



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**ARQUITECTURA Y FUNCIONAMIENTO GENERAL DE UN
SISTEMA DE REGISTRO VEHICULAR (SRV)**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

RODOLFO CRUZ VILLANUEVA

ASESOR: ING. JORGE BUENDIA GOMEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

2002

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Arquitectura y funcionamiento general de un sistema de registro vehicular (SRV)".

que presenta el pasante: Rodolfo Cruz Villanueva

con número de cuenta: 8831008-0 para obtener el título de :
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 24 de julio de 2002

PRESIDENTE Ing. Juan Rafael Garibay Bermúdez

VOCAL Ing. Nicolás Calva Tapia

SECRETARIO Ing. Jorge Buendía Gómez

PRIMER SUPLENTE Ing. Blanca Gisela de la Peña Valencia

SEGUNDO SUPLENTE Ing. Fernando Patlán Cardoso

Dedicatorias.

A Dios.

Ese ser todopoderoso que guía el universo.

A mi madre.

Florentina Villanueva. Por ese apoyo incondicional que siempre me has brindado. Te quiero.

A mi padre.

Rodolfo Cruz A. Gracias por tus enseñanzas y por permitirme alcanzar esta meta.

A mi esposa.

Erika. Gracias por aceptar ser mi compañera.

A mi hijo.

Ulises. Eres mi orgullo y motivo de superación.

A mis hermanos con cariño.

Alfonso, Susana, René, Eduardo, Roberto.

A todos los que forman parte de mi familia.

Dedicatorias.

A mi amigo.

Antonio Escobedo. Gracias por creer en mí.

A mis amigos y compañeros de estudios, no son todos, pero sí los que más recuerdo: Rafael Romero, Raymundo Morales, Guillermo Rojas, Hugo Galván, Marco Antonio Gómez, Víctor Miranda, Juan Tapia, Miguel Carmona.

A la UNAM, por su labor académica.

A la FESC, por todas sus enseñanzas.

Al Ing. Jorge Buendía por su gran colaboración en mi formación profesional y apoyo en la realización de esta tesis.

A todos aquellos profesores y personas que con su cotidiano laborar contribuyeron en mi formación profesional, muchas gracias.

ÍNDICE

	Pag.
OBJETIVO	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.	
1.0.Arquitectura general de un sistema de registro vehicular.	5
1.1.Arquitectura de hardware.	6
1.2.Arquitectura de software.	13
1.2.1 Subsistema de carril.	15
1.2.1.1 Apertura de sesiones de cobro.	15
1.2.1.2 Cierre de sesiones de cobro.	16
1.2.1.3 Cobro manual de peaje.	16
1.2.1.4 Cobro automático de peaje	17
1.2.1.5 Preclasificación automática de vehículos.	17
1.2.1.6 Postclasificación automática de vehículos.	18
1.2.1.7 Control automático de la señalización.	18
1.2.1.8 Diagnóstico de fallas en línea	18
1.2.1.9 Diagnóstico de fallas fuera de línea.	18
1.2.1.10 Conteo de operaciones y tiempo de uso.	19
1.2.2 Subsistema de detección.	20
1.2.3 Subsistema de comunicaciones.	20
1.2.4 Subsistema de vídeo.	21
1.2.5 Subsistema de administración de bases de datos.	22
1.2.6 Subsistema de supervisión.	22
1.2.7 Subsistema de liquidación	22
1.2.8 Subsistema de auditoría.	22
1.2.9 Estadístico de caseta.	23
1.2.10 Estadístico de autopista.	23
1.2.11 Subsistema de configuración.	23
1.2.12 Subsistema de mantenimiento.	23

1.3.Relación hardware-software	23
--------------------------------	----

CAPITULO II.

2.0 Elementos que componen un sistema de registro vehicular.	27
2.1 Modulo de detección.	28
2.1.1 Contador de Ejes.	29
2.1.1.1 Tarjeta de entradas/salidas.	29
2.1.1.2 Detector de presencia metálica.	32
2.1.1.3 Dispositivos de detección.	41
2.1.1.4 Software Contador de Ejes.	43
2.1.2 Barreras de paso.	47
2.2 Modulo de carril.	50
2.2.1 Modulo de atención a periféricos.	53
2.2.1.1 Teclado.	53
2.2.1.2 Tarjetas inteligentes.	55
2.2.1.3 Indicadores visuales.	60
2.2.1.4 Impresoras de carril.	63
2.2.2 Operación de la consola.	63
2.3 Modulo de comunicaciones	71
2.3.1 Concentrador.	73
2.4 Control de vídeo.	77
2.5 Bases de datos.	79
2.6 Modulo de liquidación.	79
2.7 Modulo de supervisión.	80
2.8 Modulo de auditoría.	80
2.9 Modulo de estadísticas	80
2.10 Modulo de tarjetas	81
2.11 Modulo de configuración.	81
2.12 Mantenimiento.	82

CAPITULO III

3.0.Principio general de funcionamiento de un sistema de registro vehicular.	84
3.1.Sistema postclasificador.	84
3.2.Sistema preclasificador.	88
Conclusiones.	92
Bibliografía.	94

OBJETIVO.

Explicar el funcionamiento general de un Sistema de Registro Vehicular (SRV), definiendo diferentes formas para llevar el control de este, desde su arquitectura de funcionamiento general y su interacción con diferentes subsistemas como caseta, concentrador, comunicaciones, video, carriles automáticos, barreras de entrada y salida, indicadores de tarifas y semáforos de paso, etc.

INTRODUCCIÓN.

Hace 20 años en las casetas de cobro de las autopistas, el cobro de peaje se realizaba mediante el uso de boletos con cantidades ya establecidas, en la cual el cobrador observaba el vehículo, realizaba el cobro y entregaba el comprobante de pago respectivo.

En aquel tiempo únicamente se tenía un control de la cantidad de unidades que pasaban por turnos en función de los boletos entregados por el operador de la caseta, así mismo los controles que activaban los semáforos, indicadores digitales y barreras, estaban bajo el control del operador de la caseta.

Como sabemos lo más difícil de controlar son los seres humanos, ya que si no existe un supervisor los cobradores realizan su labor con una eficiencia mínima.

Aunado a lo anteriormente mencionado no se tenía un control de los recursos del sistema lo cual generaba cortes de turno de una manera ineficiente y lenta, elaboración tardada y errónea de reportes de aforo vehicular, un mal servicio y un sistema lento en el cobro de peaje.

Todo esto tiene por consecuencia una ineficiente administración de los recursos materiales y humanos, provocando grandes pérdidas económicas, materiales y de tiempo.

Es por esta razón que las empresas concesionarias de carreteras y autopistas de cuota se han preocupado por tener un mejor control de los ingresos percibidos por el cobro de peaje en las mismas y de los servicios que ofrecen, mediante un sistema de control SRV.

El Sistema de Registro Vehicular (SRV) es una herramienta para el registro y cobro de peaje en las autopistas de cobro. Las funciones principales del SRV son: control, registro, auditoría y conciliación de la operación de la caseta. Con el registro se obtiene el aforo y tipo de los vehículos que cruzan la caseta durante periodos de tiempo específico. En la auditoría y conciliación se revisan los eventos anormales que ocurren durante el registro de vehículos.

Las características más importantes del SRV son:

- A) El registro automático de vehículos.
- B) Control centralizado
- C) Análisis en líneas de la operación de los carriles
- D) Registro de condiciones anormales de operación
- E) Grabación en vídeo de los eventos ocurridos
- F) Generación de reportes de preliquidación, comparativos y concentrados

En la actualidad los procesos en los sistemas de control SRV han evolucionado en gran medida gracias a la tecnología, principalmente de las computadoras, ya que nos permite desarrollar sistemas que tengan un control mas detallado de los ingresos percibidos por hora, día, carril, caseta, operador, turno, cantidad de vehículos de tal o cual clase. Así mismo se puede obtener un informe real del flujo de automóviles por temporadas y horarios. También nos permite llevar un control de información entre diferentes sistemas como lo son las comunicaciones y el vídeo.

Todo esto es de gran importancia para los concesionarios de Carreteras y Autopistas ya que de esta forma obtienen una mejor administración de los recursos de que disponen y a su vez esto repercute en ofrecer un mejor servicio a los automovilistas que transitan por estas carreteras

En el capítulo 1 se describirá la arquitectura general de un sistema de registro vehicular, tanto hardware como software, y la relación entre ambas.

En el capítulo 2 se realizará la descripción de cada uno de los subsistemas y su funcionalidad dentro del SRV.

En el capítulo 3 describirá el funcionamiento de un sistema de registro vehicular preclasificador y postclasificador.

CAPITULO I

ARQUITECTURA GENERAL DE UN SISTEMA DE REGISTRO VEHICULAR

1.0 ARQUITECTURA GENERAL DE UN SISTEMA DE REGISTRO VEHICULAR

La arquitectura de un sistema de registro vehicular está compuesto de dos grandes ramas, siendo estas la arquitectura del hardware y del software. Estas a su vez se encuentran subdivididas en arquitectura de hardware de carril y de caseta. La sección de software también se divide en software de carril y software de caseta.

Carril. Espacio físico por donde transita un vehículo y son realizadas las funciones de detección y registro del mismo.

Caseta. Es un conjunto de carriles donde se registra y concentra toda la información generada por los carriles.

El diagrama a bloques de la Figura 1 nos muestra las relaciones mencionadas en los párrafos anteriores.

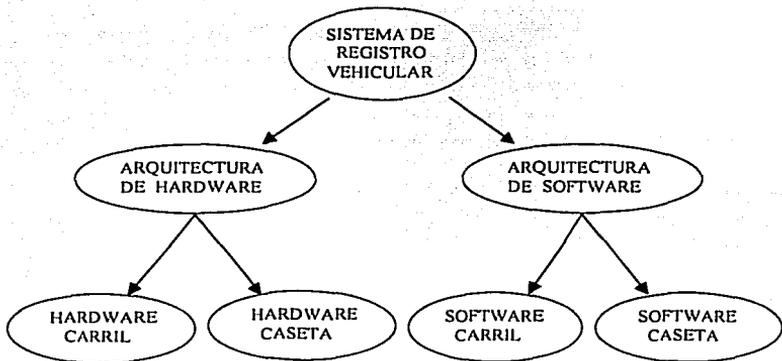


Figura 1. Sistema de registro vehicular y su relación Hardware - Software

1.1 ARQUITECTURA DE HARDWARE

Diagramas de Arquitectura de Hardware

Las Figuras 2 y 3 que se muestran a continuación contienen los diagramas de arquitectura de hardware del SRV. En la Figura 2 se muestra el equipo que se instala en cada uno de los carriles (hardware de carril).

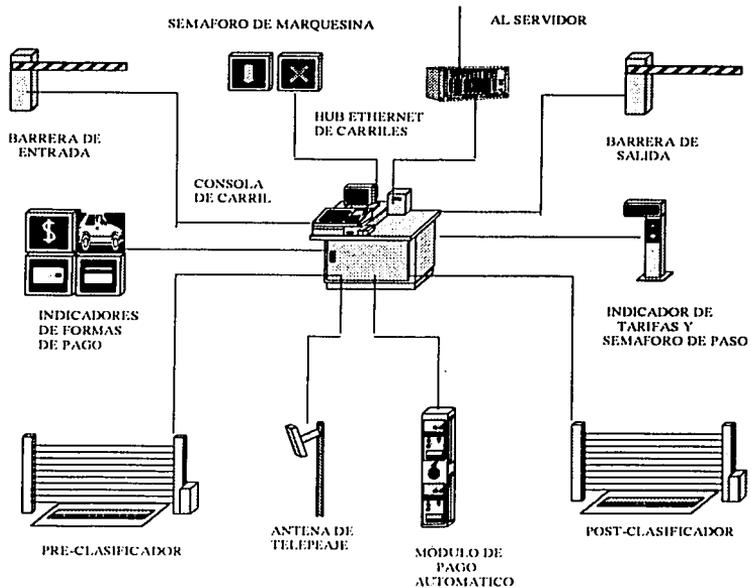


Figura 2. Arquitectura del hardware (Carril)

Como se puede observar la arquitectura general del hardware de carril de un sistema SRV consta fundamentalmente de lo siguiente:

Consola de Carril. Es el equipo para la operación del carril, cobro y registro de vehículos, y es el medio a través del cual el cobrador realiza las funciones de apertura y cierre de turno, y en turno abierto la clasificación y cobro a vehículos.

Turno. Es el periodo de tiempo en que un operador o cobrador trabaja sin interrupción desde su apertura hasta el cierre de carril.

Turno Abierto. Periodo de tiempo durante el cual el cobrador realiza la clasificación y cobro de vehículos.

Cobrador. Persona encargada de la clasificación y cobro de peaje a vehículos.

Cada consola de carril contiene una computadora de tipo industrial la cual es capaz de controlar una serie de dispositivos periféricos tales como:

- Monitor
- Teclado Funcional
- Impresora de comprobantes
- Barrera de entrada al carril
- Barrera de salida del carril
- Semáforo de marquesina
- Semáforo de paso
- Indicador de tarifas
- Indicador de formas de pago
- Dispositivo de preclasificación automática de vehículos
- Dispositivo de posclasificación automática de vehículos
- Lectora para pago manual con tarjetas de banda magnética
- Lectora para pago manual con tarjetas inteligentes de contacto
- Lectora para pago manual con tarjetas inteligentes de proximidad
- Módulo para pago automático con tarjetas de banda magnética
- Módulo para pago automático con tarjetas inteligentes de contacto

- Módulo para pago automático con tarjetas inteligentes de proximidad
- Módulo para pago automático con tarjetas de tele peaje
- Báscula

Algunos de estos dispositivos, tales como el monitor, el teclado y la impresora de comprobantes son estrictamente necesarios, es decir, existen en todas las consolas de carril. Otros, tales como las lectoras para pago con tarjeta, los módulos de pago automático, las básculas, etc, podrán estar presentes o no, dependiendo del grado de funcionalidad que se requiera en el carril.

Hub ethernet. Este dispositivo de tipo ethernet nos permite interconectar las computadoras de los carriles con el servidor del sistema.

En la Figura 3 se muestra el equipo que se instala en las oficinas de la caseta (hardware de caseta).

Como se puede observar la arquitectura general del hardware de caseta del sistema SRV consta principalmente de lo siguiente:

Servidor. El servidor lleva a cabo las funciones de administración y control del sistema. Esta debe ser una máquina de alta confiabilidad y desempeño, ya que contendrá la base de datos del sistema y además ejecutará algunas de las aplicaciones críticas del mismo como el subsistema de comunicaciones con los carriles y el subsistema de control de video.

Hub de Caseta. Red de tipo ethernet que permite interconectar las estaciones de trabajo que se describen más adelante con el servidor del sistema.

Estaciones de Trabajo: Las estaciones de trabajo son computadoras personales por medio de las cuales el personal operativo, administrativo y de mantenimiento de la caseta puede tener acceso a las diferentes funciones que el SRV les ofrece. En una caseta muy pequeña se podría prescindir de las estaciones de trabajo y cargar todas las funciones en el propio servidor. En una caseta grande se podría contar con varias estaciones de trabajo entre las cuales se repartan las diferentes funciones del SRV, como se muestra en la Figura 3.

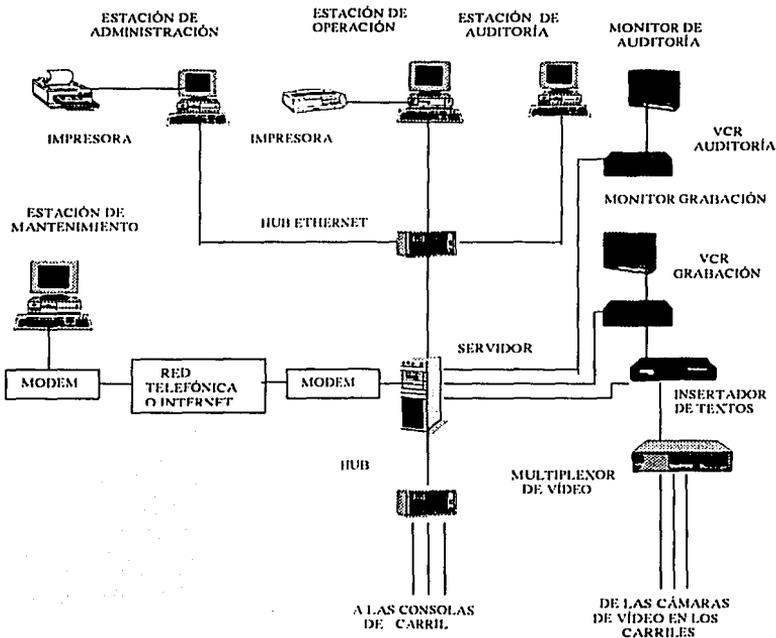


Figura 3. Arquitectura del Hardware (Caseta)

Cada estación de trabajo puede contar con su propia impresora o bien, algunas de ellas pueden compartir sus impresoras con las demás estaciones.

Sistema de Vídeo Permanente (SVP). Este está formado por cámaras de vídeo, videograbadoras tipo industrial para grabación y reproducción, multiplexores de vídeo, insertadores de texto y monitores de vídeo. Esto nos permite registrar imágenes de eventos que suceden en los carriles de cobro, discrepancias entre vehículos marcados por el operador y registrados por el SRV, violaciones producidas por vehículos que cruzan la caseta sin pagar y vehículos exentos de pago conforme a la política de operación de la caseta. Una videograbadora graba permanente dichos eventos independientemente de si el carril esta abierto o no. Posteriormente se puede reproducir en vídeo eventos específicos seleccionados por fecha y hora.

Discrepancia. Si el sistema al detectar y registrar un vehículo encuentra alguna diferencia con la clasificación realizada por el cobrador, genera una discrepancia, la cual es registrada automáticamente.

Violación. Es la condición generada cuando un vehículo no clasificado cruza la caseta.

Clasificación de un vehículo. Es la asignación realizada por el cobrador u operador a través del teclado de la consola de una clase de vehículo.

Clase: Para la operación de una caseta se definen tipos de vehículos según sus características físicas. Estas características son:

Número de ejes

Tipo de rodada. En esta clasificación se encuentran los siguientes dos tipos:

Rodada sencilla: tales como motocicletas, coches y camionetas.

Doble rodada: por ejemplo camiones de redilas, autobuses, trailers, etc.

A cada tipo de vehículo se le denomina clase y le corresponde una tarifa de cobro.

Vehículos exentos. Existen ciertos vehículos tales como patrullas federales, ambulancia, transporte militar, etc., que no pagan por cruzar la caseta.

Lista de Equipos

A continuación se enlista el equipo necesario y opcional para la instalación del SRV. La lista no contiene cantidades porque estas dependen obviamente de las características de cada caseta.

Equipo	Características
Servidor	Computadora Personal Procesador Pentium II o superior Memoria RAM de 128 MB o superior Disco duro de 8 GB o superior Unidad de Discos Flexibles Unidad de CD-ROM Unidad de Cintas Magnéticas o Discos Zip (recomendable) Tarjeta de Red Ethernet 10/100 Base T Monitor y tarjeta de video con resolución SVGA mínimo Unidad de energía ininterrumpible
Estación de Trabajo	Computadora personal de escritorio Procesador Pentium II o superior Memoria RAM de 64 MB o superior Disco duro de 4 GB o superior Unidad de discos Flexibles Tarjeta de Red Ethernet 10/100 Base T Impresora Láser (opcional) Monitor y tarjeta de video con resolución SVGA mínimo Unidad de energía ininterrumpible
Carril	Computadora personal tipo industrial Procesador Pentium III o superior Memoria RAM de 64 MB o superior Disco duro de 4 GB o superior Unidad de discos Flexibles Tarjeta de Red Ethernet 10/100 Base T Tarjeta Multipuertos compatible con Windows NT

	<p>Monitor y tarjeta de video con resolución SVGA mínimo Teclado Funcional Programable o Botonera Impresora de comprobantes de pago Dispositivo post-clasificador de vehículos Gabinete de acero Unidad de energía ininterrumpible</p> <p>Equipo opcional (según requerimientos):</p> <p>Barreras de entrada y salida Semáforo de marquesina Semáforo de Paso Indicador de Tarifas Lectora manual de tarjetas de banda magnética Lectora manual de tarjetas inteligentes de contacto Lectora manual de tarjetas inteligentes de proximidad Módulo de pago automático con tarjetas de banda magnética Módulo de pago automático con tarjetas inteligentes de contacto Módulo de pago automático con tarjetas inteligentes de proximidad Módulo de pago automático con tarjetas de telepeaje</p>
<p>Vídeo</p>	<p>Cámaras de vídeo Videograbadoras para grabación Videograbadoras para auditoría Multiplexor o quads de Vídeo Insertadores de Texto Monitores de Vídeo</p>

1.2 ARQUITECTURA DE SOFTWARE

Diagrama de la Arquitectura de Software

La Figura 4 muestra un diagrama de la arquitectura de software. Este diagrama muestra con elipses cada uno de los subsistemas que conformarán el SRV. Las flechas indican interacciones entre los diferentes subsistemas y cada una de esas flechas indica cuales son los datos que se intercambian en esa interacción.

Descripción de la Arquitectura de Software

Como puede observarse los subsistemas que conforman al SRV son los siguientes:

- Subsistema de Carril
- Subsistema de detección.
- Subsistema de Comunicaciones
- Subsistema de Control de vídeo
- Subsistema de Administración de Bases de Datos
- Subsistema de Supervisión
- Subsistema de Liquidación
- Subsistema de Auditoría
- Subsistema de Estadísticas de Caseta
- Subsistema de Estadísticas de Autopista
- Subsistema de Configuración
- Subsistema de Mantenimiento

A continuación describiremos las funciones que lleva a cabo cada uno de estos subsistemas así como la forma en que interactúan entre ellos y la información que intercambian en dichas interacciones.

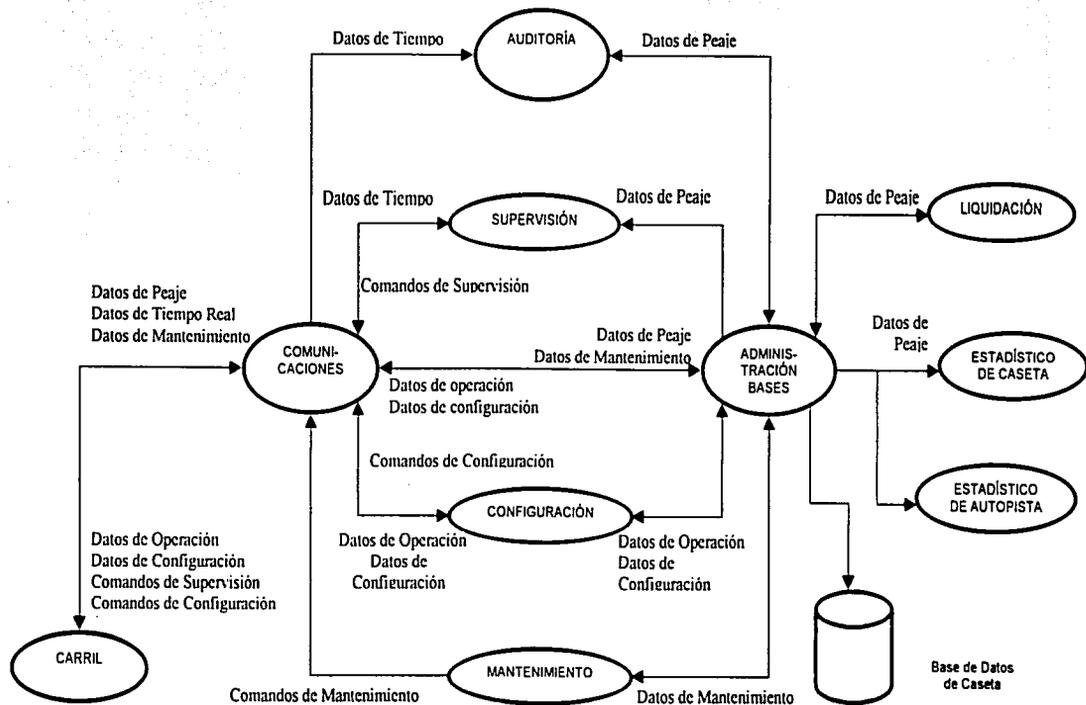


Figura 4 Arquitectura de Software

1.2.1 Subsistema de Carril

Funciones del Subsistema de Carril.

1.2.1.1 Apertura de sesiones de cobro

Esta función permitirá al cobrador abrir una sesión de cobro en el carril. Para ello realiza lo siguiente:

- El supervisor envía al carril una autorización de apertura de sesión para el cobrador en cuestión.
- El cobrador deberá presionar la tecla de Apertura o Cierre de sesión e introducir su contraseña o, alternativamente, insertar en una lectora su tarjeta de identificación.

Supervisor. Persona encargada de monitorear el funcionamiento de la caseta, apertura y cierre de tunos, y supervisión de cobradores.

Sesión abierta o de cobro. Es un periodo de tiempo ininterrumpido durante el cual un operador es responsable de las transacciones de peaje que se registren en un carril.

Sesión cerrada. Es un periodo de tiempo ininterrumpido durante el cual un carril específico no se encuentra ni en sesión de cobro ni en sesión de mantenimiento.

Sesión de mantenimiento. Es un periodo de tiempo ininterrumpido durante el cual un técnico realiza labores de mantenimiento en un carril específico.

1.2.1.2 Cierre de sesiones de cobro

Esta función permitirá al cobrador cerrar una sesión de cobro en el carril. Para ello deberá hacer lo siguiente:

- El supervisor deberá enviar al carril una autorización de cierre de sesión.
- El cobrador deberá presionar la tecla de Apertura o Cierre de sesión e introducir su contraseña o, alternativamente, insertar en una lectora su tarjeta de identificación.

1.2.1.3 Cobro manual de peaje

Esta función permitirá al cobrador realizar el cobro de peaje cuando el carril se encuentre en modo manual o en modo mixto. En el primer caso, el cobrador deberá:

- Presionar la tecla que corresponda a la clase del vehículo.
- Presionar la tecla que corresponda a la forma de pago utilizada.

En el caso del modo mixto, el cobrador solamente necesita confirmar la forma de pago, ya que el vehículo será preclasificado automáticamente.

Forma de pago. Es la forma en que la operadora de la autopista obtendrá los ingresos correspondientes al pago del peaje. Ejemplos de formas de pago son:

- **Efectivo en moneda nacional:** en este caso, la operadora obtiene los ingresos directamente del usuario. El medio de pago que se utiliza es dinero en efectivo, pero con la particularidad de que ese dinero es moneda nacional.

- Efectivo en dólares. La operadora también obtiene los ingresos del usuario utilizando como medio de pago dinero en efectivo. Sin embargo, en este caso el dinero es en dólares.
- Tarjeta de crédito VISA. La operadora de la autopista no obtiene los ingresos directamente del usuario, sino de una empresa operadora de tarjetas de crédito. El medio de pago podría ser una tarjeta de banda magnética o una tarjeta inteligente de contacto.

1.2.1.4 Cobro automático de peaje

Esta función se utilizará en el caso de los carriles automáticos y mixtos y es la función que permitirá a los usuarios realizar el pago de peaje sin la intervención del cobrador, utilizando para ello un medio de pago electrónico (tarjeta inteligente o de telepeaje).

En el caso de las tarjetas inteligentes el usuario solamente deberá introducir o presentar su tarjeta en la lectora

En el caso de las tarjetas de telepeaje, bastará con que el usuario aproxime su vehículo a la antena a la distancia necesaria para que su tarjeta pueda ser leída.

1.2.1.5 Preclasificación automática de vehículos

Esta función estará disponible en los carriles que operen en modo automático o mixto y permitirá clasificar de manera automática cada vehículo antes de que llegue a la zona de pago con el fin de determinar la tarifa que se le debe aplicar.

1.2.1.6 Postclasificación automática de vehículos

Esta función será la encargada de clasificar de manera automática los vehículos en el momento en que salgan del carril. Esta clasificación será comparada con la clasificación hecha por el cobrador o por el sistema preclasificador con el propósito de verificar posteriormente, mediante el subsistema de auditoría en vídeo, que la tarifa aplicada haya sido la correcta.

1.2.1.7 Control automático de la señalización

El subsistema de carril tendrá la capacidad de controlar de manera automática la señalización dinámica del carril (semáforos de marquesina y de paso, las barreras de acceso y salida y los indicadores de forma de pago y de tarifas), de acuerdo con el estado del carril y de la transacción de cobro en curso.

En el caso del semáforo de marquesina y de la barrera de acceso al carril, se contará con teclas que permitirán al cobrador controlarlos manualmente.

1.2.1.8 Diagnóstico de fallas en línea

El subsistema de carril detectará automáticamente posibles fallas en sus principales componentes y las reportará para su visualización en los subsistemas de supervisión y mantenimiento.

1.2.1.9 Diagnóstico de fallas fuera de línea

Esta función permitirá al personal de mantenimiento realizar pruebas de diagnóstico sobre los principales componentes del subsistema de carril para verificar su correcto funcionamiento. Esta función estará disponible solamente cuando el sistema se encuentre fuera de sesión.

1.2.1.10 Conteo de operaciones y tiempo de uso

El subsistema de carril se encargará de mantener conteos de operaciones y de tiempo de uso de sus principales componentes. Estos conteos podrán ser reiniciados individualmente cada vez que se reemplace un componente.

Interacción con otros subsistemas

Como puede observarse en la Figura 4, el subsistema de carril interactúa con el subsistema de comunicaciones para enviar a este último toda la información generada como consecuencia de la operación del carril:

- Datos de peaje (sesiones, eventos, conteos periódicos).
- Datos de tiempo real (estado funcional, estado operativo, usuario actual, etc.)
- Datos de mantenimiento (fallas, alarmas, conteos de uso)

Por otra parte, el subsistema de carril recibirá del subsistema de comunicaciones lo siguiente:

- Datos de operación (tarifas, usuarios, listas negras, etc.)
- Datos de configuración (datos de la caseta, datos del carril, configuración de hardware, etc.)
- Comandos de supervisión (autorizaciones para apertura y cierre de sesiones)
- Comandos de configuración (actualizaciones de archivos de configuración)
- Comandos de mantenimiento (archivos de configuración del carril, tablas de tarifas, tablas de usuarios, autorizaciones de apertura o cierre de carril, etc).

1.2.2 Subsistema de detección

Este subsistema es el encargado de detectar y realizar la clasificación de vehículos, enviar la información de los vehículos detectados al subsistema de carril, y algunas veces para diagnosticar algunas fallas. Este módulo únicamente interactúa con el módulo de carril por un puerto RS-232.

1.2.3 Subsistema de comunicaciones

a) Interacción con el subsistema de carril.

Tal como se mencionó en el punto anterior, el subsistema de comunicaciones estará en constante interacción con el subsistema de carril para intercambiar información de eventos, alarmas, sesiones, archivos de configuración, tablas de tarifas, tablas de usuarios, etc.

El protocolo de comunicación estará basado en la transmisión por excepción, es decir, el servidor no tendrá necesidad de explorar continuamente a los carriles para que estos envíen información, sino que estos últimos la transmitirán en el momento en que se genere.

Además este protocolo es tolerante a fallas. Es decir, aquellos mensajes que no hayan podido ser enviados debido a alguna falla en el canal de comunicación o en los subsistemas involucrados, son almacenados y enviados posteriormente en el momento en que se restablezca la comunicación.

b) Interacción con el subsistema de administración de bases de datos

El subsistema de comunicaciones también tiene una interacción constante con el subsistema de administración de bases de datos ya que toda la información proveniente del carril se integra a la base de datos. Por otra parte, el subsistema

de comunicaciones obtiene del subsistema de administración de bases de datos la información necesaria para enviar a los carriles los archivos de configuración, las tablas de tarifas, de usuarios, etc.

c) Interacción con otros subsistemas

El subsistema de comunicaciones interactúa con los subsistemas de supervisión, mantenimiento y configuración, de los cuales recibe los comandos para el intercambio de información con los carriles, por ejemplo autorizaciones para apertura y cierre de sesiones, conteos de aforo, archivos de configuración, etc.

1.2.4 Subsistema de vídeo

Esté se encargará de todo lo relacionado con el vídeo como es la sincronía de las VCR'S de grabación, de auditoría y de la inserción de textos.

En el subsistema de vídeo se graban las características generales del vehículo y la operación del cajero receptor, integrando en la imagen texto con la clasificación realizada por el cajero receptor y por el equipo de control de tránsito, los cuales se encuentran perfectamente sincronizadas en tiempo real y corresponden al vehículo que aparecen en la imagen.

El equipo de tránsito y el equipo de vídeo trabajan en sincronía con el reloj del concentrador, permitiendo esto generar reportes de discrepancias entre la información detectada por los equipos y la registrada por el cajero receptor a fin de identificar problemas y fallas.

1.2.5 Subsistema de administración de bases de datos

Como su nombre lo indica el subsistema de administración de bases de datos se encarga de administrar las bases de datos, evitando que las aplicaciones puedan tener acceso directo a las mismas. Esto representa una gran ventaja desde el punto de vista de la seguridad, ya que garantiza que solamente las aplicaciones con los permisos de acceso adecuados podrán consultar o actualizar las bases de datos.

1.2.6 Subsistema de supervisión

Permite a la persona encargada de la supervisión de la casera enviar desde su puesto de trabajo a los carriles las autorizaciones necesarias para que los cobradores puedan realizar la apertura o el cierre de sesiones de cobro, el modo en el cual operará el carril, el monitoreo del estado y aforo en tiempo real de los carriles, así como el acceso a los históricos de los carriles.

1.2.7 Subsistema de liquidación

Este subsistema permite generar reportes de liquidación de sesiones de cobro por cobrador, turno, día, carril y caseta, generando reportes detallados de cada caso.

1.2.8 Subsistema de auditoría

El subsistema de auditoría graba en cintas magnéticas de vídeo, de manera continua y durante las 24 horas del día las imágenes de los vehículos que circulan por cada uno de los carriles, insertando en las imágenes de vídeo textos que identifiquen para cada vehículo su número de evento, la clasificación hecha por el cobrador, la clasificación hecha por el equipo, la forma de pago utilizada y el número de folio del boleto emitido (si lo hubo).

1.2.9 Estadístico de Caseta

Se encarga de emitir gráficas y reportes con información estadística de aforo e ingresos de la caseta que pueda ser utilizada como apoyo para la toma de decisiones.

1.2.10. Estadístico de Autopista

Este subsistema se encarga de realizar estadísticas de aforo e ingresos de todas las casetas de la autopista.

1.2.11 Subsistema de Configuración

El subsistema de configuración permitirá establecer todos los parámetros de operación de todo el sistema SRV y transferir dichos parámetros a los demás subsistemas según se requiera.

1.2.12 Subsistema de Mantenimiento

El subsistema de mantenimiento permitirá al personal encargado del mantenimiento de la caseta visualizar en una pantalla, en tiempo real, las fallas que estén presentes en cualquiera de los equipos de carril.

1.3 RELACIÓN HARDWARE-SOFTWARE

Como es natural el subsistema de carril se ejecuta en las computadoras de carril y el subsistema de comunicaciones se ejecuta en el servidor.

Por lo que se refiere a los demás subsistemas estos pueden ejecutarse ya sea en el propio servidor o en una estación de trabajo, dependiendo del tamaño de la caseta y de las necesidades operativas del usuario.

Así en una caseta muy pequeña se podrían tener los subsistemas en el servidor, excepto el de carril. También podría tenerse el subsistema de comunicaciones en el servidor y todos los demás en un único cliente, excepto del de carril.

En una caseta grande podrían tenerse varias estaciones de operación, cada una de las cuales ejecutarían diferentes subsistemas tal como se muestra a continuación.

- Estación de Operación
- Estación de Auditoría
- Estación de Administración
- Estación de Mantenimiento

1.3.1 Estación de Operación

Computadora personal de escritorio con impresora, que sirve como interfaz entre el usuario ó administrador de la caseta, con el sistema y permite explotar la información del sistema a través de reportes.

1.3.2 Estación de Auditoría

Computadora personal de escritorio la cual permite la operación automática de grabadoras de vídeo e insertadores de texto para la realización de auditorías.

1.3.3 Estación de Administración

Computadora personal de escritorio la cual será utilizada por el personal administrativo de la caseta, principalmente con el propósito de obtener información estadística sobre el aforo y los ingresos de la caseta.

1.3.4 Estación de Mantenimiento

Computadora personal de escritorio o portátil, la cual puede conectarse al sistema en forma local o remota para permitir al personal de mantenimiento la consulta de información relacionada con el estado operativo del equipo.

Es importante mencionar que, dependiendo de las necesidades y del presupuesto del cliente, las funciones de las estaciones de operación, de administración, de auditoría y de mantenimiento pueden combinarse en una sola máquina o incluso reunir todas las funciones en el propio servidor. Sin embargo, esto último se recomienda solamente en el caso de casetas muy pequeñas.

CAPITULO II

ELEMENTOS QUE COMPONEN UN SISTEMA DE REGISTRO VEHICULAR

2.0 ELEMENTOS QUE COMPONEN UN SISTEMA DE REGISTRO VEHICULAR (SRV).

En el capítulo anterior se realizó una breve descripción de la arquitectura general de un sistema SRV tanto de hardware como de software. Partiendo de esto se realizará la descripción más detallada de cada uno de los subsistemas que componen la arquitectura general de hardware y su relación con el software en un sistema SRV.

Esta arquitectura está formada por una serie de módulos o sistemas que interactúan entre ellos y son en principio independientes. Éstos son:

- Módulo de detección.
- Módulo de carril.
- Módulo de comunicaciones.
- Módulo de control de vídeo.
- Módulo de auditoría.
- Módulo de supervisión.
- Módulo de configuración.
- Módulo de mantenimiento.

En la Figura 5 se puede observar la interacción entre cada uno de los módulos.

A continuación se realizará la descripción de cada uno de los módulos mencionados anteriormente y posteriormente se explicará cómo es la interacción entre ellos.

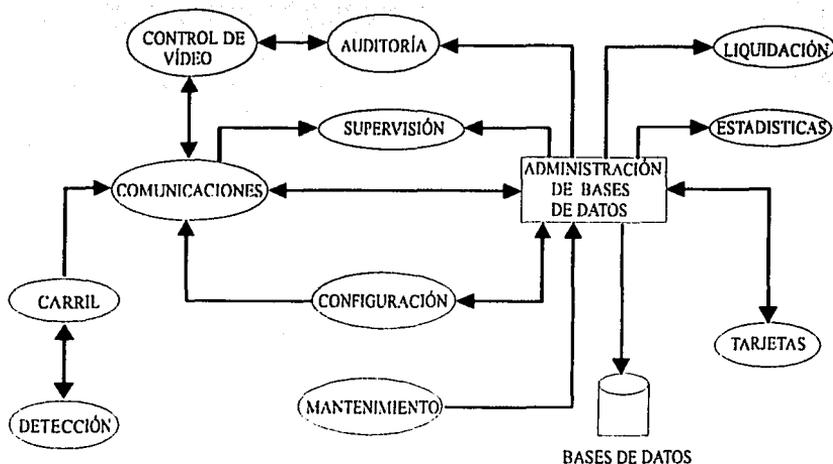


Figura 5. Módulos que componen un sistema SRV.

2.1 Módulo de detección

Una parte fundamental de un sistema de registro vehicular es la detección de vehículos, siendo una de las partes más críticas del sistema tanto en hardware como en software, ya que está determinará la confiabilidad y la eficiencia del sistema.

Debido a la importancia de la detección de vehículos nos concentraremos un poco en realizar una descripción mas detallada del funcionamiento de este sistema. Esta detección es realizada con un equipo llamado Contador de Ejes. Este equipo como muchas otras partes del sistema SRV son desarrolladas dentro de la empresa, esto debido al tipo de necesidades específicas que se necesitan, ya que

son equipos que nadie fabrica, demasiado caros o de importación, con tiempos de entrega demasiado altos, de ahí la conveniencia del desarrollo.

Las funciones principales del Contador de Ejes son: detectar el tipo de rodada, sentido y número de ejes de los vehículos que pasan por el carril de cobro, es decir, determina la clase a la que pertenece cada vehículo.

2.1.1 Contador de Ejes

Este equipo es un dispositivo electrónico compuesto por una tarjeta CPU 386 o superior, con memoria Flash y dos puertos de comunicación serial, una tarjeta de entradas/salidas con 64 bits de entrada y 8 bits de salida, un detector de presencia metálica y dispositivos de detección.

2.1.1.1 Tarjeta electrónica de Entradas/Salidas.

Esta tarjeta opera con un bus tipo ISA, compatible con el bus estándar de IBM, desarrollada dentro de la empresa.

Su función principal es de control interfaz de entrada y salida, ofreciendo 64 canales de entrada digital con aislamiento óptico y 8 canales de salida por medio de relevador que operan como dispositivos de control ON/OFF o pequeños interruptores de poder.

La operación de lectura y escritura de datos en la tarjeta se realiza a través del puerto de direcciones de entradas y salidas de la PC, por lo que la tarjeta requiere de 8 direcciones consecutivas a partir de una dirección base para un total de 64 entradas digitales, controlándose 8 bits de entrada por cada dirección. La tarjeta puede configurarse desde la dirección base 200hex hasta la dirección base 3F8hex.

La arquitectura general de la tarjeta de entradas/salidas se muestra en la Figura 6. La etapa de control determina el canal del cual se desean leer o escribir datos de acuerdo a la dirección base seleccionada a través del selector de dirección base y las líneas de lectura/escritura del bus ISA.

Tanto los canales de entrada como de salida se encuentran aislados por medio de opto acopladores.

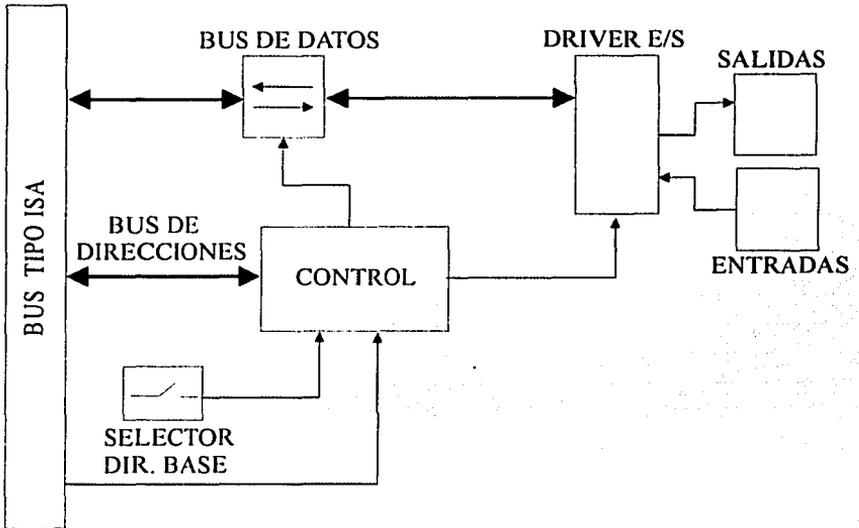


Figura 6. Arquitectura general de la Tarjeta de Entradas/Salidas

Cada uno de los 64 canales de entrada de dicha tarjeta cuenta con aislamiento óptico, y se alimentan con un voltaje Vdd.

En la Figura 7 se muestra en forma esquemática la excitación de uno de los canales de entrada.

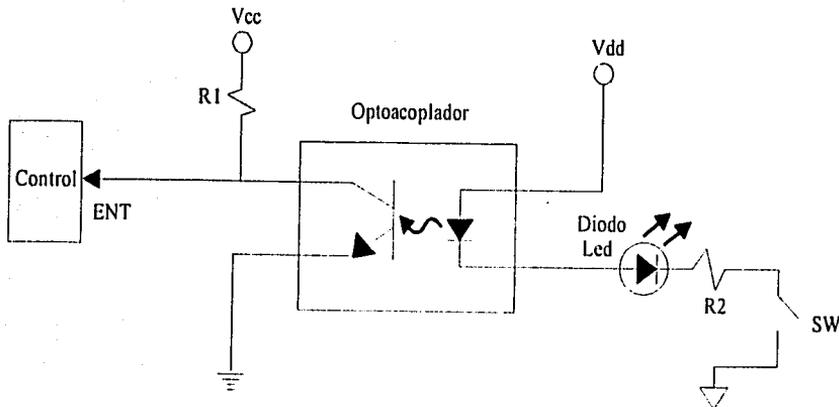


Figura 7. Canal de entrada con aislamiento óptico

Cada uno de los 8 canales de salida on/off cuenta también con un aislamiento óptico.

En la Figura 8 se muestra en forma esquemática una salida de la tarjeta.

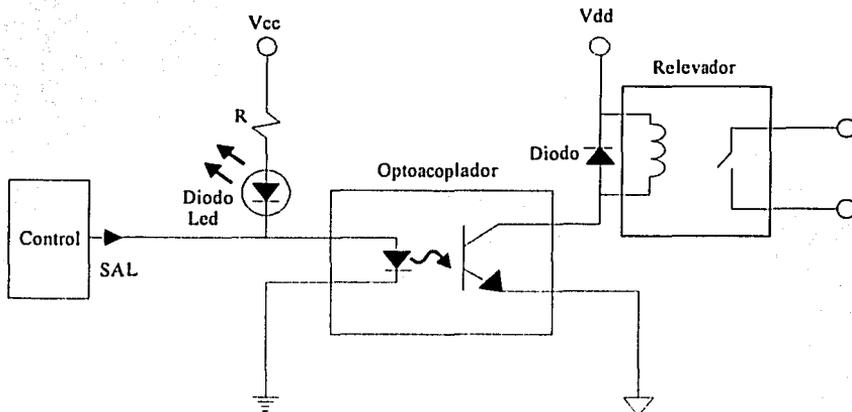


Figura 8. Canal de salida con aislamiento óptico y relevador

2.1.1.2 Detector de presencia metálica. Este dispositivo como su nombre lo indica, realiza la detección de una presencia metálica a través de una bobina de cable llamada lazo magnético conectado a él.

La tecnología de los lazos inductivos detectores ha llegado a ser una herramienta indispensable para las operaciones de tránsito y los sistemas de control. A continuación se realizará la descripción de las siguientes secciones correspondientes a los detectores de presencia metálica:

- Principios de inductancias.
- Teoría de operación del detector de presencia metálica.
- Tipos de detección.

Principios de Inductancias.

Una bobina es comúnmente llamada inductor. En la Figura de 9 se observa un conductor formando una bobina. La corriente que pasa a través de éste produce un campo magnético que encierra al lazo en la dirección que se muestra en la Figura 9(A). Conforme la corriente se incrementa, el campo magnético se expande y corta todos los lazos tal como se muestra en la Figura 9 (B). La corriente en cada lazo afecta a los otros lazos. El campo que corta al otro lazo tiene el efecto de incrementar la oposición al cambio de corriente.

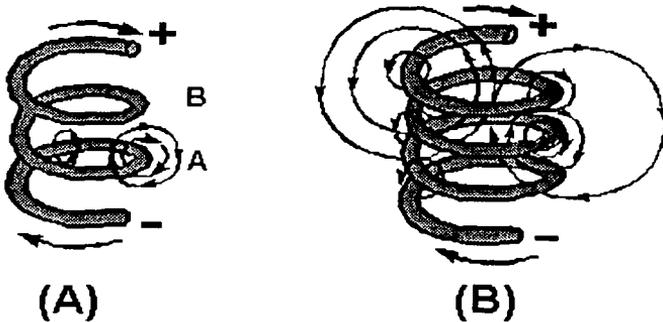


Figura 9. Efectos de la corriente en una bobina

Los inductores son clasificados de acuerdo al tipo de núcleo, siendo éste último el centro del conductor.

El inductor se forma con bobinas alrededor de un núcleo. El núcleo es de dos tipos básicamente, de hierro o de aire. Un inductor con núcleo de hierro, el cual es representado normalmente con líneas sobre el inductor, se muestra en la Figura 10 (A) y en la Figura 10 (B) se muestra uno con núcleo de aire.

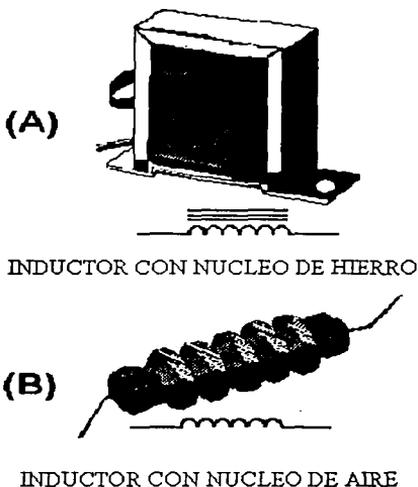


Figura 10. Inductores con núcleo de aire y de hierro

Factores que afectan la inductancia de una bobina

Hay varios factores físicos que afectan la inductancia de una bobina como pueden ser: el número de vueltas, el diámetro, la longitud, el tipo de núcleo, y el número de capas o ancho de la bobina.

Por lo tanto una inductancia depende completamente de la construcción física del elemento, y solo puede ser medida con instrumentos especiales en un laboratorio.

En la Figura 11 se muestran dos bobinas, la bobina 11(A) tiene 2 vueltas y la bobina 11(B) tiene 4 vueltas. En la bobina 11(A) un lazo corta al otro lazo. En la bobina 11(B) el flujo de cada lazo corta a los otros 3 lazos. Doblando el número de vueltas en la bobina se produce un campo dos veces más fuerte si la misma corriente es usada. Un campo es 2 veces más fuerte, cortando dos veces el número de vueltas, y se induce 4 veces el voltaje. Dicho de otra forma la inductancia varía al cuadrado del número de vueltas.

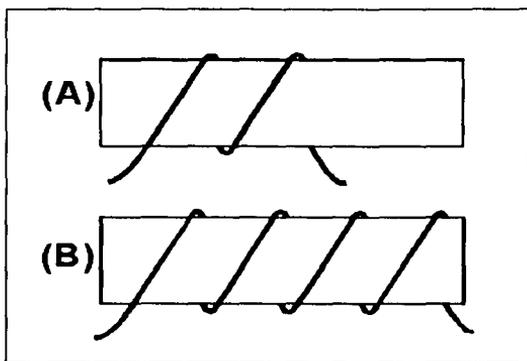


Figura 11. Variación de la inductancia en función del número de vueltas

Otro factor es el diámetro de la bobina. En la Figura 12 se puede observar que la bobina (B) tiene dos veces el diámetro de la bobina (A). Físicamente esta requiere más alambre para su construcción y existen más líneas de fuerza que inducen una FEM.

Realmente la inductancia de una bobina es directamente proporcional al área seccional del núcleo. De acuerdo a la fórmula del área de un círculo $A = \pi r^2$, doblando el radio de una bobina la inductancia se incrementa en un factor de 4.

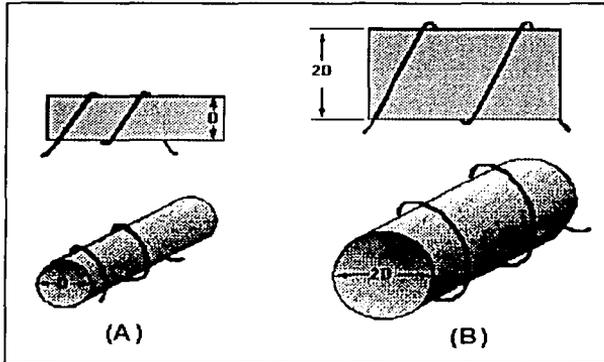


Figura 12. Variación de la inductancia en función de su diámetro

El tercer factor que afecta a la inductancia de una bobina es la longitud de la misma. En la Figura 13 se muestran dos ejemplos del espaciado de una bobina. La bobina (A) tiene 3 vueltas con un mayor espaciado que la de la bobina (B). Un menor espaciado entre los lazos nos genera una inductancia mayor. Por lo tanto, al doblar la longitud de una bobina conservando el mismo número de vueltas, cambia el valor de la inductancia.

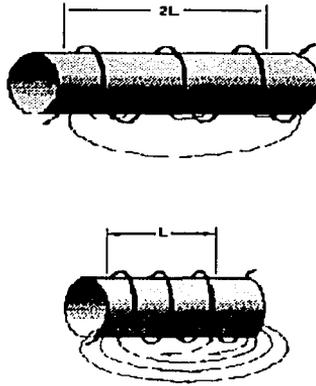


Figura 13. Variación de la inductancia en función de su longitud

El cuarto factor físico es el tipo de material usado en la bobina. En la Figura 14 se muestran dos bobinas. La bobina 14(A) con un núcleo de aire y la Figura 14(B) con un núcleo de hierro. Un núcleo magnético ofrece una mejor trayectoria a las líneas de fuerza magnética que un núcleo no magnético. El núcleo magnético tiene una alta permeabilidad y una menor reluctancia al flujo magnético, y como resultado un mayor número de líneas de fuerza. El incremento en las líneas de fuerza magnéticas, provoca que un mayor número de líneas de fuerza corte cada lazo de la bobina aumentando la inductancia. Por lo tanto, la inductancia de una bobina es directamente proporcional a la permeabilidad del material del núcleo.

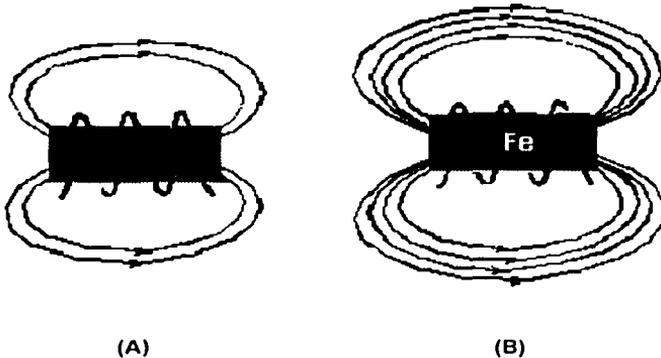


Figura 14. Bobina con núcleo de aire y con núcleo de hierro

Otra forma de incrementar el valor de una inductancia es aumentando el número de capas de la misma. En la Figura 15 se muestran 3 tipos diferentes de bobinas. La bobina (A) tiene una mucho menor inductancia que las otras dos porque sus vueltas son más espaciadas y no tiene capas. Una bobina con una mayor inductancia se muestra en (B). Las vueltas son más cerradas y tiene dos capas. Las dos capas se enlazan mucho más fuerte con un mayor flujo en los lazos. Si se agregan más capas la bobina se vuelve más inductiva como la bobina mostrada en (C). El incremento de capas mejora el flujo magnético. Por lo tanto, la inductancia de una bobina es incrementada a mayor número de capas.

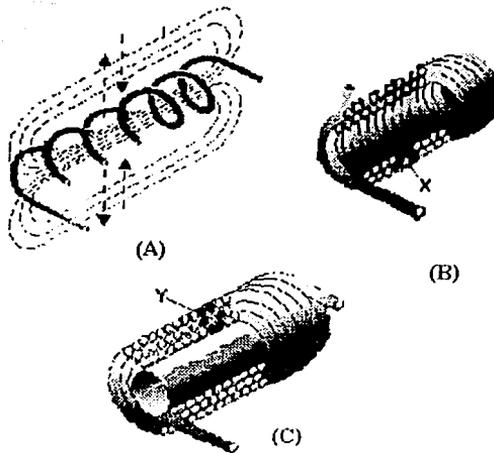


Figura 15. Variación de la inductancia en función del número de capas

Como se puede ver, existen diversos factores que incrementan la inductancia de una bobina. Varias bobinas de diferente forma pueden tener la misma inductancia.

Teoría de operación del detector de presencia metálica

La operación de los lazos detectores opera bajo el principio de la inductancia. Como ya se indicó anteriormente esta es la propiedad de un cable o elemento de un circuito que induce corrientes a un medio conductivo adyacente. Un detector consiste de un alambre eléctrico aislado colocado bajo alguna superficie de tránsito de vehículos (en nuestro caso en la superficie del carril), conectado a alguna señal que será amplificada, una fuente de poder o algún otro dispositivo electrónico. Cuando el alambre conduce una corriente alterna que opera a una

frecuencia de 10Khz a 200Khz genera un campo electromagnético alrededor del lazo. Un conductor eléctrico, tal como la masa metálica de un automóvil, al pasar a través del campo, modifica la inductancia del lazo y la frecuencia de resonancia del circuito al que esta conectado el lazo. En una instalación convencional, cuando la inductancia o la frecuencia cambia, es detectado por algún dispositivo, que a la vez indica que algún vehículo ha sido o ha dejado de ser detectado.

Tipos de configuración.

Como se mencionó en los párrafos anteriores los elementos de un detector son:

- Un lazo inductivo.
- Caja de conexiones.
- Un controlador de lazo, en cual normalmente consiste en una red sintonizada, un amplificador de señal, o algún otro detector electrónico.

El lazo inductivo es un alambre aislado eléctricamente, usualmente de varios metros de longitud y varias vueltas. Éste es instalado de diferentes formas tales como cuadrados, rectángulo, diamante, circular y octagonal, generando cada uno diferentes tipos de campos electromagnéticos. Por ejemplo, el lazo en forma de diamante reduce la probabilidad de detectar vehículos en los carriles adyacentes y proporciona mejores resultados sobre los esfuerzos mecánicos del carril.

Este lazo es normalmente de cobre tipo THWN, calibre 14 y es enrollado en forma de diamante rectangular, colocado a una profundidad de 8cms, ahogado en el concreto con un sello de cemento epoxico. El rango de sensibilidad con esta configuración es de 1 a 1.5 mts, dependiendo de las características del entorno.

La sección de enlace entre el lazo y caja de conexiones normalmente tiene una malla de blindaje y está trenzado. Esto es con la finalidad de eliminar disturbios

provenientes de campos electromagnéticos externos, tales como lazos adyacentes.

El controlador de lazo tiene las funciones de detectar, amplificar, y procesar las señales que envía el lazo. La sensibilidad de este dispositivo es ajustable. Cuando un objeto metálico es colocado dentro del lazo, la inductancia de este dispositivo es modificada. Esta variación es detectada por la electrónica propia del detector de presencia metálica y activa sus relevadores de salida, indicando que una masa metálica está presente en el dispositivo.

En el mercado existen una gran variedad de detectores de presencia metálica confiables.

Una de las principales cualidades para decidir si un detector es eficiente o no, es la capacidad que debe tener de no generar interferencia con otros detectores cercanos a él, ya que esto provoca una mala detección de masas metálicas.

2.1.1.3 Dispositivos de detección

Estos elementos de detección son colocados en una estructura embebida en el piso que alberga hasta 32 de estos elementos, lo cual nos permite tener 32 interruptores normalmente abiertos, enlazados a un punto común. En un carril se pueden colocar hasta 2 estructuras permitiendo tener 64 interruptores normalmente abiertos, los cuales se conectan al Contador de Ejes, específicamente a la tarjeta de E/S. Al ser presionado o liberado alguno estos interruptores, se genera un cambio de estado en el bit correspondiente a este interruptor, el cual es registrado por la tarjeta de E/S (ver Figura 7 de la tarjeta de Entradas/Salidas).

Una vez realizada la descripción de los elementos que componen o interactúan con el funcionamiento del Contador de Ejes, se describirá el funcionamiento del mismo, para lo cual nos auxiliaremos de la Figura 16.

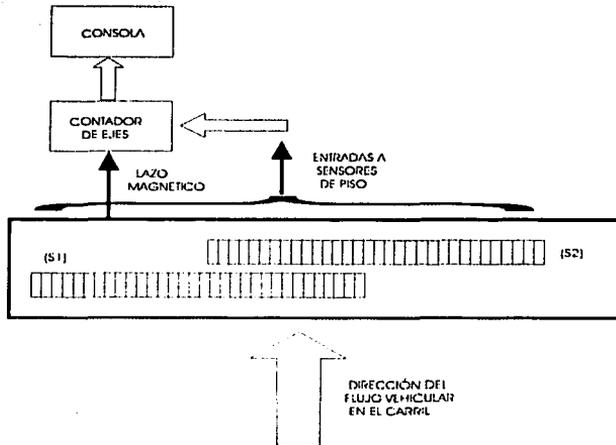


Figura 16. Dispositivos de detección

En dicha Figura podemos observar la forma en como está colocado el lazo magnético, los contactos normalmente abiertos y su conexión con la tarjeta de E/S. Los contactos NA están divididos en dos grupos de 32 contactos cada uno. Esta distribución permite saber el sentido del vehículo dependiendo de cuales sean los contactos que primero son presionados por el vehículo. Estos contactos están dentro de un lazo, el cual nos indica si es un vehículo el que los está presionando. La separación de éstos, es realizada de tal forma que en combinación con el software instalado en la tarjeta CPU se puede determinar la detección de un vehículo, su sentido y tipo de rodada, la cual puede ser sencilla o doble. Así mismo, mientras el sistema siga sensando que existe una presencia

metálica, éste seguirá registrando la cantidad veces que los contactos son presionados y así determinar la cantidad de ejes del vehículo.

2.1.1.4 Software Contador de Ejes.

Como ya se mencionó, el Contador de Ejes lleva el conteo de la cantidad de ejes, rodada y sentido del vehículo. Los primeros 32 bits de sensor S1 de entrada definen un sentido del carril y los siguientes 32 bits (sensor S2) definen el sentido contrario del carril. Esto es muy práctico ya que permite que un carril trabaje en modo bidireccional, es decir que el carril se puede habilitar para trabajar en uno u otro sentido de acuerdo a la demanda de vehículos que deseen ingresar o salir de la autopista. Así mismo ayuda a detectar si algún vehículo ingresa en sentido contrario o se está regresando.

De acuerdo a los bits de entrada detectados por el Contador de Ejes, éste determina, por medio de un programa almacenado en su memoria, el evento ocurrido, y envía la información en modo serial o por los bits de salida de este dispositivo a la Consola de carril para su posterior procesamiento.

El software para la detección de vehículos se encuentra instalado dentro de la memoria flash de la tarjeta CPU. El software es lo bastante eficaz para determinar el sentido del automóvil, si va de reversa, si se adelanta o retrocede "n" veces y, si el vehículo pasa demasiado rápido, debe ser capaz de determinar el número de ejes, rodada y sentido del vehículo. También contempla si el vehículo se queda encima de los contactos de sensado y de esta forma evitar que cuente ejes de más, todo esto es con la finalidad de que no se pierdan datos o el sistema proporcione datos erróneos. Este software diagnostica algunos tipos de falla del sistema tales como: sensores de piso dañados o detector de presencia metálica dañado.

El Contador de Ejes puede funcionar como se describió anteriormente y enviar la información por algún puerto serial; o únicamente funcionar como emulador o detector de piso y enviar esta información a la consola de carril, para que esta determine el tipo, rodada, sentido y número de ejes del vehículo.

En la Figura 17 se muestra el diagrama de la máquina de estados del software instalado en el Contador de Ejes.

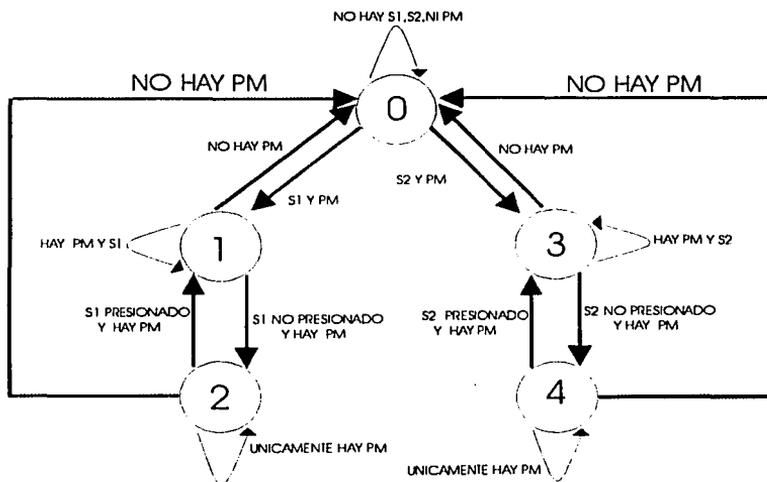


FIGURA 17. Máquina de estados del Contador de Ejes

Presencia Metálica (PM). Es la condición que existe cuando algún vehículo se encuentra dentro del lazo inductivo del contador de ejes ó del detector de presencia metálica.

Al iniciarse un ciclo el sistema pasa por los siguientes estados:

Estado "0". Estado inicial del sistema en el cual se mantiene hasta que se detecte alguna PM, en cuyo caso pasa al estado "1" o "3" dependiendo de los sensores presionados (S1 o S2).

Estado "1". El sistema pasará a este estado siempre, y cuando exista PM y los contactos de piso presionados primero sean los de S1, registrando el tipo de rodada e incrementando el número de ejes, y se mantendrá aquí hasta que los contactos de piso sean liberados en cuyo caso el sistema pasará al estado "2". Si deja de existir PM el sistema regresará al estado "0" y enviará la información registrada a la consola de carril y así nuevamente comenzar un nuevo ciclo.

Estado "2". En este estado se mantendrá siempre y cuando exista únicamente PM y venga de un estado "1". Al ser presionados nuevamente los sensores de piso S1 el sistema regresará al estado "1" e incrementará el número de ejes. Si por el contrario los sensores de piso presionados son los de S2, pasará al estado "3" y se decrementará el número de ejes. Si la PM deja de ser detectada el sistema irá al estado "0" y enviará su información a la consola de carril para iniciar un nuevo ciclo.

Estado 3. El sistema se quedará en este estado siempre y cuando exista PM y los sensores presionados primero sean los de S2, en cuyo caso se decrementará la cantidad de ejes. Si se dejan de presionar los sensores S2 y sigue existiendo PM el sistema pasará al estado "4". Cuando deja de detectar la PM pasará al estado "0" para comenzar un nuevo ciclo y enviará su información a la consola de carril.

Estado "4". En este estado se mantendrá siempre y cuando venga de un estado "3" y no existan sensores presionados. Si se presionan los sensores S2 el sistema irá al estado "3" y se decrementará la cantidad de ejes. Si la PM ya no es



detectada el sistema regresa al estado "0" y envía su información a la consola de carril y así comenzar un nuevo ciclo.

Cuando el Contador de Ejes funciona como emulador de vehículos, cada vez que se detecta una presencia metálica o que se presionó algún sensor, se envía esta información a la consola de carril por medio de los bits de salida de su tarjeta de Entradas/Salidas para que la consola lleve el control del sentido, cantidad de ejes, y tipo de rodada del vehículo, es decir, realice el procesamiento de la información recibida del Contador de Ejes para determinar la clase del vehículo.

Estos bits de salida también nos pueden servir para controlar algún dispositivo externo como una barrera de paso o un control de semáforos.

Ventajas de este tipo de detección vehicular.

Los sensores del Contador de Ejes están compuestos de elementos individuales consistentes en piezas de neopreno sellado a prueba de agua y solventes de alta resistencia.

Permite una tolerancia a fallas en el caso de falla de un elemento de detección, además de que reduce el costo de reposición, ya que no se cambian todos los elementos sino el dañado, así como también permite una precisión de funcionamiento mayor al 99.5% en la detección y clasificación de vehículos.

La sensibilidad de este dispositivo es fácilmente configurable.

2.1.2 Barreras de paso.

Como su nombre lo indica, son barreras que permiten el paso de un automóvil en un carril. Son de mucha ayuda en lugares donde es necesario limitar el paso o velocidad de los vehículos. Están clasificados en base al tipo de respuesta de su brazo mecánico los cuales pueden ser de respuesta rápida o lenta.

Están constituidos principalmente por un brazo mecánico activado por un motor o dispositivo hidráulico y un control maestro que controla al motor o dispositivo. Algunas clases de barreras pueden tener también un detector de presencia metálica. Esta clase de dispositivos se activan de forma manual o automática.

Dependiendo del tipo de aplicación este equipo puede funcionar con uno, dos lazos o sin lazo.

Para explicar el funcionamiento de la Barrera con un solo se usara la Figura 18.

En este caso la barrera necesita de algún dispositivo que le ordene cuando debe permitir el paso de algún vehículo, y en este estado se mantendrá hasta que el lazo B de la barrera detecte la presencia del vehículo. Al dejar de detectar el vehículo, el dispositivo de detección determina que el vehículo ha abandonado el carril y le envía la información al control de la barrera para que baje su brazo mecánico e impida el paso de otro vehículo, y así comenzar otro nuevo ciclo.

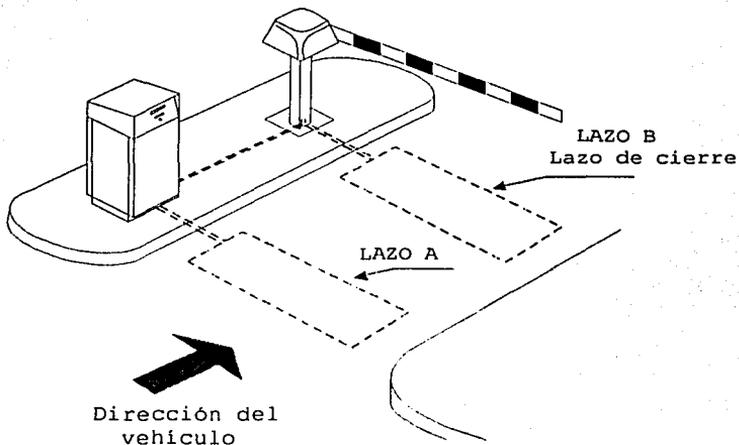


Figura 18 Funcionamiento de barrera con un solo lazo

El modo de funcionamiento de dos lazos es más comúnmente usado en lugares donde se requiere que el sentido sea únicamente en una sola dirección. En este modo de funcionamiento como se observa en la Figura 19, la barrera tiene conectados dos lazos. Al ingresar un vehículo y pasar por el lazo C, éste es detectado por el control de la barrera, levantando su brazo para permitir el paso del vehículo. Al pasar éste por el lazo D el dispositivo de control espera un momento y cuando deja de detectar la presencia vehicular a través del lazo D, el control de la barrera baja el brazo mecánico para comenzar con otro ciclo de trabajo.

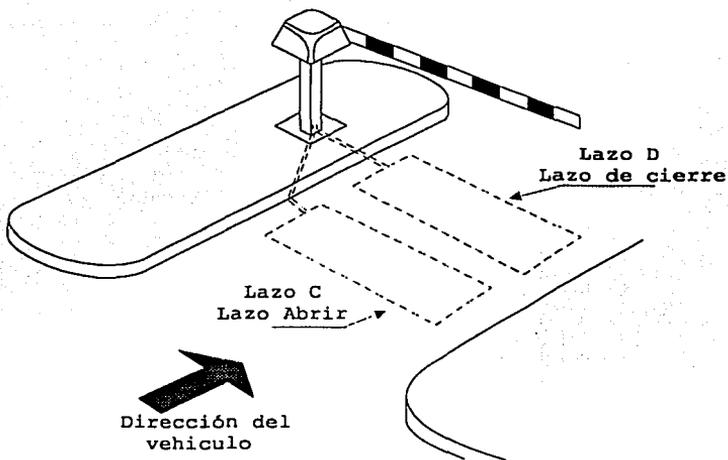


Figura 19 Funcionamiento de barrera con dos lazos

Existe otro modo de control para las barreras en las que no es necesario que un lazo magnético este conectado a ellas. Esta forma de funcionamiento es por medio de pulsos que son enviados directamente a la electrónica de control de la barrera para indicarle cuando debe de permitir o restringir el paso de un vehículo. Este tipo de control funciona con niveles de voltaje alto o bajo. Para el caso del sistema SRV que se esta describiendo, estos niveles de voltaje son controlados por la Consola o por el Contador de Ejes.

2.2 Módulo de Carril

El sistema de carril es otra de las partes fundamentales de un sistema SRV.

Este sistema, el cual se nombrará Consola, está compuesta por una computadora industrial, la cual contiene una tarjeta CPU, un disco duro, tarjeta de Entradas/Salidas, tarjeta multipuertos seriales, tarjeta de red, en algunos casos tarjeta de adquisición de vídeo, lectoras de tarjetas inteligentes o de proximidad, monitor, teclado tipo industrial, panel de conexiones entre las diferentes tarjetas y las acometidas de campo.

Las funciones principales de este sistema son la adquisición y procesamiento de la información recibida del Contador de Ejes, detección y clasificación automática de vehículos, registro de vehículos clasificados y marcados por el cobrador, comunicaciones con el servidor, comunicación con el display de tarifas, semáforos, control de barreras, lector de tarjetas inteligentes o de proximidad, barreras ópticas, impresora de comprobantes, etc, y por supuesto, la más importante es, la etapa interfaz entre el usuario (cobrador) con todo el sistema.

Otros tipos de eventos generados por el carril son: fin de sesión, alarmas de detección, alarmas de apertura de puertas, contadores de tráfico, etc. El sistema de carril permite que el cobrador realice el registro de diferentes formas: efectivo, exento, cuota eludida, vehículos al servicio de la comunidad, etc.

Como ya se mencionó, el Contador de Ejes realiza la detección de vehículos y la información es enviada a la consola a través de un puerto serial o a través de los dispositivos de salida del Contador de Ejes.

La consola como ya se indicó esta constituida de una computadora industrial la cual tiene instalado un software que se encarga de la configuración del hardware del sistema, es decir, verifica con que tipo de dispositivos va trabajar a

nivel hardware, como son: tipo de tarjeta de entradas/salidas, capacidad de disco duro, resolución de monitor, tipo de tarjeta de adquisición de vídeo, tarjeta de red, etc. Realizado lo anterior el sistema pasa a la etapa de configuración de tipo de caseta, asignando el tipo de tarifas a usar, nombre de la caseta, carril, actualización de las bases de datos asignados al carril, el manejo de memoria y se determinan las cantidades mínimas de memoria para el manejo de la aplicaciones a ejecutar para el correcto funcionamiento del sistema.

Este módulo central también se encarga de realizar las siguientes funciones:

- Apertura y cierre de sesiones de cobro y sesiones cerradas.
- Cobro manual de peaje.
- Cobro automático de peaje.
- Comunicación con el módulo de detección.
- Registro de sesiones y eventos de peaje.
- Control de las señalizaciones.
- Diagnóstico y registro de fallas y alarmas.
- Registros de estadísticas de aforo e ingresos
- Comunicación con el servidor.

El módulo de carril interactúa con los módulos de detección, atención a periféricos, comunicaciones, supervisor y verificación.

En Figura 20 se muestra la forma en como interactúa la consola con los diferentes subsistemas del SRV.

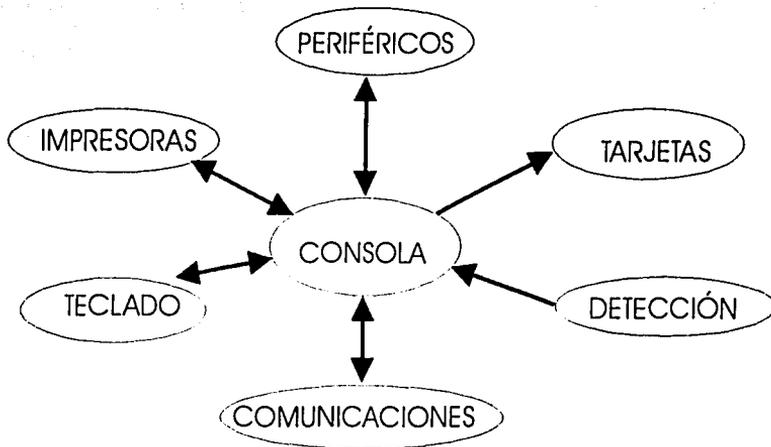


Figura 20. Interacción de la Consola con los diferentes subsistemas del SRV

El módulo de detección envía su información registrada vía un puerto serial para su posterior análisis por parte de la consola. De acuerdo al tipo de información recibida, la consola ejecutará algún tipo de acción.

A continuación realizará una descripción de cada uno de los subsistemas que interactúan con el módulo de carril.

2.2.1 Módulo de atención a Periféricos

Se encarga de atender las alarmas del equipo, dispositivos tales como teclado, tarjetas inteligentes, indicadores visuales, indicadores de peso e impresora de boletos de acuerdo a las condiciones registradas.

Las alarmas del equipo son aquellas implementadas en la consola como dispositivos de protección contra aperturas del equipo por personal no autorizado. Estas alarmas pueden estar conectadas a una tarjeta de entradas/salidas como puede ser la del Contador de Ejes o la instalada en la consola, esto dependerá de las necesidades requeridas.

Se procederá a realizar una descripción de los elementos mas importantes de este módulo y posteriormente se describirá la forma en que interactúa cada uno de estos dentro de este módulo.

2.2.1.1 Teclado

El teclado es la interfaz entre el usuario (cobrador) con la consola del sistema. Este tipo de dispositivo es desarrollado dentro de la empresa, con la finalidad de adecuarlo a las diferentes tipos de aplicación.

El tipo teclado industrial es generalmente un Keypads con algún tipo de arreglo matricial de N filas y M columnas, o arreglos de botones tipo industrial para darle una mayor robustez al sistema, y por lo regular estos contienen entre 20 y 80 teclas o botones, ya que en un sistema SRV no es necesario un mayor número de éstas, así como un decodificador para poder realizar la configuración de las teclas de acuerdo a las necesidades requeridas. En este tipo de teclados es muy común que se requiera que más de una tecla envíe la misma letra o número, ya sea porque se requiera armar grupos de teclas para tener un área de contacto mayor o porque se desea que distintos eventos efectuados, tengan la misma acción. Estos

teclados se pueden configurar para que envíen su información en modo PS2, vía serial o ambos. Así mismo, en cierto tipo de aplicaciones es necesario que este teclado pueda reprogramarse vía serial o en modo PS2.

En la Figura 21 se muestra la arquitectura general de un teclado.

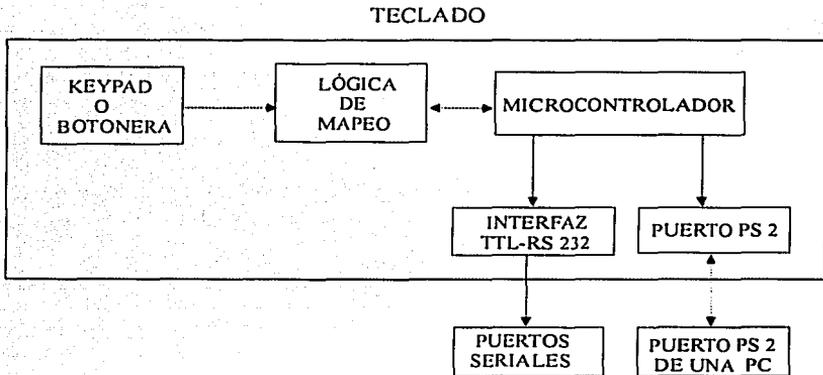


Figura 21 Arquitectura básica de un teclado

El teclado se utiliza para que el cobrador o el supervisor pueda activar las funciones de clasificación, cobro, añadir o restar ejes, corregir la clasificación y acceder a pantallas de la interfaz de operación. El sistema permite que el cobrador pueda realizar el registro de vehículos de diferentes formas: efectivo, exento, cuota eludida, vehículos al servicio de la comunidad, etc. Esto es analizado por el sistema y toma una decisión en base a lo detectado y enviado por el cobrador.

2.2.1.2 Tarjetas Inteligentes

Los diferentes tipos de tarjetas se pueden dividir en Tarjetas inteligentes y las Tarjetas de proximidad.

¿ Qué son las tarjetas inteligentes ?

Son tarjetas de plástico, similares, en tamaño y otros estándares físicos, a las tarjetas de crédito que llevan estampadas un circuito integrado.

Este circuito puede ser de solo memoria o un contener un microprocesador (CPU) con un sistema operativo que le permite una serie de tareas como:

1. Almacenar
2. Encriptar información
3. Leer y escribir datos.

El chip que contiene dispone de unos contactos exteriores que son los que le permiten mantener una comunicación con él y de esta forma acceder a la información que contiene o grabar nueva información. Los contactos están bañados en oro para que la tarjeta sea resistente a un uso habitual en cualquier tipo de entorno (alta humedad, ambientes químicos, etc).

Como mecanismo de control de acceso, las tarjetas inteligentes hacen que los datos personales y de negocios solo sean accesibles a los usuarios apropiados. La tarjeta asegura la portabilidad, seguridad y confiabilidad en los datos.

La arquitectura general de una tarjeta inteligente se muestra en la Figura 22.

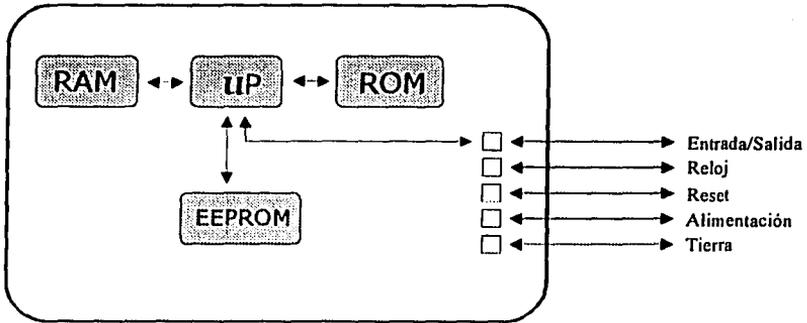


Figura 22 Arquitectura general de una tarjeta inteligente

Clases o Tipos de tarjetas

Tarjeta Inteligente de Contacto. Estas tarjetas son las que necesitan ser insertadas en una terminal con lector inteligente para que por medio de contactos pueda ser leída. Existen dos tipos de tarjeta inteligente de contacto: las sincrónicas y las asincrónicas.

Tarjetas Inteligentes Sincrónicas. Son tarjetas con solo memoria y la presentación de esta tarjeta inteligente y su utilización se concentra principalmente en tarjetas prepagadas para hacer llamadas telefónicas. Contienen un chip de memoria que se utiliza generalmente para el almacenamiento de datos.

Dentro de esta categoría existen dos tipos de tarjetas:

Memoria Libre. Carece de mecanismos de protección para acceder a la información.

Memoria Protegida. Necesita de códigos y pasos previos para tener acceso a la información.

Estas tarjetas son desechables cargadas previamente con un monto o valor que va decreciendo a medida que se utiliza, una vez se acaba el monto se vuelve desechable. Se utilizan a nivel internacional para el pago de peajes, teléfonos públicos, máquinas dispensadoras y espectáculos.

Tarjetas Asincrónicas. Son tarjetas inteligentes con microprocesador. Esta es la verdadera tarjeta inteligente. Tiene el mismo tamaño y grosor de una tarjeta de crédito y puede tener un cinta magnética en la parte posterior. Dentro del plástico se encuentra un elemento electrónico junto con la memoria RAM, ROM y EEPROM en el mismo chip

Tarjetas de Proximidad. Son similares a las de contacto con respecto a lo que pueden hacer y a sus funciones. Se usan con un lector de tarjetas que utiliza una antena la cual emite un campo magnético, y al acercarse una tarjeta de proximidad las ondas energizan el chip de la tarjeta iniciando un protocolo de comunicación.

El principio de funcionamiento es el siguiente: la antena emite señales de radio que activan a la tarjeta para leer o escribir información en la misma. Dicha antena tienen una gran variedad de formas y tamaños. La antena constantemente esta generando un campo electromagnético para tener una detección continua de las tarjetas que se acerquen al sistema.

La antena generalmente esta integrada con un transceiver y un decodificador para formar un lector. El lector emite ondas de radio con alcances de hasta 50 mts o más, dependiendo de la potencia del mismo. Cuando una tarjeta pasa a través del campo electromagnético, está se energiza y envía información al lector, el cual decodifica los datos almacenados en el chip de la tarjeta para ser enviados a alguna computadora para su procesamiento.

El lector esta constantemente emitiendo pequeños pulsos electromagnéticos y al cruzar una tarjeta por este campo, se carga un capacitor instalado en la tarjeta con la energía generada por el lector, sirviéndole como fuente a la tarjeta. La tarjeta esta sintonizada a la frecuencia del lector y cuando el pulso termina, está inmediatamente comienza a enviar su información. La información es recibida por el lector. Una vez que los datos son enviados el capacitor es descargado y listo para un nuevo ciclo de trabajo.

Las tarjetas de proximidad se clasifican en activas y pasivas.

Las activas son energizadas internamente por una batería y son generalmente usadas para realizar lectura o escritura de datos en ellas. El tamaño de memoria varía de acuerdo a tipo de aplicación pero pueden llegar hasta 1 MB de memoria. Las desventajas de este tipo de tarjetas es que son grandes, de alto costo y un tiempo de vida limitada por el tipo de batería y temperatura de operación.

Las pasivas funcionan sin una fuente interna y dicha energía la obtienen del campo magnético generado por el lector. Por consecuencia estas son más pequeñas que las activas, menos caras y un tiempo de funcionamiento mayor que las activas. Las desventajas son que tienen un alcance menor que las activas ya que dependen de la energía del lector. Este tipo de tarjetas son de lectura escritura con una memoria típica de 32 a 128 bits.

Estos sistemas se clasifican en diferentes rangos de operación. Baja frecuencia (30 Khz-500Khz) los cuales son de alcance pequeño y más económicos. Éstos son usados frecuentemente para controles de acceso e identificación.

Las de alta frecuencia (850 Mhz -950 Mhz y 2.4 GHZ – 2.5GHZ) permiten un mayor alcance y velocidad de lectura por lo que son usadas principalmente para la detección de vehículos.

La principal ventaja de estos dispositivos es el que no existe contacto físico con otros dispositivos, su resistencia a las condiciones ambientales y en algunos casos la velocidad de respuesta que puede ser menor a los 100 mseg.

En la Figura 23 se muestra la configuración básica de este tipo de tarjetas.

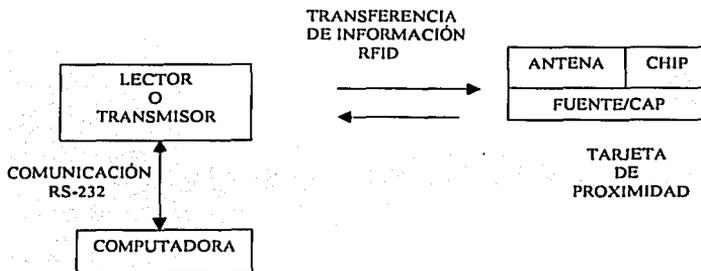


Figura 23 Arquitectura general de la tarjeta de proximidad

Dentro del sistema SRV, tanto las tarjetas de contacto como de proximidad son utilizadas como una forma de pago. Estas se pueden dividir en tarjeta de débito, por periodo de tiempo, de cobrador o tarjeta de recarga.

Tarjeta de Débito. Esta contendrá un monto de dinero disponible que será decrementado cada vez que se haga uso de la tarjeta de una caseta.

Tarjeta por periodo de tiempo. Esta tarjeta es válida únicamente por un periodo de tiempo grabado en la tarjeta, y una vez vencido el periodo de validez la tarjeta deberá ser recargada.

Tarjeta de supervisor o cobrador. Son aquellas que utiliza el personal de la caseta para hacer uso de las consolas.

Tarjeta maestra o de recarga. Esta es usada para poder realizar la recarga de las tarjetas de los usuarios.

2.2.1.3 Indicadores Visuales

Estos dispositivos son indispensables en un sistema SRV porque son la interfaz entre el sistema y el conductor. Determinan a través de señales luminosas el ingreso o no al carril, y con los semáforos se le indica al conductor cuando se debe detener o avanzar. El display de tarifas muestra la cantidad a pagar por el conductor.

Estos equipos son desarrollados dentro de la empresa. Los indicadores como ya se mencionó se dividen en indicadores de ingreso a carril normalmente llamados semáforos de marquesina y le indican al conductor cuando está permitido o restringido el acceso a un carril y comúnmente son dispositivos ON/OFF activados por una etapa de potencia controlada por la consola.

Los indicadores de semáforo, llamados semáforos de pedestal, le indican al conductor cuando está dentro del carril que se detenga para realizar su pago o que pase una vez que realizó el mismo y son controlados de manera similar a los semáforos de marquesina.

El display de tarifas le indica al conductor la cantidad de peaje a pagar o le muestra algún tipo de mensaje. Están clasificados en dos grupos: display alfanumérico y display numérico, y la instalación de uno u otro display depende de los requerimientos solicitados por el cliente y se controlan normalmente vía un puerto serie.

Los caracteres o números del display son formados a partir de matrices de emisores de luz de alta intensidad (leds). Estas matrices son controladas por un microcontrolador que interpreta las ordenes recibidas por una interfaz serial, y así el display puede realizar una contestación de la acción ejecutada para tener un mejor control del sistema.

La brillantez de estos emisores de luz puede ser controlada para obtener una mejor optimización del display, ya que de noche es necesario que la intensidad sea baja para que no presente deslumbramiento al conductor y durante el día es necesario que la intensidad aumente, principalmente cuando la luz solar les da de frente. Todo esto es con la finalidad de obtener una mejor optimización del sistema.

La arquitectura general de un display se muestra en la Figura 24.

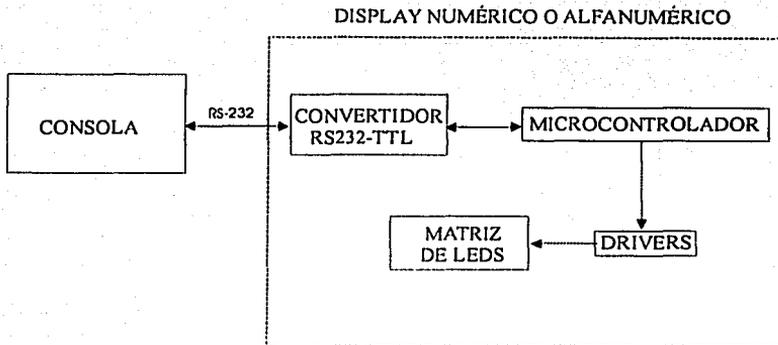


Figura 24. Arquitectura básica de un display

2.2.1.4 Impresoras de carril:

Las impresoras de carril se clasifican en impresoras de matriz de punto y térmicas, siendo las de matriz de punto más comúnmente utilizadas por tener un mantenimiento más rápido y económico. Cuando se requiere una resolución más alta para la impresión de gráficos es más recomendable una impresora térmica.

Estos tipos de impresoras son diseñadas para ser compactas, de tiempo de respuesta rápido y cargas de trabajo muy altas, además de cumplir con los estándares de comunicación serial.

Estas impresoras son controladas por la consola vía un puerto serie.

El funcionamiento de una impresora de carril en el sistema SRV es el siguiente: cuando el cobrador confirma el pago de una cuota, la consola envía información a la impresora para que emita un boleto con las características indicadas por el módulo de periféricos. Estas características son: caseta, hora, carril, RFC de la operadora de la autopista y la cantidad pagada por el conductor.

2.2.2 Operación de la consola

La operación de la consola se realiza principalmente usando el teclado y el monitor.

El teclado sirve para activar las funciones de clasificación, cobro, añadir o restar ejes, corregir la clasificación y acceder a las pantallas de interfaz de operación.

El monitor nos despliega la información del estado operativo del carril, el menú con las funciones de operación disponibles y mensajes para el cobrador. Muestra también mensajes sobre el funcionamiento de la consola para el personal de mantenimiento.

El teclado consta principalmente de 24 teclas clasificadas en tres tipos de teclas.

a) De clasificación y numéricas. Cuando aparece en la pantalla el mensaje CLASE la función de esas teclas es asignar, según el texto que llevan impresos, la clase al vehículo que cruzara el carril; mientras que cuando aparece un menú en la pantalla o se pide al operador insertar su clave de acceso o número de folio, las teclas de clasificación funcionan como teclas numéricas refiriéndose en este caso al número que tienen grabado.

AUTO (1)	CAMIÓN 8 EJES (8)
CAMIÓN 2 EJES (2)	CAMIÓN 9 EJES (9)
CAMIÓN 3 EJES (3)	CAMIÓN 10 EJES (0)
CAMIÓN 4 EJES (4)	AUTOBÚS 3 EJES
CAMIÓN 5 EJES (5)	AUTOBÚS 4 EJES
CAMIÓN 6 EJES (6)	AUTOBÚS 5 EJES
CAMIÓN 7 EJES (7)	MOTO

b) De Cobro. Se utilizan para confirmar una clasificación e indicar al sistema el tipo de pago efectuado por el usuario.

1. Efectivo
2. Residentes sin pago
3. Residentes pago anticipado
4. IAVE
5. S.C. (Servicio a la comunidad)

c) De modificación y control. Este grupo sirve para modificar y corregir las acciones de clasificación y cobro. A este grupo pertenecen la opción **FUNCIÓN**, la cual, es empleada para acceder a los menús de funciones de la consola y confirmar acciones, tales, como apertura y cierre de línea.

1. +EJES
2. -EJES
3. CORRIJE
4. **FUNCIÓN**

Existen dos medios para desplegar el menú de funciones: con la tarjeta inteligente o con el teclado de la consola. Las funciones disponibles dependen del estado de la línea y del turno, así mismo, las opciones de menú serán diferentes dependiendo del tipo de acceso que se haga, ya sea con clave de operador o de supervisor.

Estos menús le permiten al OPERADOR realizar aperturas o cierre de turnos, cambio de rollos de impresora e impresión de encabezados.

MENÚ DE FUNCIONES

1 ABRIR TURNO

2 CANCELAR

Cuando se abre el turno, el semáforo de marquesina cambia a estado verde y en este estado se mantendrá hasta que se cierre el turno, en cuyo caso cambiará a color rojo. Una vez abierto el carril el sistema estará listo para la clasificación y cobro vehículos.

Al ingresar un vehículo al carril, el operador lo observa y realiza una clasificación del mismo en base a su número de ejes y tipo de rodada. Al realizarse la clasificación se despliega en el monitor del cajero el tipo de rodada y número de ejes correspondiente a la clase seleccionada, y la cantidad a cobrar, mientras que el indicador de tarifas muestra la cantidad a pagar por el conductor.

Si se requiere marcar algún eje excedente se presiona la tecla +EJE tantas veces como sea necesario, o si se excedió la cantidad que deseaba marcarse se puede corregir presionando la tecla -EJE tantas veces como se desee restar.

Una vez realizada la clasificación del vehículo se efectúa el cobro usando el teclado, seleccionando del menú de cuotas el tipo de pago que aplique, al realizar esta selección se confirma la clasificación del vehículo. La tecla de cobro se oprime antes de que el vehículo abandone la caseta, de lo contrario el sistema registra una violación.

Cuando un vehículo elude el pago, el operador marca este vehículo como eludido entrando al menú de pago y seleccionando CUOTA ELUDIDA, o si el vehículo es de cuota reducida selecciona la opción REDUCIDA de este mismo menú.

MENÚ DE FUNCIONES

- 1 REDUCIDA**
- 2 CUOTA ELUDIDA**
- 3 IMPRIMIR ENCABEZADO**
- 4 CANCELAR**

Después de seleccionar el tipo de pago, el semáforo de carril cambia a verde permitiendo el paso del vehículo, en ese momento se prepara el cambio, se retira el boleto impreso y se entrega al usuario. Cuando esté abandonada la zona de cobro el semáforo de pedestal cambia a estado rojo, el indicador de tarifas se limpia y el sistema estará listo para una nueva clasificación.

Estando la línea y turno abierto, al seleccionar la tecla función, las opciones que muestra son:

MENÚ DE FUNCIONES

4 CERRAR TURNO

9 IMPRIMIR ENCABEZADO

8 CAMBIO DE ROLLO

7 CANCELAR

Si la clave con la que se accede es de SUPERVISOR, las opciones de menú son diferentes a las del operador.

Cuando el estado inicial corresponde al de línea y turno CERRADO, no existiendo comunicaciones con el concentrador, las opciones son las siguientes:

MENÚ DE FUNCIONES

1 ABRIR LÍNEA

2 IMPRIMIR TURNO

3 IMPRIMIR TRANSACCIONES

6 OPCIONES DE SERVICIO

7 CANCELAR

Si el estado inicial es con línea ABIERTA y turno CERRADO, el menú de funciones es:

MENÚ DE FUNCIONES

- 1 CERRAR LÍNEA
- 2 IMPRIMIR TURNO
- 3 IMPRIMIR TRANSACCIONES
- 4 ABRIR TURNO
- 7 CANCELAR

Si existe enlace con el concentrador, para abrir turno es necesario que el encargado de turno realice la asignación de carriles y si no hay enlace con el concentrador solo podrá abrirse el turno desde el menú de supervisor y después el cobrador proporciona su clave para la apertura de turno.

Funciones de SUPERVISOR con línea y turno CERRADO.

MENÚ DE FUNCIONES

- 4 CERRAR TURNO
- 9 IMPRIMIR ENCABEZADO
- 8 CAMBIO DE ROLLO

Una vez descritos los elementos más importantes del módulo de carril se realizará una descripción del funcionamiento general del mismo.

Al ser registrado un vehículo por el Módulo de Detección, éste le envía su información a la consola para su análisis y posterior toma de decisión en base a la información recibida del cobrador a través del teclado o por el puerto serial de atención a Tarjetas. Esta información es recibida por consola en modo PS2 o serial. De acuerdo a la decisión tomada por el módulo de carril, se envía información a los semáforos de pedestal para que se enciendan o apaguen (rojo o verde), al display de tarifas para que muestre un mensaje o se limpie, a la barrera de paso para su apertura o cierre y a la impresora de carril, si es necesario, para la impresión de un boleto.

La consola de carril cuenta con una cola de recepción de mensajes donde se reciben los mensajes enviados por el concentrador. Estos mensajes pueden ser: transferencia de tarifas o de usuarios, archivos de configuración, asignación de operadores a sesiones de operación, etc. Cada vez que se genera un evento en el carril se inserta en una cola de transmisión de mensajes para su envío al concentrador. Mas adelante se explicará el funcionamiento del concentrador.

La aplicación de carril esta desarrollada de manera modular, de tal forma que permite configurarse en diferentes modos operativos. Éstos pueden ser: carril con cobrador, carril con cobrador y pago electrónico (Tarjetas inteligentes, IAVE, etc). Puede soportar diferentes tipos de periféricos como: impresoras, displays, lectoras de tarjetas inteligentes, de proximidad, barreras de paso, detectores de altura, etc .

Todos los movimientos realizados son enviados a un histórico del sistema para su posterior transferencia al concentrador.

IAVE.

Es un sistema de identificación automática de vehículos y es un medio eficaz de pago automático de peaje en las casetas de cuota, sin necesidad de pagar en efectivo.

La tarjeta IAVE funciona por medio de señales electrónicas que son leídas por sistema cada vez que un vehículo cruza por alguna de las casetas de cuota. Dicho sistema le abre paso automáticamente al vehículo registrando la fecha, la hora y la dirección del cruce.

Los beneficios que proporciona el sistema IAVE son los siguientes:

Comodidad

- El conductor no tiene que preocuparse por pagar en efectivo.
- No necesita abrir la ventanilla de su automóvil.
- Puede hacer uso de carriles exclusivos y pase automático.

Control

- Le permite llevar un control exacto y confiable de sus gastos de peaje.
- Los cargos se realizan directamente a su tarjeta de crédito, y le proporciona al conductor un registro detallado de cada cruce por caseta.

2.3. Módulo de comunicaciones

La plataforma de funcionamiento de este módulo es el sistema operativo WINDOWS NT Server y workstation, los cuales usan el manejador de bases de datos SQL Server. Este módulo es controlado normalmente por una computadora llamada Servidor que sirve de enlace entre las consolas de carril y las aplicaciones desarrolladas para el SRV, tal como se muestra en la Figura 25.

En casetas muy grandes esta aplicación se ejecuta en una estación de trabajo y el Servidor funciona únicamente como banco de información y enlace.

El Servidor del equipo de control de tránsito (ECT) realiza las siguientes funciones:

- Funcionar como depósito central de la información de la consola de carril y del equipo de vídeo permanente (EVP), y como servidor de archivos.
- Realiza la sincronía en tiempo real de las consolas de carril y del equipo de vídeo permanente .

Todos los componentes de este sistema se comunican mediante una red ethernet a 10 MBPS en una topología estrella. Las líneas de comunicación se unen en un HUB localizado en el área del concentrador. Este tipo de arreglo tiene como principal característica de que si se llegará a perder la comunicación con un elemento, no se pierda la comunicación con el resto de los componentes de la red.

Las comunicaciones entre las consolas de carril y el concentrador se realiza a través de datagramas de Netbios conectándose con un mecanismo que garantiza el encolamiento y la transmisión de los eventos (MSQ).

Este módulo se encarga de recibir la información generada en los carriles de manera directa, el control de vídeo y guardar la información en las bases de datos.

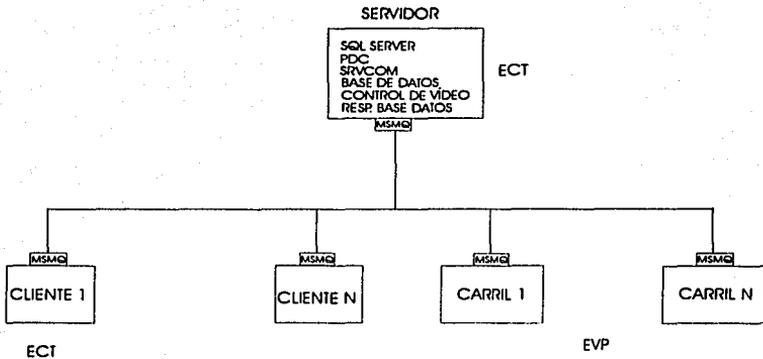


Figura 25. Arquitectura del Módulo de comunicaciones

Este módulo interactúa con los siguientes sistemas.

1.- Equipo de video permanente (EVP) y sus funciones son:

- a) Recibir los mensajes de red entre carriles y concentrador.
- b) Rotular las imágenes de video con lo marcado y detectado, número de evento y folio del equipo de carril.
- c) Generar en el servidor o concentrador, los archivos de discrepancias (diferencias entre lo detectado por el sistema y lo marcado por el cobrador).

2.- Servidor del equipo de control de tránsito (ECT), el cual realiza lo siguiente:

- a) Servir como deposito central de la información de las consolas de carril y del equipo de vídeo permanente y como servidor de archivos.
- b) Sincronía en tiempo de consolas de carril y EVP.

3.- Estaciones de operación.

Estás son computadoras cliente que sirven como interfaz hombre-máquina entre el sistema y el personal administrativo de la caseta, ya que permite mostrar información del sistema a través de reportes.

4.- Equipo de Carril

Es el encargado de recibir la información generada por el carril y enviarla al concentrador para su almacenamiento, y cada vez que se requiera, actualizar la información de la consola. Aquí el módulo de comunicaciones es el encargado de depositar la información en la cola de recepción del equipo de carril del cual se requiera actualizar la información.

2.3.1 Concentrador

Este sistema está constituido por equipo de cómputo, de adquisición de datos, de despliegue de información y por un conjunto de programas de software que controlan el funcionamiento del sistema y crean la interfaz con los usuarios para la configuración y operación. Las principales funciones del sistema son el control, el registro y auditoría de la operación de los carriles de la caseta. Las funciones particulares del concentrador son:

- Configuración de caseta, tarifas y plantilla de cobradores.

- Controlar las comunicaciones con las consolas de carril.
- Registro y explotación de información.
- Control de turnos.
- Monitoreo de la operación de las casetas en tiempo real.
- Registro de la información generada en carriles en la base de datos del sistema.
- Servicio de información de tiempo real a aplicaciones en computadoras cliente.
- Salvaguarda de la información generada.
- Sincronía e inserción de texto en la vídeo grabación.
- Generación de reportes impresos.
- Respaldo y recuperación de la información de la operación.

Dentro de los programas del concentrador se puede observar un proceso denominado SRVCOM, el cual es el responsable de la comunicación con las consolas de carril y ofrecer los servicios de información en tiempo real a otras aplicaciones del sistema.

En el concentrador como ya se indico anteriormente se encuentra el archivo de aplicación SRVCOM, el manejador de bases de datos (SQL Server), el administrador de red (PDC= primary Domain Control), la base de datos dentro de la cual se almacena toda la información enviada por los carriles y las características propias de cada carril y de la caseta, el respaldo de la base de datos y el control del vídeo.

El PDC es el encargado de controlar el acceso al servidor por medio de contraseñas, es decir, concentra los tipos de usuario y permisos en base a la seguridad de Windows.

Como ya se mencionó dentro de esta topología tipo estrella se encuentran todos los elementos conectados a un Servidor, el cual a su vez tiene N numero de

clientes. Cada cliente tiene una o varias funciones a realizar, dependiendo de la funcionalidad de la caseta, como la supervisión, auditoría de vídeo, liquidación, supervisión de carriles, etc.

Dentro de cada carril existe instalada una aplicación llamada consola, la cual se encarga de interactuar con cada uno de los componentes que del carril y de atender al módulo de comunicaciones.

Esta interacción es controlada por el programa de control de mensajes llamada MSMQ (Microsoft Message Queue). Cada que se genera un evento dentro del carril, el programa Consola guarda esta información en su disco duro y la envía a una cola de mensaje para su transmisión. El programa MSMQ toma estos datos y se encarga de que esta información llegue correctamente a su destinatario depositándola en la cola de mensajes en el servidor. Un programa que se ejecuta dentro de esté llamado SRVCOM es el encargado de tomar esta información de la cola de recepción y almacenarla en la base de datos, actualizar la información en tiempo real y del control de vídeo.

Cuando el concentrador desea comunicarse con la consola el programa SRVCOM envía esta información a una cola transmisión de mensajes para que posteriormente esta sea enviada por el MSQ a la cola de recepción de mensajes de la consola de carril, una vez que la información se encuentra en dicha sección el programa Consola toma la información la analiza y realiza alguna acción.

Estos mensajes pueden ser de:

- transferencia de tarifas o de usuarios
- Archivos de configuración.
- Asignación de operadores a sesiones de operación.

El programa Consola se encarga de almacenar en la base de datos de la consola de carril la siguiente información:

- Eventos de Peaje.
- Conteos periódicos y horario
- Cierres y aperturas de sesión
- Arranque de operación
- Estado de semáforos, usuario, supervisión, archivos de configuración.
- Alarmas del equipo.

Este almacenamiento en la consola de carril es necesario ya que en caso de falla en la red, sea posible restaurar todos los eventos sucedidos en el carril. Una vez que se restablece la comunicación con el servidor se continúa con el envío de información a través de la cola de transmisión de mensajes de la consola.

Los mensajes enviados por la consola al servidor son:

- Eventos de peaje
- Cierres y aperturas de sesión
- Arranque de operación
- Alarmas del equipo

Este esquema de configuración nos ofrece la seguridad de que todos los mensajes serán entregados a sus receptores, así como aislar a las aplicaciones de problemas en la red o en los receptores.

Las aplicaciones de explotación de información que se ejecutan en las máquinas cliente tienen acceso a la información registrada en la base de datos y a la información en tiempo real que ofrece el programa SRVCOM.

2.4 Control de video

Este módulo realiza las siguientes funciones:

- Sincronía de las VCR'S de grabación.
- Control de las VCR'S de auditoría.
- Inserción de textos en las imágenes grabadas.

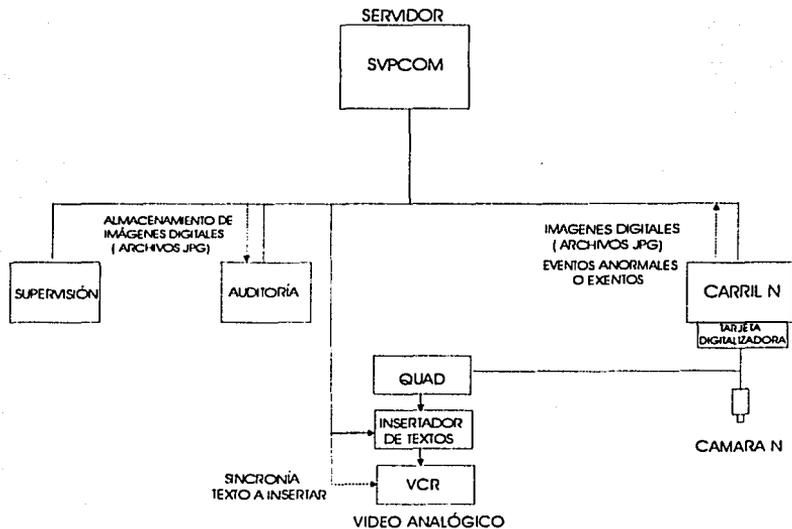


Figura 26. Arquitectura general del sistema de video

En la Figura 26 se muestra la forma en como se puede obtener el vídeo analógico y el vídeo digital.

La información recibida por la cámara de Vídeo es enviada a la consola de carril, en específico, a su tarjeta digitalizadora de imágenes instalada dentro de la computadora para su almacenamiento en forma digital. Cada que ocurre un evento en el carril, se registran una serie de imágenes que son almacenadas temporalmente en la base de datos de la consola, y si al finalizar el evento se detecta un evento anormal, la información almacenada de forma permanente en la consola y enviada a través de la red a una máquina cliente de auditoria para su almacenamiento y posterior análisis. Esta información es guardada en archivos del tipo JPG.

Los eventos de peaje se clasifican en normales y anormales.

Un evento normal es cuando lo marcado por el cobrador es igual que el detectado por el sistema.

Un evento anormal es cuando lo marcado por el cobrador es diferente a lo detectado por el sistema.

La información recibida de la cámara de vídeo es enviada paralelamente a un quad o multiplexor, para posteriormente ser rotulada y almacenada de forma analógica, en una videograbadora que esta almacenando información las 24 horas del día.

La sincronización y rotulación de las imágenes es controlada por un programa llamado SVPCOM el cual esta ejecutándose dentro del servidor de la caseta.

El mensaje de rotulación que es insertado a la imagen contiene la siguiente información:

- Clase marcada
- Forma de pago
- Número de evento
- Folio

2.5 Base de datos

En esta base de datos es almacenada toda la información generada por el sistema y es controlada por el programa SQL Server de Microsoft, el cual es un administrador de bases de datos y es el encargado de que únicamente las aplicaciones con los permisos de acceso correctos tengan acceso a la base de datos.

2.6 Módulo de liquidación

Este módulo realiza las siguientes funciones:

- La liquidación de las sesiones de cobro, tales como: aforo, ingresos, eventos anormales, tarjetas, exentos y cuotas eludidas.
- Liquidación de sesiones cerradas.
- Liquidación de turnos (contiene información de todo el turno)
- Liquidación del día. (contiene información de todo el día).
- Arqueo de información.

2.7 Módulo de supervisión

Este módulo se encarga de las siguientes funciones:

- Monitoreo de líneas. Permite observar desde el concentrador la información sobre el estado de operación de las líneas, el número de vehículos que han pasado por determinada línea y las características del último vehículo que paso.
- Autorización de apertura y cierre.
- Función del monitoreo del estado del carril.
- Monitoreo de eventos.
- Monitoreo del último evento.
- Monitoreo del aforo.
- Monitoreo de eventos anormales. (Actual o de días anteriores)

2.8 Módulo de auditoría

Realiza las siguientes funciones:

- Revisión de eventos anormales, exentos, etc.
- Control de la VCR de auditoría.

2.9 Módulo de estadísticas

Es el encargado de:

- Los reportes de aforo e ingresos por periodos de tiempo.
- Desglosar la información por carril, por forma de pago y por clase vehicular.

2.10 Módulo de Tarjetas

Sus funciones son:

- Llevar un registro de usuarios
- La personalización de tarjetas.
- Reportes detallados y acumulados.

2.11 Módulo de configuración

Este módulo se encarga de:

- Configuración de tarifas, usuarios y listas negras.
- Altas, bajas y cambios de usuario
- Respaldos de información.
- Catálogos. Permite llevar un control de catálogos para validar la información en línea y definir una serie de parámetros para la configuración de la caseta.
- Configuración de caseta. Da de alta y modificar los datos generales de la caseta, tales como nombre y carriles de los que se dispone, configuración y sentido de los mismos.
- Configurar tarifas. Cambia las tarifas por línea, así como modificar las tarifas de cada línea y copiar tarifas a otras líneas o carriles.
- Transferencia de información a consolas. La transferencia de información a consolas es un proceso importante, ya que permite que se actualicen los datos en las consolas, en caso de dañarse algún archivo de la consola, este se transfiere desde el concentrador a la consola.

2.12 Mantenimiento

Este módulo es muy importante para la gente de mantenimiento ya que permite generar reportes de alarmas y fallas del sistema.

Ayuda al personal de mantenimiento a tener un control sobre el estado del equipo, verificación de archivos, registro de fallas, etc.

CAPITULO III

**SISTEMA POSTCLASIFICADOR
Y PRECLASIFICADOR**

3.0 PRINCIPIO GENERAL DE FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE REGISTRO VEHICULAR (SRV).

En el capítulo anterior se realizó una descripción general de un Sistema de Registro Vehicular, lo que no se indicó es que de acuerdo al tipo de control que se realizó sobre éste, el sistema es Preclasificador o Postclasificador.

3.1 SISTEMA POSTCLASIFICADOR

El principio de funcionamiento de un sistema postclasificador es como su nombre lo indica, un sistema que realiza la clasificación de un vehículo después de que el conductor ha realizado el pago correspondiente.

Al iniciar la sesión de cobro de vehículos, el sistema genera una pantalla de cobro para que el cajero seleccione el tipo de operación que desea realizar.

Al ingresar un vehículo por un carril, el cajero lo observa y realiza una inspección visual del mismo para determinar sus características, y lo clasifica de acuerdo a los diferentes tipos de marcado a los que tiene acceso por medio del teclado, por ejemplo, determina y clasifica si es un auto, un camión, un autobús, etc. Al realizarse la clasificación la consola almacena esta información de forma local y busca en su catálogo la clase asignada del vehículo para determinar el tipo de imagen a desplegar en el monitor del cajero, así como la descripción, tipo de ejes, número de fotos a registrar y envía al display de tarifas la cantidad a pagar por el conductor del vehículo, mientras que el semáforo de pedestal continúa en rojo y la barrera de paso continúa cerrada. El monitor del cajero muestra simultáneamente una imagen con las características marcadas por el cajero y la cantidad a pagar por el conductor del vehículo.

Si por alguna razón el cajero detecta que su clasificación es incorrecta, puede corregir agregando o restando ejes con la ayuda de las teclas correspondientes y

la información es actualizada en la base de datos de la consola, en el monitor y en los indicadores visuales.

Al recibir el cajero la cantidad a pagar por el conductor, marca la forma de pago, el cual puede ser por tarjeta, efectivo, etc. La consola entonces envía información al semáforo de pedestal para que cambie a verde, a la barrera para que permita el paso, al display de tarifas para que sea limpiado y a la impresora de carril para que emita el boleto de pago correspondiente. Simultáneamente comienza el registro de imágenes digitales en base a la clasificación del vehículo.

Toda la información generada es almacenada en forma local por la consola de cobro y al arrancar el vehículo, éste es detectado y clasificado por el Contador de Ejes. Cuando el Contador de Ejes determina que el vehículo abandonó el carril envía la información registrada a la consola de carril y a la barrera para que baje su brazo.

La consola compara la información recibida del Contador de Ejes y la registrada por el cajero, y si ambas son iguales quiere decir que se detectó un evento normal y las imágenes digitales tomadas al vehículo y almacenadas en la consola son desechadas. La información del evento es enviada a la cola de transmisión para su almacenamiento en el servidor.

En caso de que lo marcado por el cajero y lo detectado por el SRV sean diferentes, indica que el evento ocurrido fue anormal, registrándose entonces una discrepancia. En este caso la información marcada por el cajero y la detectada por el sistema es almacenada localmente, al igual que las imágenes digitales del vehículo. Toda la información del evento es puesta en la cola de transmisión para su almacenamiento en el servidor.

Otro tipo de evento anormal que puede surgir es cuando el cobrador no registra el paso de un vehículo por el carril y el sistema detecta que algún tipo de vehículo

cruzó el carril. Cuando sucede un evento de este tipo se dice que ocurrió una violación y la información es almacenada localmente en la consola y es enviada a la cola de transmisión para su envío al servidor.

Cuando el evento es marcado y la forma de pago es realizada, pero la detección por parte del Contador de Ejes no es registrada, se genera otro evento anormal llamado inserción. Al igual que en los casos anteriores la información es almacenada localmente en la consola y enviada a la cola de transmisión de mensajes al servidor.

El sistema de vídeo grabación continua graba las características generales del vehículo, integrando en la imagen, texto con la clasificación realizada por el cajero receptor y por el equipo de control de tránsito, los cuales están sincronizados en tiempo real.

La imagen es guardada con el tipo de evento ocurrido, el cual puede ser un evento normal, violación, inserción o discrepancia.

El equipo de control de tránsito y el equipo de vídeo grabación continua trabajan en sincronía con el reloj del servidor, permitiendo generar un reporte de discrepancias entre la información detectada por los equipos y la registrada por el cajero a fin de identificar problemas y fallas

La Figura 27 muestra mediante un diagrama de flujo las características de un sistema Postclasificador.

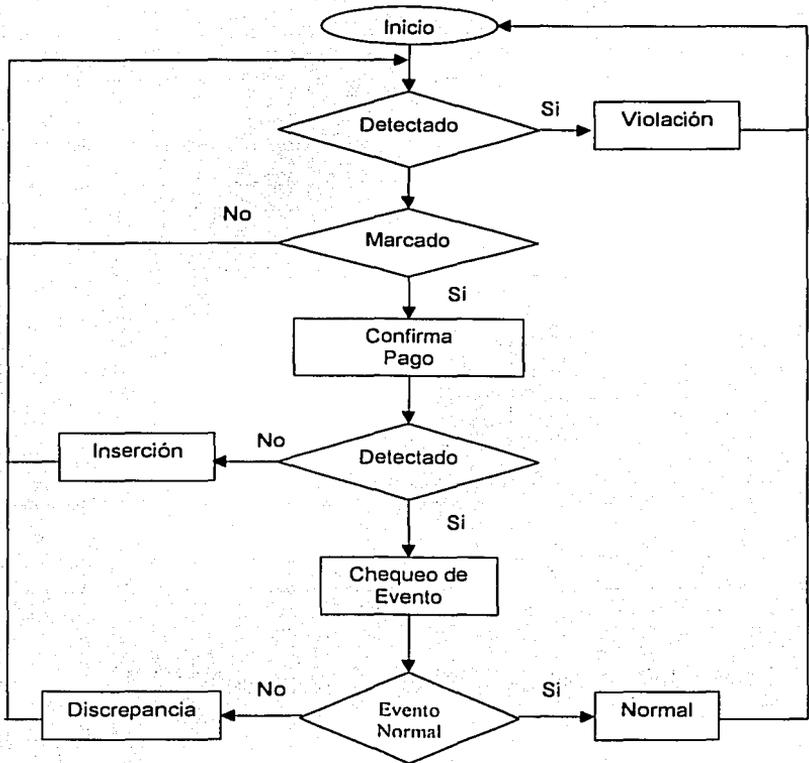


Figura 27. Diagrama de flujo de un Sistema Postclasificador

3.2 Sistema preclasificador

En este tipo de sistema cuando un vehículo ingresa al carril, éste es detectado y clasificado primero por el equipo de control de tránsito y posteriormente confirmado por el cajero.

Cuando un vehículo ingresa por el carril, el semáforo de pedestal se encuentra en rojo y el sistema detecta y determina la cantidad de ejes, tipo de rodada y la cantidad a pagar por el conducto. Toda esta información es guardada localmente en la consola y desplegada en el monitor del cajero. El display de tarifas muestra la cantidad a pagar por el conductor del vehículo. El cajero realiza una inspección visual para verificar si las características del vehículo detectado por el sistema son correctas, y si es así, espera el pago del peaje. Si el cajero determina que la clasificación registrada por el sistema es incorrecta, realiza una corrección de la misma con la ayuda de las teclas de corrección, de agregar o restar ejes, y la información es actualizada en el display de tarifas y en el monitor del cobrador.

Al recibir el cajero la cantidad a pagar por el conductor, éste marca la forma de pago. Esta forma de pago puede ser por tarjeta, efectivo, etc. La consola entonces le envía información al semáforo de pedestal para que cambie a verde, a la barrera para que permita el paso, al display de tarifas para que sea limpiado y a la impresora de carril para que emita el boleto de pago correspondiente. Simultáneamente comienza el registro de imágenes digitales en base a la clasificación del vehículo.

Toda la información generada en almacenada en la consola de cobro. Al arrancar el vehículo y dejar de ser detectado por el lazo magnético de la barrera, está determina que el vehículo abandono el carril y baja su brazo, y el semáforo de pedestal cambia a rojo.

Si la información registrada por el sistema y por el cobrador son iguales quiere decir que el evento registrado fue normal y las imágenes digitales son borradas de la base de datos de la consola. La información del evento es enviada a la cola de transmisión para su almacenamiento en el servidor.

Cuando el sistema no detecta el paso de un vehículo por el carril y el cobrador realiza la clasificación de un vehículo, se dice que ocurrió un evento anormal llamado inserción. Al realizar el cajero la clasificación del vehículo, la consola busca en su base de datos las características, cantidad de imágenes a registrar del vehículo seleccionado y envía información al display de tarifas para que muestre la cantidad a pagar por el conductor.

En el monitor son mostradas las características del vehículo seleccionado y cantidad a cobrar.

Al recibir el cajero la cantidad a pagar por el conductor, marca la forma de pago que puede ser por tarjeta, efectivo, etc. En este momento la consola envía información al semáforo de pedestal para que cambie a verde, a la barrera para que permita el paso, al display de tarifas para que sea limpiado y a la impresora de carril para que emita el boleto de pago correspondiente. Simultáneamente comienza el registro de imágenes digitales en base a la clasificación del vehículo. Al dejar de ser detectado el vehículo por el lazo de la barrera, está cierra su brazo y el semáforo de pedestal cambia a rojo.

Toda la información generada es guardada localmente en la consola y puesta en la cola de transmisión para su envío al servidor.

El sistema de vídeo grabación continua graba las características generales del vehículo, integrando en la imagen, texto con la clasificación realizada por el cajero y por el equipo de control de tránsito, los cuales están sincronizados en tiempo real.

La imagen es guardada con el tipo de evento ocurrido, el cual puede ser un evento normal o una inserción.

El equipo de control de tránsito y el equipo de vídeo grabación continua trabajan en sincronía con el reloj del servidor, permitiendo generar reportes de la información detectada por el sistema y la registrada por el cajero a fin de identificar problemas y fallas

El diagrama de flujo de la Figura 28 muestra las características de un Sistema Preclasificador.

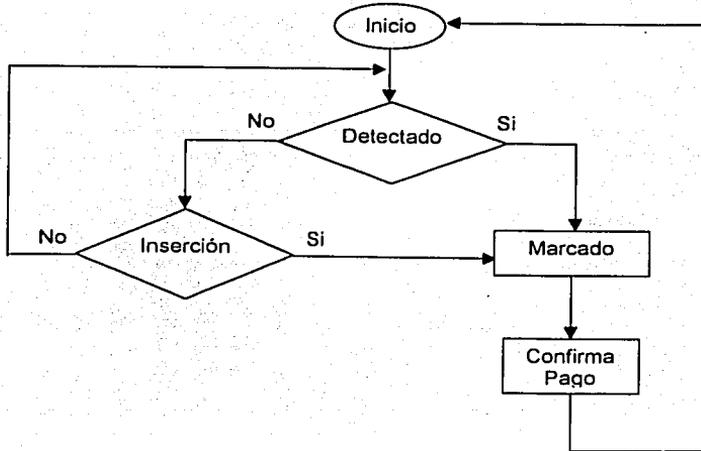


Figura 28 Diagrama de flujo de un Sistema Preclasificador

CONCLUSIONES.

Actualmente se instalan con mayor frecuencia sistemas en los que es necesario tener un buen control y manejo de información, como son los sistemas de control de peaje de autopistas, estacionamientos, controles de acceso para personal, sistemas de acceso restringido, sistemas de video grabación, etc.

Como se mencionó el objetivo de esta tesis fue el describir de manera general el funcionamiento de un sistema de registro vehicular, presentándose las bases para el desarrollo o mejoras de nuevos sistemas como son los controles de acceso por medio de la digitalización de imágenes, reconocimientos de imágenes, etc.

El sistema descrito en esta tesis presenta varias ventajas tanto de funcionamiento como de mantenimiento, porque al ser diseñado modularmente, y algunas de estas partes desarrolladas dentro de la empresa, tanto en hardware y software permite una instalación, implementación y un mantenimiento eficaz y económico.

Una de las principales características del sistema es que está desarrollado bajo la arquitectura de las computadoras tipo PC y plataforma Windows, lo cual permite realizar actualizaciones, incorporación de nuevas partes, etc. con ahorros considerables de tiempo y recursos materiales. Todo esto genera que el sistema sea fácil de usar, mantener y adaptar a las necesidades de cada autopista.

En la actualidad debido al gran avance tecnológico, es necesario que el ingeniero se involucre en el desarrollo de las nuevas tecnologías, el desarrollo de equipos y sistemas que sean altamente competitivos a nivel internacional y el control de calidad.

Otra de las situaciones que se presentan y siempre se deben de tener en cuenta al desarrollar algún tipo de equipo son su integración, montaje e interacción con otros equipos, ya que de esto dependerá el buen funcionamiento, mantenimiento y estética de todo un sistema. Esto nos lleva a que el ingeniero tiene que incursionar en otras ramas de la ingeniería como los son: la eléctrica, civil, mecánica, etc, ya que, con el conocimiento y la experiencia adquirida se pueden proponer sistemas factibles de desarrollar tanto tecnológicamente como económicamente, en pocas palabras que sea competitivo.

BIBLIOGRAFÍA.

- [1] **Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Lineales**
Robert F. Cauglin, Frederick F. Driscoll
Cuarta Edición
Prentice Hall, 1993

- [2] **An Application of advanced Technologies for Freeway Traffic Management
And Indiana Case Study**
Aplication of advanced Technologies in Transportation Engineering
Cassidy, Michel and Sinha, Kumares
American Society of Civil Engineers, 1991

- [3] **Análisis Básico de Circuitos Eléctricos**
David E. Johnson, John L. Hilburn
Tercera Edición
Prentice Hall, 1987

- [4] **Computadores y Microprocesadores**
A.C. Downton
Tercera Edición.
Addison –Wesley Iberoamericana, 1993

- [5] **Electrical Noise**
Gurcharns S. Dang
First Edition
Topaz, 1987

- [6] **Electrónica de Potencia. Circuitos, Dispositivos y Aplicaciones**
Mamad H. Rashid
Segunda Edición
Prentice Hall, 1995
- [7] **Física, Parte II**
David Halliday y Robert Resnick
Primera Edición
Compañía Editorial Continental, 1992
- [8] **Instrumentación Digital**
AMICEE
Primera Edición
LIMUSA, 1989
- [9] **Method for selecting among alternative incident detection strategies**
Bulke, Kevin and Ullman, Gerald
Texas Transportation Institute. February, 1993
- [10] **Principios de Microprocesadores**
Ian L. Sayers, Alan E. Adams
Primera Edición
CECSA, 1995