

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA,
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO EN INGENIERÍA

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN PARA OPERACIÓN DE
MAQUINARIA EN EL TERMINAL AÉREO DE QUITO”**

Paul Guamán Pijal

SANGOLQUI – ECUADOR

2008

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto fue realizado en su totalidad por el señor Paul Guamán Pijal, como requisito parcial para la obtención del título en INGENIERÍA ELECTRÓNICA.

Ing. Rodolfo Gordillo.
DIRECTOR

Ing. Víctor Proaño.
CODIRECTOR

AGRADECIMIENTO

El más profundo sentido de gratitud hacia todas las personas que de varias maneras han colaborado para la consecución de este proyecto.

Un agradecimiento muy sentido para mi familia, gracias por su generosidad y guía; la tarea está completa.

Gracias también a todos los buenos profesores que a lo largo de la carrera han sabido impartir sus conocimientos y experiencias de una manera generosa.

Debo agradecer a los buenos amigos que han sabido mantenerse fieles, gracias por su compañía.

DEDICATORIA

Esta dedicatoria la realizo inspirado en la grandeza del ser Superior de la Creación quien, día a día desde el momento de mi nacimiento me ha demostrado su existencia y me ha puesto en este mundo junto con cuatro de sus ángeles Luz Maria, Segundo Paulino, Alina Asunción y Santiago Segundo a ellos dedico todos mis esfuerzos y particularmente esta obra.

A ustedes cuatro gracias por ser mi guía, la luz inconmensurable de bondad, paciencia y amor, se han convertido en mi base de apoyo espiritual y mental por lo cual les estaré eternamente agradecido.

Paúl

PRÓLOGO

El actual terminal aéreo de Quito acoge en sus instalaciones por una parte a pasajeros que necesitan hacer uso del medio de transporte aéreo y por otra parte también operan sobre él las aeronaves que salen y llegan a este aeropuerto. La estadia de las aeronaves en estas instalaciones requiere de servicios para abastecimiento de combustible, aprovisionamiento de agua, provisión de energía, evacuación de desechos, remolque de las aeronaves, transporte de carga y equipaje, arrancadores, entre los principales. Estos servicios son provistos a las aeronaves por medio de maquinaria especializada para cada tarea con sus respectivos operadores.

El presente proyecto tiene por objeto dotar de un *Sistema Prototipo* que permita administrar la operación de la maquinaria que presta los diversos servicios a las aeronaves. Dicho prototipo se compone de dos partes.

La primera es la parte lógica o software encargada de gestionar, validar, registrar y reportar el uso de tales máquinas, lo propio con los operadores que las manejan. La segunda parte es la física o hardware que se implementa en dos ámbitos: el primero denominado *Terminal Remoto* que es la interfaz de usuario a emplazarse en la maquinaria, es de tipo inalámbrico móvil y cuenta con un despliegue de mensajes, teclado numérico, indicadores luminosos y el sistema de identificación de usuario por medio de tarjetas electrónicas de proximidad; el segundo ámbito denominado *Centro de Control* que es de tipo inalámbrico fijo, se compone de una terminal de comunicaciones inalámbricas o Radio Módem conectado a un computador donde reside el software de administración desde donde se emiten los permisos de uso y se recolecta la información proveniente de las terminales remotas.

El prototipo obtenido cumple con las funciones descritas y se prevé un presupuesto que incluye el Software **SRAM**, la terminal de comunicaciones inalámbricas del Centro de Control y una Terminal Remota.

INDICE

CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 SERVICIOS OPERATIVOS DE EMSA	2
1.2.1 <i>Maquinaria de Servicios</i>	3
1.3 SITUACIÓN ACTUAL	3
1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	4
CAPITULO II	6
REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA	6
2.1 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA	6
2.2 CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS	8
2.2.1 <i>Características Específicas Constitutivas</i>	8
2.2.1.1 Centro de Control.....	8
2.2.1.2 Maquinaria Móvil.....	9
2.2.2 <i>Características Operacionales</i>	10
2.2.3 <i>Características Funcionales</i>	11
2.3 ANALISIS PRIMARIO DE DISPOSITIVOS REQUERIDOS	11
2.3.1 <i>Tarjetas Electrónicas</i>	11
2.3.1.1 Tarjetas de Banda Magnética.....	12
2.3.1.2 Tarjetas Inteligentes ¹	12
2.3.1.3 Tarjetas sin Contactos ¹	13
2.3.1.4 Tarjetas de Memoria ¹	14
2.3.2 <i>Terminal de Comunicaciones Inalámbricas</i>	15
2.3.2.1 Servicios otorgados por medio de la Plataforma Celular.....	15
2.3.2.2 Comunicaciones basadas en Radio Módems	19
CAPITULO III	21
DISEÑO DEL PROTOTIPO	21
3.1 CRITERIOS GENERALES	21
3.2 RESTRICCIONES PARA EL DISEÑO	21
3.3 DESCRIPCION Y SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS	23
3.3.1 <i>Tarjeta Electrónica</i>	23
3.3.1.1 Funcionamiento y Especificaciones Técnicas	23
3.3.1.2 Tarjeta Seleccionada	29
3.3.2 <i>Lectora/Grabadora de Tarjetas</i>	30
3.3.2.1 Lectora Seleccionada.....	32
3.3.2.2 Diagramas de Circuitos y Conexiones de la Lectora	38
3.3.3 <i>Interfase de Usuario en la Terminal Remota</i>	40
3.3.3.1 Diagrama de Circuitos y Conexiones de la Interfaz de Usuario	42
3.3.3.2 Programa del Microcontrolador	43
3.3.4 <i>Terminal de Comunicaciones Inalámbricas</i>	46
3.3.4.1 Radio Módem Seleccionada.....	46
3.3.4.2 Funcionamiento y Características.....	47
3.4 DISEÑO DEL SOFTWARE	53
3.4.1 <i>El Modelo Cliente-Servidor</i>	54
3.4.2 <i>Definiciones y Conceptos sobre Bases de Datos</i>	55

3.4.2.1 Base de Datos	55
3.4.2.2 Relaciones.....	56
3.4.2.3 Solicitud de Información (Query).....	56
3.4.2.4 Tecnologías de Acceso a Datos	57
3.4.3 <i>Herramientas de Desarrollo Cliente-Servidor</i>	61
3.4.4 <i>Creación de la Base de Datos</i>	61
3.4.4.1 Creación de Tablas.....	62
3.4.4.2 Asignación de las Claves Primarias	64
3.4.4.3 Definición de Relaciones	65
3.4.5 <i>Diseño de la Aplicación</i>	67
3.4.5.1 Formulario de Inicio (frm_inicio)	67
3.4.5.2 Formulario Principal S.R.A.M.....	69
3.4.5.3 Gestión de Usuarios.....	71
3.4.5.4 Gestión de Tarjetas	76
3.4.5.5 Gestión de Maquinaria.....	78
3.4.5.6 Listado de Usuarios	79
3.4.5.7 Listado de Maquinaria.....	80
3.4.5.8 Listado de Tarjetas.....	81
3.4.5.9 Sistema en Línea	82
3.4.5.10 ActiveX Data Objects.....	86
CAPITULO IV	90
PRUEBAS DEL SISTEMA PROTOTIPO	90
4.1 PROTOCOLO DE INICIO DEL PROTOTIPO	90
4.2 OPERACIÓN Y SALIDAS DEL SISTEMA PROTOTIPO	91
4.2.1 <i>Proceso General</i>	91
4.2.2 <i>Reportes de Acceso</i>	95
4.3 ALCANCE DE ENLACE RF	96
4.4 MEDICIONES DE ENERGÍA	97
CAPITULO V	99
CARACTERÍSTICAS DEL PROTOTIPO CONSTRUIDO.....	99
5.1 CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS	99
5.1.1 <i>Prestaciones del Sistema</i>	102
5.2 PRESUPUESTO	102
5.2.1 <i>Presupuesto del hardware</i>	102
5.2.2 <i>Presupuesto de Diseños, Software y Puesta en Marcha</i>	103
5.2.3 <i>Presupuesto del Proyecto</i>	104
CAPITULO VI	105
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	105

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANEXOS

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABLAS

GLOSARIO

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La ciudad de Quito, capital de la República del Ecuador, fue provista de su actual Terminal Aéreo durante el mandato del Dr. Camilo Ponce Enríquez en el período comprendido entre 1956 a 1960, con lo cual hasta la actualidad se han acumulado ya cerca de cincuenta años de existencia y funcionamiento.

La finalidad principal del Terminal Aéreo es la de administrar el flujo de pasajeros que arriban y salen del mismo, acoge y presta servicios a las aeronaves sean estas de procedencia y/o destino nacional e internacional. Como complemento a su principal finalidad se han implementado procedimientos para la estancia de aeronaves y pasajeros, con el propósito de cumplir estatutos de migración, entrada y salida de diversas mercaderías, contrabando y otros procedimientos que tienen que ver con la seguridad e integridad de quienes ocupan sus instalaciones así como de la ciudad y del país en general.

En su arquitectura y disposición el Terminal Aéreo cuenta con áreas muy definidas según el propósito del usuario, estas son entre otras: despacho nacional, arribo nacional, despacho internacional, arribo internacional, salas de espera tanto de arribo como de despacho, áreas sociales de espera dotadas con cafeterías y restaurantes, adyacente al Terminal Aéreo se encuentran otras áreas que dan servicios de correspondencia, transporte de carga, vuelos privados, bases militares y policiales, estación de bomberos y oficinas de control de vuelos y de la concesionaria de servicios aeroportuarios.

Cabe mencionar que el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito tiene a su cargo la administración y funcionamiento de las instalaciones del Terminal Aéreo, y en los últimos años ha implementado un organismo del cual es parte junto con la empresa privada la denominada CORPAQ (Corporación Aeropuerto de Quito), quien se ha encargado de realizar la gestión de dichas instalaciones y ha realizado una modernización tanto en el aspecto de infraestructura así como en el administrativo, otorgando en concesión a la

empresa privada la prestación de servicios de diversa índole, que van desde mantenimiento, operaciones, marketing hasta servicios al usuario final, parqueos, restaurantes, cafeterías, redes bancarias de cajeros.

La empresa asignada para prestar servicios operativos en el Terminal Aéreo es **EMSA Airport Services** como contraparte del Municipio, en conjunto con **GlobeGround Ecuador** empresa que opera en varios aeropuertos de Latinoamérica.

1.2 SERVICIOS OPERATIVOS DE EMSA

En el Terminal Aéreo de Quito se realizan actividades complementarias que permiten cumplir con el propósito general de este, es decir agilitan o preparan a las aeronaves tanto para decolar como para su estancia en tierra.

Se define un servicio operativo aquel que esta directamente relacionado con la provisión de suministros y herramientas a las aeronaves para que estas puedan completar su ciclo de estancia en el Terminal Aéreo. Dicha provisión de suministros y herramientas se la realiza a través de maquinaria o vehículos, los cuales transportan los suministros o las herramientas.

Las diversas operaciones que permiten el tráfico aéreo dentro del Terminal son entre otras: remolque de aeronaves, provisión de combustible, provisión de energía eléctrica, asistencia con escalinatas, manejo y desplazamiento de carga, vehículos guías, provisión de agua mediante vehículos cisterna, entre otros.



Figura. 1.1. Maquinaria de Servicios en Operación

1.2.1 Maquinaria de Servicios

La provisión de las diversas operaciones han sido implementadas en su mayoría a través de vehículos y maquinarias que en conjunto forman un sistema ambulante dedicado a satisfacer los varios requerimientos en las aeronaves o en el Terminal mismo, llegando a formar un grupo total de 95 máquinas.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de la maquinaria y los servicios que EMSA provee a las diferentes aeronaves e instalaciones que lo solicitan:

MAQUINARIA	CANTIDAD	SERVICIO
Generadores Eléctricos	7	Proveer Energía Eléctrica
Arrancadores	3	Arranque de turbinas
Escaleras	11	Subida y bajada de pasajeros
Bandas Transportadoras	12	Transporte y movimiento de equipaje y carga
Cargadores/Loaders	8	Transporte y elevación de carga
Tractores de arrastre	23	Remolque de equipaje, carga y aeronaves
Buses	3	Transporte de pasajeros y/o personal
Carros Cisterna	2	Provisión de agua potable en la aeronave
Carros de Drenaje	2	Drenaje sanitario de la aeronave
Remolcadores	4	Remolque y parqueo de aeronaves
Montacargas	13	Movimiento y organización de carga
Generadores Luz	2	Proveer luz eléctrica
Vehículos rampa	5	Acceso a zona de carga en aeronaves
TOTAL	95	Observación: Parque total, en uso efectivo el 25%

Tabla. 1.1. Resumen de Maquinaria y Servicios

1.3 SITUACIÓN ACTUAL

El manejo de la maquinaria anteriormente descrita se la realiza de manera manual por medio de operadores que han sido capacitados para la manipulación de estas herramientas, dependiendo del tipo de servicio que se vaya a prestar, los operarios pueden asistir en número de dos, uno encargado de la conducción y manipulación de la maquinaria y el otro como guía y ayuda del primero.

EMSA realiza sus operaciones en la actualidad siguiendo los preceptos que se detallan a continuación:

- La jornada laboral de operaciones y servicios se extiende por un intervalo de 18 horas al día.
- Para cubrir las 18 horas de labor se divide al personal de operarios en dos turnos de 8 horas cada uno y de manera adicional un turno de guardia que opera mientras el aeropuerto permanece cerrado.
- El número de operarios por turno es de al menos uno por cada tipo de maquinaria, es decir 13, y se prevé la mitad adicional para ayuda y guías de los primeros, es decir 7, que dan un total de 20 operarios y dos supervisores adicionales, 22 operarios es el número mínimo necesario para mantener los servicios.
- Cada operario se presenta al inicio de su turno y registra su entrada por medio de su tarjeta de entrada/salida que se imprime en el reloj de registro.
- Luego procede a registrarse en el libro diario de la maquinaria que esta designado para su operación.
- Los 13 operarios primarios son equipados con radios “walkie-talkie”, mediante los cuales se comunican con el supervisor, quien informa de la necesidad de alguna maquinaria para que el operario acuda a suplirla.
- Tanto el operario como el supervisor registran en la bitácora diaria de cada maquinaria las operaciones prestadas, la hora de inicio y finalización así como cualquier novedad que la maquinaria presente.
- Una vez que su turno termina el operario registra su salida en el libro de la maquinaria y en su tarjeta de entrada salida y se retira de las instalaciones.

La anterior es una descripción sucinta del procedimiento actual con el que se prestan los servicios y como los operarios acceden a manejar la maquinaria.

1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

En su afán por brindar un servicio más eficiente y garantizar las operaciones complementarias que se realizan, la concesionaria de servicios aeroportuarios a través de EMSA, han visto necesario administrar su maquinaria a través de un sistema electrónico de acceso para el personal de operadores dado que de ellos depende el éxito de los servicios en general, y en particular de aquellos brindados por esta maquinaria.

La constante evolución de infraestructuras así como de la tecnología pone en la mano del hombre importantes herramientas claves para el desenvolvimiento rutinario de las tareas, es así que la Instrumentación y la Automatización en la actualidad se han convertido en las principales formas de registro y acción en los procesos.

Dado que se precisa de registros confiables para poder proyectar el normal desempeño tanto de la maquinaria así como del grupo humano de operarios, se plantea la automatización como la herramienta fundamental en cuanto se refiere a la validación de usuarios y generación de datos al acceder al uso de maquinaria, es decir, el hombre cumplirá tareas específicas en cuanto se refiere al uso de la maquinaria y no se necesitara de él para efectuar registros sobre el uso de éstas.

Las diversas operaciones que permiten el tráfico aéreo son entre otras: remolque de aeronaves, provisión de combustible, provisión de energía eléctrica, asistencia con escalinatas, manejo y desplazamiento de carga, vehículos guías, provisión de agua con vehículos cisterna, entre otros.

La provisión de estas operaciones han sido implementadas en su mayoría, a través de vehículos y maquinarias que en conjunto forman un sistema ambulante dedicado a satisfacer los diversos requerimientos en las aeronaves o en el Terminal mismo, llegando a formar un grupo total de 95 máquinas, cabe mencionar que estas maquinarias son el parque máximo de la empresa que brinda los servicios y que no opera en su totalidad, sino en función de los requerimientos que se presentan durante la jornada. El manejo de ésta maquinaria se la realiza de manera manual mediante un operador que cumple turnos rotativos para cubrir la jornada diaria de servicio del Terminal aéreo que generalmente se extiende por un intervalo de 18 horas.

CAPITULO II

REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

Se observa de primera vista, según lo descrito en el capítulo anterior, que los registros de operación y prestación de servicios están sujetos a manipulación humana directamente, y por tanto los datos registrados son susceptibles de error, omisión y transgresión, motivo por el cual se propone el presente desarrollo y diseño de un sistema flexible y automático para la administración de los operarios y maquinaria, cuyas especificaciones así como su funcionalidad se detallan a continuación.

2.1 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

De manera general la empresa operaria en el aeropuerto EMSA tiene menester de un sistema que le permita realizar el registro de los operarios, la administración de su maquinaria así como el registro de datos provenientes de éstas, a través de instrumentación que será provista en ellas. Se puede entonces visualizar al sistema general y separarlo en dos fases: la primera que corresponde al registro de operadores y administración de maquinarias, y la segunda fase lo que corresponde a la instrumentación de los equipos para realizar medición y adquisición de datos. El presente estudio tiene por objeto satisfacer las necesidades del sistema en su fase inicial, es decir el registro de personal y administración de maquinarias.

Los requerimientos del sistema para la primera fase se sintetizan a continuación, estas son las características funcionales generales del mismo:

- El sistema de registro o autenticación debe ser móvil y montado en la maquinaria.
- Cada operador que va a acceder al uso de las máquinas debe poseer una identificación o registro personal mediante el cual se certifique los permisos para realizar operaciones con las mencionadas máquinas.
- El sistema general contará con un Centro de Control desde donde se gestionaran las comunicaciones, el flujo de datos y su posterior registro, para lo cual se dispondrá de una computadora con el debido software residente.

- Por tratarse de maquinaria móvil, los equipos que se instalen en ellas deberán mantener comunicaciones con el Centro de Control de manera inalámbrica.
- Se sugiere además que el instrumento a utilizarse para la identificación y certificación de los operadores sea personal y debe utilizar tecnología de tarjetas electrónicas.

La anterior es la descripción mas general sobre la configuración del sistema, se forma una arquitectura del sistema requerido la cual consta en el gráfico 2.1, en el mismo se puede observar el esquema básico del sistema, que consta de un Centro de Control el cual gestionará las comunicaciones y el flujo de datos, además se observa la maquinaria móvil la cual mantiene comunicación con el Centro de Control, de manera intuitiva se ve que, al requerirse comunicaciones inalámbricas, el principal medio de propagación es el espacio libre (aire); se ha estipulado una área de acción para el funcionamiento del sistema al interior del Terminal Aéreo comprendido en un radio de 1.20 kilómetros que es donde esta agrupada las zonas de carga, abordaje, desembarco, hangares y mantenimiento.

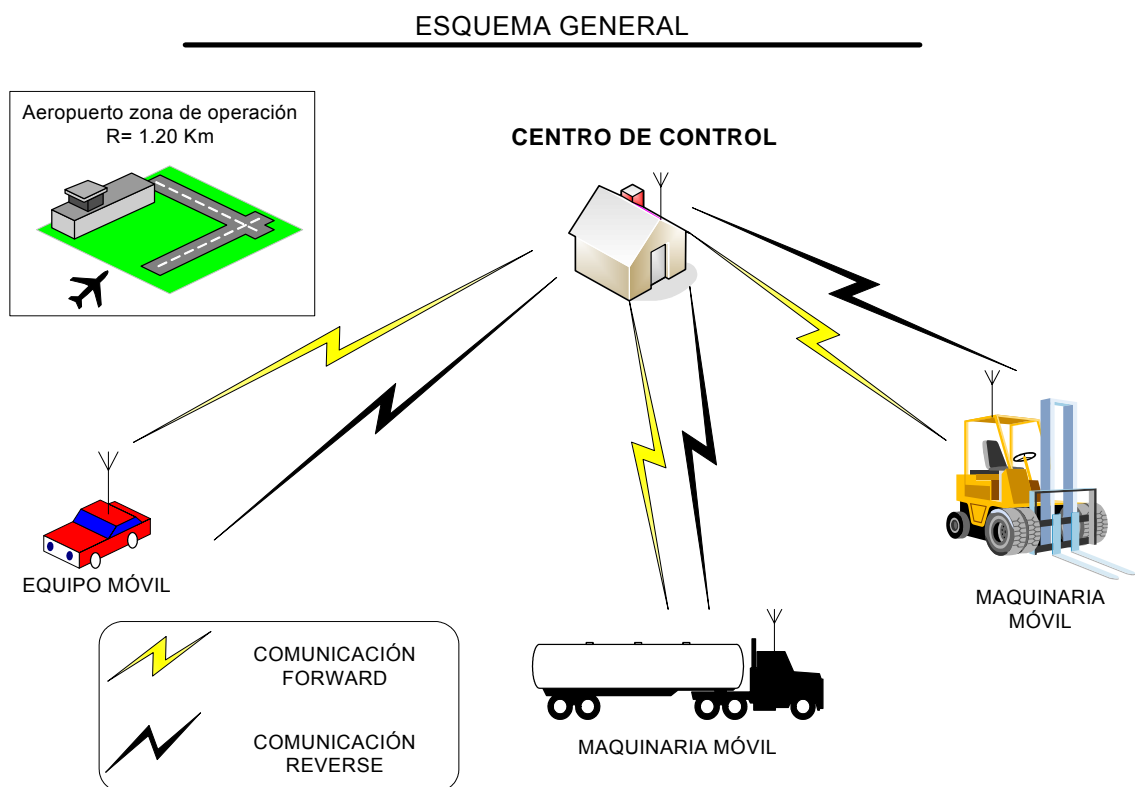


Figura. 2.1. Esquema General del Sistema

El detalle del contenido específico de cada uno de los componentes se la realizará mas adelante a partir de las características que establezcan los procedimientos para el funcionamiento del sistema.

2.2 CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS

A continuación se realiza un detalle de los diferentes componentes del sistema general, estos forman a su vez subsistemas dada la naturaleza de operación y la tarea que desempeñan como parte del conjunto.

A partir del esquema general anterior se desglosa de forma específica los contenidos de cada uno de los elementos enunciados, para tal efecto se muestra un nuevo esquema en que se observa el equipamiento que por requerimiento será incluido como parte fija en el desarrollo del prototipo del sistema; tales componentes además de los procedimientos de operación o funcionamiento forman en sí la especificación para la integración del sistema, es decir, se tienen las primeras directrices para llegar a la solución del presente planteamiento.

El análisis del esquema en la figura 2.2 permite ver que se ha estipulado algunos condicionantes para conformar el sistema, si bien no se han contemplado todos los subsistemas, los que constan están ya bajo sus propias reglas de funcionamiento por lo que la solución implica básicamente la **integración de subsistemas**.

2.2.1 Características Específicas Constitutivas

Se identifican dos partes constitutivas principales en donde se llevará a cabo las actividades concernientes a la aplicación del sistema. La primera es donde residirá el sistema propiamente dicho, llamado **Centro de Control** y la segunda es el objeto de aplicación del sistema llamada **Maquinaria Móvil**.

2.2.1.1 Centro de Control

Esta es la zona principal del sistema ya que es aquí donde residirá el software del sistema, esto es el programa principal mediante el cual se pueda ejecutar las funcionalidades que se desea implementar. Esta parte del sistema global a su vez se compone de elementos que se definen a continuación:

- **Administrador del Sistema.** Persona encargada de la manipulación y administración del sistema en general, a través del software residente en el terminal de computador. Este poseerá las permisiones y atribuciones necesarias y suficientes para acceder a todos los recursos que el sistema brinde.
- **Terminal de Computador.** Donde residirá el software del sistema y se almacenaran los registros de todas las transacciones que se presenten.
- **Terminal de Comunicaciones Inalámbricas.** Esta es la unidad encargada de enviar información y ordenes hacia los terminales remotos y coleccionar los datos de respuesta de estos, para pasarlos hacia el computador central.

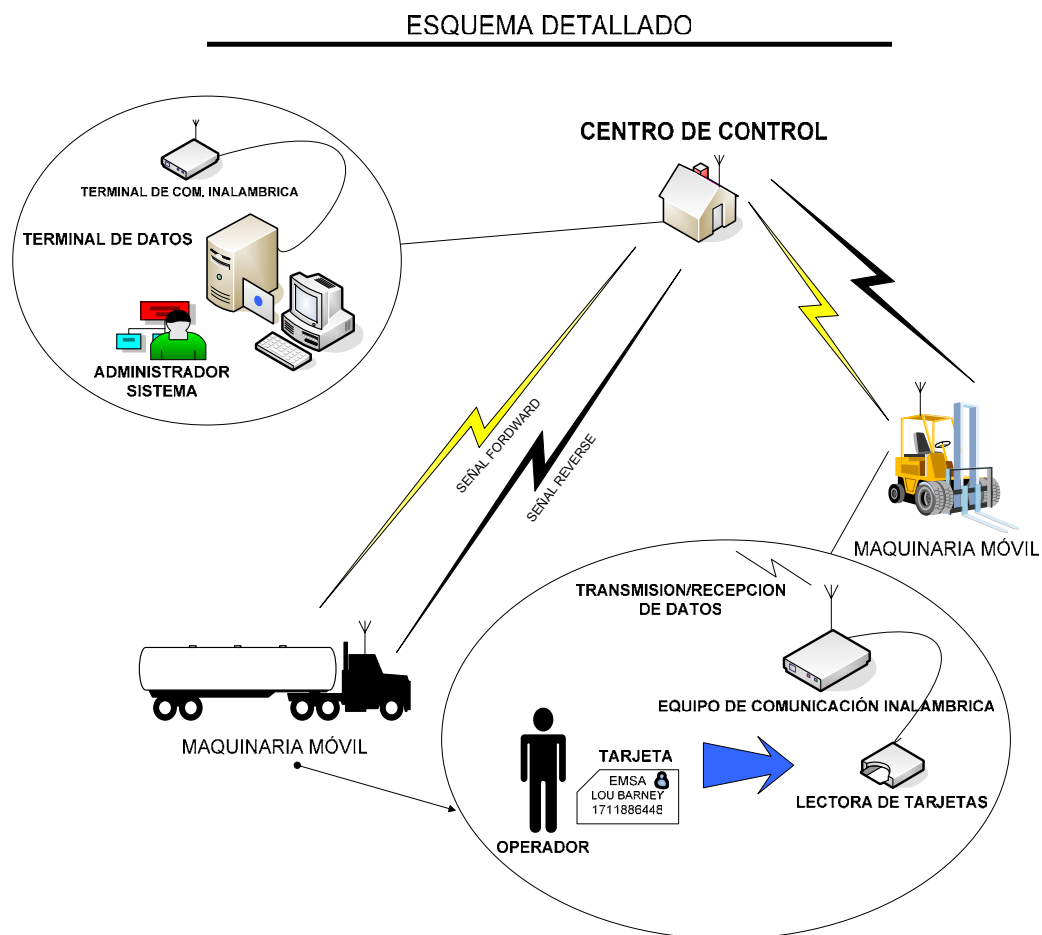


Figura. 2.2. Esquema del Sistema Requerido

2.2.1.2 Maquinaria Móvil

Constituida por todos los elementos que serán objeto de la aplicación del sistema, también llamada **Terminal Remota**, es decir son todos los componentes que irán a bordo de la maquinaria ambulante y se los detalla a continuación:

- **Operador.** Persona encargada de manipular la maquinaria o equipo, objeto de autenticación y registro.
- **Tarjeta.** Elemento de identificación del usuario u operario de la maquinaria, este es un requerimiento obligatorio, debe ser de carácter personal y la tecnología a utilizarse será tarjetas electrónicas.
- **Lectora de Tarjetas.** Es un dispositivo a utilizarse como consecuencia del requerimiento anterior, las tarjetas electrónicas cualquiera que sea el tipo, no ofrecen interacción sino a través de sus correspondientes medios de lectura e intercambio de datos.
- **Terminal de Comunicaciones Inalámbricas.** Unidad encargada de recibir y enviar datos desde el equipo móvil.

La anterior descripción obedece de manera general a los requerimientos que han sido extendidos para desarrollar el presente estudio, y son los elementos físicos mínimos necesarios con los cuales debe contar el sistema a desarrollarse.

2.2.2 Características Operacionales

Se procede a enunciar el procedimiento de operación que se debe cumplir como requerimiento para lograr la funcionalidad del sistema:

1. El Administrador del Sistema pone en marcha la terminal central de computadora, residente en el centro de control, asigna usuarios, documentos de identificación y otorga permisos de utilización de maquinarias utilizando el software dedicado.
2. El Operador poseedor de una tarjeta de identificación previamente configurada para su uso, se dirige al área de maquinas para iniciar con las operaciones de servicio.
3. Previo al uso de la maquinaria en cuestión, el operador inicia con el proceso de registro, por medio de la terminal remota.
4. El sistema central recibe la petición de registro, establece la comunicación y da paso a las transacciones de datos para la validación de usuario y emitir autorización.

5. Una vez emitida la autorización el operador puede acceder al uso de la maquinaria, a la terminación del uso deberá cerrarse la transacción anunciando su retiro mediante la terminal remota.

2.2.3 Características Funcionales

El sistema deberá cumplir las siguientes funciones:

- Identificación y registro de operadores de manera segura y automática.
- Registro de todas las transacciones exitosas e intentos de utilización de maquinaria o transacciones no exitosas.
- Registro automático de la hora de inicio de uso de la maquinaria así como la hora de finalización.
- Posibilidad de acceder a reportes de usuarios, maquinarias y los registros de accesos, con registros históricos.
- Bloqueo del encendido de la maquinaria por hardware.
- Las terminales remotas deben permitir movilidad y de ser necesario montaje y desmontaje de las mismas para ser emplazadas en distintos equipos o maquinarias.

2.3 ANALISIS PRIMARIO DE DISPOSITIVOS REQUERIDOS

Los requerimientos planteados para el desarrollo del sistema indican algunos dispositivos que deben formar parte del sistema global, principalmente se refieren al hardware a emplearse de manera muy general.

Antes de comenzar con el diseño de la solución, es necesario conocer las diversas tecnologías que se dispone para los diferentes elementos que van a integrarse con el fin de otorgar la funcionalidad que se demanda. Se hará referencia a los dispositivos de identificación y a los de comunicaciones inalámbricas.

2.3.1 Tarjetas Electrónicas

Por tratarse de un sistema netamente electrónico nos referiremos únicamente a las tecnologías que sean de la misma naturaleza es decir tarjetas electrónicas.

2.3.1.1 Tarjetas de Banda Magnética¹

Según la referencia las principales características de la banda magnética, la técnica de codificación y las posiciones de las pistas magnéticas se especifican en la norma ISO 7811 partes 2, 4 y 5. La banda magnética puede contener hasta tres pistas, las pistas 1 y 2 son sólo de lectura, mientras que la banda 3 puede también ser escrita. La capacidad de almacenamiento es cercana a 1000 bits, la principal desventaja de este tipo de tarjetas es que los datos pueden ser fácilmente alterados.

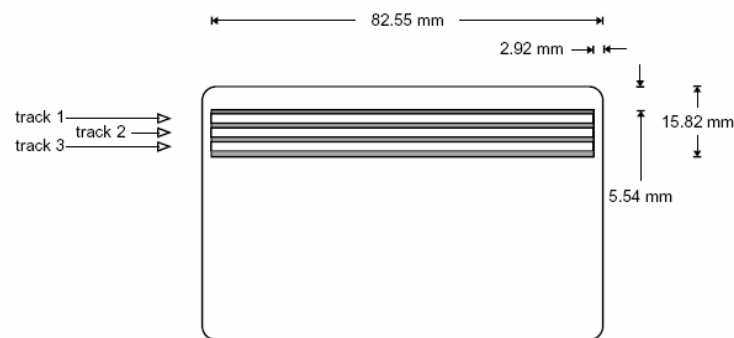


Figura. 2.3. Tarjeta de Banda Magnética¹

2.3.1.2 Tarjetas Inteligentes¹

Conocidas también como tarjetas con **chip**, como sugiere el nombre son constituidas por un procesador integrado rodeado por bloques adicionales y funcionales como son: memoria ROM, EEPROM, RAM y puerto de Entradas y Salidas. Las principales características y funciones son especificadas en la norma ISO 7816. La capacidad de almacenamiento de datos esta por el orden de los 256 KB. La figura 2.4 muestra la arquitectura básica de éstas tarjetas:

¹ RANKL., Wolfgang, EFFING, Wolfgang, **Smart Card Handbook**, III Edición, edit. John Wiley & Sons, 2002 Inglaterra

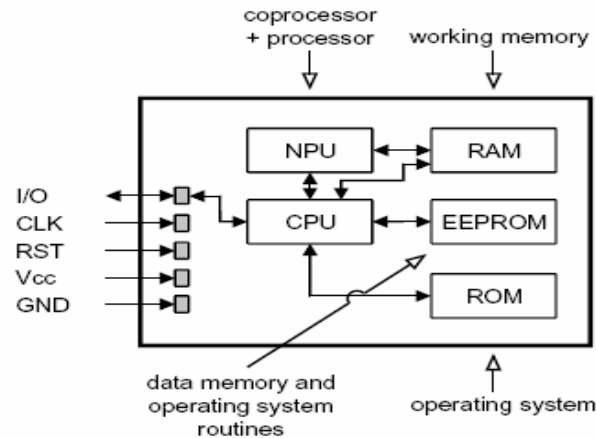


Figura. 2.4. Arquitectura de Tarjetas con Chip¹

La utilidad brindada por este tipo de tarjetas depende mucho del tipo de aplicación, básicamente vienen configuradas con su propio programa en ROM, el cual ejecuta o se ajusta a determinado requerimiento. Una de las principales características de este tipo de tarjetas es que utilizan 8 contactos físicos para poder intercambiar datos y energizar a los circuitos integrados, según la referencia esta es una de las principales causas de fallos en sistemas electromecánicos.

2.3.1.3 Tarjetas sin Contactos¹

Es otro tipo de tarjetas inteligentes, también conocidas como tarjetas de proximidad o de vecindad, debido a que carecen de contactos físicos para energizar sus circuitos e intercambiar datos. Estas utilizan un enlace por radiofrecuencia hacia sus dispositivos de lectura. La arquitectura básica de este tipo de tarjetas se describe en la siguiente figura:

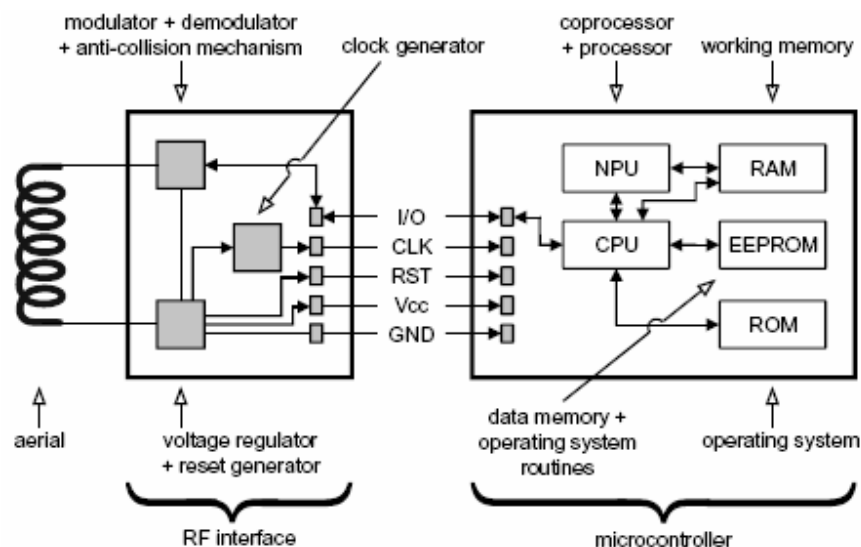


Figura. 2.5. Arquitectura de la Tarjeta de Proximidad¹

De acuerdo con la referencia el hecho de no poseer contactos eléctricos garantiza la versatilidad en el uso de este tipo de tarjetas, ya sea por la mejor protección de los circuitos integrados, así como la comodidad en el momento de intercambiar datos, dado que no necesita ser orientada en una posición específica. Todas las especificaciones y características de este tipo de tarjetas se engloban en el grupo de normas ISO/IEC² 10536, 11443 y 15693.

2.3.1.4 Tarjetas de Memoria¹

Este tipo de tarjeta electrónica es la más difundida a nivel mundial, en esencia la arquitectura de la de chip es modificada para ofrecer la funcionalidad de una tarjeta que almacena datos y ofrece una lógica para almacenar o leer datos en ella. Este tipo de tarjeta puede ser de los dos últimos tipos descritos anteriormente, es decir pueden poseer contactos o no. A continuación se indican las arquitecturas para los dos tipos de tarjetas:

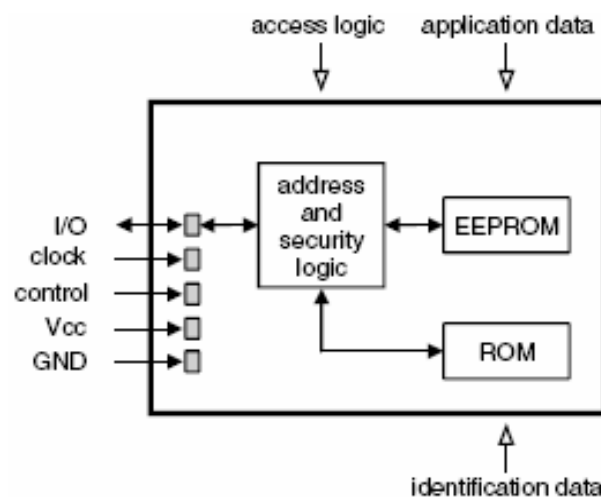


Figura. 2.6. Arquitectura de la Tarjeta de Memoria con Contactos¹

² ISO, International Organization for Standardization, IEC, International Electrotechnical Commission

¹ RANKL., Wolfgang, EFFING, Wolfgang, **Smart Card Handbook**, III Edición, edit. John Wiley & Sons, 2002 Inglaterra

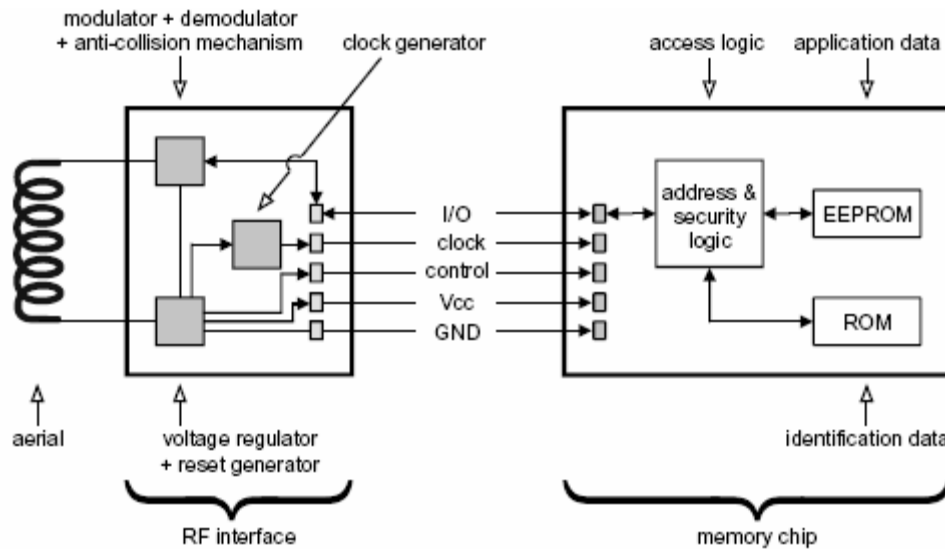


Figura. 2.7. Arquitectura de la Tarjeta de Memoria sin Contactos¹

Las características y especificaciones para estas tarjetas son indicadas en la norma ISO 7816 parte 3, algunos diseños pueden presentar variantes y utilizan un bus del tipo I²C en las denominadas tarjetas de memoria de acceso serial. Debido a su funcionalidad muy reducida la convierten en la tarjeta menos costosa del mercado.

2.3.2 Terminal de Comunicaciones Inalámbricas

Este es uno de los puntos más gravitantes dentro de la conformación del sistema, dado que los sistemas de comunicación son los encargados de transportar la información proveniente tanto del centro de control como de la terminal remota.

Ante tal situación es necesario hacer un breve análisis de las plataformas de comunicación que se disponen o que serían susceptibles de utilización, en base al entorno de aplicación del sistema planteado, así pues, se realiza a continuación una descripción de las diversas opciones:

2.3.2.1 Servicios otorgados por medio de la Plataforma Celular

Actualmente la red de Telefonía Celular ofrece o pretende dotar de una importante variedad de servicios de valor agregado, entre los cuales están: acceso a **Internet**, **Chat** o intercambio de mensajes cortos de texto, acceso a servidores para obtención de **imágenes y audio**, **transmisión de paquetes de datos**, servicios basados en **localización**, entre otras. Tales servicios son brindados a los usuarios valiéndose de diversas tecnologías siendo las principales:

- **WAP.**³ Cuyas siglas significan Wireless Application Protocol, básicamente es un protocolo que incluye especificaciones para las capas de sesión y de transporte del modelo OSI, de manera adicional define un entorno de aplicaciones dirigidas al uso de los terminales móviles, sobre la plataforma de GSM.

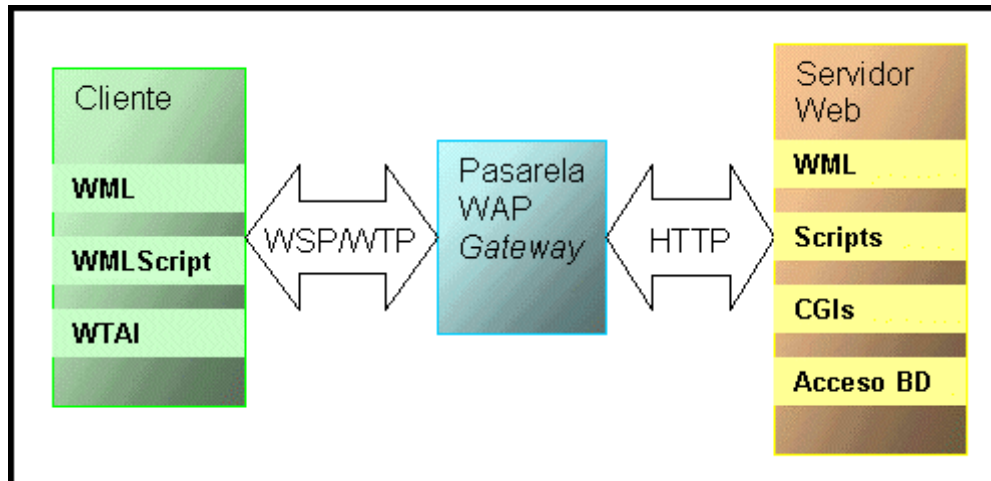


Figura. 2.8. Interconexión en WAP.³

El gráfico muestra en resumen el proceso de interconexión de usuarios de servicios utilizando WAP, el cliente o dispositivo WAP dispone de un micro navegador que interpreta páginas WML, el **WML**⁴ vendría a ser el equivalente al HTML del Internet fijo.

La “Pasarela” cumple dos funciones: la primera es la conversión de protocolos de HTTP a WSP/WTP y viceversa y la segunda función es la codificación / decodificación de las páginas WML.

Por último en el Servidor Web es donde residen las páginas, accesos a bases de datos o lenguajes de “script”.

Según el foro internacional de WAP³ la respuesta de los usuarios y el estado actual para este tipo de servicios con la tecnología WAP, ha sido hasta el momento frío, los principales motivos son:

³ Referencia internet, www.wapforum.org

⁴ **WML**, Wireless Markup Language

1. Una red de telefonía móvil que brinda hasta hoy, conexiones lentas, con frecuente saturación de canales.
 2. Deficiente difusión de terminales WAP.
 3. Los terminales WAP que han sido difundidos todavía presentan muchas limitaciones tanto en el tratamiento de información, así como en las interfaces con el usuario, peor aun esta limitado en prestar facilidades de integración con hardware adicional.
 4. La tarificación de estos servicios se los realiza por **tiempo de conexión** y no por cantidad de bytes o paquetes de datos transmitidos o recibidos.
 5. Los numerales anteriores, permiten concluir que, la disponibilidad de servicios es limitada y que la mayoría de servicios que se disponen presentan estabilidad limitada.
 6. Por último para poder proveer servicios, sean estos dedicados o de carácter general, se debe levantar un servidor de páginas WML, por medio de un entorno de aplicaciones inalámbricas y una interfaz de aplicaciones de telefonía inalámbrica WAE⁵, WTAI.⁶
- **GPRS.**⁷ Significa General Packet Radio Service, se lo considera una evolución en la forma de transmitir datos en una red GSM, pasando de la conmutación de circuitos en GSM, donde el circuito está permanentemente reservado mientras dure la comunicación aunque no se envíe información en un momento dado, a la conmutación de paquetes.

Los intervalos de tiempo en GPRS se asignan a la conexión de paquetes, por medio de un sistema basado en la necesidad, lo cual implica que si no se envían datos por parte del usuario las frecuencias quedan libres para ser usadas por otro usuario. Este tipo de conmutación permite la optimización de los recursos de radio.

⁵ WAE, Wireless Application Environment

⁶ WTAI, Wireless Telephony Application Interface

⁷ Referencia, Paper de GPRS, Universidad de Deusto, IÑIGO, Sedano, Junio 2003

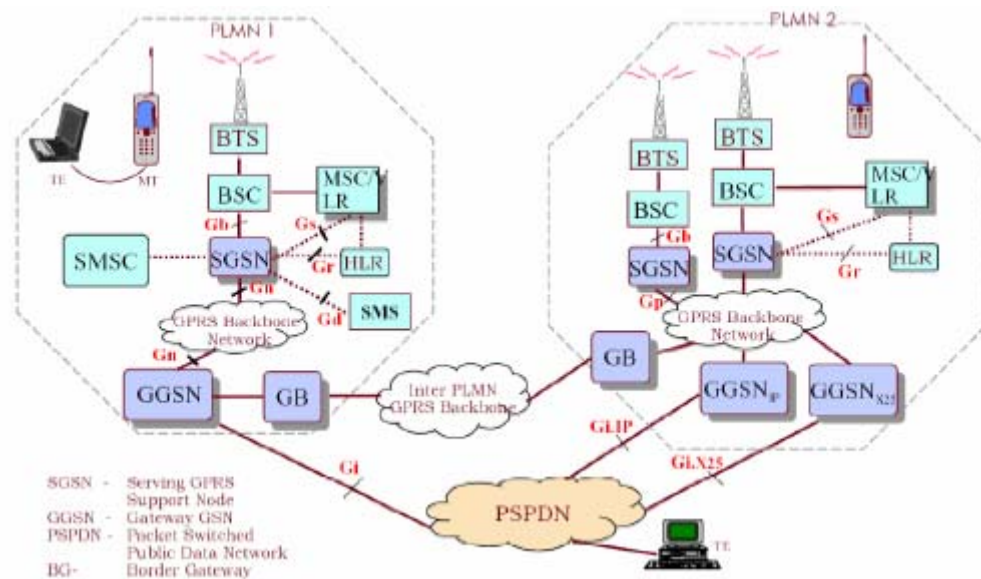


Figura. 2.9. Interfaces de la Arquitectura de Red⁷

Como se observa en la figura 2.9 GPRS es un sistema que se sobrepone a GSM, sin embargo introduce dos nuevos nodos: Gateway GPRS Support Node (**GGSN**) y Serving GPRS Support Node (**SGSN**). El primero se desempeña como un interfaz lógico hacia las redes de paquetes de datos externos, mientras que el segundo se encarga de la entrega de paquetes al terminal móvil en su área de servicio. A nivel de BSC este sistema introduce además el denominado Packet Control Unit (**PCU**). Esta optimización de recursos de la red trae consigo una serie de características favorables algunas y otras no, a continuación se las enumera:

1. Las conexiones típicas en GPRS pueden durar varias horas.
2. La transmisión de datos se la realiza por ráfagas o paquetes de datos, los enlaces tanto de subida como en descenso son independientes.
3. La tarificación por uso se basa en la cantidad de datos transmitidos o recibidos, dejando a un lado la preocupación por los tiempos de conexión y retardos producidos en la red.
4. Los paquetes que transitan son cortos y varían típicamente entre los 500 y 1500 bytes.
5. El sistema es totalmente compatible con el protocolo IP, lo cual permite acceso a cualquier servicio “**on line**”, sin necesidad de un lenguaje específico como en WAP.
6. La utilización de IP tiene inherente dos problemas: el primero dado que los paquetes transiten por caminos distintos deviene en pérdida o daño de los

mismos y el segundo es la denominada información “**no deseada**” que transita en las redes IP.

2.3.2.2 Comunicaciones basadas en Radio Módems

Otra de las tecnologías ampliamente difundidas y utilizadas a nivel mundial es aquellas basadas en el uso de dispositivos de **Radio Frecuencia**, es una de las soluciones más antiguas que el hombre ha ideado para salvar los problemas de distancia y movilidad dentro del contexto de las Comunicaciones Inalámbricas, su principal medio de propagación es el espacio libre y no necesitan más infraestructura que los enlaces que entre estos equipos se logren.

Existe una amplia gama de equipos y dispositivos de comunicación por radiofrecuencia y muchos de estos equipos se diferencian básicamente por características que definen el desempeño y la utilidad de los mismos, así por ejemplo se tiene el tipo de modulación de datos, alcance o cobertura, potencia de transmisión, banda de frecuencia de operación, modo de operación, velocidad de transmisión de datos, entre otros.

En la actualidad se emplea en mayor cantidad radio módems cuya funcionalidad se basa en las técnicas contempladas en el **Spread Spectrum** en español conocido como Espectro Ensanchado. Hay dos técnicas principales que se disponen en el Espectro Ensanchado:



Figura. 2.10. Comparación Espectral entre dos Señales Moduladas

- **Sistemas de Secuencia Directa.** Es una de las técnicas más utilizadas, conocidas y relativamente fácil de implementar en el espectro ensanchado. Una portadora en banda estrecha se modula mediante una **secuencia seudo aleatoria**, es decir una señal periódica que parece ruido pero en realidad no lo es. Para la secuencia directa, el incremento de ensanchado depende de la tasa de bits de la secuencia seudo aleatoria por bit de información. En el receptor, la información se recupera al multiplicar la señal con una réplica generada local mente de la secuencia de código.
- **Sistemas de Salto de Frecuencia (FHSS⁸).** Aquí la frecuencia portadora del transmisor cambia (o salta) abruptamente de acuerdo con una secuencia seudo aleatoria. El orden de las frecuencias seleccionadas por el transmisor viene dictado por la secuencia de código. El receptor rastrea estos cambios y produce una señal de frecuencia intermedia constante.

Los receptores no autorizados para este tipo de comunicaciones escucharán una señal ininteligible como puede observarse en la figura 2.10. Las técnicas que se aplican en el Espectro Ensanchado las han dotado de propiedades específicas entre las que tenemos:

1. Direccionamiento selectivo para los diversos receptores capaces de recibir la información.
2. Han permitido la implementación de diversos tipos de **Acceso Múltiple** o **Multiplexación**, los más comunes son **TDMA⁹** y **CDMA¹⁰**.
3. Son resistentes a todo tipo de interferencias sean estas intencionales o sin intención.
4. Una misma banda de frecuencia se puede compartir con más usuarios u otros tipos de transmisiones convencionales con mínima interferencia.

Se ha realizado un breve análisis de las tecnologías disponibles para la implementación del sistema integral y que han sido estipuladas en los requerimientos, tales tecnologías ha considerarse serán el punto de partida para el diseño de la solución mas adecuada tomando en cuenta las características operacionales de las mismas así como de la autonomía que aporten al sistema final.

⁸ FHSS, Frequency Hopping Spread Spectrum

⁹ TDMA, Time Division Multiple Access

¹⁰ CDMA, Code Division Multiple Access

CAPITULO III

DISEÑO DEL PROTOTIPO

3.1 CRITERIOS GENERALES

Una vez que se ha mostrado el estado del arte en cuanto a tecnologías disponibles, se procede ahora a considerar y valorar las principales características de las mismas con el propósito de discernir y estipular finalmente los dispositivos y herramientas que intervendrán en la dotación de la solución para el sistema requerido.

El principal punto a tomarse en cuenta para la selección de los equipos será el nivel de integración o la conectividad que ellos presenten, este es un factor importante para el desarrollo, dado que se desencadena un efecto en cascada en cuanto a que todos los equipos deben hablar o comunicarse bajo los mismos preceptos y parámetros.

Otro factor de importancia a considerarse es la flexibilidad que los dispositivos seleccionados posean, por cuanto es un sistema que se lo plantea por fases, este debe permitir la adición o modificación del mismo para alcanzar otros grados de funcionalidad, sin cambiar en esencia los elementos claves que lo constituyen.

Finalmente lo más importante, con el propósito de que el proyecto sea realizable se tomará en cuenta aquellos dispositivos que brinden la mayor autonomía de funcionamiento y que permitan al usuario o cliente final la reposición, mantenimiento y escalabilidad de los elementos que conforman el sistema.

3.2 RESTRICCIONES PARA EL DISEÑO

En el capítulo anterior se hizo un breve análisis de las opciones tecnológicas susceptibles de ser utilizadas, para seleccionar las mas adecuadas se recurre a ciertas

restricciones tanto funcionales como operativas, mismas que son parte de los requerimientos hechos por parte del cliente, en el caso del presente proyecto, EMSA Airport Services.

A continuación se presenta un listado de las principales restricciones que se aplicaran al diseño del sistema requerido:

- El software principal del sistema debe ser desarrollado y utilizar herramientas compatibles con el sistema operativo Windows de preferencia en versión XP, por lo tanto debe trabajar con una terminal computacional basada en procesador de la familia X86.
- El software debe permitir interacción con los recursos del cliente y de manera específica dotar de al menos un nivel de control sobre las terminales remotas.
- El software debe permitir incrementar funcionalidades a futuro respondiendo a la instrumentación que se vaya disponiendo en la terminal.
- La terminal de computadora debe poseer las interfaces necesarias para poder integrar el sistema de comunicaciones inalámbricas.
- El dispositivo de identificación debe ser una tarjeta electrónica que brinde la mejor funcionalidad y ofrezca mejor protección del ambiente y sea susceptible de personalización.
- La lectora de tarjetas electrónicas debe estar dotada de la o las interfaces necesarias para lograr la integración con los demás dispositivos de la terminal remota, sean estos de control así como de comunicación.
- Cabe señalar que las comunicaciones entre la terminal remota y el centro de control serán de tipo móvil e inalámbrica.
- Las terminales de comunicación inalámbrica de ser necesario, deben contar con los puertos o interfaces necesarias para permitir la recolección de datos y su integración al sistema general.
- Los equipos a utilizarse en la implementación no debe permitir incurrir en gastos operativos adicionales en el funcionamiento del sistema. Los únicos gastos adicionales serán los normales en cuanto a mantenimiento, reposición o actualización del sistema.

Estos son pues los lineamientos específicos a los que se someterá el diseño con el propósito de satisfacer los requerimientos propuestos.

3.3 DESCRIPCIÓN Y SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS

Basándose en la arquitectura mostrada en la figura 2.2, ahora se presenta los dispositivos ya seleccionados con su respectiva descripción técnica y de funcionamiento.

3.3.1 Tarjeta Electrónica

Según las características de cada tipo de tarjeta descritas en el anterior capítulo, se ha seleccionado por sus características funcionales y físicas las tarjetas sin contactos electromecánicos, es decir las **Tarjetas de Proximidad**. Como se puede intuir el uso de cualquier tipo de tarjetas electrónicas implica también el uso de su **Lectora** compatible, misma que se analizará mas adelante.

3.3.1.1 Funcionamiento y Especificaciones Técnicas

Estas tarjetas han sido ampliamente difundidas en lo que se conoce como identificación por radio frecuencia (**RFID Systems**). Su manera de alimentación utiliza una técnica pasiva para extraer la energía del campo electromagnético que su correspondiente terminal de tarjeta o lectora le dota. La técnica específica para estas tarjetas es el acople capacitivo-inductivo. Cuatro funciones son necesarias para que la tarjeta se comunique con su lectora:

- Transferencia de energía hacia la tarjeta para encender el circuito integrado.
- Transferir una señal de reloj, para el sincronismo.
- Transferencia de datos hacia la tarjeta.
- Transferencia de datos desde la tarjeta.

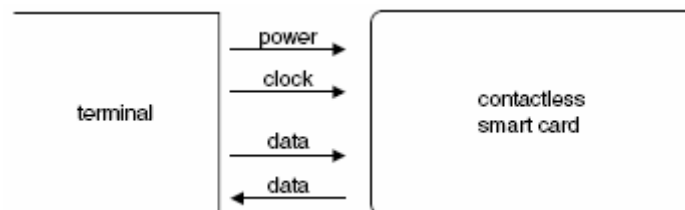


Figura. 3.1. Transacciones entre la Tarjeta y la Lectora¹¹

¹¹ RANKL, Wolfgang, EFFING, Wolfgang, Smart Card Handbook, III Edición, Gran Bretaña 2003

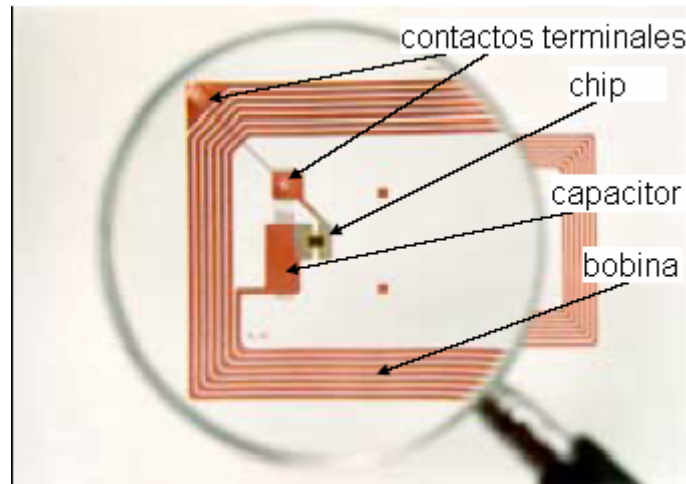


Figura. 3.2. Componentes Electrónicos Internos

- **Transferencia de Energía.** Todas las tarjetas de proximidad sin excepción son usadas pasivamente esto quiere decir que la energía necesitada para operar el chip, debe ser transferido desde la lectora. La transferencia de energía se basa en el principio de un transformador ampliamente acoplado.

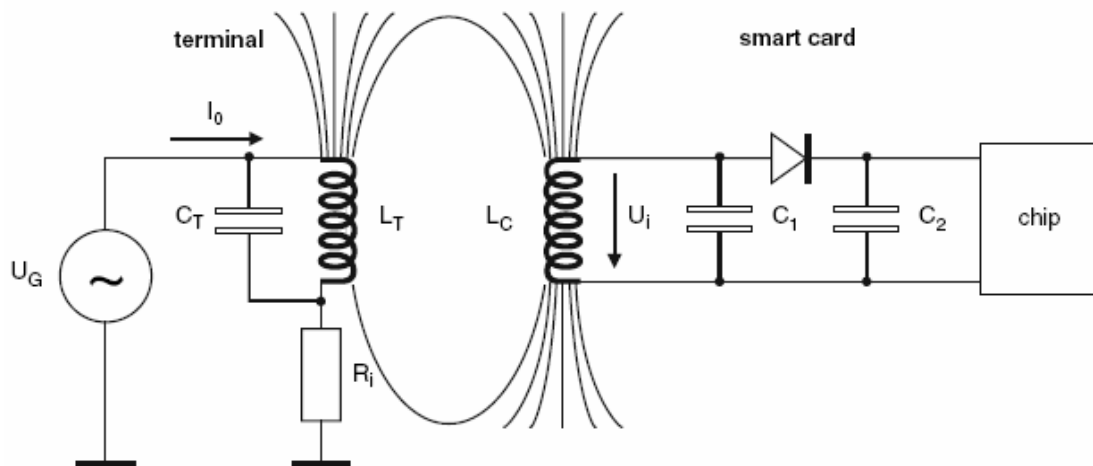


Figura. 3.3. Acople inductivo para dotar de energía a la tarjeta¹¹

Un campo magnético de alta frecuencia es generado por la bobina en el terminal, típicamente las frecuencias utilizadas son <135 KHz y 13.56 MHz, cuyas longitudes de onda corresponden a los 2400 m y 22 m respectivamente, en la figura 3.3 se observa la tensión inducida en la tarjeta U_i , este voltaje es rectificado para proveer energía al chip, la eficiencia de este arreglo es muy reducida, de manera que una gran corriente es requerida en la bobina del terminal para lograr fuerza en el campo magnético. El capacitor C_T es colocado en paralelo con la bobina L_T para

formar un circuito resonante a la frecuencia de salida del terminal. El voltaje inducido en la tarjeta es proporcional a la frecuencia de la señal, el número de vueltas en la bobina así como el área que ésta rodea. Esto significa que el número de vueltas en la bobina decae con el incremento de la frecuencia de la señal, así por ejemplo a 125 KHz se necesitaran de 100 a 1000 vueltas, mientras que a 13.56 MHz se emplean únicamente de 3 a 10 vueltas.

- **Transferencia de Datos.** Para transmitir datos desde el terminal hacia la tarjeta cualquiera de las técnicas conocidas de modulación pueden ser utilizadas, las más conocidas son: **ASK** (Amplitude-Shift Keying), **FSK** (Frequency-Shift Keying), **PSK** (Phase-Shift Keying). En el otro sentido es decir desde la tarjeta hacia la lectora se utiliza un tipo de modulación de amplitud, esto es modulación por carga, en el circuito puede observarse una corriente I_o en el terminal, en el momento de acoplamiento a la tarjeta se producen caídas de tensión incrementales en el terminal, si estas variaciones pueden ser controladas por los datos en la tarjeta al variar la carga entonces el terminal puede detectar las variaciones y evaluarlas.

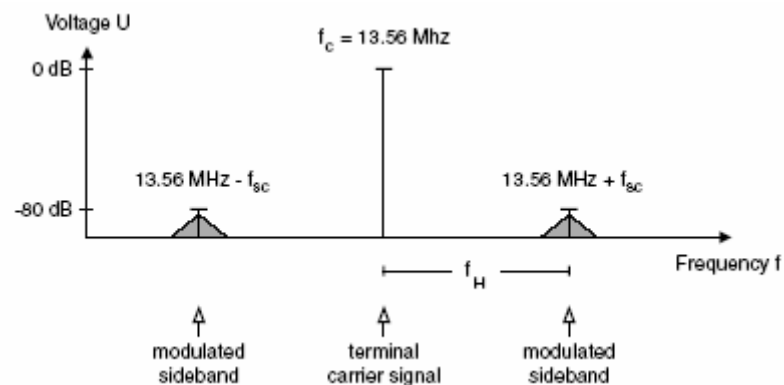


Figura. 3.4. Producto de la modulación de carga utilizando una subportadora f_{sc} ¹¹

Se suele utilizar una subportadora de frecuencia f_s para que la demodulación pueda ser realizable a través de filtros pasa-banda en el terminal, esto implica el uso de mayor ancho de banda.

De acuerdo a los estándares existentes se diferencian tres tipos de tarjetas que van de la mano con su respectivo alcance, a continuación se muestra una tabla que relaciona las tarjetas con sus estándares:

Estándar	Tipo de Tarjeta	Rango de uso
ISO/IEC 10 536	Acople Cercano	Hasta aprox. 1 cm
ISO/IEC 14 443	Acople de Proximidad PICC	Hasta aprox. 10 cm
ISO/IEC 15 693	Acople de Vecindad VICC	Hasta aprox. 1 m

Tabla. 3.1. Estándares de Tarjetas sin contactos

Sólo se indicará de manera adicional que las tarjetas electrónicas tienen en su chip cargado un sistema operativo que permite interactuar con los datos que ingresan y con los que salen de la misma, dichos OS son propios de los fabricantes de cada tarjeta y varían en tamaño de acuerdo con el propósito para el que vaya a ser destinada determinada tarjeta.

La comunicación con la tarjeta siempre es iniciada por el terminal, la tarjeta siempre responde a los comandos enviados desde la lectora, lo cual significa que la tarjeta nunca envía datos sin un estímulo externo. El tipo de comunicación entre las dos instancias es half-duplex, un procedimiento full-duplex no ha sido implementado para las tarjetas electrónicas.

El proceso de establecimiento de comunicación entre las dos instancias se lo muestra a continuación y es normalizado para todo tipo de tarjetas electrónicas:

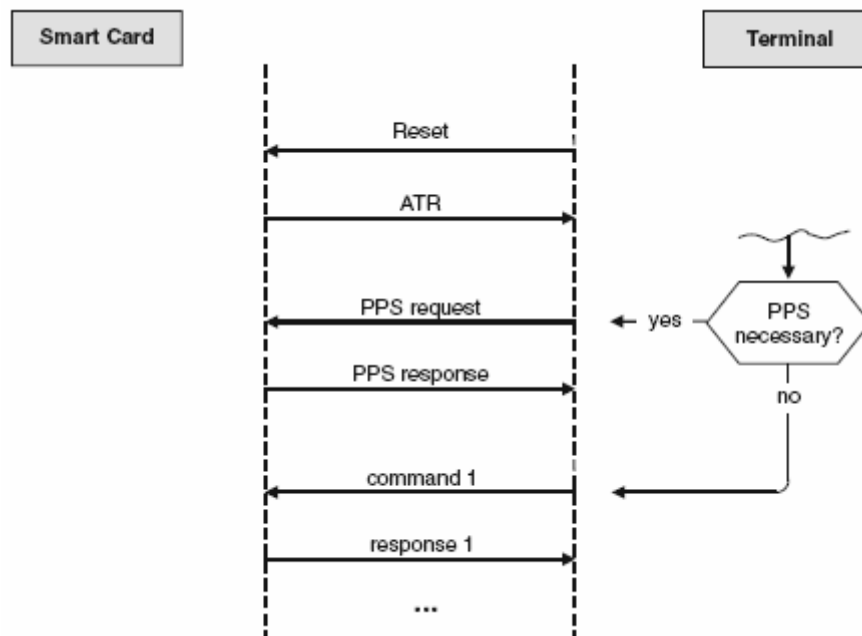


Figura. 3.5. La Transacción Inicial de Datos¹¹

Se observa que la terminal o lectora inicia la comunicación enviando una señal de Reset hacia la tarjeta, ésta responde con el denominado **ATR** (Answer to Reset) que en la estructura de datos se detallará su significado, el terminal, valiéndose de su sistema operativo analiza si es necesario o no administrar un protocolo de comunicación entre las partes de ser así envía el requerimiento **PPS** (Protocol Parameter Selection), la tarjeta responde adecuadamente a la petición y está lista para recibir el primer comando.

Antes de continuar con el análisis de la estructura de datos veamos el modelo **OSI** (Open Systems Interconnection) de comunicación entre una tarjeta y su terminal:

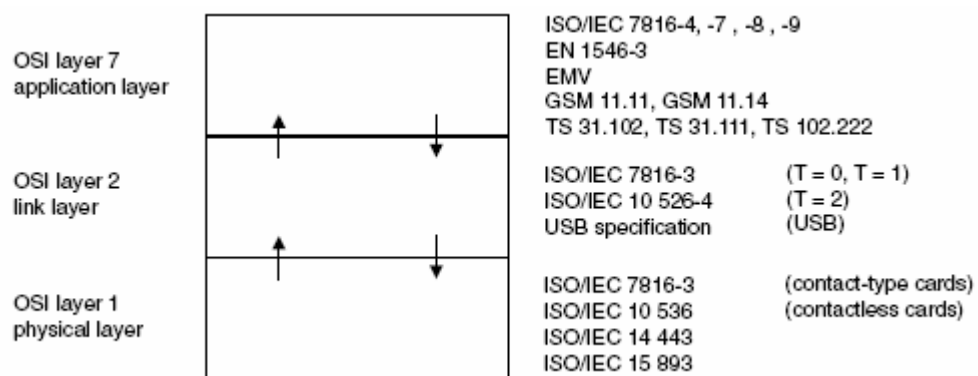


Figura. 3.6. Modelo OSI de Comunicación entre Tarjeta y Lectora¹¹

El siguiente punto de importancia a tratar, es la estructura de datos, estos son diversos dependiendo del tipo de protocolo que utilice cada fabricante. En la figura 3.7 se muestra la unidad básica de dato, es decir un carácter.

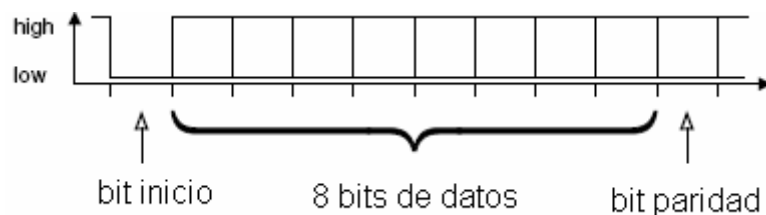


Figura. 3.7. Estructura de un Carácter

ATR (Answer to Reset), es un comando protocolario encargado de iniciar las comunicaciones y posterior intercambio de datos, se compone de varios campos cada uno con función específica, básicamente recopila información sobre el hardware de la tarjeta como de la lectora, en la figura 3.8 se observa la señal de reset y el inicio del ATR.

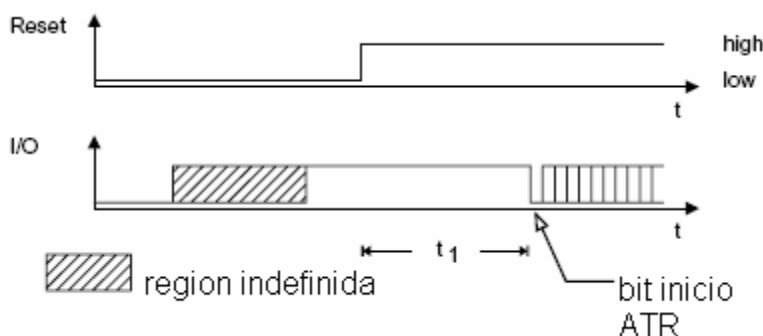


Figura. 3.8. Establecimiento de Comunicaciones

Los componentes típicos de una trama ATR son:

Elementos del Dato	Designación
TS	Carácter inicial
T0	Carácter de formato
TA1, TB1, TC1, TD1...	Caracteres de la Interfase
T1, T2, ..., TK	Caracteres Históricos
TCK	Carácter de Chequeo

Tabla. 3.2. Elementos de una trama ATR

El byte **TS** especifica la convención utilizada para todos los datos en el ATR y los subsiguientes procesos de comunicación. Es decir establece si se adopta la lógica positiva “1” lógico +V, o la lógica invertida “0” lógico +V.

El byte **T0**, segundo byte indica los caracteres de la interfase y el número de ellos que siguen a continuación en el ATR.

Los bytes **TXi**, de manera general llevan información sobre la frecuencia de comunicación, tiempos de guarda, intervalo de bit, niveles de voltaje, entre otros.

Los bytes **Tn**, llevan información de todo tipo según el sistema operativo del fabricante haya sido diseñado.

Por último **TCK** cadena de bits que contiene el resultado de la operación lógica **XOR** aplicado desde el comienzo del byte T0 hasta el último bit antes de TCK, estos son considerados **CRC** (Control de Redundancia Cíclica).

- **Estructura de Comandos APDUs.** Los APDU¹² son utilizados para intercambiar todos los datos que son pasados entre la tarjeta y la lectora. Los APDU son

¹² APDU, Applications Protocol Data Units

estandarizados para las aplicaciones y se ubican en la Capa de Aplicación o Nivel 7 del modelo OSI.

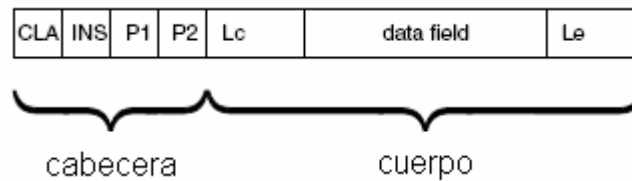


Figura. 3.9. Estructura de Comandos

CLA byte indica que tipo de aplicación es la que se ha destinado para la tarjeta. **INS** es el byte que codifica el comando actual en ejecución o a ser ejecutado. Los dos siguientes bytes **P1** y **P2** proveen más información del comando actual, y pueden ser selección de archivos, localidades de memoria o seleccionar opciones de comando. **Lc** especifica la longitud del campo de datos que sigue a continuación y **Le** que es opcional indica la longitud de datos que se esperan como respuesta. La estructura de comando de respuesta es muy similar, una variación es que solo puede presentar **Lc** y el campo de datos.

3.3.1.2 Tarjeta Seleccionada

La tarjeta seleccionada es la **Tarjeta de Proximidad de 13.56 MHz** de Texas Instruments, número de parte RI-TH1-CB1A, que cumple con el estándar ISO 15693, entre las principales características tenemos:

- Frecuencia de Operación: 13.56 MHz
- Memoria Programable por Usuario: 2 Kbits organizados en 64 bloques de 32 bits.
- Ciclos de programación: 100 000 típicamente.
- Tiempo de retención de datos: mayor de 10 años

Es capaz de soportar hasta 17 diferentes comandos que varían la utilidad de la tarjeta, los principales comandos que soporta se encuentran:

- Lectura y escritura de bloques simples.
- Lectura y escritura de bloques múltiples.
- Recupera información del sistema operativo de la tarjeta.

- Bloqueo de las localidades de memoria grabadas
- Escritura y Lectura de identificadores de Aplicaciones.
- Escritura y Lectura de identificadores de formatos de almacenamiento de datos.

El Anexo 1 contiene la hoja de datos, listado de comandos y organización de la memoria para esta tarjeta.

3.3.2 Lectora/Grabadora de Tarjetas

Para que exista compatibilidad entre las tarjetas y su lectora/grabadora, se debe utilizar la lectora que mejores prestaciones ofrezca, dada la tecnología de tarjetas a utilizarse. De manera general veremos las principales características de las lectoras, la figura 3.10 muestra la arquitectura de las terminales de lectura/grabación:

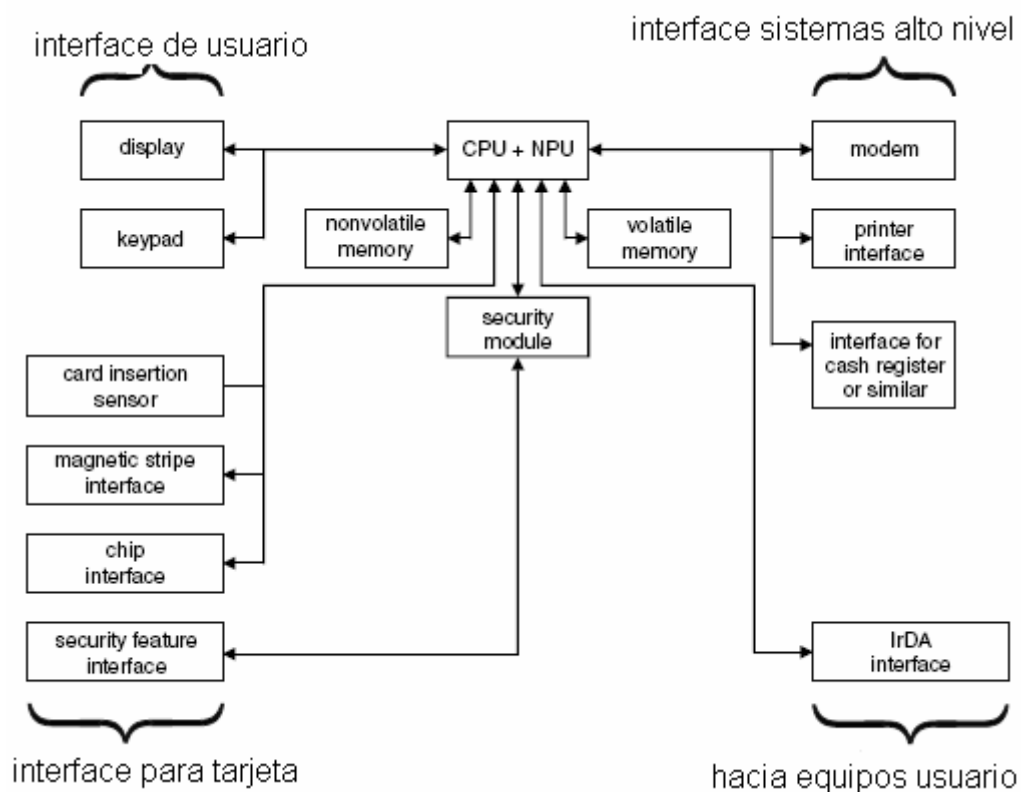


Figura. 3.10. Arquitectura Típica de una Terminal de Tarjetas

Como se observa las terminales pueden ofrecer varias interfaces con funciones específicas, según el gráfico se identifican cuatro principales:

- **Interfase de Usuario:** encargada de dar operabilidad para el usuario del terminal, es de tipo visual mediante un despliegue o un LCD y electro mecánico a través de un teclado.
- **Interfase para tarjeta:** cuyo objetivo es interactuar con la tarjeta por medio del tipo de conexión que ésta traiga consigo, adicional se puede disponer de un dispositivo de seguridad.
- **Interfase para Sistemas de Alto Nivel:** mediante el cual ofrece conectividad hacia el exterior, ya sea que este formando parte de un sistema global que lo gobierna o como parte de un sistema de apoyo. Principalmente estas interfaces suelen ser puertos de comunicaciones seriales, puertos para impresión, salidas para cajas registradoras.
- **Interfase para equipos de usuario:** estos son puertos dedicados para conexión entre la terminal y cualquier equipo que desee interactuar con la tarjeta o la terminal, entre otros tenemos puertos de comunicación serial, puerto de comunicaciones por infrarrojos, puertos Bluetooth, estos pueden dar asistencia a equipos como PDAs. Adicionalmente se cuentan entre estos puertos, entradas y salidas de propósito general con circuitos de salida que permiten manejar una variedad de actuadores.

La transferencia de datos desde la terminal hacia la tarjeta se realiza según lo descrito en el numeral 3.3.1.1, el sistema operativo residente en la lectora es el encargado de gestionar, preparar y transferir datos, se constituye en el principal puente entre la aplicación de alto nivel y el usuario de la tarjeta.

La conectividad de las terminales hacia los sistemas de Alto Nivel, obedecen a acuerdos y normalizaciones que se han hecho desde mediados de la década de los noventa, lo cual se dio lugar en varios países y fueron ejecutadas por varias organizaciones a nivel mundial, siendo dos las principales y de carácter mundial: **Personal Computer / Smart Card (PC/SC)** y **Open Card Framework (OCF)**.

Por tratarse de dispositivos con fabricantes y diseños exclusivos su funcionalidad varía entre un tipo y otro, lo que todos se preocupan es de cumplir los estándares generales, dotándolos de características similares pero no iguales, por lo tanto se tratará las características del dispositivo seleccionado.

3.3.2.1 Lectora Seleccionada

La lectora seleccionada es la **S4100 Multi-Function Reader Module**, de Texas Instruments, código de dispositivo RF-MGR-MNMIN-N0, versión del firmware Boot Loader 1.02. Las funcionalidades en forma de librerías para los diferentes dispositivos de Radio Frecuencia que soporta esta lectora son:

- 14443 capas 2, 3, 4 para los tipos A y B
- 15693 capas 2, 3
- Tag-it™
- TI-RFID LF (DST, RO, RW)
- Serial I/O with TTL level I/F

La estructura de comandos para la **MFR** (Multi-Function Reader) se detalla en la figura 3.11 en ella se observa campos bien diferenciados dentro del paquete de datos. La longitud máxima de un paquete es de 128 bytes.

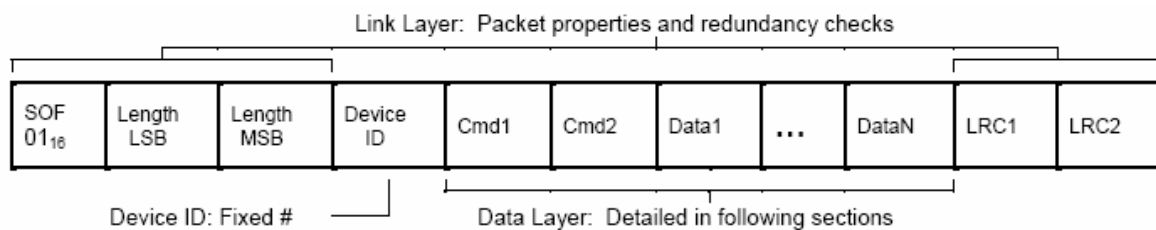


Figura. 3.11. Estructura de Protocolo de Comandos¹³

Esta estructura mostrada está en concordancia con la estructura presentada para los comandos a aplicarse en las tarjetas, se identifica el **SOF** (Start of Frame) comienzo del paquete siempre con el código hexadecimal 01h, a continuación dos bytes que definen la longitud del paquete LSB y MSB, la longitud del paquete se cuenta desde SOF hasta LRC2 incluidos. A continuación se ubica el Identificador de Dispositivo **DID**, que es un número fijo hexadecimal 03h e indica que todos los comandos son dirigidos a la lectora, le siguen a este dos bytes **Cmd1** (Comando 1) y **Cmd2** (Comando 2) el Cmd1 es utilizado para direccionar la librería de todas las disponibles o la Aplicación Base, a la cual se aplica el requerimiento, mismo que es recibido y analizado por la Capa de Aplicación del MFR. Los campos de datos llevan información inherente o parámetros necesarios para la aplicación

¹³ S4100 Multi-Function Reader, Base Application Protocol Reference Guide, Texas Instruments, 2003

del comando. Por último **LRC1** y **LRC2** son los bytes de redundancia para chequeo de datos en la trama cumplen la ecuación $LRC1 + LRC2 = FFh$ por lo tanto $LRC2 = \sim LRC1$.

Cuando un paquete de datos o comando es enviado hacia la terminal MFR, se lo denomina Request Packet. Como respuesta a la ejecución de un determinado comando la terminal envía de vuelta otro paquete de datos llamado Response Packet.

Los comandos de la Aplicación Base se resumen en la tabla que se muestra a continuación, los códigos de dichos comandos son asignados en Cmd2, dado que para hacer uso de la Aplicación Base Cmd1 siempre tiene el valor 01h.

Comando / Requerimiento	Función
20h	Estado para almacenar nuevo firmware
40h	Obtiene versión del firmware actual de cada una de las librerías
41h	Encontrar un Token, o dispositivo para leer
42h	Establece la prioridad para detectar dispositivos a ser leídos
43h	Coloca en estado activo las salidas de propósito general
45h	Paso a través, no es ejecutable para la Aplicación Base, sino apunta a dispositivos RF directamente
46h	Define la tasa de transmisión de datos hacia el exterior, por medio del puerto
48h	Enciende el transmisor de manera dedicada a cada librería para detectar su respectivo dispositivo RF
49h	Apaga el transmisor que fue encendido con la instrucción anterior

Tabla. 3.3. Comandos de la Aplicación Base del MFR

Analizaremos los comandos utilizados en esta aplicación, cabe señalar que se utiliza sólo los comandos que apuntan a la librería de la Aplicación Base que viene pregrabada en la memoria de la lectora/grabadora.

- **Find Token Request (41h)**, la aplicación anfitriona puede enviar al terminal MFR este Paquete de Requerimiento (Request Packet), para chequear o detectar si un “token” o dispositivo de RF esta presente. Este paquete contiene un parámetro de lazo de cuenta que establece el número máximo de veces que el MFR buscará por cada formato de RF según una tabla de prioridad. Esta función existe y retorna una respuesta cuando la terminal ha detectado y ha hecho su primera lectura válida.

El campo <Cmd 1> determina si la tabla de prioridad va a ser utilizada o si la terminal solamente buscará un determinado formato de RF. En el caso de esta aplicación buscaremos sólo los formatos ISO 15693, la tabla 3.4 explica el paquete de requerimiento.

Request Packet: **(01 09 00 03 04 41 00 44 BB)**

Campo	Contenido	Observación
SOF	01	Start of Frame
Packet Lenght	09 00	Packet Lenght 9 bytes
Device ID	03	Terminal es MFR
Command 1	04	ISO 15693 Entity ID
Command 2	41	Comando Find Token Request
Loop Count	00	Busca indefinidamente el token
BCC	44 BB	LRC y ~LRC

Tabla. 3.4. Request Packet para comando 41h

Response Packet: **(01 14 00 03 04 41 00 04 00 00 94 AE 81 06 00 00 07 E0 0D F2)**

Campo	Contenido	Observación
SOF	01	Start of Frame
Packet Lenght	14 00	Packet Lenght 20 bytes
Device ID	03	Terminal es MFR
Command 1	04	ISO 15693 Entity ID
Command 2	41	Comando Find Token Request
Status	00	ERROR NONE
Entity ID	04	ISO 15693 Entity ID

Token Dat 1	00 00 94 AE 81 06 00 00 07 E0	Inventory Response Flags Data Storage Format ID UID (LSB primero)
BCC	0D F2	LRC y ~LRC

Tabla. 3.5. Response Packet del commando 41h

- **Set Driver Request (43h)**, el terminal MFR viene equipado con tres drivers para dispositivos periféricos, lo cual permite al sistema anfitrión control directo sobre éstos. Cada dispositivo posee un bit reservado en el byte de control, la combinación de estos bits permite tener control sobre más de uno a la vez, así para el dispositivo 1 se reserva el bit 1, para el segundo se reserva el bit 2 y por último para el tercero se reserva el bit 3. El segundo parámetro de este comando indica la acción a ejecutar de la siguiente forma: el 01h enciende el o los dispositivos, el 02h apaga el o los dispositivos y por último el 03h conmuta el estado actual del dispositivo a su complemento.

A continuación un ejemplo de este comando, encender dos leds en las salidas.

Request Packet: **(01 0A 00 03 01 43 06 01 4D B2)**

Campo	Contenido	Observación
SOF	01	Start of Frame
Packet Length	0A 00	Packet Length 10 bytes
Device ID	03	Terminal es MFR
Command 1	01	Application Layer
Command 2	43	Comando Find Token Request
Driver/Drivers	06	Selecciona los drivers 2 y 3
Action	01	Enciende los drivers
BCC	4D B2	LRC y ~LRC

Tabla. 3.6. Request Packet para comando 43h.

Response Packet: **(01 09 00 03 01 43 00 49 B6)**

A continuación se presenta un diagrama del sistema lector/grabador, en el se observa los principales componentes y se puede claramente cotejarlos con los bloques presentados anteriormente en la arquitectura general de las terminales lectoras/grabadoras.

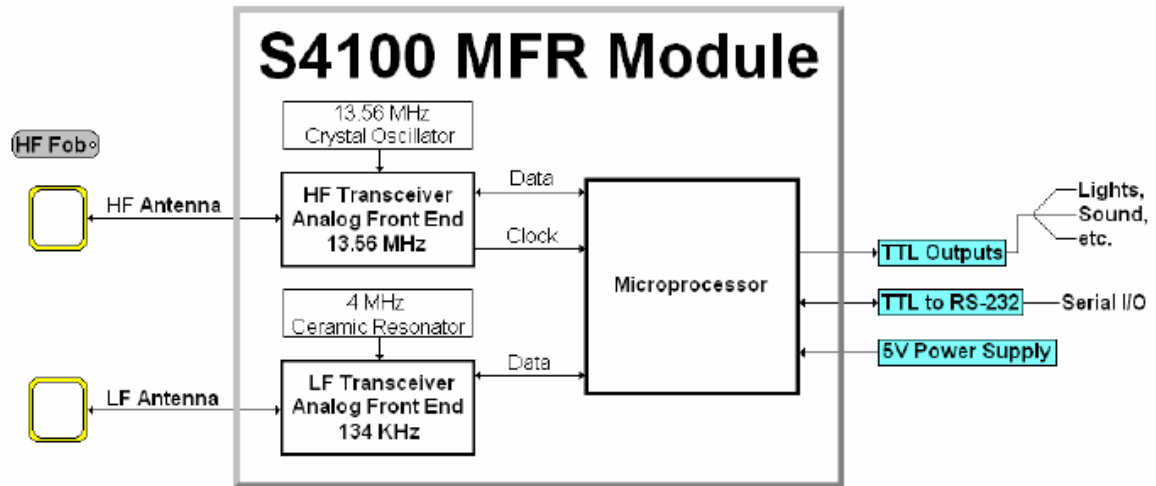


Figura. 3.12. Diagrama de la MFR¹⁴

De este esquema se puede enunciar las principales especificaciones y atributos:

- Frecuencia de Operación (Alta Frecuencia) de 13.56 MHz
- Frecuencia de Operación (Baja Frecuencia) de 134.2 KHz
- Transponders soportados (HF): TI Tag-it, ISO 15693, ISO 14443 tipos A/B.
- Interfase de respuesta al usuario: tres entradas/salidas de propósito general.
- Interfase de comunicaciones: USART con tasa de datos hasta 38.4 Kbps
- Potencia de transmisión (HF): 200 mW
- Impedancia de la antena (HF): 50 Ohms

La placa de circuitos del terminal trae consigo secciones para emisión de campo magnético conocidas como **AFE** (Analog Front End), controladas por un avanzado microcontrolador RISC de alto desempeño de 8 bits de arquitectura Harvard que incluye FLASH, EEPROM y SRAM. La flexibilidad de esta plataforma ofrece una escalable solución que puede ser ajustada a una amplia gama de aplicaciones como son: Control de Accesos, Máquinas de Venta, Terminales de Puntos de Venta, Dispositivos Manuales.

La figura 3.13 muestra el esquema de la placa principal e indica la ubicación de puertos para una variedad de tipos de conectores así como de las funciones que éstos cumplen en la lectora/grabadora.

¹⁴ S4100 Multi-Function Reader Module, Data Sheet, Texas Instruments, 2003

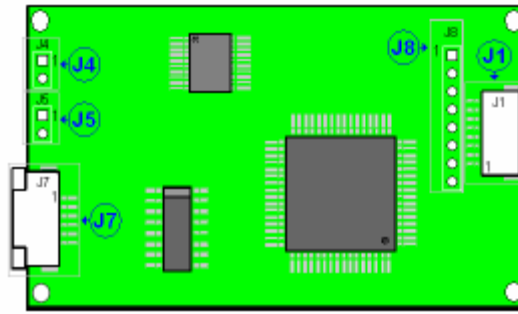


Figura. 3.13. Localización de Conectores MFR¹⁴

Los conectores J1 y J8 son interconectados ambos poseen los mismos pines, la diferencia es el tipo de conector, el J1 utiliza conector Oupiin 4472-8TD1, mientras que J8 utiliza un conector tipo Header de 8 pines. J8 es el conector escogido para nuestra lectora por lo tanto se muestra la tabla de asignación de pines, tomada de la hoja de datos del fabricante:

J8	Connector Pins	Input / Output	Signal Name	Connected to	Interface, Sink / Source Current*
1	1	Input	Vcc	J1 pin 1	Regulated Power Input
2	2	Ground	Ground	J1 pin 2	System Ground
3	3	GP I/O	OUT 3	J1 pin 3	Isource_max = 20 mA at 5V
4	4	GP I/O	OUT 2	J1 pin 4, J7 pin 4	Isource_max = 20 mA at 5V
5	5	No Connection	No Connection	J1 pin 5	
6	6	GP I/O	OUT 1	J1 pin 6, J7 pin 3	Isource_max = 20 mA at 5V
7	7	Output	TX Data	J1 pin 7	Isource_max = 20 mA at 5V
8	8	Input	RX Data	J1 pin 8	Isource_max = 20 mA at 5V

Tabla. 3.7. Conector J8 de placa de Lectora/Grabadora¹⁴

El conector J4 se utiliza para la conexión de la antena Transmisora/Receptora de alta frecuencia 13.56 MHz, el pin 1 esta conectado ha tierra, mientras que el pin 2 es la salida de las señales a radiar. El conector es tipo header de pines.

El conector J5 se usa para la conexión de la antena de baja frecuencia 13.2 KHz ambos pines son salidas. El conector J7 tiene las mismas funciones de J1 y J8 pero este utiliza un conector tipo Molex 52207-0690. Se observa que si bien la lectora/grabadora de tarjetas nos ofrece varios conectores con sus funciones respectivas, no trae incorporada ningún interfaz de usuario.

El Anexo 2 contiene la hoja de datos y especificaciones técnicas completas del fabricante de la lectora/grabadora, MFR Texas Instruments.

3.3.2.2 Diagramas de Circuitos y Conexiones de la Lectora

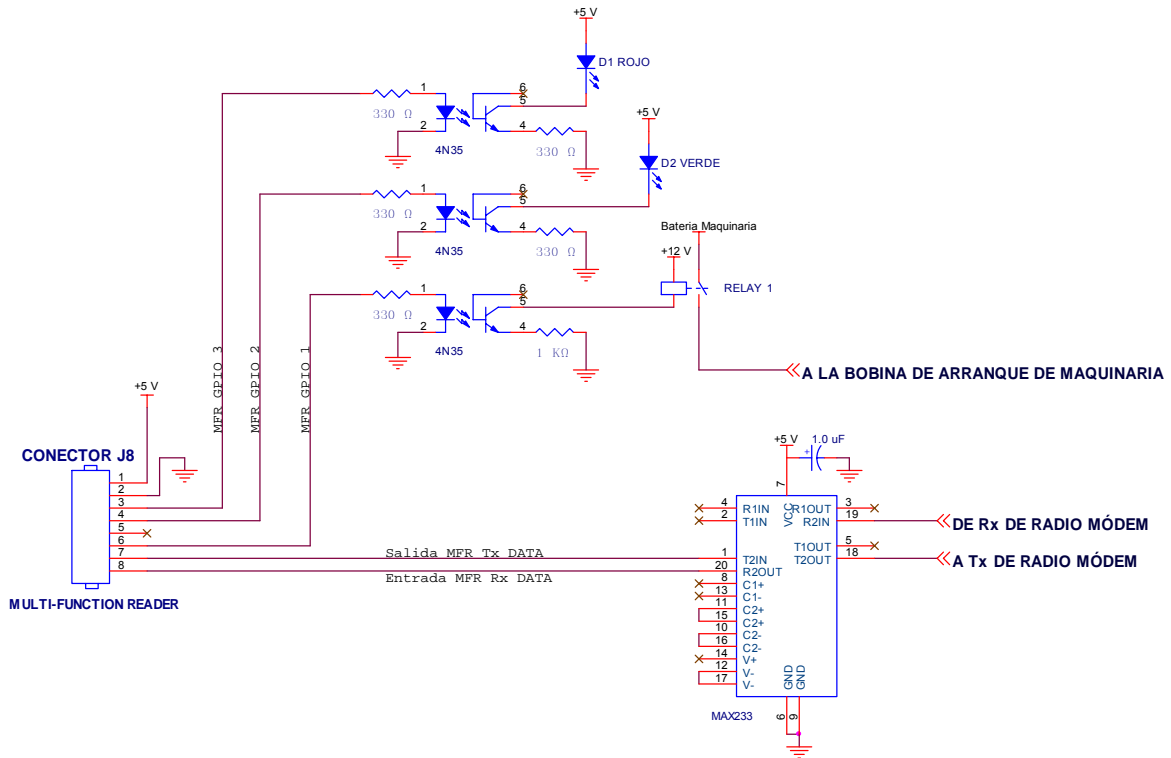


Figura. 3.14. Conexión Principal y Circuitos Periféricos de la Lectora MFR

La figura 3.14 indica las conexiones principales y de periféricos que la lectora necesita para energizarse así como para dotar de funcionalidad extra por medio del conector J8 y de sus salidas de propósito general. La tabla 3.4 muestra la asignación de pines del conector J8.

Las tres GPIO (General Purpose Input Output) se las emplea como salidas, se han acoplado a la placa mediante opto-transistores ECG3041. Dos de las GPIO, se destinan a complementar la Interfaz de Usuario, mediante LEDS que indican el estado encendido de la Terminal Remota led rojo y otro que confirma e indica el permiso de uso de la maquinaria. La tercera GPIO emitirá la señal para energizar un relé que alimentará a una bobina de encendido de la maquinaria.

Otro componente adicional es el manejador de línea de datos MAX233, cuya finalidad es establecer niveles de voltaje coherentes para la salida y llegada de datos desde la terminal de comunicaciones, este tipo de “driver” no utiliza circuitos externos adicionales por lo que es altamente integrable en espacios reducidos.

De manera complementaria hay otro circuito periférico que se conecta a la lectora valiéndose del conector J4, y es el correspondiente a la antena transmisora / receptora mediante la cual las tarjetas reciben alimentación y establecen comunicación con la lectora. En el siguiente gráfico se observa también el detalle del circuito de antena.

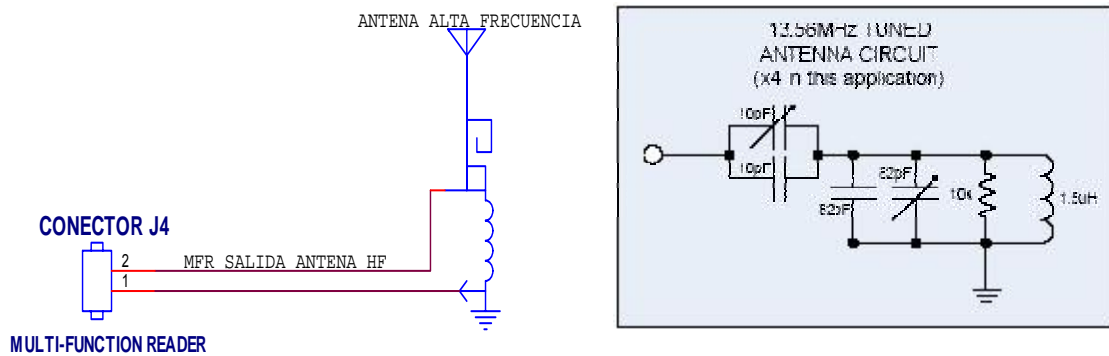


Figura. 3.15. Conexión de la Antena y Detalle del Circuito

Este diseño de la antena es específico de los fabricantes del sistema de tarjetas electrónicas y su respectiva lectora / grabadora, en este caso es un diseño facilitado por Texas Instruments y consta de una placa impresa con pistas de cobre que cumplen las funciones de la bobina de $1.5 \mu\text{H}$ que se ve en el detalle, además los elementos pasivos del circuito.

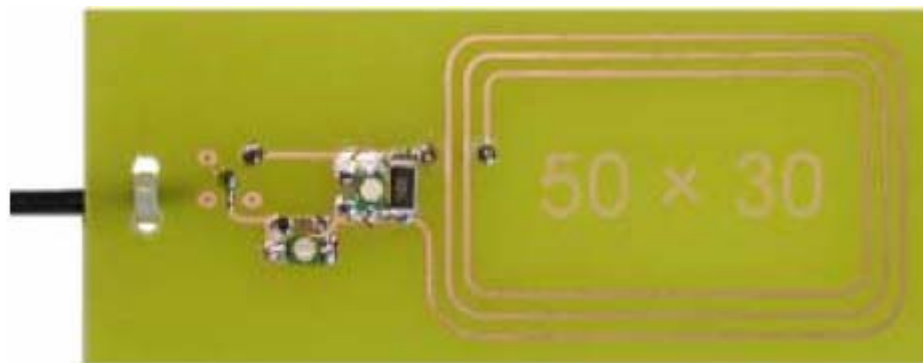


Figura. 3.16. Antena Construida¹⁵

Para un óptimo desempeño de la antena ésta debe tener una impedancia de acoplamiento de 50Ω . El Anexo 3 contiene los layout de las conexiones y circuitos periféricos de la lectora, también se incluye el manual de construcción de la antena.

¹⁵ HF Antenna Cookbook, Technical Application Report, Texas Instruments, 2004

3.3.3 Interfase de Usuario en la Terminal Remota

Para facilitar el uso de la terminal y en general del sistema que se esta diseñando, es necesario implementar una interfaz que, permita al usuario monitorear e informarse de los eventos que se produzcan durante la interacción con la aplicación y los dispositivos.

Esta interfaz se compone de un despliegue LCD (Liquid Cristal Display), conectado y controlado por medio de un microcontrolador PIC 16F877A de Microchip, además se lo ha dotado de un teclado de membrana tipo matricial para el ingreso de datos. Los dispositivos tanto el de ingreso de datos como el de salida son conectados directamente mediante el microcontrolador hacia la Terminal de Comunicaciones Inalámbricas que más adelante se analizará, con la finalidad de intercambiar información con el centro de control.

- **LCD.** Se ha utilizado un despliegue de 16 caracteres por 2 líneas de tipo estándar con controlador compatible con el Hitachi 44780, cada carácter se compone de matrices de 5x7 puntos. Se ha usado el modo bus de 4 bits. Posee un conector de 16 pines en el cual se localizan las señales de control y el bus de datos, así como la alimentación. El Anexo 4 contiene la hoja de datos y especificaciones para el LCD utilizado.

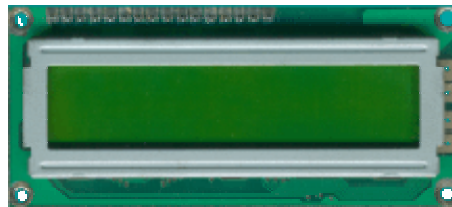


Figura. 3.17. LCD 16 x 2 líneas

- **Teclado Matricial.** Este dispositivo se usa para ingreso de datos requeridos al usuario, en el contexto de las aplicaciones con tarjetas electrónicas la principal solicitud que es de seguridad es el código de validación llamado **PIN** (Personal Identification Number). El teclado posee 16 teclas que activan la salida por posición 4 líneas para las filas y 4 líneas para las columnas.

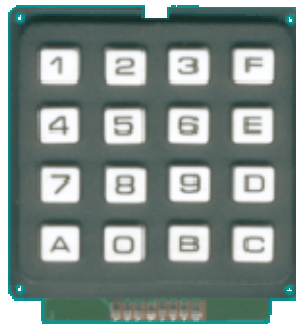


Figura. 3.18. Teclado Matricial

- **Microcontrolador PIC16F877A.** Para dotar la funcionalidad de la interfaz de usuario, se utiliza un microcontrolador de la familia 16F87X de Microchip, principalmente para la conexión del teclado, el despliegue LCD y la respectiva salida de datos hacia la aplicación o programa principal del sistema a través del USART. A continuación se presenta la tabla 3.8 que resume los puertos y pines utilizados con su respectivo uso dentro de la interfaz.

Puertos / Pines	Numero pin	Uso
RB0 a RB3	Del 33 al 36	Conexión de filas del Teclado Matricial
RB4 a RB7	Del 37 al 40	Conexión de columnas Teclado Matricial
RA0 a RA3	Del 2 al 5	Bus de 4 bits superiores del LCD 11 al 14
RA4	6	Selección de Registro del LCD pin 4
RA5	7	Enable del LCD pin 6
RE0	8	Circuito anti-rebote para señal de INICIO
RC6 / Tx	25	USART de Comunicaciones de Radio
RC7 / Rx	26	USART de Comunicaciones de Radio
MCLR / VPP	1	Conexión a través de resistencia a +5 V
VDD	11 y 32	Alimentación del PIC conectado a +5 V
VSS	12 y 31	Referencia de Voltaje PIC conectado 0 V
OSC1 / CLKIN	13	Salida del resonador de 4 MHz
OSC2 / CLKOUT	14	Entrada del resonador de 4MHz

Tabla. 3.8. Asignaciones de Pines del PIC16F877A

Los puertos sobrantes no se los utiliza en la primera fase de desarrollo y se los deja disponibles para futuras actualizaciones y escalabilidad del sistema. El Anexo 5 muestra la hoja de datos y especificaciones. Antes de revisar el firmware que contiene el microcontrolador y que gobierna la interfaz de usuario, se presenta el diagrama de conexiones de la interfaz.

3.3.3.1 Diagrama de Circuitos y Conexiones de la Interfaz de Usuario

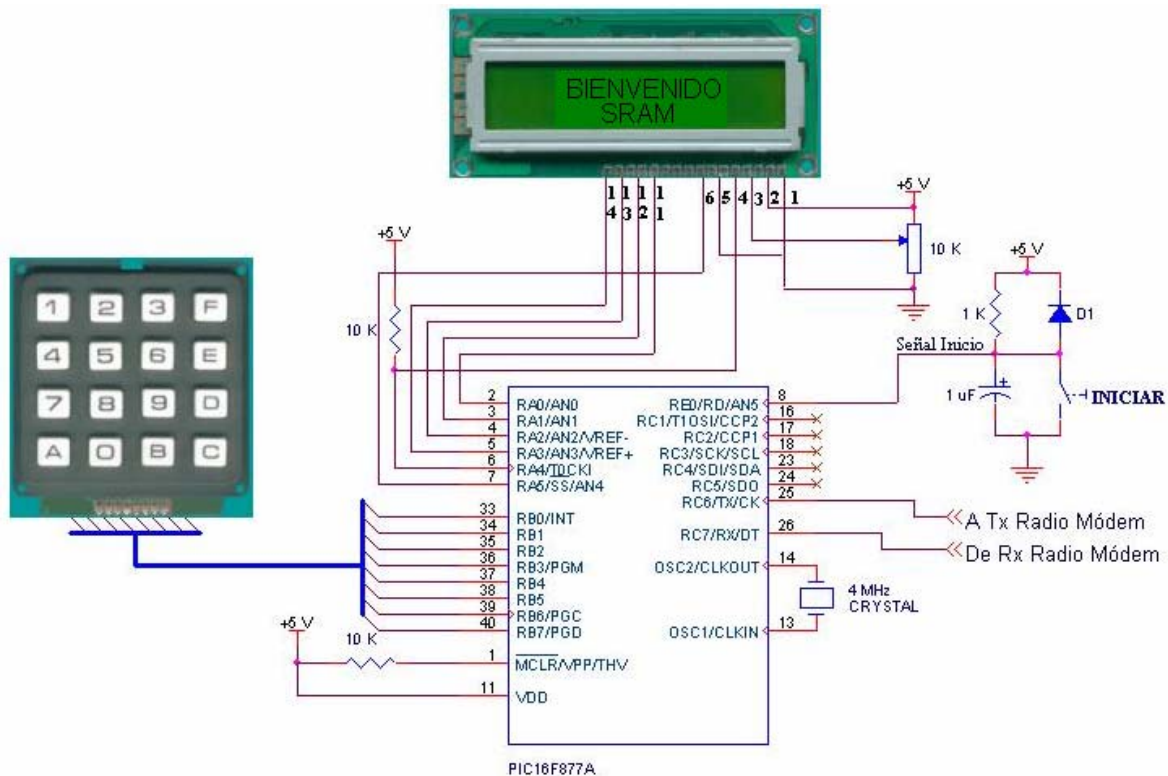


Figura. 3.19. Diagrama de Interfaz de Usuario

En la figura 3.19 se muestra el circuito de la interfaz de usuario, como se anotó anteriormente el principal dispositivo que controla a los periféricos de ingreso y salida de datos es el microcontrolador, se ha adicionado un circuito anti-rebote de pulsador que está encargado de generar la señal de INICIO, que es la llamada para establecer las comunicaciones con la terminal de control.

El microcontrolador ha sido implementado con un cristal de 4 MHz, el cual permite hacer cálculos para el trabajo con el módulo de comunicaciones externas seriales, en el caso particular de nuestra aplicación el USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter) que se utiliza en modo asíncrono con una tasa de transmisión de 9600 baudios, acorde con la velocidad del dispositivo de comunicaciones inalámbricas que se analizará más adelante.

Se presenta ahora el firmware o programa que se ha cargado en el PIC mismo que controla a los dispositivos de usuario. El Anexo 6 contiene los layout de la interfaz.

3.3.3.2 Programa del Microcontrolador

El programa que reside en el PIC ha sido escrito utilizando la herramienta MicroCode Studio de Mecanique, la cual hace uso del compilador **PBP** (Pic Basic Pro). El PBP ofrece una serie de instrucciones basadas en el lenguaje de programación de alto nivel **Basic**. A continuación se presenta el código por secciones de acuerdo a cada periférico instalado.

```

LAZO:
  Gosub obtener1          ' Obtener una tecla del teclado
  Lcdout #tecla          ' Presenta el ASCII del numero de tecla 2da.línea
  Lcdout $FE, $14        ' Avance una posición a la derecha en el LCD
  DATO[i] = tecla        ' Asignamos cada valor a un arreglo
  i = i+1                ' Incrementamos el subíndice del arreglo
  if i=4 then
    DEBUG STR DATO\4    ' Envío todo el arreglo como string por USART
  Goto MONITOR          ' Salimos de la subrutina una vez que i=4
  endif
  Goto LAZO              ' Regresa a LAZO si if =4 no se ha cumplido

obtener1:
  PORTB = 0              ' Enceramos todo el Puerto B
  TRISB = $f0            ' Colocamos 4 pines LSB salidas, los 4 pines MSB entradas
  If ((PORTB >> 4) != $f) Then obtener1 ' Si se oprime una tecla se repite
  Pause 50               ' Retardo

obtener2:
  For col = 0 to 3       ' 4 columnas del teclado
    PORTB = 0            ' Enceramos todos los pines del puerto
    TRISB = (dcd col) ^ $ ff ' Convertimos un pin de columna a salida
    fila = PORTB >> 4    ' Leemos la fila
    if fila != $f Then decodifica ' Si se presiona una tecla salta a decodificar
  Next col
  Goto obtener2         ' Si no se presionó una tecla busca de nuevo

decodifica:
  key1 = (col * 4) + (ncd (row ^ $f))
  select case key1
    case 4
      tecla = 10
    case 8
      tecla = 11
    case 13
      tecla = 42
    case 14
      tecla = 0
    case 15
      tecla = 35
    case 16
      tecla = 13
    case 12
      tecla = 12
    case else
      if (key1 >= 1) AND (key1 < 4) then tecla = key1
      if (key1 >= 5) AND (key1 < 8) then tecla = key1-1
      if (key1 >= 9) AND (key1 < 12) then tecla = key1-2
  end select
  Return                ' Retorno de la subrutina

```

Tabla. 3.9. Código de Subrutina para Teclado

El anterior código implementa la técnica del barrido para detectar la tecla que ha sido oprimida en el teclado matricial, la sección LAZO es encargada de llamar a las otras subrutinas para el barrido, detección y decodificación de la tecla digitada, en LAZO también se presenta el valor numérico de la tecla oprimida en el despliegue LCD mediante las instrucciones propias para este dispositivo.

Las instrucciones para el LCD son propias de PicBasic Pro, y para poder hacer uso de las mismas se debe primero realizar una serie de definiciones sobre la conexión del LCD en los puertos del PIC, la tabla 3.10 indica las definiciones hechas para la conexión del LCD por el Puerto A del microcontrolador.

Puerto/ Pin	Definición	Observación
Puerto A	DEFINE LCD_DREG PORTA	Registro de datos en puerto A
RA0	DEFINE LCD_DBIT 0	Datos comienzan en pin RA0
Puerto A	DEFINE LCD_RSREG PORTA	Selección de registro en puerto A
RA4	DEFINE LCD_RSBIT 4	Bit Selección de registro pin RA4
Puerto A	DEFINE LCD_EREG PORTA	Registro Habilitación en puerto A
RA5	DEFINE LCD_EBIT 5	Bit Habilitación en pin RA5
---	DEFINE LCD_BITS 4	Define el bus de datos 4 bits
---	DEFINE LCD_LINES 2	Define las líneas del LCD

Tabla. 3.10. Definiciones para LCD

Se ha utilizado la instrucción **LCDOUT** para el despliegue de variables y mensajes, existen varios modificadores que permiten funcionalidad directa sobre movimientos del cursor e inicialización de la pantalla y se los presenta a continuación.

Comando	Operación
\$FE, 1	Limpia el visor
\$FE, 2	Vuelve a inicio (primera línea)
\$FE, \$0C	Cursor apagado
\$FE, \$0E	Subrayado del cursor activo
\$FE, \$0F	Parpadeo del cursor activo
\$FE, \$10	Mueve cursor una posición hacia la izquierda
\$FE, \$14	Mueve cursor una posición hacia la derecha
\$FE, \$0C	Mueve cursor al comienzo de la segunda línea

Tabla. 3.11. Comandos de LCDOUT

El formato de la instrucción es el siguiente: LCDOUT Comando. Las variables se despliegan directamente LCDOUT Nombre _ variable.

DIAGRAMA DE FLUJO PROGRAMA DEL PIC

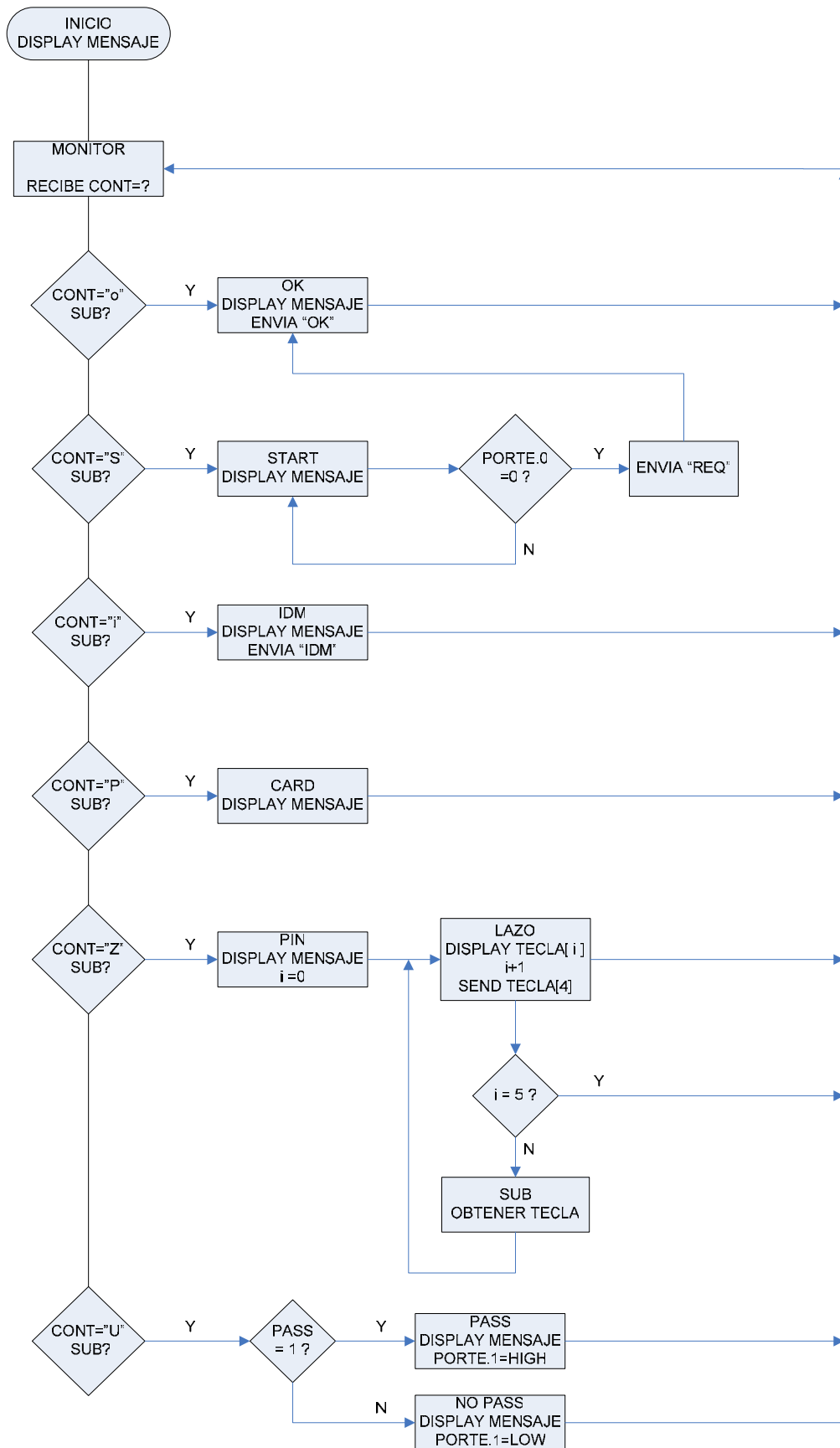


Figura. 3.20. Diagrama de Flujo de Programa PIC

Como se observa en la figura 3.20 el diagrama de flujo del programa arranca con un mensaje indicando el inicio del mismo, la estructura que sigue describe un menú que accede a sus opciones mediante una variable de control, que es transferida desde el centro de control, esta es evaluada y permite acceder a subrutinas, donde se producen procesos de despliegue de mensajes y envío de datos de control. El Anexo 7 contiene el código de programa del PIC versión PicBasic y versión assembler.

3.3.4 Terminal de Comunicaciones Inalámbricas

De acuerdo a lo expuesto en el capítulo anterior de las tecnologías existentes basadas todas ellas en Radio Frecuencia, se ha optado por utilizar los **Radio Módems FHSS**, puesto que se ciñen de mejor manera a los requerimientos y restricciones del sistema.

La principal causal para la elección reside en que, este tipo de dispositivos ofrecen autonomía en cuanto a operabilidad, dicho de otra manera no necesitan pagar derechos o tarifas por el uso de frecuencias y medios de transmisión, si bien es verdad que se podría cancelar por arancel de homologación de equipo, esta tiene un costo bajo que en muchos casos no llega a pasar de 1.50 USD, luego su uso es totalmente abierto y pasa a ser potestad del propietario la aplicación y utilización del mismo.

El diseño de estos dispositivos es muy flexible para aplicaciones y en su mayoría vienen con periféricos estandarizados como por ejemplo los puertos de comunicación que por lo general son del tipo serial RS232, RS485, Ethernet, USB y los más actuales que vienen ahora con dispositivos IrDA, Bluetooth, mismos que permiten la integración relativamente fácil con cualquier hardware o aplicación en computadora.

3.3.4.1 Radio Módem Seleccionada

Las Radios seleccionadas son las **DatraxRF** de Key Telemetry Products, son radio módems que operan en la frecuencia de los 900 MHz y usan la técnica de modulación FHSS o Salto de Frecuencia en Espectro Ensanchado.

Este sistema de comunicaciones es totalmente transparente para el usuario y no necesita experiencia previa en radio comunicaciones para poner al sistema a trabajar. Esta radio puede transferir datos con tasas configurables desde 2400 baudios hasta 57600 baudios y

prestar un alcance de aproximadamente 400 metros en ambientes cerrados y llegar a los 12.5 kilómetros a través de una antena direccional en línea de vista.

El fabricante especifica el diseño de esta radio y la recomienda especialmente para su uso en Control Supervisorio y Adquisición de Datos (SCADA), lectura remota de mediciones, monitoreo de instrumentación, domótica, seguridad, puntos de venta (POS). Los transceivers traen consigo soporte para acceso y direccionamiento en trabajo en red o Networking, múltiples redes pueden operar en la misma vecindad usando distintos identificadores de red. El sistema se comporta como una red virtual half-duplex cableada en paralelo.

3.3.4.2 Funcionamiento y Características

Para analizar las características de funcionamiento se presenta la figura 3.21, en la cual se encuentra el diagrama de bloques que indica la operación básica del módulo y el flujo de datos tanto para la transmisión como para la recepción.

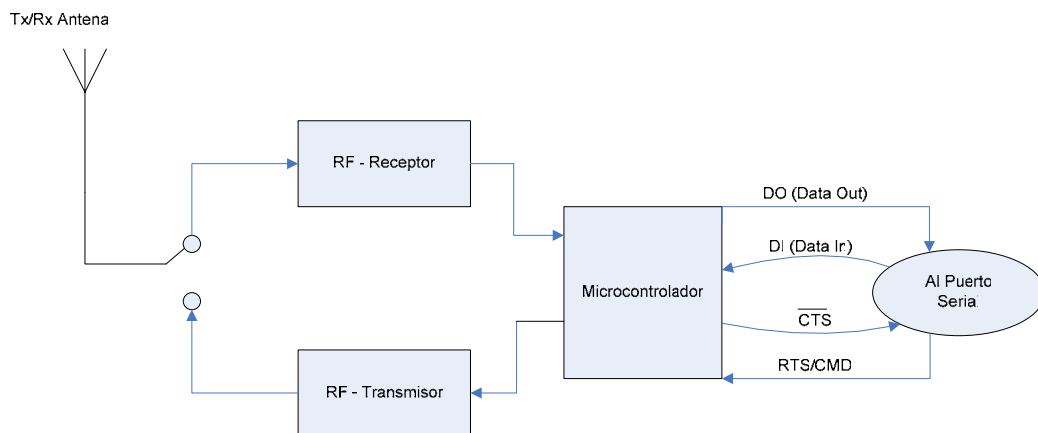


Figura. 3.21. Diagrama de Bloques DatraxRF

Se comenzará por analizar primeramente la operación del puerto serial, el DatraxRF viene equipado con un puerto serial asíncrono con niveles CMOS, el cual provee comunicación directa con cualquier dispositivo que posea una interfase UART, el puerto serial puede también comunicarse con un puerto COM de una computadora personal o con cualquier otro equipo que tenga puerto RS-232, por medio del tablero de interfase, conectar al DatraxRF cualquier dispositivo, lo convierte a este en un dispositivo de comunicación inalámbrica.

Los pines que trae consigo el módulo y que son necesarios para la interfase con otro equipo son 4 líneas, las mismas que constan en el diagrama de bloques y son DI (Data In), DO (Data Out), $\overline{\text{CTS}}$ y RTS/CMD.

- **DI (Data In)**, por este pin ingresan los datos hacia el DatraxRF como una señal asíncrona, el estado normal cuando no hay datos transmitiéndose es ALTO. Cada paquete de datos consiste de un bit de inicio (bajo), 8 bits de datos y un bit de parada (alto).

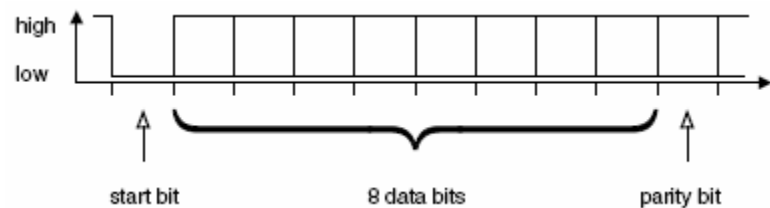


Figura. 3.22. Paquete de Dato

Los modos o configuraciones que soporta para los datos a ser transmitidos son:

Modos o configuraciones de transmisión
8-bits, sin paridad, 1 bit parada
7-bits, paridad par, 1 bit parada
7-bits, paridad impar, 1 bit parada
7-bits, sin paridad, 2 bits parada

Tabla. 3.12. Modos de transmisión de datos

- **DO (Data Out)**, los datos recibidos de las transmisiones sobre aire son chequeados para detectar errores y entonces enviados al DO pin.
- **$\overline{\text{CTS}}$ (Clear to Send)**, informa al equipo anfitrión si un dato serial puede ser enviado al DatraxRF. Cuando el estado del pin es **bajo** el dato serial puede enviarse al DatraxRF, todos los demás datos entrantes son almacenados en un buffer hasta que el siguiente dato es transmitido sobre el aire. El buffer de datos puede sostener hasta 132 bytes de datos, a los 115 bytes el Datrax coloca el pin en **alto** para alertar al anfitrión que detenga el envío de datos.
- **RTS / CMD (Request to Send)**, este pin **no es implementado para el control de flujo** de datos en este radio módem. El Datrax trae consigo una variedad de configuraciones ajustables incluyendo modos de ahorro de energía y opciones de

direccionamiento de red. Este pin puede ser utilizado como una manera manual de configurar el Datrax.

Los Modos de operación del Datrax son cinco el gráfico 3.23 ilustra los cinco modos, posteriormente se analizará los más importantes.

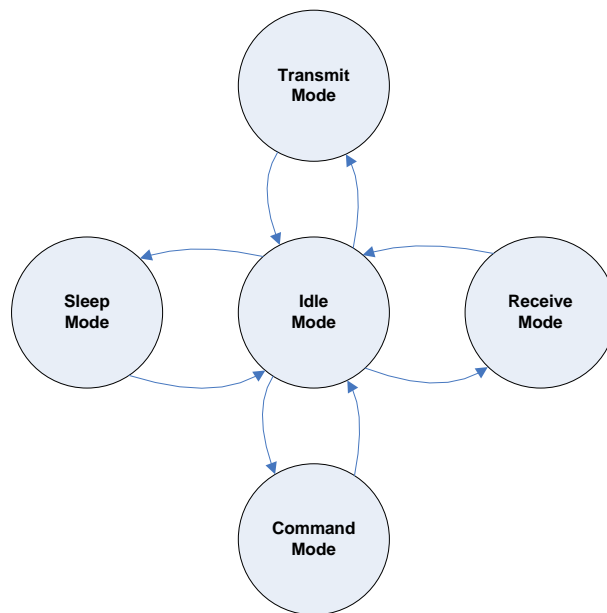


Figura. 3.23. Modos de Operación del DatraxRF

- **Idle Mode**, el Datrax opera en este modo cuando ningún dato está siendo transmitido ni recibido. El módulo pasa al Modo Transmisión una vez que datos se han hecho presentes en el pin DI. Si un dato válido es detectado en la antena, el módulo conmuta desde el Modo Idle al Modo Recepción.
- **Transmit Mode**, cuando el primer bit arriba al buffer de datos desde el pin DI, el módulo abandona el Idle Mode y cambia al Modo Transmisión. En este modo un encabezado es enviado fuera y le sigue el primer paquete de datos, el cual tiene un CRC colocado al final. El primer paquete de datos contiene todos los bytes que se acumularon en el buffer mientras el encabezado estaba siendo enviado. Después de que el primer paquete de datos fue enviado, otro encabezado será enviado si es que hay datos disponibles en el buffer. El tamaño de cada paquete de datos puede variar hasta 64 bytes.

Encabezado	Paquete Datos 1	Encabezado	Paquete Datos 2	Encabezado
Datos colectados paquete 1	Datos colectados para el paquete 2		Datos colectados para el paquete 3	

Tabla. 3.13. Generación de Paquetes de Datos

Para verificar la integridad de los datos, un chequeo de redundancia cíclica **CRC** de 16 bits es calculado para el dato transmitido y adjuntado al final de cada paquete de datos antes de la transmisión.

- **Receive Mode**, si datos sobre el aire están presente en el receptor de RF cuando el modulo esta en Idle Mode, entonces una transición ocurrirá hacia el Modo Recepción y comenzará a recibir datos. Una vez que se recibe el paquete, el módulo chequea el CRC para asegurar que el dato fue transmitido correctamente. Si el CRC es válido el paquete es enviado al puerto serial por medio del pin DO.
- **Sleep Mode**, habilita al módulo de RF para entrar en un modo de baja potencia o bajo consumo, con un mínimo consumo de energía cuando el módulo no esta en uso. Cuando esta en este modo no se transmiten ni se reciben datos hasta pasar primeramente por Idle Mode. Para entrar en este estado el módulo debe estar inactivo por un período de tiempo especificado a través del comando ST, el Modo Dormir es por defecto deshabilitado y se lo habilita utilizando el comando SM.
- **Command Mode**, permite que muchas características sean configuradas incluyendo bajo consumo de energía y opciones de direccionamiento. Existen tres formas de ingresar en Modo de Configuración: primero, llevando a Alto (1 lógico) el pin RTS/CMD y enviar un comando binario, segundo enviando la secuencia “+++” para enviar comandos **AT** y por último llevar a Bajo (0 lógico) el pin CONFIG para luego apagar el modulo y encenderlo nuevamente.

Cualquier parámetro alterado a través de los comandos **AT** de configuración del Datrax debe ser guardado en la memoria no volátil usando el comando **WR**. La estructura de los comandos AT se la describe a continuación:

AT	DOS CARACTERES ASCII COMANDO	Espacio Opcional	PARÁMETRO (HEXADECIMAL)	CARRIAGE RETURN O ENTER
-----------	---	---------------------	------------------------------------	--

Tabla. 3.14. Estructura de Comandos AT

Para hacer más gráfica la comprensión del uso de los comandos se presenta un ejemplo. Este ejemplo cambiará la dirección del módulo definida por el usuario a 1A0D (hexadecimal), chequea el actual valor del comando SM y por último escribe la nueva dirección del módulo en la memoria no volátil, se debería enviar a la terminal:

Comando Enviado	Respuesta	Comentario
+++	OK <CR>	Ingreso a Modo Comando
ATDT 1A0D<CR>	OK <CR>	Coloca dirección de módulo
ATSM<CR>	0 <CR>	Estado de SM
ATWR<CR>	OK <CR>	Graba cambios en memoria
ATCN<CR>	OK <CR>	Sale de AT Command Mode

Tabla. 3.15. Ejemplo de Comandos AT

Las características de Networking y Direccionamiento se manejan por medio de tres niveles de direccionamiento para comunicarse entre módulos. La jerarquía de red se describe en la figura 3.24, solamente los módulos con direcciones iguales o parejas son susceptibles de comunicarse. Los tres métodos de direccionamiento son: Vendor Identification number, Networks y Direcciones de Módulo.

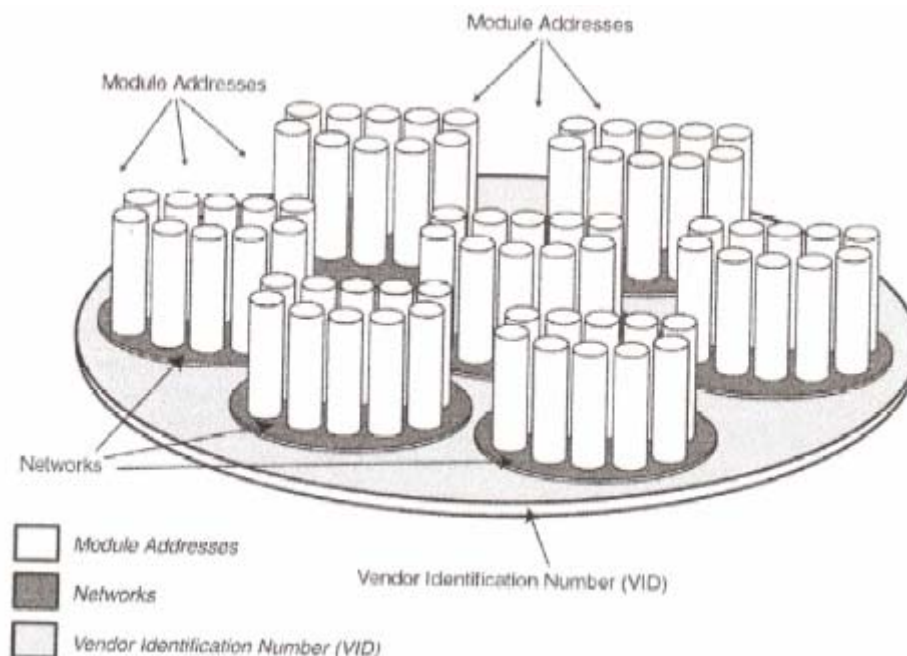


Figura. 3.24. Jerarquía de Networking DatraxRF¹⁶

¹⁶ Networking an Addressing, DatraxRF, Key Telemetry Products

- **Vendor Identification Number (VID)**, este es un código programado en el módulo DatraxRF por el fabricante y es almacenado permanentemente en memoria. Únicamente módulos con iguales números VID pueden comunicarse entre si. El direccionamiento por VID hace que los módulos sean inmunes a las transmisiones o recepciones con módulos de diferente VID.
- **Networks**, dentro de cada VID, hay siete redes (networks) disponibles. Cada red utiliza una diferente secuencia pseudo aleatoria para navegar por entre los canales de hopping compartidos. En el evento en que dos módulos de diferentes redes colisionen en un canal debido a que ellos saltan en una diferente secuencia, los dos módulos se irán a canales separados en el siguiente salto. El parámetro de red o Network es configurable por el usuario usando el comando **HP**.
- **Direcciones de Módulo**, proveen otro nivel de direccionamiento entre los módulos. Cada módulo en una red puede ser configurado con una dirección de módulo de 16 bits, para establecer comunicaciones selectivas dentro de una misma red. Esta dirección es colocada a uno de los 65 535 valores usando el comando **DT**. La dirección por defecto de los módulos es 0000h.

Como se aprecia los DatraxRF son muy flexibles y permiten fácilmente la integración a cualquier sistema o equipo, brindando soporte para muchas necesidades como la conformación de redes y acceso. Entre las principales características tenemos:

- Rango de frecuencia de 902 a 928 en banda ISM sin licencia.
- Tipo Transceiver Frequency Hopping Spread Spectrum
- Capacidad de Canal, saltos a través de 25 canales, caracterizado por 7 diferentes secuencias de salto.
- Interfaz serial de datos tipo asíncrona con señales CMOS (TTL).
- Potencia de transmisión 100 mW
- Sensibilidad de recepción -110 dBm
- Rechazo de Interferencia 70 dB en pager y frecuencias celulares.
- Voltaje de alimentación +5 VDC +/-0.25 V
- Consumo de corriente en Transmisión 150 mA nominales.
- Consumo de corriente en Recepción 50 mA nominales.

El Anexo 8 presenta las hojas de especificaciones técnicas, el set de comandos AT para el DatraxRF y el Diagrama de la interfaz del puerto.

3.4 DISEÑO DEL SOFTWARE

Esta es la parte medular del sistema en general, puesto que el requerimiento primario y de hecho el presente proyecto apuntan a contar con un software que permita el manejo de datos, con el propósito de asignar operadores a maquinaria para su correspondiente uso. La concepción del sistema en realidad va más allá de esto e implica la coordinación de varios elementos físicos y no físicos, que permitan implementar una solución ajustada a las necesidades de generar datos de manera automática, minimizando la intervención del hombre en cuanto a registro de operaciones y horarios de uso de la maquinaria.

En los anteriores numerales se revisó los componentes de la parte física, es así como se cuenta con una terminal remota integrada, compatible con los estándares de transmisión de datos y que ofrece conectividad en el lado del Centro de Control por medio de la terminal de comunicaciones inalámbricas. El hecho de que el DatraxRF que residirá en el Centro de Control posea el puerto de comunicaciones RS-232, da la pauta para buscar la solución en lo que se refiere a la salida y llegada de datos.

Rigiéndose a las especificaciones y restricciones de diseño, se selecciona las herramientas más adecuadas que faciliten el desarrollo del software, el tema de las comunicaciones queda resuelto por los detalles expuestos sobre el funcionamiento de estos módulos DatraxRF. Esto se debe a que no precisan de controladores ni software específico para su funcionamiento, dicho de otra manera se convierten en una extensión totalmente transparente del puerto RS-232 de la terminal computacional. La principal restricción para el uso de este Radio Módem radica en la capacidad de las herramientas de desarrollo de poder manejar en mayor o menor grado los recursos físicos de la computadora.

Resuelto entonces el tema de la comunicación, ahora se centra la atención en la generación, recolección, tratamiento y almacenamiento de datos. Se intuye ya que existirá un tratamiento especial de datos puesto que se desea mantener un registro de personas y de eventos que se relacionan entre sí.

Con lo anteriormente expuesto se puede delinear el modelo o arquitectura a seguir para lograr una solución adecuada, debido a que el manejo de información y mantenimiento de registros de los datos demandan del uso de las herramientas concernientes a las Bases de Datos, se utilizará el modelo o plataforma Cliente-Servidor.

3.4.1 El Modelo Cliente-Servidor

En la actualidad todas las organizaciones y empresas han optado por asimilar un modelo de aplicaciones para el flujo de información dentro de la empresa. Para desarrollar la aplicación de éste sistema se hará uso de tres herramientas importantes que forman parte del modelo y son: un PC con Access database y un Interfase escrito en Visual Basic. El gráfico 3.25 presenta el modelo Cliente-Servidor.

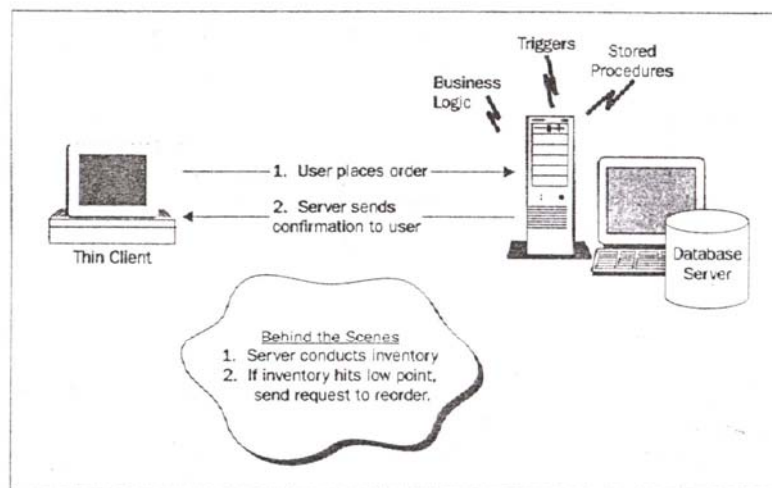


Figura. 3.25. Modelo Cliente-Servidor¹⁷

Lo que define el modelo es esencialmente su funcionamiento mismo, de manera general la arquitectura presentada en el gráfico describe tres acciones:

- El cliente presenta un requerimiento al servidor, el cual está en estado de espera, por los requerimientos
- Cuando el servidor recibe el requerimiento, el lo administra y lleva a cabo el requerimiento. Este entonces envía un mensaje de vuelta en respuesta al requerimiento del cliente.
- La respuesta puede ser un grupo de registros, un mensaje de error o un valor Booleano que indica si la sentencia fue ejecutada exitosamente.

¹⁷ Professional Visual Basic 6.0 Databases, Williams Charles, Wrox Press Ltd, USA 1999

La lógica de las transacciones es manejada en el servidor mediante disparadores (triggers) y procedimientos almacenados.

En el caso de la aplicación objeto de este proyecto manejaremos únicamente una PC, en donde correrá la GUI (Graphical User Interface) desarrollada en Visual Basic y resida la Desktop Database o Base de Datos de Escritorio. Esto no le quita bajo ningún concepto la funcionalidad ni la característica de un Modelo Cliente-Servidor.

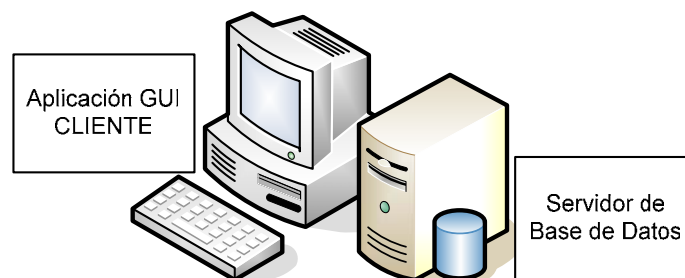


Figura. 3.26. Modelo Cliente-Servidor

Antes de comenzar con los aspectos de diseño del software de aplicación para este sistema es necesario revisar algunos conceptos y definiciones sobre bases de datos, puesto que es un tema cuyo entorno debe ser comprendido para lograr la receptividad del diseño y funcionamiento por parte del cliente o usuarios finales del sistema.

3.4.2 Definiciones y Conceptos sobre Bases de Datos

Se presenta a continuación los conceptos y definiciones más importantes y comunes para el manejo y uso de Bases de Datos.

3.4.2.1 Base de Datos

Una Base de Datos es un lugar donde la información es almacenada, una clase de gabinete o archivero electrónico. Existen dos tipos de bases de datos, archivos planos y bases de datos relacionales. Los archivos planos almacenan datos en una simple cadena de bytes, la cual puede ser tan grande como sea necesario, pero como contraparte una simple adición al archivo requiere una actualización a través de toda la base de datos.

Las bases de datos relacionales, no presentan las ineficiencias asociadas con las bases de datos de archivo plano. Una base de datos relacional consiste de una o más **tablas** de columnas y filas, arregladas como un hoja de cálculo. Las columnas son conocidas como

campos y las filas las cuales contienen los detalles particulares de un campo son conocidas como **registros**.

La real fortaleza de las bases de datos relacionales está en su habilidad para almacenar datos con mínima duplicación y relaciona los datos desde diferentes orígenes. Dos o más campos pueden ser relacionados a partir de su nombre, de aquí que si se pueden enlazar campos, se pueden enlazar tablas enteras.

3.4.2.2 Relaciones

En este punto se hará referencia a los tipos de relaciones entre las tablas y los campos de una base de datos, para lo cual es necesario enunciar dos definiciones:

- Clave Primaria, se define en la “**tabla primaria**”, cuando un campo o combinación de campos en una tabla se define como la clave primaria entonces cada entrada en este campo debe ser único.
- Clave Foránea, es el campo o combinación de campos enlazados a la clave primaria de otra tabla. El valor de un campo ingresado en una clave foránea debe ser idéntico al valor del campo ingresado en su relacionada tabla de clave primaria.

La relación de Uno a Varios, supone que cada valor en el campo de clave primaria es único. Los valores en el campo de clave foránea no son únicos. Puede haber más de un valor en el campo de clave foránea que es igual al valor del campo de la clave primaria.

La relación de Uno a Uno supone que cada valor en el campo de clave primaria es único y que cada valor en el campo de la clave foránea es único. Debe haber un valor o ninguno en el campo de clave foránea que sea igual al valor del campo de clave primaria.

3.4.2.3 Solicitación de Información (Query)

Para poder interactuar con una base de datos es necesario crear una aplicación de usuario que envíe requerimientos o solicitudes desde esta aplicación hacia la base de datos con el propósito de recuperar datos específicos que se necesiten.

Structure Query Language (SQL), es el lenguaje de solicitudes estándar para las Bases de Datos, reconocida por todas las Bases de Datos. SQL es un lenguaje no procedural que le informa a la Base de Datos exactamente que datos son requeridos. La Base de Datos

entonces recupera este dato y lo devuelve a la aplicación. Una sola sentencia SQL aplicada a una tabla o tablas en la Base de Datos puede recuperar registros altamente específicos de manera rápida y sencilla, además puede ejecutar operaciones en estos datos.

El **Motor de Bases de Datos** es el programa o software que actualmente maneja la información en la Base de Datos. Cuando se trata de encontrar todos los productos asociados con una compañía particular, es el Motor de la Base de Datos quien hace las solicitudes. Es el Motor que actualmente recupera la información requerida de la Base de Datos y ejecuta cualquier manipulación que se desee del dato.

Un **Recordset** es una tabla virtual, que contiene un número de registros en un formato al estilo de una hoja de cálculo. Un **Recordset** representa el contenido o una porción de contenido de una o más tablas. Se pueden hacer actualizaciones a través de Recordsets, primeramente llenando el **Recordset**, ejecutando los cambios y finalmente sacando los cambios en el archivo de Base de Datos.

El **Índice de Base de Datos**, juega un papel muy importante en el mundo de las Bases de Datos relacionales. Típicamente los índices son usados para mejorar los tiempos de solicitudes de búsqueda. Un Índice es un objeto que contiene una lista de valores específicos que pueden ser encontrados en uno o más campos de una tabla.

3.4.2.4 Tecnologías de Acceso a Datos

En el mundo de las Bases de Datos existen muchos acrónimos que relacionan el uso de las Bases de Datos y el acceso a los datos que contienen las mismas. Se revisarán los más importantes:

- **ODBC**: Open Database Connectivity. Se ha convertido en un estándar para el acceso a datos entre una multitud de aplicaciones y aplicaciones de orígenes de datos. ODBC emplea en lenguaje de Bases de Datos SQL para recuperar información desde un origen de datos. La implementación de SQL provista por diferentes controladores ODBC tienen rangos que varían desde lo básico hasta la casi completa implementación de la especificación ANSI SQL. Esto impone restricciones obvias en las aplicaciones. La arquitectura ODBC, o más exactamente las aplicaciones basadas en la arquitectura ODBC consisten de cuatro componentes:

Application Programming Interface (API), básicamente es el set de funciones las cuales son expuestas a los programadores. El ODBC API llama a las funciones ODBC que se conectan y se desconectan desde el origen de datos y las funciones que retornan datos y los manipulan.

Driver Manager, provee una lista de orígenes de datos disponibles y la habilidad de crear nuevos drivers. Este se encarga de cargar dinámicamente los drivers para estos orígenes de datos y verifica los argumentos pasados a las funciones API, por ejemplo el número de argumentos y su tipo de dato. Finalmente también revisa los cambios de estado de varios objetos por los cuales el **Driver Manager** es responsable.

Driver, en si mismo procesa todas las llamadas a función y maneja los intercambios entre la aplicación y el origen de datos relacionales al que este conectado. El driver necesitará traducir la sintaxis del estándar SQL a la sintaxis nativa SQL del almacén de datos.

Data Source, abarca no únicamente los datos almacenados sino también su motor de Base de Datos. Un buen ejemplo de esto es SQL Server. Los datos propiamente dichos residen en archivos pero el motor SQL Server no permite el acceso directo a la Base de Datos. Los drivers ODBC, por instancia, “pasan a través” del motor de la Base de Datos para validar el acceso y la integridad de SQL.

La figura 3.27 muestra una arquitectura ODBC. Como se puede ver la aplicación se comunica con el Driver Manager a través del ODBC API. Este maneja los drivers con los cuales se conecta a los almacenes específicos de datos.

- **OLE DB:**¹⁸ Para resolver el problema de la velocidad, ya en un contexto lleno de diferentes manejadores de bases de datos y condiciones de conectividad, surgió OLE DB. Este es similar a ODBC, en el sentido de que utiliza una especie de controladores, llamados **proveedores de datos**, que implementaban un conjunto de

¹⁸ Visual Studio 2005, Ramirez Felipe, Pearson Prentice Hall, I Edición, Mexico 2007

interfaces COM que permitían el acceso a las bases de datos en un formato estándar de línea-columna. En un esquema COM, OLE DB extendió el número de servicios disponibles para el manejo de datos a través de librerías de fácil utilización, permitiendo el manejo de transacciones, persistencia de datos, manipulación de parte del cliente, conjuntos de registros jerárquicos.

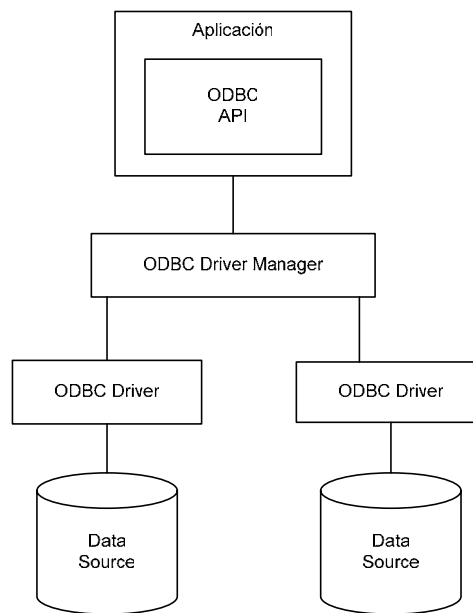


Figura. 3.27. Arquitectura ODBC

- **ADO:** Activex Data Objects. Es una capa de código construida sobre la especificación para OLE DB. Arquitectónicamente ADO es la interfase en el nivel de aplicación hacia el OLE DB. La actual implementación de OLE DB se describe en una representación simplificada del modelo de objeto ADO, esto se observa en la figura 3.28.

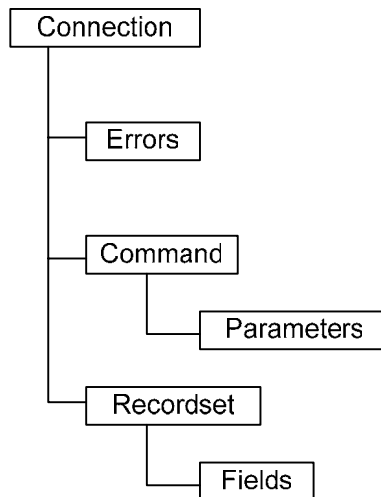


Figura. 3.28. Modelo de los Objetos ADO

Existen tres objetos principales en ADO:

1. El objeto **Connection**, el cual es diseñado para manipular la conexión a la base de datos.
2. El objeto **Command**, el cual es diseñado para brindar ayuda en la manipulación de comandos SQL.
3. El objeto **Recordset**, el cual será usado para mantener datos y manipularlos.

El modelo de acceso a los datos por medio de ADO puede visualizarse de mejor manera con el diagrama de la figura 3.29.

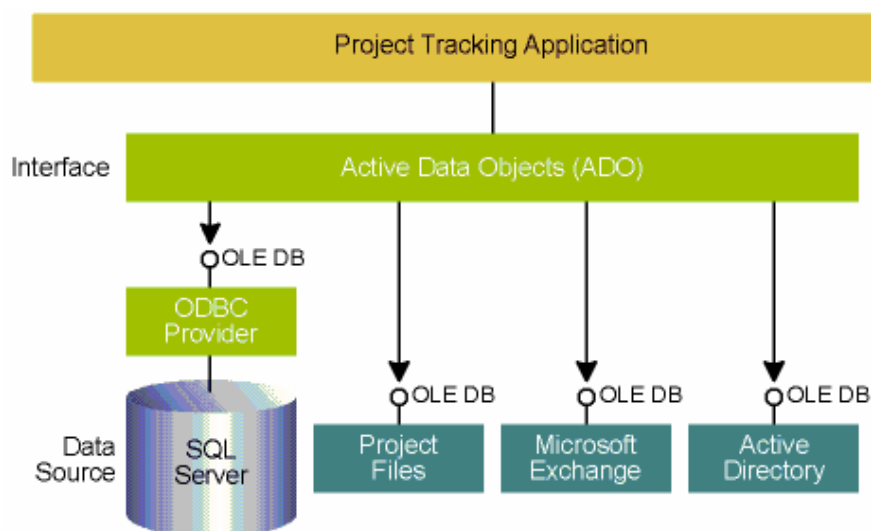


Figura. 3.29. Acceso a Datos con ADO¹⁹

¹⁹ MSDN Library Visual Studio 6.0, Microsoft Corporation, 1998

3.4.3 Herramientas de Desarrollo Cliente-Servidor

Hoy en día son muchas las herramientas que permiten desarrollar aplicaciones bajo este modelo, la selección de las mismas mucho depende del sistema operativo de la máquina o las máquinas con las que se va a trabajar. En el caso de este proyecto se utilizará el sistema operativo Windows XP de Microsoft, mismo que de la mano trae una variedad de herramientas y paquetes de éstas, ofreciendo flexibilidad a la hora de decidir con cuales de ellas trabajar.

Es así que existen dos paquetes importantes de la firma Microsoft, ellos son **Microsoft Visual Studio** y **Microsoft Office**. Estos paquetes se componen de varios aplicativos con finalidades generales y específicas, pero que en conjunto apuntan a permitir el uso de los recursos físicos y lógicos que componen el sistema computacional.

Como parte del desarrollo de este proyecto, se utilizará aquellos aplicativos relacionados con el uso y manejo de datos, desarrollo de GUI o Interfaces Gráficas de Usuario, elaboración de bases de datos y finalmente el procesamiento post-registro de datos.

3.4.4 Creación de la Base de Datos

Haciendo uso de la herramienta Microsoft Acces, se procede a crear la base de datos, para cumplir el propósito primeramente el debe definirse bien los registros o datos que se desea manejar como parte del sistema a desarrollarse, en este caso nos referimos al Sistema de Administración Remota de Maquinaria, llamado por sus siglas **S.R.A.M.**

Para este proyecto se manejarán tres tipos de datos: Datos de Usuario de Maquinaria, Datos de Tarjeta de Identificación de Usuario y Datos de la Maquinaria. Cada tipo de dato que se ha enunciado tiene a su vez relación directa con el proceso general del sistema, tanto en su parte funcional como en la parte operativa. Cada tipo de dato contiene información acerca de si mismo, es decir la generalidad del dato se describe por medio de particularidades que las hacen únicas y específicas, obteniendo así un universo de datos específicos o particularidades que componen al dato general. La descripción anterior es una forma global de describir lo que en bases de datos se conoce como **Tabla**.

A continuación se muestran datos generales y específicos que se conformarán posteriormente en las **Tablas** de la base de datos para esta aplicación.

Datos Generales	Datos específicos
Datos de Usuario de Maquinaria	Cedula de Identidad, Nombre usuario, Dirección domicilio, Numero telefónico, Numero Celular, Dirección Electrónica, Fecha de registro.
Datos de Tarjetas de Identificación	UID de tarjeta, Cédula de Identidad de usuario, PIN de Usuario, Código de Maquinaria Asignada, Hora Inicio, Hora Finalización.
Datos de Maquinaria	Código de Maquinaria, UID de tarjeta, Tipo de Maquinaria.

Tabla. 3.16. Información a manejarse en S.R.A.M.

3.4.4.1 Creación de Tablas

Con los datos que se quiere manejar se procede a crear las tablas. Una tabla no es más que la colección de datos sobre un tema específico. Las tablas organizan los datos en columnas lo que se denomina **Campos** y en filas denominadas **Registros**.

- **Tabla de Usuario (tusuario).** A continuación se muestra la estructura de la tabla, en la que se incluye los nombres de los campos. La primera parte es la definición de la tabla, en la que se observa el nombre de la misma y los nombres de los siete campos que la componen. La segunda parte es la tabla en modo entrada de datos, es aquí donde se puede editar de manera manual una base de datos, se observa el despliegue de los siete campos en forma de columnas.

Dada la característica de los datos que contiene esta tabla no se hará ninguna aclaración con respecto a los campos y registros que posee. Esta tabla tiene definida la “Primary Key” en el campo txt_ci, pero las relaciones serán analizadas más adelante.

tusuario
txt_ci
txt_nombre
txt_direccion
txt_telefono
txt_celular
txt_mail
fec_creacion

	txt_ci	txt_nombre	txt_direccion	txt_telefono	txt_celular	txt_mail	fec_creacion
+	15484/89	victor	poiijhg	259995478	1558874	polkiu	20/11/2007
+	1711886448	Paul	Quito	2599059	098745632	edisons@fxklhc	10/11/7314
+	1713828810	Edison	Guangopolo	2344869	093251773	citrus_net@hotmail	11/11/2007
+	1713828811	Ladislao	Guangopolo	2344869	097828810	kjbjksa	1/7301 06:59:55
+	17888888	efsgfsf	sdfgsdfg	23458	3589565	dfvdlkfnvlkd@dk	10/11/7314
+	f	Anabe	f	f	f	f	01/10/2007

Figura. 3.30. Usuarios SRAM, Definición y Modo Edición

- Tabla de Tarjeta (ttarjeta).** Esta tabla contiene datos concernientes a las tarjetas de identificación de usuarios, en la estructura se puede ver el nombre de la tabla y los siete campos que lo componen. Se hará un breve repaso de los campos en cuanto se refiere a los registros que contienen y son: **txt_pin** es el código personal de usuario asociado a cada tarjeta es decir el **PIN** (Personal Identification Number) convalida el uso de la tarjeta, **txt_ci** registrará el número de cédula de ciudadanía del usuario, **hr_inicio** en este campo se almacenará la hora en que una transacción remota inicia, **hr_fin** en este campo se registrará la hora en que una transacción remota termina, **cod_fabricante** llevará en sus registros las UID (Unique Identification Device) grabado por el fabricante en la tarjeta, **cod_maq** registrará el código de identificación almacenado en la terminal remota, mediante la cual la maquinaria es identificada, **sn_estado** el campo registra una bandera de comprobación que denuncia el estado de la transacción con la terminal remota.

```

ttarjeta
txt_pin
txt_ci
hr_inicio
hr_fin
cod_fabricante
cod_maq
sn_estado

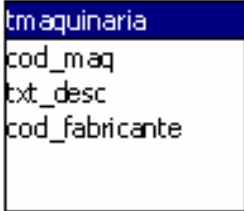
```

	txt_pin	txt_ci	hr_inicio	hr_fin	cod_fabricante	cod_maq	sn_estado
	1234	1713828810	/2007 10:20:46	/2007 10:20:46	26D22D24007E0	PL01	1
	ABCD	1711886448	/2007 22:54:56	/2007 22:54:56	25D22D24007E0	PL01	1
	ABCD	321	/2007 03:17:54	/2007 03:17:54	25D22D24007E0	PL01	1
							0

Figura. 3.31. Tarjetas de SRAM, Definición y Modo Edición

- Tabla de Maquinaria (tmaquinaria).** Esta tabla contiene datos referentes a la maquinaria que se va a utilizar. Se observa nuevamente la estructura donde constan

el nombre de la tabla, los campos y registros los describimos a continuación: **cod_maq** almacenará registros que corresponden a un código de identificación mediante el cual la maquinaria será reconocida, **txt_desc** describe o decodifica la identidad de la maquinaria corresponde al nombre con el cual se le conoce a la máquina, **cod_fabricante** llevará la UID de la tarjeta asignada a esta maquinaria.



cod_maq	txt_desc	cod_fabricante
2w	w	w
BT01	BANDA TRANSPORTADORA	256987458965
PL01	PAYLOADER	25D22D24007E0
pol1	Maquina pewsada	125848

Figura. 3.32. Maquinarias de SRAM, Definición y Modo Edición

3.4.4.2 Asignación de las Claves Primarias

Las Claves Primarias son de vital importancia en el manejo de bases de datos relacionales, estas permiten establecer una posterior relación entre las tablas que componen una base. Cabe señalar que la asignación de la Claves Primarias se las realiza sobre campos, es decir existe un campo dentro de las tablas que tiene registros diferentes y únicos y se lo utiliza para entrelazar tablas y datos. Para el caso de esta base de datos se ha asignado claves como se describe a continuación:

- **Clave Primaria de tusuario.** En esta tabla se designa al campo **txt_ci** como la clave, es el dato que contienen las otras tablas y permitirá enlazarlas posteriormente. Esta clave se constituye la clave externa de las demás tablas.

Nombre del campo	Tipo de datos
txt_ci	Texto
txt_nombre	Texto
txt_direccion	Texto
txt_telefono	Texto
txt_celular	Texto
txt_mail	Texto
fec_creacion	Fecha/Hora

Figura. 3.33. Asignación de Clave Primaria al campo txt_ci

- **Clave Primaria de ttabla.** En esta tabla existen dos Claves la una que es externa venida del campo **txt_ci** y la otra que se ha designado sobre el campo del PIN **txt_pin**.

	Nombre del campo	Tipo de datos
🔑	txt_pin	Texto
🔑	txt_ci	Texto
	hr_inicio	Fecha/Hora
	hr_fin	Fecha/Hora
	cod_fabricante	Texto
	cod_maq	Texto
	sn_estado	Número

Figura. 3.34. Asignación de Clave Primaria al campo txt_pin

- **Clave Primaria de tmaquinaria.** Se ha designado al campo **cod_maq** como la clave primaria en esta tabla.

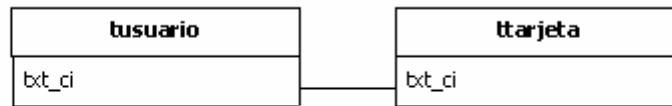
	Nombre del campo	Tipo de datos
🔑	cod_maq	Texto
	txt_desc	Texto
	cod_fabricante	Texto

Figura. 3.35. Asignación de Clave Primaria al campo cod_maq

3.4.4.3 Definición de Relaciones

Después de creadas la tablas y establecer las claves, es necesario indicar relaciones entre tablas con el objeto de que los manejadores de datos y los agentes de acceso sepan como combinar la información de las diferentes tablas y generar o pasar **contenidos mixtos**. Una relación hace coincidir los datos de los campos clave (normalmente un campo con el mismo nombre en ambas tablas). Las relaciones efectuadas se muestran en la figura 3.36 tomado del reporte de relaciones de MS Access.

La relación establecida liga a las tablas tusuario y ttarjeta, por medio de la Clave Primaria en tusuario que es la Clave Externa en ttarjeta y corresponde al campo **txt_ci**.

Relaciones**tusuariottarjeta**

Attributes: No forzado
RelationshipType: Uno a varios

Figura. 3.36. Relaciones de la Base SRAM

La Relación de Uno a Varios que se observa en el reporte es la forma más común. En esta relación se establece que, un registro de la tabla **tusuario** puede tener muchos registros coincidentes en la tabla **ttarjeta**, pero un registro de la tabla **ttarjeta** sólo tiene un registro coincidente en la tabla **tusuario**.

Las tablas pueden ser precargadas con datos de usuarios, maquinaria y tarjetas. Por el carácter de los datos de usuario y maquinaria que son de índole general, no específicos, no se indica una tabla para realizar la configuración inicial de la base de datos. Las tarjetas sin embargo son fijas y sus UID también, la siguiente tabla muestra los códigos de programación para las tarjetas.

Número Tarjeta	Código UID (Hex.)
1	E0 07 00 00 24 2D D2 25
2	E0 07 00 00 1E 37 DA 4B
3	E0 07 00 00 1E 37 DA 4A
4	E0 07 00 00 1E 39 53 A3
5	E0 07 00 00 24 2D D6 3E
6	E0 07 00 00 1E 39 52 B3
7	E0 07 00 00 24 2D D2 26
8	E0 07 00 00 1E 37 DA 4C
9	E0 07 00 00 1E 37 DA 2F
10	E0 07 00 00 1E 39 50 1E

Tabla. 3.17. Códigos UID tarjetas RF

Se han revisado los aspectos más importantes para la creación de la base de datos con ayuda de la herramienta **MS Access**.

3.4.5 Diseño de la Aplicación

Para realizar el diseño y la implementación de la Aplicación se utilizará la herramienta Visual Studio 6.0 de Microsoft, específicamente Visual Basic.

La Aplicación es la médula de todo sistema, para diseñar una aplicación es necesario tomar mucho en cuenta el tipo de interfaz que se desea implementar. La recomendación de diseño de la interfaz de usuario es la de proceso iterativo. Existen además dos estilos principales de interfaz de usuario y son, la Interfaz de Documento Único (**SDI**) y la Interfaz de Documentos Múltiples (**MDI**).

El código de programa detrás de la interfaz de usuario brinda la flexibilidad necesaria para que los usuarios de la aplicación puedan interactuar con ella de una manera muy intuitiva. El tipo de interfaz escogido es el MDI, puesto que da la opción de incluir tantos formularios adicionales en la interfaz como sean éstos necesarios.

Según la organización de información mostrada en la creación de la base de datos se puede ahora vislumbrar la necesidad de que la aplicación otorgue un nivel de gestión de la información, es así pues, que la información a contenerse en las tres tablas de la base tenga su gestión propia y por separado, lo cual implica que en la interfaz se hará uso de tres formularios uno por cada tabla de la base de datos.

Además de la gestión de información se tiene por otro lado la recepción de datos provenientes de la terminal remota, con la cual se mantiene comunicación, por lo tanto se hace necesario un formulario adicional para negociar la recolección de datos y detectar eventos en la terminal.

En resumen el MDI traerá consigo cuatro formularios con los cuales se brinda la funcionalidad y operabilidad necesarias, además llevará formularios adicionales con información de carácter informativo y de propiedad intelectual. Siguiendo el desarrollo de este proyecto analizaremos uno a uno los componentes de la GUI.

3.4.5.1 Formulario de Inicio (frm_inicio)

Este formulario se despliega en el comienzo de la aplicación y presenta datos informativos acerca del proyecto y datos de propiedad intelectual, se despliega en primer

plano y monitorea cualquier acción del teclado para con ese evento cargar el formulario o ventana principal del sistema SRAM. La figura 3.37 indica el aspecto de la ventana.



Figura. 3.37. Formulario de Inicio SRAM

La llamada para la carga del formulario y el comienzo del programa en sí se la realiza desde un módulo (mod_General) donde existen los procedimientos y variables globales, a continuación el código de llamada.

```
Public Sub Main()
    AbrirSRAM
    frm_inicio.Show
End Sub
```

El modo de entrar a la aplicación es por medio del evento keypress, encargado de detectar si una tecla del teclado ha sido presionada. La sección de código para el monitoreo esta incluida en el mismo formulario y se muestra a continuación.

```
Private Sub Form_KeyPress(KeyAscii As Integer)
    Unload Me
    mdi_total.Show
End Sub
```

3.4.5.2 Formulario Principal S.R.A.M

Este es un formulario de tipo MDIForm, lo cual significa que contendría formularios secundarios dentro de si. Como se observa en la figura 3.38 muestra el aspecto de esta ventana, en ella se incluye el nombre del sistema, un StatusBar en la parte inferior con mensajes de bienvenida e información del sistema, y tiene cuatro menús **Actividades**, **Listados**, **Ventana** y **Ayuda**.

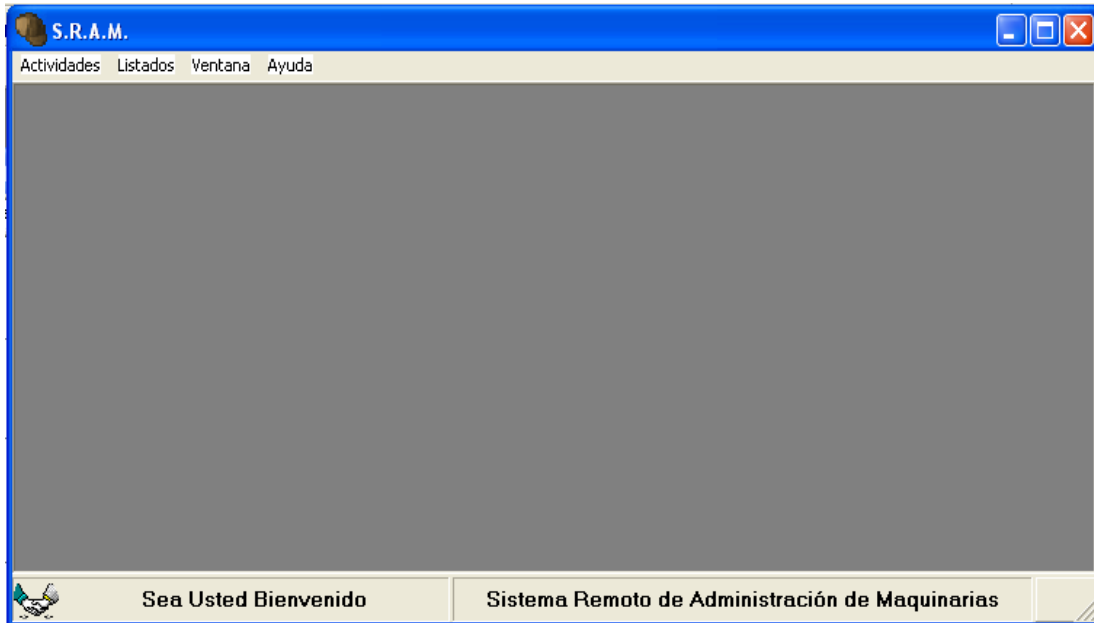


Figura. 3.38. Ventana Principal SRAM

- **Menú Actividades.** Este menú despliega las funciones de gestión de información, tanto para **Usuarios**, **Tarjetas** y **Maquinaria**. Además tiene la opción **Sistema en Línea**, que es la parte de la aplicación encargada de conectarse a la terminal remota y negociar la información. Cada una de las opciones será analizada en forma individual.

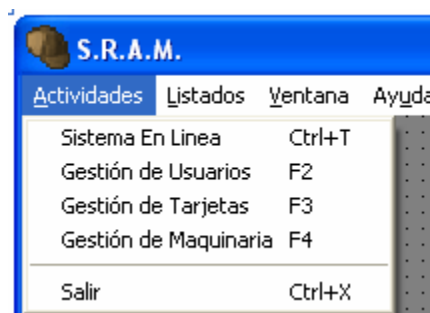


Figura. 3.39. Menú Actividades SRAM

- **Menú Listados.** Aquí se encuentran las opciones para el despliegue de información, cada ítem **Usuarios**, **Maquinaria** y **Tarjeta** muestran la tabla de datos correspondiente a cada una y cuyos datos han sido cargados por medio de las opciones “Gestión” respectivas. La opción **Acceso** despliega todas las transacciones llevadas a cabo entre la terminal y el centro de control, e indica el estado de las mismas.

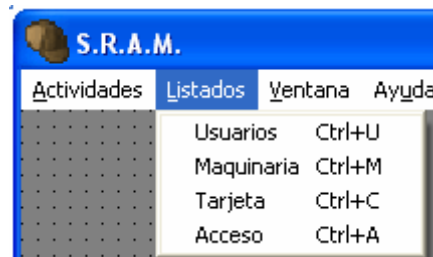


Figura. 3.40. Menú Listas SRAM

- **Menú Ventana.** Este se lo utiliza para seleccionar el modo de despliegue de las ventanas dentro del área de acción principal.

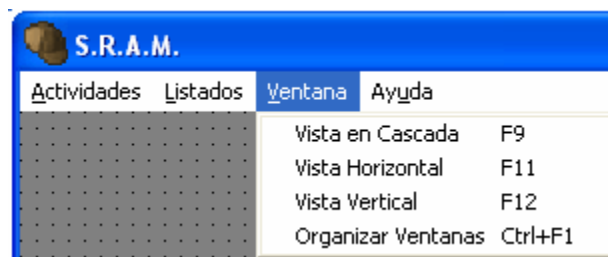


Figura. 3.41. Menú Ventana SRAM

- **Menú Ayuda.** En este menú se presenta la información **Acerca de....**, y despliega el formulario **frm_About**, donde consta información del Proyecto.

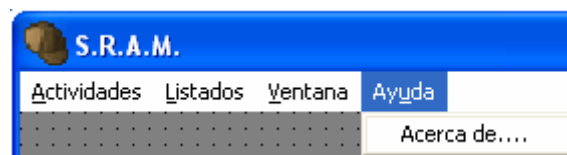


Figura. 3.42. Menú Ayuda SRAM

A continuación se realiza el análisis de las opciones de los menús, resaltando la funcionalidad que cada una de ellas aporta a la aplicación.

3.4.5.3 Gestión de Usuarios

Haciendo clic en la opción del menú actividades, se accede a esta funcionalidad. Esta se encarga de cargar o registrar los datos personales de los operadores de la maquinaria. Se ha diseñado un formulario específico para tal efecto mismo que se muestra en la figura 3.43.

The screenshot shows a window titled "Gestión de Usuarios" with a sub-header "Datos del Usuario". The form contains the following fields and values:

Usuario Nuevo	
C.I.	1711886448
Nombre	Paul
Dirección	Quito
Teléfono	2599059
e-Mail	edisons@fxklhcaks.co
Celular	098745632
Creación	10/11/7314

At the bottom of the window, there is a toolbar with the following buttons: Nuevo, Guardar, Borrar, Inicio, Anterior, Siguiente, Ultimo, and Salir. The "Nuevo" button is currently selected.

Figura. 3.43. Ventana de Gestión de Usuarios SRAM

El frame Datos del Usuario se compone de siete cajas de texto, estas son coincidentes con los campos de la tabla **usuario** de la base de datos SRAM.mdb, en otras palabras mediante este formulario cargamos los registros de la base de datos.

Los comandos que aparecen abajo permiten crear un nuevo registro, guardar el registro que se ha editado, borrar un registro existente, navegar a través de la base de datos mediante los cuatro botones Inicio, Anterior, Siguiente y Último. Finalmente el botón Salir, cierra el formulario y retorna a la ventana principal.

- **Comando Nuevo.** Este comando limpia los registros del formulario para hacer un nuevo ingreso de usuario. Para limpiar el formulario llama a un procedimiento **Limpiar_Form**. A continuación el código de la llamada y el procedimiento.

```
Private Sub cmd_nuevo_Click()
```

```
Limpiar_Form
```

```
End Sub
```

Public Sub Limpiar_Form()

```

Me.txt_fecha = ""
Me.txtcelu = ""
Me.txtCi = ""
Me.txtDireccion = ""
Me.txtTelefono = ""
Me.txtNombre = ""
Me.txtEmail = ""
Me.txtCi.SetFocus
Me.lblUsuario.Caption = "Nuevo Usuario"
End Sub

```

- **Comando Guardar.** Se lo utiliza para almacenar los registros que se ingresan por el formulario. Se vale de una bandera que se carga con el formulario para realizar las operaciones de **Grabar** o **Actualizar**.

Private Sub cmd_guardar_Click()

```

If Bandera = -1 Then
    Grabar
Else
    Actualizar
End If
Limpiar_Form
End Sub

```

Public Sub Grabar()

```

If Not Validar Then Exit Sub
Dim sSql As String
Dim AdoRs As New ADODB.Recordset
sSql = "insert into tusuario (txt_ci, txt_nombre, txt_direccion, txt_telefono,
txt_celular, txt_mail, fec_creacion) values "
sSql = sSql & " (" & Me.txtCi & ","
sSql = sSql & """" & Me.txtNombre & """, "
sSql = sSql & """" & IIf(Me.txtDireccion = "", "", Trim(Me.txtDireccion)) & """, "

```

```
sSql = sSql & "" & IIf(Me.txtTelefono = "", " ", Trim(Me.txtTelefono)) & ","
sSql = sSql & "" & IIf(Me.txtcelu = "", " ", Trim(Me.txtcelu)) & ","
sSql = sSql & "" & IIf(Me.txtEmail = "", " ", Trim(Me.txtEmail)) & ","
sSql = sSql & "" & Me.txt_fecha & ""
AdoRs.Open sSql, CN, adOpenKeyset, adLockOptimistic, adCmdUnknown
End Sub
```

- **Comando Borrar.** El comando borrar se vale de un procedimiento para ejecutar la eliminación de un registro completo (los siete campos). El procedimiento es **Borrar**, los códigos se presentan a continuación:

```
Private Sub cmd_borrar_Click()
```

```
Borrar
End Sub
```

```
Public Sub Borrar()
```

```
Dim sSql As String
Dim AdoRs As New ADODB.Recordset
sSql = "delete from tusuario "
sSql = sSql & " where txt_ci = " & "" & Trim(Me.txtCi) & ""
AdoRs.Open sSql, CN, adOpenKeyset, adLockOptimistic, adCmdUnknown
End Sub
```

- **Comando Inicio.** Este comando nos ubica en el comienzo de los registros de la tabla **tusuario** de la base de datos. Ejecuta un procedimiento llamado **Inicio**, el código de la llamada y del procedimiento se presentan a continuación:

```
Private Sub cmd_inicio_Click()
```

```
Inicio
End Sub
```

```
Public Sub Inicio()
```

```
Dim sSql As String
Dim AdoRs As New ADODB.Recordset
```



```

sSql = "select * from tusuario"
AdoRs.Open sSql, CN, adOpenKeyset, adLockOptimistic, adCmdUnknown
AdoRs.MoveFirst
Me.txtCi = AdoRs!txt_CI
Me.txtNombre = AdoRs!txt_nombre
Me.txtDireccion = AdoRs!txt_direccion
Me.txtTelefono = AdoRs!txt_telefono
Me.txtcelu = AdoRs!txt_celular
Me.txtEmail = AdoRs!txt_mail
Me.txt_fecha = AdoRs!fec_creacion
End Sub

```

- **Comando Anterior.** Permite ir en retroceso desde una posición actual, desplegada en el formulario y chequear los contenidos existentes en la tabla. Utiliza una llamada a un procedimiento llamado **Anterior**.

Private Sub cmd_anterior_Click()

```

Anterior
End Sub

```

Public Sub Anterior()

```

Dim sSql As String
Dim AdoRs As New ADODB.Recordset
sSql = "select * from tusuario"
AdoRs.Open sSql, CN, adOpenKeyset, adLockOptimistic, adCmdUnknown
AdoRs.MovePrevious
If Not AdoRs.BOF Then
    Me.txtCi = AdoRs!txt_CI
    Me.txtNombre = AdoRs!txt_nombre
    Me.txtDireccion = AdoRs!txt_direccion
    Me.txtTelefono = AdoRs!txt_telefono
    Me.txtcelu = AdoRs!txt_celular
    Me.txtEmail = AdoRs!txt_mail
    Me.txt_fecha = AdoRs!fec_creacion

```

```
Else
    AdoRs.MoveFirst
End If
End Sub
```

- **Comando Siguiente.** Es el contrario del comando Anterior, permite ir en avance por los registros de la tabla **tusuario** y chequear los contenidos existentes. El código es similar a los anteriores.

Private Sub cmd_siguiente_Click()

```
Siguiente
End Sub
```

Public Sub Siguiente()

```
Dim sSql As String
Dim AdoRs As New ADODB.Recordset
sSql = "select * from tusuario"
AdoRs.Open sSql, CN, adOpenKeyset, adLockOptimistic, adCmdUnknown
AdoRs.MoveNext
If Not AdoRs.EOF Then
    Me.txtCi = AdoRs!txt_CI
    Me.txtNombre = AdoRs!txt_nombre
    Me.txtDireccion = AdoRs!txt_direccion
    Me.txtTelefono = AdoRs!txt_telefono
    Me.txtcelu = AdoRs!txt_celular
    Me.txtEmail = AdoRs!txt_mail
    Me.txt_fecha = AdoRs!fec_creacion
Else
    AdoRs.MoveLast
End If
End Sub
```

- **Comando Último.** Ubica en el final de los registros de la tabla. La estructura del código es similar a las predecesoras.

Private Sub cmd_ultimo_Click()

```
Ultimo  
End Sub
```

Public Sub Ultimo()

```
Dim sSql As String  
Dim AdoRs As New ADODB.Recordset  
sSql = "select * from tusuario"  
AdoRs.Open sSql, CN, adOpenKeyset, adLockOptimistic, adCmdUnknown  
AdoRs.MoveLast  
Me.txtCi = AdoRs!txt_CI  
Me.txtNombre = AdoRs!txt_nombre  
Me.txtDireccion = AdoRs!txt_direccion  
Me.txtTelefono = AdoRs!txt_telefono  
Me.txtcelu = AdoRs!txt_celular  
Me.txtEmail = AdoRs!txt_mail  
Me.txt_fecha = AdoRs!fec_creacion  
End Sub
```

- **Comando Salir.** Cierra la ventana de Gestión de Usuarios y nos regresa a la ventana Principal de SRAM.

Private Sub cmd_cancelar_Click()

```
Unload Me  
End Sub
```

Los comandos descritos se apoyan además en un evento que chequea si el campo **txtCi** ha perdido el enfoque, causado porque se esta llenando los registros de otros campos primero. Chequea si no es un registro del principio o del fin y saca una copia de los campos. El evento se denomina **txtCi_LostFocus()**.

3.4.5.4 Gestión de Tarjetas

Esta dentro del menú Actividades de la ventana principal SRAM, está diseñado para interactuar a través del formulario con los registros de la tabla **ttarjeta** de la base de datos.

Esta ventana de gestión permite también asignar o enlazar los operarios a sus respectivas tarjetas y estos a su vez a la maquinaria, lo que la convierte en la ventana de Gestión más importante dado que es aquí donde se dan los permisos para el uso de las máquinas. La figura 3.44 muestra el aspecto de esta ventana.

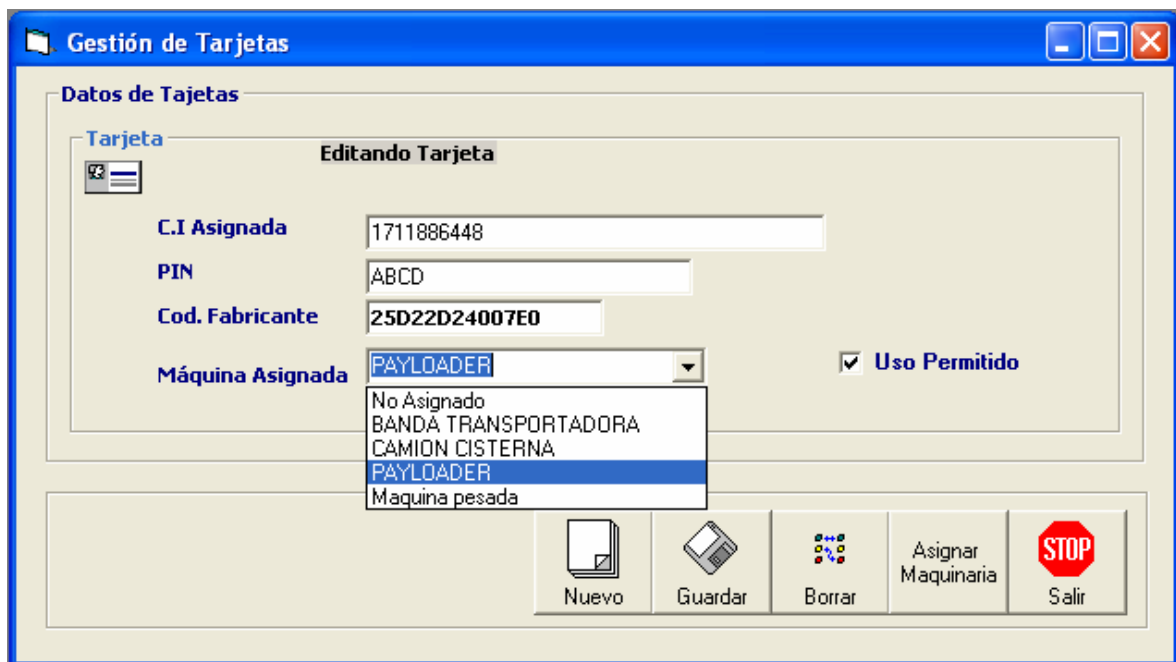


Figura. 3.44. Ventana de Gestión de Tarjetas SRAM

El frame Datos de Tarjetas se compone de tres Cajas de Texto etiquetadas y corresponden a cuatro de los campos de la tabla **ttarjeta** los campos son número de cédula del operador, PIN asociado al numero de tarjeta y al usuario, **UID** de la tarjeta y la maquinaria que se asigna para el uso. El campo maquinaria es un Combo Box en el que se despliega el universo de máquinas disponibles, cada operador puede ser asignado a dos maquinas como máximo.

Los comandos Nuevo, Guardar y Borrar son similares a las descritas en la parte Gestión de Usuarios el código completo de estos comandos y en general de la aplicación está contenido en el Anexo 9.

- **Comando Asignar Maquinaria.** A través de este botón se ingresa a la ventana de contenido del universo de maquinarias desde donde se puede realizar asignaciones máximo en número de dos, si se intenta sobrepasar esta cantidad el sistema despliega un mensaje que indica la limitación de número.

La figura 3.45 muestra las ventanas contenidas en el formulario Gestión de Tarjetas, se observa la limitación en el número de máquinas a asignar.



Figura. 3.45. Ventana de Asignación de Maquinaria SRAM

3.4.5.5 Gestión de Maquinaria

Otro componente del menú Actividades de la ventana principal de SRAM. Por medio de este formulario podemos llenar los registros de la tabla **tmaquinaria** de la base de datos. El frame Datos de Maquinaria se compone de tres Cajas de Texto etiquetadas y corresponden a los tres campos de la tabla mencionada.

Gestión de Maquinaria

Datos de Maquinaria

Tarjeta

Maquinaria Nueva

Cod Máquina: CC01

Descripción: CAMION CISTERNA

Cod Usuario: 26D22D24007E0

Nuevo Guardar Borrar Salir

Figura. 3.46. Ventana Gestión de Maquinaria SRAM

Los comandos que se ve en la parte inferior actúan de la misma manera que los descritos en los otros formularios de gestión. El Anexo 9 contiene el código de esta ventana y en general de toda la aplicación.

3.4.5.6 Listado de Usuarios

Está contenido dentro del menú Listados, es el reporte de los datos ingresados a la tabla **tusuarios** de la base de datos, mediante la ventana Gestión de Usuarios. Este reporte se genera a través de un procedimiento llamado **Excel_Usuarios**. La figura 3.47 muestra la salida a Excel del reporte, la salida es automática y no se necesita para su creación más que hacer clic sobre la línea Usuarios del menú Listados. Se muestra parte del código del reporte, el Anexo 9 contiene el programa completo.

Microsoft Excel - Libro1

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana ?

Escriba una pregunta

Arial 6

A1 IDENTIFICACIÓN

	A	B	C	D	E	F	G	H
	IDENTIFICACIÓN	NOMBRE	DIRECCIÓN	TELEFONO	CELULAR	MAIL	CREACION	
1								
2	1711886448	Paul	Quito	2599059	098745632	edisons@fxklhcaks.co	10/11/2007	
3	1712266285	Santiago	Quito	2599059	098220846	santi@yahoo.com	01/12/2007	
4	1713828810	Edison	Guangopolo	2344869	093251773	citrus_net@hotmail.c	11/11/2007	
5	1713828811	Ladislao	Guangopolo	2344869	097828810	kjbkjsa	28/10/7301 06:59:55	
6								

USUARIOS/

NUM

Figura. 3.47. Salida de Reporte Usuarios a Excel

Private Sub mnu_List_Usuarios_Click()

```
Excel_Usuarios
```

```
End Sub
```

Public Sub Excel_Usuarios()

```
sSql = "select count(*) from tusuario"
```

```
AdoRs.Open sSql, CN, adOpenKeyset
```

```
If Not AdoRs.EOF Then
```

```
    If AdoRs(0) = 0 Then
```

```
        MsgBox "No Se Obtuvo Información Para Completar el Proceso", vbInformation,  
SRAM
```

```
        Screen.MousePointer = vbDefault
```

```
        Exit Sub
```

```
    End If
```

```
End If
```

```
Titulos = Array("IDENTIFICACIÓN", "NOMBRE", "DIRECCIÓN", "TELEFONO",  
"CELULAR", "MAIL", "CREACION")
```

```
'Set ExcelWorkbook = ExcelApp.Workbooks.Add
```

```
ExcelApp.SheetsInNewWorkbook = 1
```

```
ExcelApp.Workbooks.Add
```

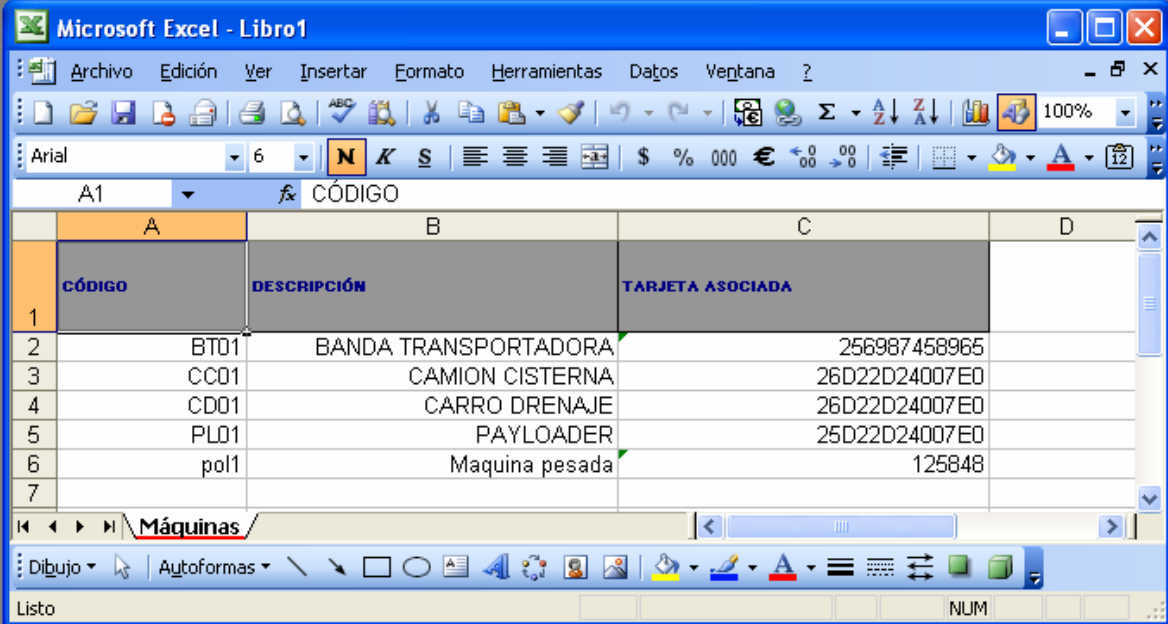
```
ExcelApp.Visible = True
```

```
ExcelApp.ActiveSheet.Name = "USUARIOS"
```

```
ExcelApp.Sheets(1).Tab.ColorIndex = 3
```

3.4.5.7 Listado de Maquinaria

Esta opción del menú Listados permite desplegar en Excel el reporte de los datos cargados en la tabla **tmaquinaria** de la base de datos. Cabe señalar que la generación del reporte como todos los de este menú es automática. La figura 3.48 muestra la salida a Excel, el código es similar al del listado anterior, el Anexo 9 contiene el código del programa general.



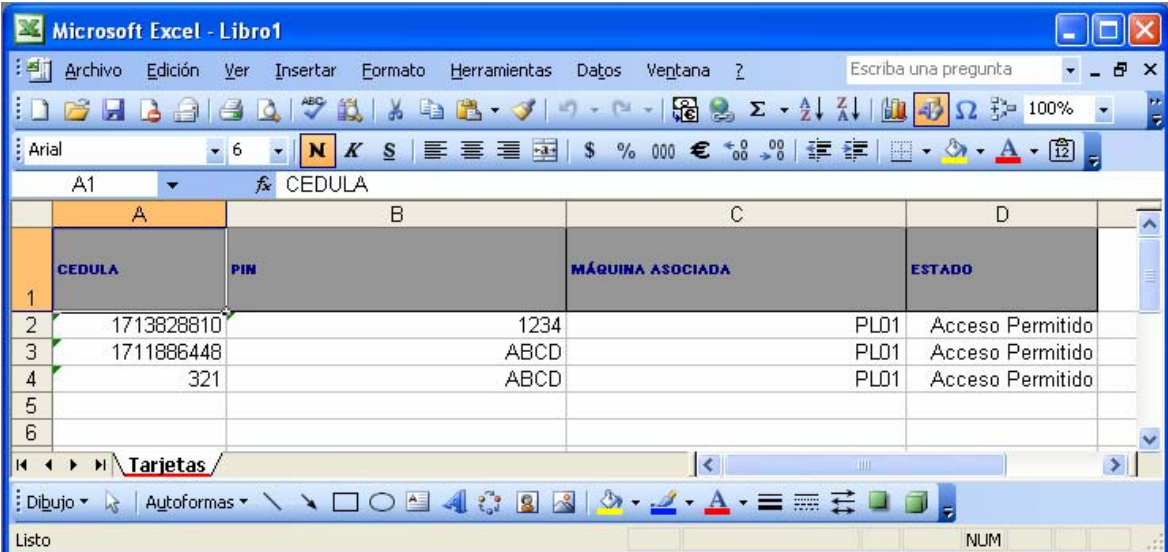
The screenshot shows the Microsoft Excel interface with a spreadsheet titled 'Máquinas'. The spreadsheet has four columns: 'CÓDIGO', 'DESCRIPCIÓN', 'TARJETA ASOCIADA', and an empty column 'D'. The data is as follows:

	A	B	C	D
	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	TARJETA ASOCIADA	
1				
2	BT01	BANDA TRANSPORTADORA	256987458965	
3	CC01	CAMION CISTERNA	26D22D24007E0	
4	CD01	CARRO DRENAJE	26D22D24007E0	
5	PL01	PAYLOADER	25D22D24007E0	
6	pol1	Maquina pesada	125848	
7				

Figura. 3.48. Salida de Reporte de Maquinaria a Excel

3.4.5.8 Listado de Tarjetas

Este reporte presenta los datos cargados en la tabla **ttarjeta** de la base de datos, se observa los campos cédula del operador, Pin asociado a la tarjeta, la máquina asignada y el acceso otorgado, la UID de la tarjeta no ha sido incluida por cuestiones de seguridad. La generación de este reporte como los predecesores también es automática. El código para este reporte también se incluye en el Anexo 8. La figura 3.49 muestra la salida del reporte a Excel.



The screenshot shows the Microsoft Excel interface with a spreadsheet titled 'Tarjetas'. The spreadsheet has four columns: 'CEDULA', 'PIN', 'MÁQUINA ASOCIADA', and 'ESTADO'. The data is as follows:

	A	B	C	D
	CEDULA	PIN	MÁQUINA ASOCIADA	ESTADO
1				
2	1713828810	1234	PL01	Acceso Permitido
3	1711886448	ABCD	PL01	Acceso Permitido
4	321	ABCD	PL01	Acceso Permitido
5				
6				

Figura. 3.49. Salida de Reporte de Tarjetas a Excel

3.4.5.9 Sistema en Línea

Esta es una de las principales ventanas de la aplicación. Por medio de esta el sistema que reside en el Centro de Control puede establecer comunicación con la Terminal Remota, recibe toda la información proveniente de ésta y negocia las respuestas procediendo a validar los datos recibidos en conjunto con los controles de la base de datos que serán analizados más adelante. La interfaz fue diseñada para brindar un entorno gráfico y con cajas de texto receptoras de mensajes y de datos. El nombre de la ventana es **MFR** y fue nombrado así en referencia a la terminal lectora/grabadora de tarjetas de identificación con tecnologías RF (Multi Function Reader). La figura 3.50 muestra la apariencia de la interfaz.

Esta ventana se compone en la parte superior por una caja de texto que recibe los mensajes de entrada provenientes de la terminal remota, estos mensajes pueden ser tanto en caracteres ASCII o en código hexadecimal.

A continuación se observa un botón de Inicio/Parada que cambia de color y mensaje según la operación así en fondo rojo y mensaje **OFF** mientras el monitoreo y la comunicación están inactivos y en fondo verde y mensaje **ON** mientras la comunicación y el monitoreo permanecen activos, en la figura 3.50 se ve el estado activo de este control.



Figura. 3.50. Panel de Monitoreo de Terminal Remota SRAM

De manera adicional, este botón durante la transición de estado de apagado hacia encendido abre el puerto de comunicación serial de la terminal de computadora, mediante la propiedad Abrir puerto del control **MsComm**, las sentencias que ejecuta son:

```
If CWButInicio.Value = True Then
    MsgBox "INICIANDO PROGRAMA"
    MSComm1.PortOpen = True
    TxtMessages.Text = "EL PUERTO ESTA ABIERTO"
    CmdInicializa.Enabled = True
    CmdInicializa.SetFocus
```

Hacia el centro de la ventana se muestra un frame denominado Acciones que contiene dos command buttons, el primero **Inicializar** envía una señal de inicialización y sincronismo con el sistema central, además el comando que enciende un piloto en la terminal y da la señal de control al microcontrolador para el inicio de sus rutinas.

```
Private Sub CmdInicializa_Click()
MFR_ONLED1 aframeS, aframe1S
MSComm1.Output = aframe1S
MSComm1.Output = aframeS
If herra = 0 Then
    CWButTermON.Value = True
Else
    CWButTermON.Value = False
End If
End Sub
```

Debajo del botón Inicializar se aprecia el botón **Apagar** cuyo propósito es el de interrumpir o desconectar la salida de la terminal remota que se ha destinado para la alimentación de una bobina de arranque, esta funcionalidad en esta fase no será implementada, se lo realizará más adelante en la fase dos del proyecto.

Hacia la derecha se tiene otro frame denominado **Estados**, este cuadro contiene dos indicadores gráficos simulando LEDs, el uno denominado **Term. ON/OFF** indica la

actividad de la ventana de monitoreo con respecto a la terminal remota, se activa una vez que se ha establecido comunicación con la terminal, su estado activo es visible porque su fondo cambia a color rojo, el estado inactivo hace que el indicador permanezca con el fondo gris. El indicador contiguo denominado **Presencia** detecta como su nombre lo indica la presencia del operador en la terminal remota y se activa cuando el operador hace la llamada al sistema central para iniciar el proceso de identificación y validación del uso de la máquina, su estado activo es visible para este indicador puesto que el fondo cambia a color verde, el estado inactivo o sin presencia en la terminal remota hace que el fondo del indicador se mantenga en estado gris.

En la parte izquierda media e inferior se encuentran tres frames que contienen tres cajas de texto respectivamente encargadas de capturar la información específica referentes al operario que se esta identificando. Estas tres cajas son:

- **PIN.** Encargado de capturar como texto el Personal Identification Number que cada operador tiene asociado a su tarjeta de identificación. Estos códigos son generalmente de cuatro dígitos y pueden ser cadenas alfa-numéricas ingresadas por medio de un teclado hexadecimal con dígitos del 0 al 9, A,B,C,D.

```
For X = 0 To (nresp - 1)
    caracter = Hex(resp(X))
    TxtPin.Text = TxtPin.Text + CStr(caracter)
Next X
```

El anterior es el código en el que se carga los datos provenientes del puerto serial en la caja de texto de PIN.

- **ID. MAQUINARIA.** Esta caja de texto recupera el código que identifica la maquinaria desde la cual se esta haciendo la llamada al sistema central. Este código reside en la terminal remota y puede ser cualquier cadena alfa-numérica pre-grabada en el microcontrolador de la terminal remota. En un proceso normal de identificación este es el primer dato que se recupera.

```
For X = 0 To (nresp - 1)
```

```
character = Chr(resp(X))
TxtIdMaquinaria.Text = TxtIdMaquinaria.Text + CStr(character)
Next X
```

- **ID. USUARIO.** El dato que esta caja recupera corresponde a la UID de la tarjeta de identificación, este código al ser parametrizado en la base de datos permite conocer la identidad del operario y si esta o no autorizado para el uso de determinada máquina.

```
For X = 10 To 17
    character = Hex(resp(X))
    TxtIdUsuario.Text = TxtIdUsuario.Text + CStr(character)
Next X
```

Este código es recuperado de una cadena mucho más larga que trae información acerca de la terminal lectora de tarjetas, es de ahí de donde proviene esta cadena después de efectuarse una lectura exitosa de la tarjeta.

Con los datos cargados en las cajas de texto este formulario ejecuta tres funciones básicas con la base de datos, la primera es una función llamada **Recuperar_Datos**, consulta las tablas respectivas coteja los datos recibidos y ejecuta la acción de emitir un permiso o negar el acceso. El cuerpo de esta función se indica a continuación.

```
Public Function Recuperar_Datos(Cod_Maq As String, Nro_Pin As String,  
Cod_Tar As String)
```

```
·  
·
```

```
End Function
```

La segunda es un procedimiento llamado **Grabar_Acceso** que permite grabar una tabla en la base de datos donde se registran todos los ítems correspondientes al intento de acceso al uso de la maquinaria sea este exitoso o fallido, este procedimiento es el más importante del sistema puesto que es aquí donde se enfocaban los requerimientos del sistema.

```
Public Sub Grabar_Acceso(Ced As String, Maq As String, Fabricante_Tar As String, Obse As String, Hini As String, Hfin As String, Estado As String)
```

```
.  
.
```

```
End Sub
```

Finalmente el siguiente procedimiento que ejecuta es el denominado **Actualizar_Hora**, por medio de este procedimiento se establece el estado del uso de la maquinaria cerrándolo en el caso de que haya estado en uso.

```
Public Sub Actualizar_Hora(Fabricante_Tar As String)
```

```
.  
.
```

```
End Sub
```

En el siguiente numeral se da una breve descripción de los objetos ADO, que manejan el acceso a datos y que han sido utilizados en funciones, eventos y procedimientos.

Finalmente en este formulario, junto a estas tres cajas de texto se encuentra un frame con etiqueta Reservado que como indica su nombre se no se lo utilizará sino hasta realizar implementaciones adicionales, en la fase dos del proyecto.

3.4.5.10 ActiveX Data Objects

Dado que los datos se manejan de forma dinámica, a continuación se ahondará en la parte de acceso y manejo de datos, que se lo realizó utilizando ADO.

Toda la información que se logra recuperar con esta interfaz, es manejada con el código de programa, principalmente todo lo concerniente con el manejo de la base de datos utilizando la herramienta Visual Studio, específicamente la interfaz de acceso a datos **ADO (ActiveX Data Objects)** la cual es un modelo de objetos que presenta diversas formas de tener acceso a datos, Visual Basic permite controlar por programa la conexión, los generadores de instrucciones y los datos devueltos que se usarán en cualquier aplicación.

Se enuncia a continuación los pasos importantes para poder mantener una conexión con un origen o proveedor de datos, llevarlos a la aplicación e interactuar con ellos y finalmente mantener los registros actualizados.

- **Conexión ODBC.** Una vez elaborada la base de datos necesitamos definir la conexión hacia ella, con el propósito de poder interactuar con los datos en ella almacenados. ODBC es una **API** (Application Programming Interface) se dirige a fuentes de datos SQL y bases heterogéneas.

Par conectarnos a una base de datos debemos realizar los siguientes pasos:

1. Ingresar al panel de control del sistema operativo donde reside la base y entrar en Herramientas Administrativas.
2. Dentro de este ítem se escoge Orígenes de datos (ODBC).
3. Se abre la ventana Administrador de orígenes de datos ODBC, se muestra en la figura 3.51. Se ubica la pestaña DSN de usuario.

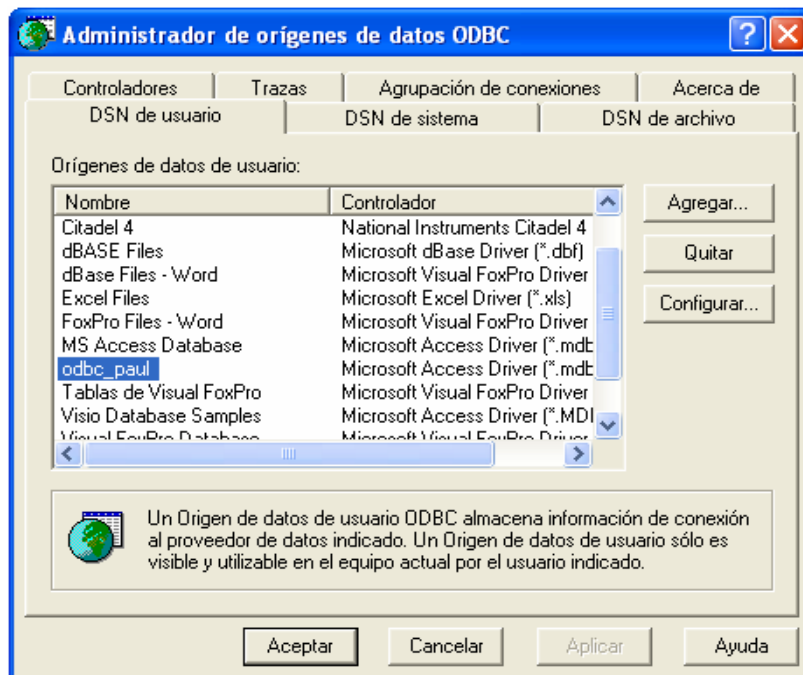


Figura. 3.51. Ventana de Administración ODBC

4. Se busca el driver de acuerdo al prototipo de base de datos construida en este caso MS Access Database, hacer clic en Agregar.

5. Enseguida se abre la ventana configuración de ODBC Microsoft Access, se da nombre al origen de datos, en este caso **odbc_paul**, en el botón Seleccionar ubicamos la base de datos prototipo y aceptamos.

Con este procedimiento se ha definido una conexión con la base de datos y se ha definido además un proveedor de datos.

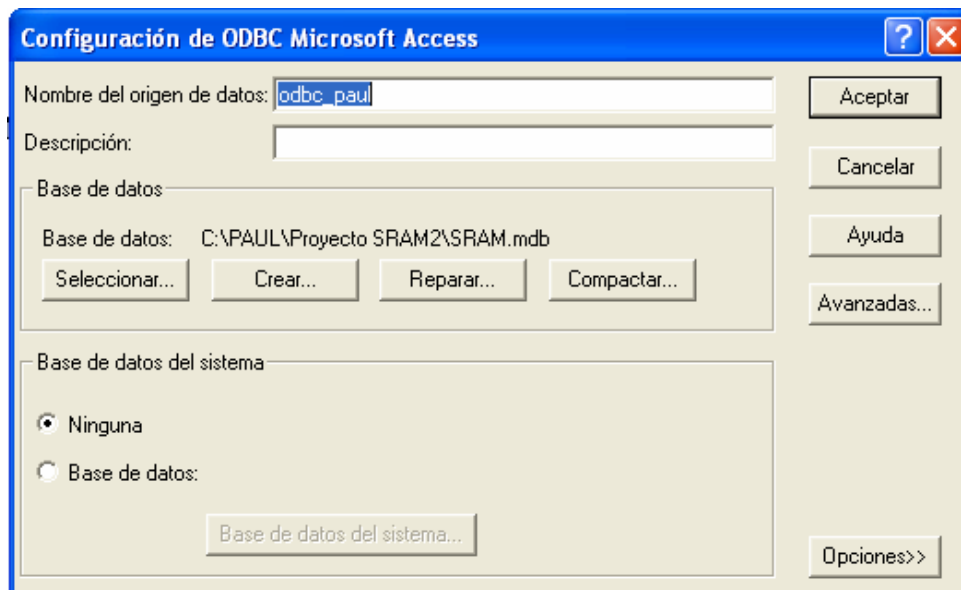


Figura. 3.52. Ventana Configuración de ODBC

- **Instanciación de la Conexión.** Para poder interactuar con los datos en la aplicación es necesario abrir la conexión. Para abrir la conexión se debe en primer lugar crear e instanciar un objeto de ADO, específicamente el objeto Connection, mediante el código mostrado a continuación:

```
Public CN As ADODB.Connection
```

```
Public Sub AbrirSRAM()
```

```
Set CN = New ADODB.Connection
```

```
CN.Open "DSN=odbc_paul"
```

```
End Sub
```

- **Objetos ADO.** Para poder afectar los datos provenientes del proveedor de datos, se usa los objetos ADO, estos deben estar o ser parte de funciones, eventos o

procedimientos dentro de los cuales se afecta la información contenida en la base de datos. Nuevamente se indica que para hacer uso de los objetos debemos instanciar los mismos. A continuación un ejemplo tomado del código del proyecto.

Dim AdoRs **As** **New** ADODB.Recordset

Una vez que se ha instanciado el objeto podemos hacer uso de las propiedades, eventos y métodos propios de ADO.

AdoRs.Open sSql, CN, adOpenKeyset, adLockOptimistic, adCmdUnknown

La anterior línea es un ejemplo de uso del evento **Open** del objeto Recordset.

- **Sentencias SQL.** En este proyecto se han utilizado sentencias SQL conjuntamente con el uso de los objetos ADO, básicamente se realizan operaciones de selección de origen o tablas de datos e intersecciones de campos.

```
sSql = "select * from tusuario where"
```

```
sSql = sSql & " txt_ci = " & "" & Trim(Me.txtCi) & ""
```

Se ha revisado los aspectos fundamentales del diseño del software de la Aplicación, el código de programa completo se lo presenta en el **Anexo 9**, allí se muestra las rutinas y subrutinas para cada formulario así como también el código para el módulo con definiciones globales para la aplicación y el enlace al aplicativo Excel.

CAPITULO IV

PRUEBAS DEL SISTEMA PROTOTIPO

4.1 PROTOCOLO DE INICIO DEL PROTOTIPO

Se cuenta ahora con un prototipo tanto en la parte física como en la parte lógica. El diseño tuvo en cuenta siempre los lineamientos impuestos ya sean de carácter funcional como los de carácter operacional.

Ahora se puede, sobre la base del prototipo obtenido, establecer un protocolo para iniciar el funcionamiento y realizar las respectivas pruebas de funcionamiento del equipo y en general del sistema, el propósito es verificar las salidas del sistema tanto en las interfaces de usuario de la terminal remota así como en la aplicación de computadora del centro de control. Se comienza por enunciar los parámetros en la parte de la terminal remota para posteriormente hacer lo propio con el centro de control y verificar las salidas conjuntas del sistema.

Con el propósito de arrancar la terminal remota se debe seguir o tomar en cuenta los siguientes puntos:

Verificar que las conexiones entre elementos y dispositivos han sido realizadas de acuerdo a los diagramas de circuitos y conexiones.	✓
Se comprueba el voltaje de funcionamiento, para todos los dispositivos excepto los radio módem, se necesita +5 voltios en corriente directa. Las radios se energizan con voltaje variable de +9 voltios a +28 voltios en corriente directa.	✓
Los radio módem poseen dos LED indicadores de Transmisión y Recepción, en el momento de energizarlos se produce un pulso en el LED de Transmisión (reset de la radio).	✓
La interfaz de usuario presenta tres indicadores, dos LED uno de color rojo y otro de color verde permanecen apagados cuando se energiza la interfaz.	✓
El despliegue LCD de la interfaz presenta un mensaje de bienvenida, "BIENVENIDO SRAM", en la primera línea y "ESPERE POR FAVOR" en la segunda línea.	✓

En el centro de control debemos tomar en cuenta los siguientes puntos:

El radio módem del centro de control al igual que el de la terminal remota, se alimenta con voltaje de corriente directa con valores entre +9 voltios y +28voltios.	✓
El radio módem debe ser conectado a la computadora utilizando el puerto RS-232, con un conector tipo DB9, DB15 o DB25 según el que este provisto la computadora.	✓
Verificar que la tasa de transmisión programada en la radio sea la misma o superior a la tasa de transmisión del puerto de la computadora, esto por medio del control MsComm del programa o aplicación a utilizarse.	✓
Correr el programa “Proyecto SRAMx”, la x hace referencia a la versión del programa que se disponga. Aparece la ventana de inicio, ingresar a la ventana principal y comenzar con las operaciones.	✓

4.2 OPERACIÓN Y SALIDAS DEL SISTEMA PROTOTIPO

En esta parte se ejemplarizará el procedimiento de operación del sistema, al mismo tiempo se analizará las salidas del sistema tanto en el lado de la terminal remota como en el lado del centro de control.

Una vez que se ha inicializado el sistema según el protocolo puntualizado en el numeral anterior, se procede a describir el proceso de identificación y registro de uso de la maquinaria. Esta operación es hecha sobre datos que han sido previamente cargados en la base de datos, la configuración de usuarios, tarjetas y maquinarias se probarán después de la operación general.

4.2.1 Proceso General

A continuación se describe el proceso general de uso del sistema y el respectivo registro en el mismo.

1. El Administrador del sistema ingresa desde la ventana principal de SRAM al menú Actividades escoge la opción Sistema en Línea y pulsa el botón **Start/Stop**, aparece en la pantalla un mensaje que anuncia el inicio del programa y se visualiza en la caja de texto el mensaje “EL PUERTO ESTA ABIERTO”.

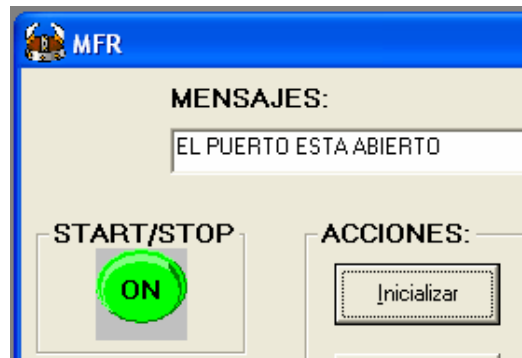


Figura. 4.1. Mensaje de Apertura del Puerto de Comunicación

2. La terminal remota no experimenta ningún cambio del estado de inicialización. Aquí el administrador del sistema pulsa el botón **Inicializar**, el programa envía entonces la señal de inicio a la terminal remota, esta contesta con un código informando que se ha ejecutado el comando. En la terminal remota se ha encendido el LED rojo que indica el estado activo, mientras que en el despliegue LCD aparece ahora el mensaje “PULSE TECLA” primera línea, “INICIAR/TERMINAR” en la segunda línea.

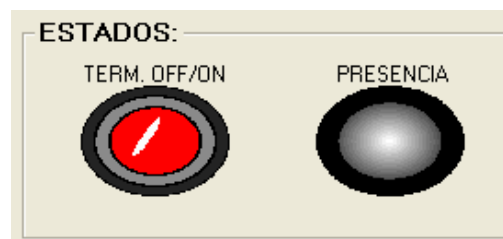


Figura. 4.2. Indicador de Actividad de Terminal Remota

La interfaz gráfica del centro de control detecta el estado activo de la terminal remota y lo presenta por el indicador TERM. OFF/ON en color rojo.

3. Ahora el sistema en general se encuentra listo para monitorear la maquinaria y recibir las peticiones de uso. Así pues, el operador de la máquina se dirige a la misma y efectúa la llamada al sistema central por medio del pulsador **INICIAR/TERMINAR**, se envía la señal al centro de control que identifica la máquina desde la cual se hace el requerimiento, la aplicación captura el código de identificación de la máquina y lo presenta en su respectiva caja de texto ID. Maquinaria.

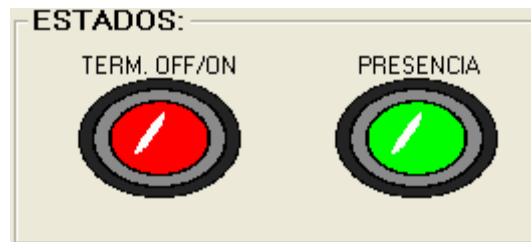


Figura. 4.3. Detección de la llamada al Sistema Central

La presencia del operador con la llamada es detectada por el sistema central con el indicador **PRESENCIA** en color verde.

4. La aplicación responde al terminal enviándole un código que solicita al operador por medio del LCD “**ACERCAR TARJETA**” a la antena de la lectora para identificar al usuario. Apenas la tarjeta es leída el código es transmitido al centro de control y es capturado en la caja de texto Id. Usuario.
5. La aplicación responde nuevamente a la terminal y le envía el código para que por medio del LCD se solicita al operador “**INGRESE: PIN**”, así el operador ingresa el código personal de cuatro dígitos que se ha asociado a su tarjeta de identificación, esto con propósitos de seguridad, una vez se ingresan los cuatro dígitos por medio del teclado se los transmite al centro de control que lo captura en la caja de texto PIN.
6. Con los tres datos recibidos y capturados concernientes a la maquinaria y al operador, el programa ejecuta la lógica con la base de datos almacenada. Coteja los datos y analiza los permisos, en caso de que todos los datos estén ingresados de forma correcta o en concordancia y se tenga el permiso, el sistema anuncia el permiso dado y envía la señal de control a la terminal remota que enciende el LED verde de permiso y se energiza la salida de alimentación de la bobina de arranque.



Figura. 4.4. Emisión de Permiso SRAM

7. La aplicación genera entonces el registro en la tabla **tacceso**, con los datos que identifican al usuario, registra además la hora y fecha de inicio, la máquina que se utiliza, coloca el registro en estado de uso y no asigna hora de finalización del proceso hasta que la salida sea denunciada por parte del operador.
8. Antes de que el operador anuncie el abandono de la maquinaria, el sistema en general hace uso de la característica tomada en cuenta al momento de su diseño y es que la interfaz se diseña sobre un proceso iterativo, es decir ambas partes la terminal remota y la aplicación central resetean sus campos y retornan al estado del numeral 3, desde donde un nuevo proceso o el cierre de un activo se produce.

El proceso descrito en los ocho numerales anteriores corresponde a la prueba realizada del sistema cuando existe un registro coherente en cuanto a identificación y asignación de permiso sobre una determinada maquinaria.

En el caso de que el registro de identificación no se realice exitosamente a causa de datos erróneos ingresados por el usuario o por un intento de transgresión el sistema recuperará los datos de la base existente y los cotejará con los datos recibidos como lo

descrito en el numeral 6 anterior, la diferencia es que no emitirá una señal ni un mensaje de autorización del premissa pero sí lo registrará en la tabla de accesos para posteriormente incluirlo en el reporte.

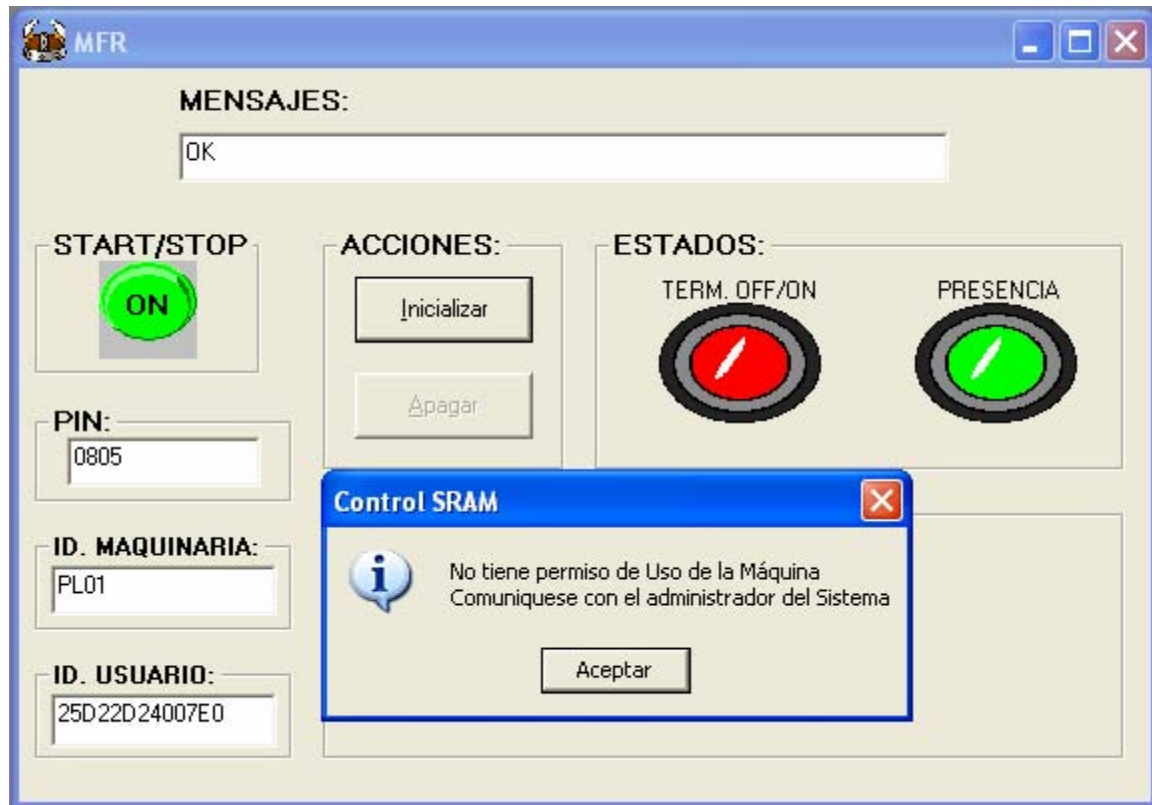
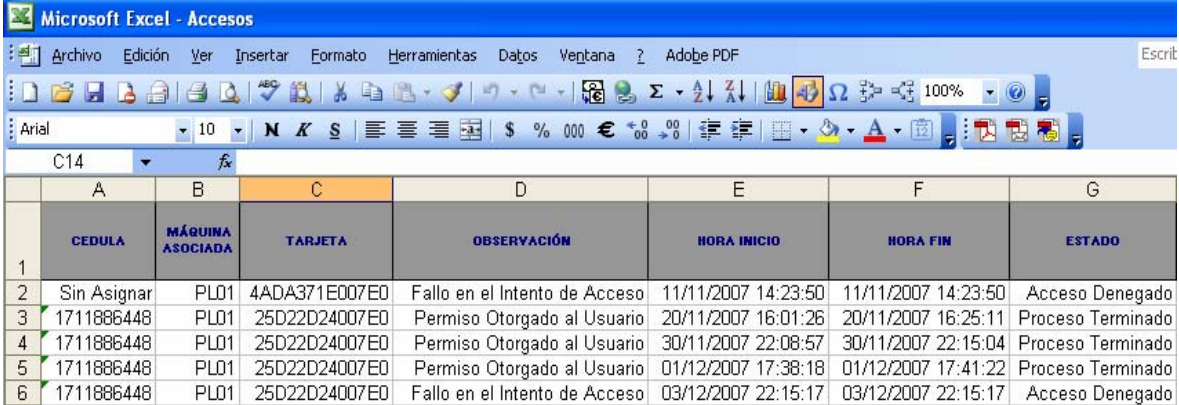


Figura. 4.5. Aviso de Acceso Denegado SRAM

4.2.2 Reportes de Acceso

Otra prueba importante es la generación y el registro del reporte de accesos sean estos exitosos o fallidos, el sistema ha respondido también de buena manera en este aspecto. Los registros tienen la salida en hoja electrónica Excel con encabezados que denotan los campos de registros. A continuación presentamos el reporte de accesos en la figura 4.5.



	A	B	C	D	E	F	G
	CEDULA	MÁQUINA ASOCIADA	TARJETA	OBSERVACIÓN	HORA INICIO	HORA FIN	ESTADO
1	Sin Asignar	PL01	4ADA371E007E0	Fallo en el Intento de Acceso	11/11/2007 14:23:50	11/11/2007 14:23:50	Acceso Denegado
3	1711886448	PL01	25D22D24007E0	Permiso Otorgado al Usuario	20/11/2007 16:01:26	20/11/2007 16:25:11	Proceso Terminado
4	1711886448	PL01	25D22D24007E0	Permiso Otorgado al Usuario	30/11/2007 22:08:57	30/11/2007 22:15:04	Proceso Terminado
5	1711886448	PL01	25D22D24007E0	Permiso Otorgado al Usuario	01/12/2007 17:38:18	01/12/2007 17:41:22	Proceso Terminado
6	1711886448	PL01	25D22D24007E0	Fallo en el Intento de Acceso	03/12/2007 22:15:17	03/12/2007 22:15:17	Acceso Denegado

Figura. 4.6. Reporte de Accesos SRAM

4.3 ALCANCE DE ENLACE RF

Esta prueba se realizó en el entorno físico de la ciudad, en una zona considerada de uso residencial, el centro de control fue adecuado en un domicilio y la terminal remota fue llevada hacia otro domicilio ubicado a 300m del primero. La ubicación del centro de control fue establecida en una tercera planta del inmueble, sobre los 5m de altura. La terminal remota fue ubicada en la planta baja del segundo inmueble, a aproximadamente 1.50m sobre el terreno natural.

Se utilizó las antenas provistas para los radio módem que son Dipolos de $\frac{1}{2}$ Onda, las mismas que son construidas a partir de dos elementos de $\frac{1}{4}$ de Onda. La ganancia que estas proveen un amplio rango de transmisión de manera omni-direccional.



Figura. 4.7. Antenas de $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{2}$ Onda DatraxRF

El enlace se mantuvo, el sistema operó con normalidad bajo condiciones favorables, sin embargo con condiciones adversas, cielo cubierto y presencia de lluvia, el enlace decayó, hubo necesidad de acortar la distancia entre la terminal remota y el centro de control. A la distancia de 275m aproximadamente, es decir 25m menos que en la condición inicial se pudo establecer nuevamente comunicación entre las terminales.

Debido a la necesidad de garantizar la comunicación entre la terminal fija y la móvil es recomendable utilizar en el centro de control una antena de salida de alta ganancia del tipo omni-direccional, para poder cubrir el radio aproximado de 1Km.

4.4 MEDICIONES DE ENERGÍA

Se realizó la medición del consumo de energía en los diferentes componentes que integran el sistema, se utilizó dos multímetros el uno de marca RadioShack y otro marca Fluke para improvisar un wattímetro ambos dispositivos tienen una exactitud especificada por el fabricante de $\pm 0.5\%$ en las mediciones realizadas, además se usó una fuente de tensión regulada y estabilizada con salida de +5 Voltios y +12 Voltios y se obtuvieron los siguientes resultados:

- **Interfaz de Usuario.** Circuito de la terminal remota que comprende LCD, microcontrolador, botón Iniciar/Terminar.

Tensión de alimentación (V)	+5 voltios
Corriente medida (mA)	+14.8 mA ~ +15.2 mA
Potencia Calculada (W)	76 mW

Tabla. 4.1. Mediciones Eléctricas Interfaz de Usuario

- **Lectora/Grabadora Tarjetas.** Tarjeta integrada con salidas para indicadores LED y salida de control. Circuito de Antena

Tensión de alimentación (V)	+5 voltios
Corriente medida (mA)	57.5 mA ~ 93.2 mA
Potencia Calculada (W)	387.7 mW

Tabla. 4.2. Mediciones Eléctricas Lectora/Grabadora Tarjetas

- **Radio Módem.** El radio módem tiene dos estados principales de funcionamiento, el de recepción y el de transmisión, en cada uno de los estados se realizó la medición de los parámetros energéticos.

Tensión de alimentación (V)	+5 voltios
Corriente medida (mA)	49.8 mA Rx / 148.7 mA Tx
Potencia Calculada (W)	249 mW Rx / 743.5 mW Tx

Tabla. 4.3. Mediciones Eléctricas Radio Módems.

Estas han sido las pruebas ensayadas en el sistema comprobándose la funcionalidad del prototipo y la versatilidad del hardware implementado, se puede comprobar el bajo consumo de potencia del sistema global que en conjunto y en condiciones exigentes apenas rebasa el 1 Watt, todos los componentes tienen estados de bajo consumo que reducen la necesidad de energía mientras el sistema se encuentra en modo de espera, esta característica lo hace muy atractivo para el uso.

CAPITULO V

CARACTERÍSTICAS DEL PROTOTIPO CONSTRUIDO

5.1 CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS

En esta sección se enuncia de manera resumida y conjunta las características y especificaciones del prototipo diseñado.

Antes de continuar con el resumen se presenta el diagrama de bloques del sistema remoto con el propósito de poder identificar los elementos que forman parte de él. Estos bloques en conjunto forman una unidad con características heredadas de cada uno de sus componentes y que ahora son propias del sistema implementado.

DIAGRAMA DE BLOQUES TERMINAL REMOTA

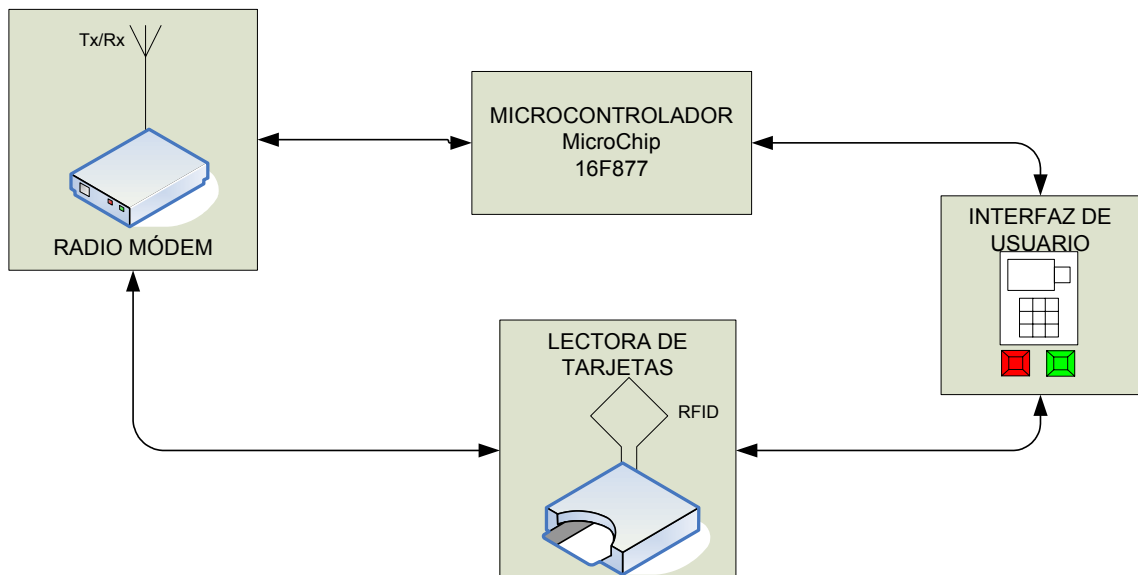


Figura. 5.1 Bloques de la Terminal Remota

La tabla 5.1 muestra las principales características que el sistema es capaz de soportar.

CARACTERÍSTICA	OBSERVACIONES
Usuarios	Puede soportar cualquier número de usuarios, en función de las terminales remotas implementadas.
Número de terminales remotas	Se pueden implementar el número de terminales remotas que se deseen, gracias a la característica de Networking de los radio módems.
Capacidad de transacciones	Implementadas el registro de inicio y permiso, así como el registro de abandono de la maquinaria. Puede extenderse a más registros dependiendo de la instrumentación dotada en la maquinaria. Procesamiento de transacciones no simultánea.
Número de registros base de datos	Soporta registros para cada transacción dependientes del número de usuarios registrados en el sistema.
Escalabilidad de hardware	El microcontrolador central puede fácilmente ser remplazado por un autómata programable PLC para realizar mediciones y control avanzado.
Reporte de registros	Despliegue de históricos sobre la totalidad de registros de transacciones efectuadas. No selectivo.
Software	Programa ejecutable, desarrollado en Visual Basic, de tipo GUI o interfaz gráfica de usuario, basado en despliegues por ventanas y formularios.
Sistema Comunicación	Tipo inalámbrico móvil por medio de radio módem FHSS, con puertos de integración seriales RS-232.
Capacidad de Almacenamiento	No implementado en las terminales remotas. La capacidad de memoria y almacenamiento del sistema central depende de la PC a utilizarse en el mismo.

Tabla. 5.1. Características Generales de SRAM

La tabla 5.2 a continuación muestra en resumen las características y especificaciones por secciones, que componen la terminal remota:

SECCIONES	DESCRIPCIÓN
Sección Interfaz Usuario	
Ingreso de datos	Teclado matricial 4x4, hexadecimal.
Despliegue mensajes	Pantalla LCD 44780, 2 líneas x 16 caracteres
UART	Interfaz RS-232, 3 hilos bornera Tx, Rx y Gnd.
Contraste despliegue	2 potenciómetros 10 K Ω , contraste e iluminac.
Interfaz serial datos	Asíncrona niveles TTL, 2400 a 57600 bps
Manejador de línea	MAX233
Indicadores estado	2 LED, rojo y verde, activo y salida energizada
Salida de control	Optoaclopada, salida a relé
Alimentación	+5 Voltios CD
Microcontrolador	
Serie	RISC 16F877A Microchip
Número de puertos	5 puertos A, B, C, D y E análogos y digitales.
Puerto de Comunicaciones	USART, SSP, PSP e I ² C
Tasa de baudios	Configurable desde 2400 hasta 57600
Frecuencia oscilador	Cristal 4MHz
Memoria de Programa	8 K de palabras de 14 bits
Memoria de Datos	368 bytes
Memoria EEPROM	256 bytes
Alimentación	+2.0 Voltios a +5.5 Voltios CD
RFID Lectora/Grabadora	
Formatos soportados RF	ISO 15693, 14443 A/B, Tag-It
Frecuencia de Operación	Configurable 13.56 MHz, 134.4 KHz
Interfaz de usuario	3 Salidas TTL, de propósito general.
Interfaz de Comunicación	USART, hasta 38.4 Kbps
Impedancia de Antena	50 Ohms @ 13.56 MHz
Potencia de transmission	200 mW
Alimentación	+5 \pm 0.25 Voltios CD
Transmisión/Recepción RF	
Tipo	Módem RF FHSS, 900 MHz
Capacidad de canal	Saltos por 25 canales, 7 secuencias de salto
Interfaz de datos	UART, niveles TTL
Potencia de transmission	100 mW
Sensibilidad de Recepción	-110 dBm
Rango de Operación	330m antena baja ganancia
Rechazo de Interferencia	70 dB frecuencias telefonía celular
Conector Antena	MMCX hembra o polaridad inversa SMA macho
Antena	¼ y ½ de Onda monopolo y dipolo flexible
Alimentación	+5 \pm 0.25 Voltios CD

Tabla. 5.2. Especificaciones y Características Terminal Remota SRAM

5.1.1 Prestaciones del Sistema

Analizando las salidas del sistema, se puede enunciar las prestaciones que la implementación del mismo será capaz de dotar:

- Administrar los recursos tanto físicos como humanos, gracias a los módulos de gestión provistos para el efecto.
- El gobierno de los recursos se centraliza por medio de este sistema, asignando a un solo administrador la capacidad de otorgar permisos de operación de la maquinaria.
- Registro automático de hora de inicio y finalización de uso de la maquinaria.
- Uso racional de la maquinaria, no de manera indiscriminada.
- Aportar con información para analizar los tiempos muertos en las operaciones de servicios.
- Apoyar con datos para la proyección de planes de mantenimiento de maquinaria en función de las horas de trabajo.
- Permitirá pasar a una segunda fase de instrumentación de la maquinaria y obtener registros de parámetros medidos en la misma, por medio de sensores y medidores.

5.2 PRESUPUESTO

Es importante elaborar un presupuesto del prototipo a ejecutarse, el mismo que ha tomado en cuenta el diseño e implementación del hardware, desarrollo del software, pruebas y puesta en marcha del sistema.

5.2.1 Presupuesto del hardware

Se toma en cuenta todo el hardware de una terminal remota y el terminal de comunicaciones inalámbricas del centro de control. No se ha presupuestado la terminal de computadora, puesto que puede ser dotada por el cliente.

ITEM	Cantidad	P.Unitario	VALOR
Elementos Pasivos			
Resistencias 330 Ω 1/4W	6	0.03	\$ 0.20
Resistencias 220 Ω 1/4W	4	0.03	\$ 0.13
Resistencias 10 K Ω 1/4W	3	0.03	\$ 0.10
Resistencias 1 K Ω 1/4W	1	0.03	\$ 0.03
Potenciómetro 10 K Ω	2	0.90	\$ 1.79
Capacitor 1 μ F 63Voltios	6	0.11	\$ 0.67

ITEM	Cantidad	P.Unitario	VALOR
Capacitor variable 10 μ F a 70 μ F 50 V	2	0.67	\$ 1.34
Capacitor 22 μ F 63Voltios	8	0.11	\$ 0.90
LEDs colores rojo y verde	2	0.06	\$ 0.11
LEDs alto brillo rojo	4	0.22	\$ 0.90
Diodo rectificador IN4002	1	0.11	\$ 0.11
Cristal Resonador 4 MHz	1	1.34	\$ 1.34
	Subtotal		\$ 7.64
Circuitos Integrados			
Optotransistor integrado ECG 3041	3	1.34	\$ 4.03
Manejador de línea MAX233	1	4.03	\$ 4.03
Manejador de línea MAX232	2	4.59	\$ 9.18
PIC 16F877A Microchip	1	8.96	\$ 8.96
Display LCD con backlight 16 x 2 líneas	1	16.80	\$ 16.80
Regulador 7805	4	1.14	\$ 4.57
Compuerta AND triple 4068	2	1.23	\$ 2.46
	Subtotal		\$ 50.04
Módulos Integrados			
Lectora tarjetas RFID S4100	1	104.38	\$ 104.38
Datrax RF 900 MHz	2	126.69	\$ 253.39
Tarjeta RFID ISO 5693	10	5.71	\$ 57.12
Kit Antena de alta ganancia Omni.	1	320.54	\$ 320.54
	Subtotal		\$ 735.44
Otros			
Bornera para placa 8 pines con conector	2	4.14	\$ 8.29
Bornera para placa triple	2	1.79	\$ 3.58
Bornera para placa doble	1	1.46	\$ 1.46
Pulsador para placa N.abierto	1	0.17	\$ 0.17
Bornera tipo espadin 8 pines para placa	1	1.01	\$ 1.01
Bornera tipo espadin 2 pines para placa	1	0.28	\$ 0.28
Regleta de espadines 24 pines	2	0.99	\$ 1.97
Jack RJ11	2	1.86	\$ 3.72
Zócalo para integrado 14 pines	4	0.22	\$ 0.90
Zócalo para integrado 16 pines	2	0.22	\$ 0.45
Zócalo para integrado 20 pines	1	0.28	\$ 0.28
Zócalo para integrado 40 pines	1	1.23	\$ 1.23
Placa impresa fibra 2 lados Datrax	2	50.40	\$ 100.80
Placa impresa baquelita 1 lado antena RFID	1	4.48	\$ 4.48
Placa impresa 1 lado baquelita Interfaz usuario	1	78.40	\$ 78.40
	Subtotal		\$ 207.01
SUBTOTAL HARDWARE			\$ 1,000.13

Tabla. 5.3. Presupuesto del Hardware SRAM

5.2.2 Presupuesto de Diseños, Software y Puesta en Marcha

Aquí se considera los diseños de hardware, desarrollo del software, pruebas y puesta en marcha del sistema.

ITEM	Cantidad	P.Unitario	VALOR
Implementación y Diseño del Hardware	1	1100.00	\$ 1,232.00
Desarrollo del Software	1	1300.00	\$ 1,456.00
Pruebas del Sistema y puesta en marcha	1	500.00	\$ 560.00
SUBTOTAL SOFTWARE Y PRUEBAS			\$ 3,248.00

Tabla. 5.4. Presupuesto de Diseños, Software y Puesta en Marcha SRAM

5.2.3 Presupuesto del Proyecto

El presupuesto total asciende al valor de \$ **4,248.13**, se recalca que incluye la implementación de una terminal remota, el software de administración y la terminal de comunicaciones inalámbricas del centro de control.

El precio por cada terminal remota adicional incluido un juego de 10 tarjetas de identificación es de \$ **491.89**.

El Anexo 10 contiene el presupuesto general del proyecto.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Obtenido el software de Administración de Maquinaria, diseñado e implementado el prototipo de la terminal remota y realizadas las pruebas en las que se comprobó la funcionalidad y operabilidad del sistema planteado, mismo que ha logrado la consecución y apego de los objetivos del presente proyecto y recogiendo además las experiencias presentadas durante el proceso de desarrollo del sistema se han permitido establecer las siguientes conclusiones y recomendaciones:

1. La Arquitectura de Acceso a Datos disponible en estos momentos es una importante herramienta que dota de muchas funcionalidades a las aplicaciones desarrolladas bajo el modelo Cliente-Servidor. En el caso de este proyecto se ha hecho uso de las interfaces de manejo y acceso a datos que interrelacionan las diferentes capas en las cuales transita la información, así se tiene ADO, OLE DB y ODBC, que han reducido de manera significativa el código utilizado en los programas aplicativos de manejo de bases de datos.
2. Las tecnologías de identificación por radio frecuencia (RFID), presentan hoy en día una ventaja y fortaleza sobre los otros sistemas de identificación, la cual reside en la flexibilidad y facilidad de desarrollar aplicaciones con ellas, sin necesidad de tener que acceder a complicados protocolos de comunicación o transferencia de datos. Estas tecnologías dejan en manos del usuario el implementar mecanismos de seguridad basados en la necesidad y el entorno mismo de la aplicación.
3. Los sistemas de comunicación basados en radio enlaces, siguen hoy en día manteniéndose como los predominantes para aplicaciones de campo o móviles. La tecnología de modulación en espectro ensanchado permite además la utilización de bandas de frecuencias que no necesitan licencias para operación y por lo tanto

- reducen los gastos operativos en los sistemas que la utilizan, es el caso de este proyecto.
4. El prototipo de la terminal remota obtenido ofrece gran flexibilidad y escalabilidad, dado que se han integrado varias tecnologías en un solo dispositivo, de tal forma que cualquier componente puede ser sustituido por otro de mejores características o prestaciones, el único requisito para ello sería la compatibilidad entre el tipo de interfaces de comunicaciones que ellos presenten.
 5. Un limitante para los diseños de circuitos y hardware en general siempre ha sido el consumo de energía. En el caso de este proyecto debido al uso de tecnologías integradas y gracias al avance de los circuitos integrados que se utilizaron, se concluye que estos permitieron obtener un modelo con bajo consumo de energía debido a que los componentes del mismo tienen modos de consumo mínimo y también a causa de la naturaleza de los eventos del sistema que no son continuos sino ocasionales.
 6. El presente proyecto y el software de aplicación procesa de manera automática la información detectada a través de eventos, de lo observado en las salidas de la aplicación se concluye que, el uso de mecanismos automáticos para recuperar, procesar, registrar y almacenar datos por medio de computadoras, convierte al manejo de datos y en general de información, en un proceso altamente eficaz, dejando de lado la intervención del hombre para los registros manuales de transacciones. Es obvio que el éxito de los procesos automáticos radica en la capacidad de diseñarlos y depurarlos de manera efectiva para posteriormente considerarlos confiables.
 7. Las salidas o registros de datos generados por el sistema, aportarán importante información acerca del uso racional de maquinaria, y que podrá establecer el fundamento para realizar proyecciones sobre tiempos de uso, tiempos muertos, eficacia de uso e implementar planes de mantenimiento de maquinaria en función del registro de horas de funcionamiento.
 8. Corolario de los datos que aportará el sistema, se encuentra la planificación e implementación de nuevos y mejores procedimientos en las operaciones de servicio, el recurso humano se verá envuelto en un esquema medido y controlado de uso de la maquinaria.
 9. Se recomienda que antes de comenzar o pretender utilizar las herramientas computacionales para el manejo de datos y su acceso a estos, primero se debe

fundamentarse en conocimientos de estructuras de organización de información, es decir el conocimiento de Bases de Datos.

10. Se recomienda que cualquier centro de control o centro emisor y receptor de datos que utilice Radio Frecuencia, garantice el enlace a las terminales con las que intercambia información, esto se lograría utilizando antenas de alta ganancia con un área de cobertura que garantice la comunicación.
11. Como en todo sistema electrónico se recomienda el uso de alimentación de acuerdo a los parámetros y características señaladas en las hojas técnicas del equipo, por lo general deben ser del valor especificado y de tipo regulada y estabilizada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- RANKL, Wolfgang, EFFING, Wolfgang, **Smart Card Handbook**, III Edición, John Wiley & Sons, 2002 Inglaterra, 1123 páginas.
- RAMIREZ, Felipe, **Visual Basic 2005**, I Edición, Pearson Educación, 2007 México, 648 páginas.
- WILLIAMS, Charles, **Professional Visual Basic 6 Databases**, I Edición, Wrox Press Ltd., 1999 USA, 840 páginas.
- BLASINGER, Frank, SCHLEICHER, Manfred, **Digital Interfaces and Bus Systems for Communication**, III Edición, Marzo 2001 Alemania, 155 páginas.
- KEY TELEMETERING, **DatraxRF Radio Modem**, Octubre 2004 USA, 45 páginas.
- SEDANO, Iñigo, **Artículo de GPRS**, I Edición, Universidad de Deusto – Telefónica España, Junio 2003 España, 30 páginas.
- TEXAS INSTRUMENTS, **S4100 Base Application Protocol Reference Guide**, I Edición, Octubre 2003 USA, 44 páginas.
- TEXAS INSTRUMENTS, **S4100 ISO 15693 Library Referente Guide**, II Edición, Julio 2004 USA, 54 páginas.
- TEXAS INSTRUMENTS, **HF Antenna Cookbook**, II Edición, Enero 2004 USA, 25 páginas.
- www.wapforum.org, Definiciones de WAP.
- www.pc-news.com, Definiciones GSM, GPRS, SMS

ANEXOS

ANEXO 1

ESPECIFICACIONES DE TARJETA DE PROXIMIDAD

ANEXO 2

ESPECIFICACIONES DE S4100 MULTI-FUNCTION READER

ANEXO 3

LAYOUT DE CONEXIONES Y PERIFERICOS DE MFR

ANEXO 4

ESPECIFICACIONES DE LCD

ANEXO 5

ESPECIFICACIONES DE PIC 16F877A

ANEXO 6

LAYOUT DE INTERFAZ DE USUARIO

ANEXO 7

CÓDIGO DE PROGRAMA MICROCONTROLADOR

ANEXO 8

ESPECIFICACIONES, COMANDOS Y LAYOUT DATRAXRF

ANEXO 9

CÓDIGO DE PROGRAMA SRAM

ANEXO 10

PRESUPUESTO DE PROYECTO

INDICE DE FIGURAS

Figura. 1.1. Maquinaria de Servicios en Operación	2
Figura. 2.1. Esquema General del Sistema	7
Figura. 2.2. Esquema del Sistema Requerido	9
Figura. 2.3. Tarjeta de Banda Magnética	12
Figura. 2.4. Arquitectura de Tarjetas con Chip	13
Figura. 2.5. Arquitectura de la Tarjeta de Proximidad	13
Figura. 2.6. Arquitectura de la Tarjeta de Memoria con Contactos	14
Figura. 2.7. Arquitectura de la Tarjeta de Memoria sin Contactos	15
Figura. 2.8. Interconexión en WAP	16
Figura. 2.9. Interfaces de la Arquitectura de Red	18
Figura. 2.10. Comparación Espectral entre dos Señales Moduladas	19
Figura. 3.1. Transacciones entre la Tarjeta y la Lectora	23
Figura. 3.2. Componentes Electrónicos Internos	24
Figura. 3.3. Acople inductivo para dotar de energía a la tarjeta	24
Figura. 3.4. Producto de la modulación de carga utilizando una subportadora fsc	25
Figura. 3.5. La Transacción Inicial de Datos	26
Figura. 3.6. Modelo OSI de Comunicación entre Tarjeta y Lectora	27
Figura. 3.7. Estructura de un Carácter	27
Figura. 3.8. Establecimiento de Comunicaciones	28
Figura. 3.9. Estructura de Comandos	29
Figura. 3.10. Arquitectura Típica de una Terminal de Tarjetas	30
Figura. 3.11. Estructura de Protocolo de Comandos	32
Figura. 3.12. Diagrama de la MFR	36
Figura. 3.13. Localización de Conectores MFR	37
Figura. 3.14. Conexión Principal y Circuitos Periféricos de la Lectora MFR	38
Figura. 3.15. Conexión de la Antena y Detalle del Circuito	39
Figura. 3.16. Antena Construida	39
Figura. 3.17. LCD 16 x 2 líneas	40
Figura. 3.18. Teclado Matricial	41
Figura. 3.19. Diagrama de Interfaz de Usuario	42
Figura. 3.20. Diagrama de Flujo de Programa PIC	45
Figura. 3.21. Diagrama de Bloques DatraxRF	47
Figura. 3.22. Paquete de Dato	48

Figura. 3.23. Modos de Operación del DatraxRF	49
Figura. 3.24. Jerarquía de Networking DatraxRF	51
Figura. 3.25. Modelo Cliente-Servidor	54
Figura. 3.26. Modelo Cliente-Servidor	55
Figura. 3.27. Arquitectura ODBC	59
Figura. 3.28. Modelo de los Objetos ADO	60
Figura. 3.29. Acceso a Datos con ADO	60
Figura. 3.30. Tabla de Usuario SRAM, Definición y Modo Edición	63
Figura. 3.31. Tabla de Tarjeta SRAM, Definición y Modo Edición	63
Figura. 3.32. Tabla de Maquinaria SRAM, Definición y Modo Edición	64
Figura. 3.33. Asignación de Clave Primaria al campo txt_ci	64
Figura. 3.34. Asignación de Clave Primaria al campo txt_pin	65
Figura. 3.35. Asignación de Clave Primaria al campo cod_maq	65
Figura. 3.36. Relaciones de la Base SRAM	66
Figura. 3.37. Formulario de Inicio SRAM	68
Figura. 3.38. Ventana Principal SRAM	69
Figura. 3.39. Menú Actividades SRAM	69
Figura. 3.40. Menú Listas SRAM	70
Figura. 3.41. Menú Ventana SRAM	70
Figura. 3.42. Menú Ayuda SRAM	70
Figura. 3.43. Ventana de Gestión de Usuarios SRAM	71
Figura. 3.44. Ventana de Gestión de Tarjetas SRAM	77
Figura. 3.45. Ventana de Asignación de Maquinaria SRAM	78
Figura. 3.46. Ventana Gestión de Maquinaria SRAM	79
Figura. 3.47. Salida de Reporte Usuarios a Excel	79
Figura. 3.48. Salida de Reporte de Maquinaria a Excel	81
Figura. 3.49. Salida de Reporte de Tarjetas a Excel	81
Figura. 3.50. Panel de Monitoreo de Terminal Remota SRAM	82
Figura. 3.51. Ventana de Administración ODBC	87
Figura. 3.52. Ventana Configuración de ODBC	88
Figura. 4.1. Mensaje de Apertura del Puerto de Comunicación	92
Figura. 4.2. Indicador de Actividad de Terminal Remota	92
Figura. 4.3. Detección de la llamada al Sistema Central	93
Figura. 4.4. Emisión de Permiso SRAM	94
Figura. 4.5. Aviso de Acceso Denegado SRAM	95
Figura. 4.6. Reporte de Accesos SRAM	96
Figura. 4.7. Antenas de ¼ y ½ Onda DatraxRF	96
Figura. 5.1 Bloques de la Terminal Remota	99

INDICE DE TABLAS

Tabla. 1.1. Resumen de Maquinaria y Servicios	3
Tabla. 3.1. Estándares de Tarjetas sin contactos	26
Tabla. 3.2. Elementos de una trama ATR	28
Tabla. 3.3. Comandos de la Aplicación Base del MFR	33
Tabla. 3.4. Request Packet para comando 41h	34
Tabla. 3.5. Response Packet del comando 41h	35
Tabla. 3.6. Request Packet para comando 43h.	35
Tabla. 3.7. Conector J8 de placa de Lectora/Grabadora	37
Tabla. 3.8. Asignaciones de Pines del PIC16F877A	41
Tabla. 3.9. Código de Subrutina para Teclado	43
Tabla. 3.10. Definiciones para LCD	44
Tabla. 3.11. Comandos de LCDOUT	44
Tabla. 3.12. Modos de transmisión de datos	48
Tabla. 3.13. Generación de Paquetes de Datos	50
Tabla. 3.14. Estructura de Comandos AT	50
Tabla. 3.15. Ejemplo de Comandos AT	51
Tabla. 3.16. Información a manejarse en S.R.A.M.	62
Tabla. 3.17. Códigos UID tarjetas RF	66
Tabla. 4.1. Mediciones Eléctricas Interfaz de Usuario	97
Tabla. 4.2. Mediciones Eléctricas Lectora/Grabadora Tarjetas	97
Tabla. 4.3. Mediciones Eléctricas Radio Módems	98
Tabla. 5.1. Características Generales de SRAM	100
Tabla. 5.2. Especificaciones y Características Terminal Remota SRAM	101
Tabla. 5.3. Presupuesto del Hardware SRAM	102
Tabla. 5.4. Presupuesto de Diseños, Software y Puesta en Marcha SRAM	104

GLOSARIO

ADO.- Activex Data Objects, es una capa de código para el nivel de aplicación, que maneja objetos para acceder a datos desde OLE DB.

AFE.- Analog Front Ends, produce las señales de transmisión RF necesarias para cada tecnología de tarjetas electrónicas de proximidad, manejadas por el microcontrolador del módulo de lectura.

AFI.- Application Family Identifier, es un código recuperado desde una tarjeta electrónica el cual indica el tipo de aplicación en el que puede usarse.

APDU.- Application Protocol Data Units, son las tramas o paquetes unitarios de datos con los cuales mantienen comunicación la tarjeta electrónica y su respectiva lectora.

API.- Acrónimo de Application Programming Interface, constituyen un conjunto de definiciones que permiten a un programa comunicarse con otro.

ATR.- Answer to Reset, comando protocolario en respuesta a la inicialización de la comunicación con una tarjeta electrónica.

BCC.- Block Check Characters, bloque que contiene los bits de comprobación de redundancia cíclica.

COM.- Es acrónimo de Component Object Model, es un estándar de Microsoft para la interacción con objetos y provee un mecanismo por el cual tales objetos pueden comunicarse sin importar que lenguaje es utilizado para crear los componentes.

Database.- O Base de Datos, es una colección de información o datos ordenados en campos y registros.

DatraxRF.- Nombre del módem de radio frecuencia utilizado para las comunicaciones inalámbricas.

FHSS.- Frequency Hopping Spread Spectrum, método empleado por el DatraxRF que comprende en transmitir datos sobre canales diferentes en una secuencia de salto específica conocida por el transmisor y el receptor.

GPRS.- Es el acrónimo de General Packet Radio Service, es una evolución de GSM y permite a los usuarios móviles enviar y recibir información en forma de paquetes.

GSM.- Acrónimo de Global System for Mobile Communications, sistema de comunicación móvil que se basa principalmente en tecnología TDMA.

GUI.- Es acrónimo de Graphical User Interface, se refiere a todas las interfaces de usuario que pueden ser incluidas por lo general en una aplicación de computadora.

LCD.- Liquid Cristal Display, acrónimo que referencia al despliegue de cristal líquido.

MFR.- Multi-Function Reader, iniciales de la lectora/grabadora de tarjetas de proximidad.

OCF.- Open Card Frame, organización que normaliza el desarrollo de tecnologías basadas en tarjetas electrónicas.

ODBC.- Open DataBase Connectivity, se constituye en el estándar para el acceso a datos entre una multitud de aplicaciones y terminales de orígenes de datos.

OLE DB.- Object Linking and Embedding Data Bases, utiliza COM para comunicarse entre aplicaciones, permitiendo a los usuarios enlazar o incluir partes de una aplicación de datos y desplegarlas en otra.

OSI.- Open Systems Interconnection, es un modelo por capas que define los tipos de conexión y comunicación entre sistemas o dispositivos.

PC/SC.- Personal Computer / Smart Card, organización que normaliza la interconectividad entre sistemas basados en tarjetas electrónicas y una computadora personal, con el propósito de diseñar aplicaciones para las mismas.

RFID.- Radio Frequency Identification Devices, siglas de los dispositivos de identificación por radio frecuencia.

SRAM.- Iniciales de Sistema Remoto de Administración de Maquinaria, hace referencia al software diseñado para administrar maquinaria.

TDMA.- Time Division Multiple Access, tecnología de acceso al medio por parte de usuarios de una red de telecomunicaciones, mediante un “slot” de tiempo.

UART.- Universal Asynchronous Receiver-Transmitter, iniciales de referencia a los puertos seriales de comunicación de los dispositivos electrónicos.

UID.- Unique Identification, número grabado por el fabricante de algún dispositivo electrónico, identifica a tal dispositivo como único y no se puede repetir.

WAP.- Wireless Application Protocol, estándar de telecomunicaciones cuyo objetivo es brindar servicios de valor agregado como parte de la telefonía móvil.

HOJA DE ENTREGA

Este proyecto de grado fue entregado al Departamento de Eléctrica y Electrónica y reposa en la Escuela Politécnica del Ejército desde:

Sangolquí, a _____ del 2008

Paul Guamán Pijal

AUTOR

Ing. Víctor Proaño

**COORDINADOR DE CARRERA DE INGENIERÍA
EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL**