

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

Para la realización de ésta investigación se procedió a realizar una minuciosa revisión bibliográfica a través de diversas fuentes tanto escritas como electrónicas en la Universidad Dr. Rafael Beloso Chapín, cuyos temas a fines han servido como base para la estructuración del desarrollo de este trabajo de grado, para ello se tomaron en cuenta los siguientes proyectos:

#### 1.- ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Intec fue fundada en la ciudad de Córdoba, Argentina, en el año 1990, por un grupo de técnicos especializados en el desarrollo de productos especiales de caucho utilizados principalmente en la industria automotriz, aeroespacial, del petróleo y la metalmecánica en general.

En 1992 Intec desarrolló y fabricó los primeros sensores para la detección y clasificación vehicular para la industria del peaje con prestaciones muy superiores a las existentes en el mercado hasta el momento. Desde entonces Intec se ha enfocado en los sistemas de control.

La incorporación de técnicos especialistas en el área, y la inversión en nuevas tecnologías, incrementaron la capacidad de desarrollo de nuevos productos y la velocidad de respuesta ante las necesidades de servicio y soporte técnico requeridos por los clientes. En 1994 Intec se consolidó como la principal proveedora de sensores de detección y clasificación vehicular a nivel nacional.

## 2.- BASES TEÓRICAS

Atendiendo el propósito de ésta investigación, se procede a la interpretación de las bases teóricas que fundamentan este estudio, organizándose de acuerdo a los términos claves que permitirán un mejor entendimiento del proyecto.

### 2.1.- SISTEMAS

Los sistemas según la Enciclopedia Encarta (2002), son cualquier conjunto de dispositivos que colaboran en la realización de una tarea, dentro de los cuales se encuentran los de informática, computacionales, comunicación, digitales, analógicos, de seguridad, control, ecológico, entre otros.

Por otra parte, Tocci (1999, p.33) expresa que “un sistema podría considerarse como un ensamblaje de componentes que proporcionan acciones interrelacionadas “.

También Tocci (1993, p.38) afirma que “los sistemas físicos, en su sentido más amplio, son una interconexión de componentes, dispositivos o subsistemas. Un sistema puede considerarse como un proceso en el cual las señales de entrada son transformadas por el sistema o provocan que éste responda de alguna forma dando como resultado otras señales como salidas”.

Cuando se trata de enfocar una definición exacta de lo que es un sistema electrónico, se encuentran una serie de conceptos de sistemas los cuales conllevan a expresar que el propósito es el de transmitir información por medio de circuitos especializados, llevándola desde un punto en el espacio y en el tiempo hasta otro punto con el mínimo de pérdidas o perturbaciones.

Los sistemas electrónicos no son más que la transmisión, recepción y procesamiento de información usando la unión de dispositivos para crear circuitos obteniendo de allí resultados beneficiosos. La información se define como el conocimiento, la sabiduría o la realidad y puede ser de forma analógica (proporcional o continua) tal como la voz humana, información sobre una imagen de video o música o en forma digital (etapas discretas), tales como números codificados en binario, códigos alfanuméricos, símbolos gráficos, códigos operacionales del microprocesador o información de base de datos.

## 2.2.- SENSORES

Los sensores electrónicos según Angulo (1999, p.115) “son dispositivos de reducido tamaño y alimentados por baterías, o fuentes de alimentación a baja tensión (6V a 12V) que detectan con un campo de actuación variable (varios metros) la presencia humana u otros elementos extraños”.

Las variaciones eléctricas enviadas por los sensores son recogidas por la unidad de control, que una vez convenientemente tratadas dan lugar a la activación de los sistemas de señalización: ópticos y acústicos, entre otros.

Las actuaciones a detectar por estos componentes sería la longitud del vehículo que va a pasar por el peaje.

Cuando los sensores son instalados mediante la realización de un sistema de cableado además de una línea de circuito cerrado para sus contactos, debe llevar una línea de alimentación paralela para permitir su funcionamiento.

## 2.3.- CLASIFICACIÓN DE SENSORES

Dentro de la clasificación de los sensores según Angulo (1999, p.117) se tienen los sensores de intrusión y los sensores especiales. Los sensores de intrusión tienen por misión detectar la entrada de elementos extraños por los lugares que estén colocados, entendiendo por lugares todos aquellos que sean factibles como son los perimetrales, volumétricos y lineales.

### 2.3.1 SENSORES DE INTRUSIÓN:

Entre los sensores de intrusión destaca Angulo (1999, p. 119) los siguientes:

**Sensores Perimetrales:** Estos sensores están encargados de vigilar el perímetro de una instalación. Son como una barrera colocada alrededor del edificio protegido y se activan cuando algo o alguien lo atraviesa. Entre ellos se encuentran:

-Sensor sísmico de vibración: Este sensor se coloca sobre una superficie y cuando recibe un golpe o vibración, dentro del sensor se produce la separación de dos masas, originando la interrupción del envío de una señal eléctrica. Los hay de varios tipos: piezoeléctricos, de péndulo y de mercurio.

-Sensor por cinta autoadhesiva conductora: El sensor por cinta autoadhesiva conductora es una cinta adhesiva de material conductor que se adhiere sobre la superficie requerida.

-Detectores de doble tecnología: Basan su funcionamiento en dos tecnologías: detección por infrarrojo y detección por microondas, y a efectos prácticos es como si se colocaran dos detectores (uno de cada tipo) y solo se activarán cuando se activen conjuntamente los dos (2), evitando errores.

**Sensores Volumétricos:** Los sensores volumétricos son aquellos que actúan por detección de movimiento, dentro de un volumen determinado.

Su alcance es limitado, por lo que se tendrá que usar más de uno cuando la zona sea amplia. Entre los cuales se encuentran:

-Sensor por radar o microondas: El detector de microondas está compuesto de dos partes, un emisor y un receptor. El emisor produce unas ondas electromagnéticas que se reflejan en los objetos existentes en el área y vuelven éstas al receptor. Una vez funcionando en condiciones normales, el detector tiene en cuenta las ondas reflejadas (queda en situación estable); cuando varía un objeto dentro de la zona varían las ondas reflejadas captadas y esa variación es utilizada por el detector.

-Sensores por infrarrojos pasivos: Los rayos infrarrojos de gran interés para ésta investigación son rayos no visibles que se comportan igual que la luz, es decir, que se transmiten como un haz en línea recta y pueden ser reflejadas por cualquier superficie brillante.

La luz visible va del rojo al violeta, teniendo cada color una frecuencia determinada de radiación. El rojo tiene la frecuencia más baja y el violeta la frecuencia más alta, pero hay emisores a una frecuencia menor que la correspondiente al rojo y se llaman infrarrojos (que quiere decir por debajo del rojo).

De la misma forma hay otras emisiones que producen a una frecuencia más alta que el violeta y se llaman ultravioletas (que quiere decir por encima del violeta). Todos estos colores no los ve el ojo humano, pero se comportan que la misma forma que la luz con otros colores.

Cubren un área parecida a un abanico, cuyo vértice será el propio detector comprendiendo un determinado ángulo y alcance, según el modelo utilizado. Si hay algún obstáculo delante del detecto (vehículo) todo lo que se mueva por detrás no será captado, y todo lo que se mueva en su campo dentro del área será detectado, haciendo llevar la información hacia la cabina de recaudación.

También los hay de tipo lineal y cubren una zona estrecha y alargada; son iguales que los anteriores solo que cambian su campo de detección. Las consideraciones a la hora de instalar detectores de infrarrojos es que deben estar protegidos de los rayos solares; no se deben instalar en el exterior; no deben instalarse en lugares donde hay una temperatura muy alta, ya que son factores que influirían para que se activara el circuito; no deben estar expuestos al aire acondicionado o calefacción.

-Sensores infrarrojos: Los infrarrojos tienen limitaciones, pueden recibir muchas interferencias tanto de luz ambiente sobre todo si son de tipo NEON, como por fuentes de calor sin olvidar los diversos tipos de telemandos que hay por las casas, por lo que en principio los sensores de infrarrojos cuya señal no está modulada no deben de limitar la distancia de actuación a más de 10 cms. De distancia del dispositivo que genera la señal.

En el caso de no estar modulada la señal, la capacidad de recibir interferencias es bastante alta aunque si se emplean emisor/receptor que actúen en la misma frecuencia y el receptor se oculta de interferencias

externas el circuito es extremadamente estable y sensible únicamente a las señales propias.

Una buena pareja de emisor/receptor son el diodo emisor un BPW96 y el fotodiodo receptor un TSUS5400, esta pareja es muy complementaria y económica, su funcionamiento es por rebote; la señal que dispara el rebote es un microcontrolador y la señal de retorno la recibe éste.

El esquema básico es el siguiente:

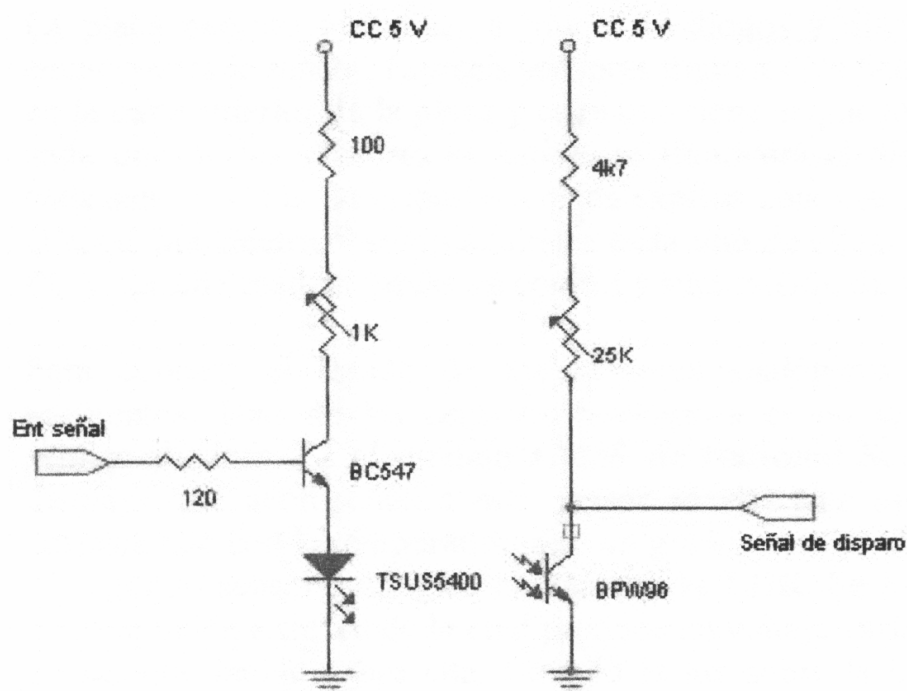


Figura 1. Esquema básico de los sensores infrarrojos.

Fuente: [www.micropik.com/pagsensores.htm](http://www.micropik.com/pagsensores.htm)

El esquema es muy sencillo trata de un fotodiodo emisor el cual actúa cuando el transistor BC547 es activada su base por una señal de disparo de un microcontrolador, el fotodiodo emite infrarrojos que son recibidos por un fototransistor NPN en ese momento el mismo se vuelve conductor y la señal de disparo que estaba a 5V se pone a cero con lo que tenemos una indicación de que la señal ha rebotado en algo. Con las dos resistencias ajustables controlamos la intensidad de la señal que se emite así como el nivel de tensión en el fototransistor.

Tanto el BPW96 como el TSUS5400 se deben alojar en un mismo receptáculo con cierta inclinación para ajustar el rebote a una cierta distancia como se indica en el dibujo.

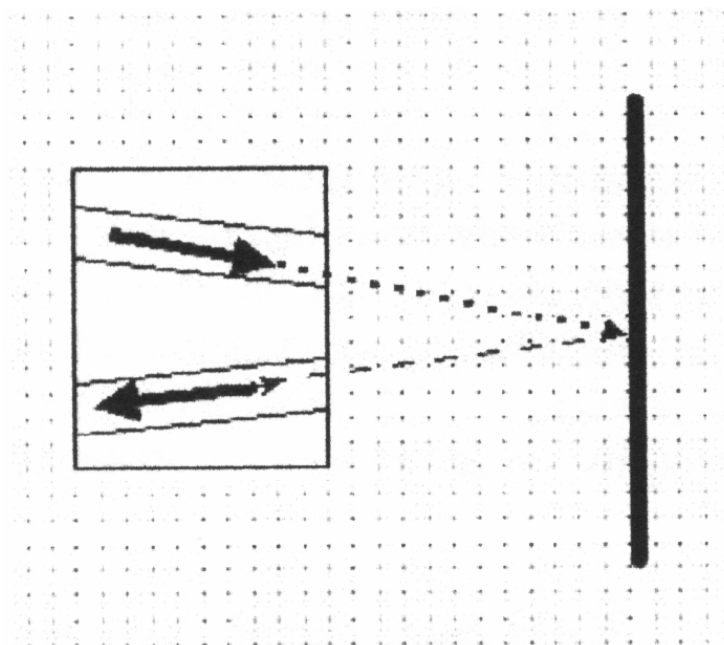


Figura 2. Entrenador. Fuente: [www.micropik.com/pagsensores.htm](http://www.micropik.com/pagsensores.htm)

Este entrenador consiste en una placa basada en tres microcontroladores PIC que sirve para medir el comportamiento de ocho sensores. Seis de los sensores son de salida digital y los otros son de salida analógica. Los de salida digital son de dos tipos, hay tres sensores ópticos (dos de corte y uno de reflexión) y tres sensores mecánicos.

#### - COMPONENTES BASICOS INSTRUMENTALES DE LOS SENSORES INFRARROJOS:

Fuente: Es el elemento encargado de suministrar un haz de luz continuo de radiación electromagnética dentro del rango de las longitudes de ondas del espectro, que será absorbido por la muestra.

Debe estar envuelta en un material de pequeño volumen para no ser influenciadas por corrientes convencionales que puedan causar variaciones de temperaturas superficiales, las cuales en ocasiones producen ruidos eléctricos en la salida del detector.

Eficacia: Consiste en producir emisiones de bandas extensas. Para maximizarlas, la apertura del foco de la misma debe ser lo mayormente posible.

Emisividad: Es la propiedad que tiene la superficie natural de los cuerpos radiantes para aumentar o disminuir el grado de radiación. Es decir una superficie no reflectiva tiene una emisividad mayor, mientras que una altamente reflectiva tendrá una emisividad baja.

La emisividad se mide en una escala de 0 a 1. Teóricamente, las superficies perfectamente emisoras tienen una emisividad de 1. Cabe señalar que esta propiedad aumenta con el incremento de la temperatura.

Tabla1. Materiales típicos utilizados por las fuentes y los rangos de radiación producidos.

Materiales	Radiación
Tungsteno (hilo)	Infrarrojo cercano
Globar (electrodo de carbono siliconado)	Infrarrojo
Deuterium	Ultravioleta
Platino (hilo)	Infrarrojo
Lámpara de cuarzo hidrogenado	Visible (infrarrojo cercano)

Fuente: Revista Química (1996, 146)

Ventanas y Lentes: Las ventanas y los lentes son parte del conjunto de cámaras de muestra y referencia. Su función consiste en contener la muestra en la célula mientras esta recibe la radiación. Se usan como focos

para que el haz que sale en la fuente y atraviesa la muestra llegue al detector.

La selección de los materiales de las ventanas y de las lentes en la región de los infrarrojos dependerá de los requerimientos del rango de longitud de onda, así como de la resistencia mecánica, la estabilidad, la resistencia al ataque químico y su coste.

Tabla 2. Diversos materiales utilizados para las ventanas así como las longitudes de onda.

Materiales	Longitudes de onda
Cristal	0.25
Cuarzo	0.2
Zafiro	0.2
Fluoruro Clásico	0.2
Fluoruro Bórico	0.8 a 11.0
Seleniuro de Zinc	0.8 a 15.0
Bromuro de Plata	2.0 a 15.0

Fuente: Revista Química (1996, 146)

Espejos: Son instrumentos que reflejan el haz incidente que la radiación electromagnética desde la fuente, lo enfocan de manera que atraviese las células de muestra y de referencia.

Los espejos también disminuyen la absorbancia y mejoran la sensibilidad cuando, por la no-reflexión del haz incidente por la muestra, este es reducido.

Chopper: Es un interruptor rotativo (motor) utilizado en la mayor parte de los analizadores on line de rayos infrarrojos y de rayos ultravioletas.

Este tipo de instrumento se incorpora a un conjunto motor-rueda y se configura de dos maneras diferentes, la primera es un conjunto motor-rendija y la segunda es un conjunto motor-filtro. En ambas configuraciones, el chopper produce una corriente alterna, que siempre es preferible a la señal continua.

Sensores Lineales: Los sensores lineales actúan al romperse una determinada barrera debido al paso por ella de un individuo u objeto. Se suelen componer de un elemento emisor (infrarrojos o microondas) y otro receptor. En condiciones normales, el emisor recoge las señales del emisor y al pasar algo o alguien por su campo de actuación deja de recoger momentáneamente la emisión o detecta que hay una variación determinada de la señal recibida, llevando la información a la cabina de recaudación. Por último las características de funcionamiento estriban en que cubren una estrecha y alargada zona. Entre ellos tenemos:

-Sensores de barrera infrarrojos: Son infrarrojos de tipo lineal y dan la posibilidad de instalarlos tanto interna como externamente. Al igual que el

infrarrojo anteriormente descrito, funciona mediante una serie de emisiones de haz luminoso (dos) que emiten los haces de luz (invisible) y enfrentados con un receptor que los recoge. Los infrarrojos no se activan por medio de fenómenos atmosféricos como lluvia, humedad.

El campo de utilización llega, según los modelos, desde 20 hasta 600 metros; este sensor requiere un pequeño ajuste para su normal funcionamiento, el cual consiste en regular el direccionamiento del haz por medio de la ayuda de un espejo. Dispone además, de un ajuste fino, que se regula conectando un voltímetro a unos terminales y regulando posteriormente a la tensión óptima que indica el fabricante. A éste sensor se les pueden conectar unas placas solares con sus respectivos acumuladores, y un sensor vía radio, para así ser más independientes, simplificando la instalación y favoreciendo también las posibilidades de mejorar el rendimiento del sistema.

Cuando la zona es muy extensa, no es conveniente instalar un solo sensor, pues el sistema no define el punto exacto de intrusión, siendo éste un aspecto muy importante a la hora de realizar la detección del vehículo.

-Sensor de barrera por microondas: A veces, se utiliza en los perímetros a proteger un sistema de barrera por microondas, consistente de la colocación de unos cables especiales enterrados, que sirven para conectar un emisor y un receptor. El emisor produce unos impulsos de VHF (muy alta frecuencia) que transmitidos a través del cable, provocan una onda

de superficie que se propaga a lo largo y fuera del cable transmisor. El reclamo recorre la onda que permanece inalterable en condiciones normales. Son sensores muy seguros, por el contrario, son de alto costo en relación a otros sensores.

-Sensores GPS: Los sensores GPS son unos tubos especiales estratégicamente enterrados en los alrededores de la zona requerida, éstos son resistentes a los efectos de temperaturas adversas, lo cual es de suma importancia por cuanto se usan en lugares externos. Este sistema está en pleno desuso por presentar numerosos problemas de instalación (no se puede instalar cuando el terreno es rocoso), y además, presenta las posibilidades de que el vehículo no toque ninguno de los tubos (aún estando ocultos), aunque estén unos detrás de otros.

### 2.3.2 SENSORES ESPECIALES:

Su utilización está encaminada a realizar ciertas actuaciones que le interesen al sistema o a la cadena de funcionamiento, destacándose entre ellos detector de metales, sonda detectora de nivel de líquidos, sonda detectora de humedad, detector de sustancias químicas, detector de rayos ultravioleta, detector de cortes de corriente eléctrica, detector de funcionamiento de ordenadores.

Por ser detectores muy determinados, siendo su uso muy específico a la aplicación de la industria (cadenas de montaje y almacenes), pueden llegar

a alcanzar precios rentables y su uso es muy específico y determinado a las aplicaciones para las que se han creado.

#### 2.4.- SENSORES DE PROXIMIDAD

Un sensor de proximidad es un dispositivo que tiene como propósito detectar el paso o la posición de una pieza u objeto, y desencadenar un proceso (por ejemplo maquinado armado, etiquetado, trasladado) dentro de una secuencia automatizada. Hacen tareas para las que antes se necesitaba un operario, y las hacen sin mover o tocar la pieza, con más precisión y rapidez, sin desgaste ni cansancio y a una fracción del costo de operarios.

Igualmente, afirman que los sensores de movimiento realizan la detección al absorber o verificar los cambios de luz el cual se enfoca en la cara activa del mismo. La presencia de un objeto en movimiento genera cambios en la luz que es absorbida por el mismo y de allí se produce una señal la cual es emitida o expresada por el mismo mediante un conducto o salida. De la misma manera son producidos en diferentes versiones y se puede conseguir el sensor específico al escoger una opción de cada una de las variables como: forma, montaje, principios físicos, material de construcción, alcance, alimentación y salida.

Tabla 3. Especificaciones de los sensores de proximidad.

	Forma o Estructura
Cilíndricos	Con cuerpo roscado o liso para montaje a través de perforaciones
Varikont	Carcaza modular, el cabezal puede ser reorientado
Rectangulares	Montaje sobre superficies planas
Rasurados o Anulares	Para circunstancias especiales y poco espacio disponible
	Montaje
Cilíndricos	Los roscados se montan con tuerca y contratuerca, enrasados o no lisos se fijan con un soporte opcional
Rectangulares, Varikont, Rasurados y Anulares	Mediante tornillos a una superficie plana perforada según distribución EN 60947-5-2. Esta norma del CENELEC simplifica recambios y asegura su funcionamiento correcto.

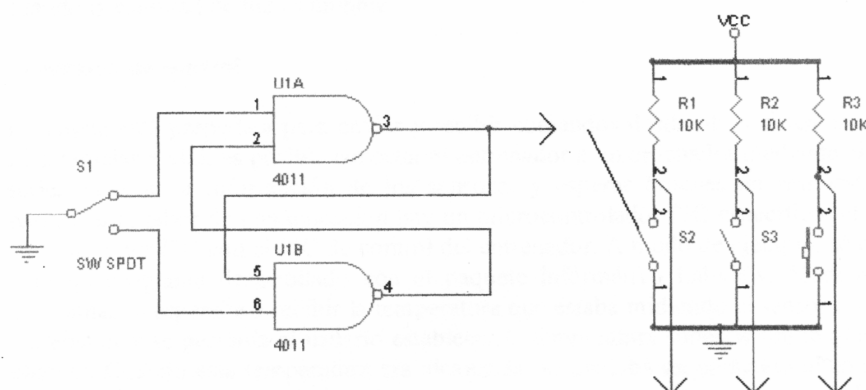
Fuente: Tesis de Grado, Desarrollo de un prototipo de una alarma para automóviles a través de la telefonía celular. (2000)

## 2.5.- SENSORES DIGITALES MECÁNICOS

La placa dispone de tres sensores mecánicos: un pulsador, un interruptor y un final de carrera o búmer. Tanto el pulsador como el búmer, permiten introducir un nivel lógico en el momento de accionarlos, pasando al nivel lógico contrario cuando se sueltan y vuelven a la posición de reposo. El interruptor, sin embargo, posee enclavamiento de tipo mecánico.

Todos los dispositivos electromecánicos presentan un fenómeno conocido como rebotes. Los rebotes producen un estado de indeterminación en la salida del sensor cada vez que éste cambia de nivel lógico. Se debe a que las láminas metálicas que abren o cierran el contacto, lo abren y cierran múltiples veces hasta que se estabilizan internamente, aunque se haya accionado el dispositivo una vez. Para solucionar el problema de los rebotes existen soluciones hardware y software.

Las soluciones hardware consisten en la colocación de circuitos conocidos como antirrebotes, uno de los cuales, y muy efectivo, consiste en utilizar un flip-flop RS asíncrono; la solución software consiste en realizar un temporizado de unos 10 ms una vez que se detecte el primer cambio de estado del sensor para que se estabilice.



*Conexión de los sensores mecánicos y posible circuito antirrobotos*

Figura 3. Conexión de sensores mecánicos y posible circuito antirrobotos.

Fuente: [www.micropik.com/pagsensores.htm](http://www.micropik.com/pagsensores.htm)

## 2.6 SENSORES DIGITALES ÓPTICOS

Los sensores ópticos se basan, por lo general, en el empleo de un fotodiodo y de un fototransistor. El fotodiodo emite una luz infrarroja que puede polarizar la base del fototransistor para que éste conduzca. De éste modo si el haz de luz infrarroja se ve cortada por algún obstáculo, la base del fototransistor no se polariza y éste no conduce con lo que a la salida del sensor tenemos un "0" lógico. En éste fenómeno se basan los sensores ópticos de corte, los cuales se pueden adquirir con el fotodiodo y el fototransistor separados (para colocarlos a la distancia que uno desee) o encapsulados en un mismo chip y pensados para detectar objetos estrechos.

En los sensores ópticos de reflexión, el fotodiodo emite un rayo con una determinada inclinación, de modo que, si rebota en una superficie polarizará la base del fototransistor. Este sensor se puede utilizar para detectar presencia o para distinguir el color blanco del negro (absorbe la luz infrarroja).

## 2.7.- SENSORES ANALÓGICOS

Este sensor varía la impedancia entre sus pines en función de la cantidad de luz que incide sobre una superficie. Dicha variación es puramente excesiva y apolar.

Para el tratamiento de éste sensor también es necesario disponer de un conversor analógico/digital, al igual que en el caso anterior. Con los acondicionamientos y los voltajes de referencia empleados, en los displays de salida del entrenador se visualiza el dato 255 cuando la cantidad de luz que incide sobre el sensor es máxima y el dato "0" cuando la cantidad de luz es mínima.

## 2.8.- SENSORES DE CONTACTO CLASIFICADORES DE VEHÍCULOS

La función de estos sensores de contacto es la detectar, contar y clasificar vehículos. Estos sensores de contacto son aptos para ser instalados en sistemas tanto de pre-clasificación como post-clasificación vehicular en la industria del peaje.

Según la disposición de los sensores éstos pueden detectar número de ejes, número de ruedas, ruedas duales y velocidad del vehículo. Estos sensores trabajan en combinación con un equipo de periféricos integrados en una placa de control.

Los sensores de contacto trabajan con la mayoría de las placas existentes en el mercado mundial. La disposición de un solo captor en una pista puede obtener datos sobre lujo vehicular así como también puede actuar como detector de vehículos para la activación de barreras, sistema de seguridad, o violaciones de leyes de tránsito. Los sensores de contacto tienen la sensibilidad necesaria para la detección de motocicletas. El rango de velocidades posible de detectar es de 0 a 150 Km/h en un amplio rango de temperatura de -40 a 65 °C.

## 2.9.- SENSORES CONTRA ROBO

Actualmente existe una variedad de sensores o detectores contra la entrada indeseada de intruso, ésta variedad va en función de los tipos de accesos posibles de una estructura representada ya sea una casa, edificio, automóvil, entre otras. Es importante reconocer cuales son las debilidades del área donde se va a implementar los sensores.

## 2.10.- SENSORES DE ULTRASONIDO

El funcionamiento de este sensor, está basado en la emisión de un haz de ultrasonido, el cual, no es perceptible para el oído humano y no

están sometidos a normativa alguna por parte de las autoridades competentes.

#### 2.11.- SENSORES MAGNETICOS

Son dispositivos de los más comunes, dado su gran campo de aplicación y/o utilidad. Estos minúsculos sensores son usados para detectar la apertura de puertas y ventanas y cualquier tipo de estructura que se preste para su uso. Su funcionamiento se basa en el cambio de posición o estado de su interruptor o contacto, cuando la proximidad del elemento protegido cambia.

#### 2.12.- SENSORES DE PESO

Un dispositivo sensible al paso de personas en objetos y que presentan un circuito muy sensible pero de gran utilidad. Al ser usado como parte de un sistema de seguridad de cierta complejidad. En cuanto el intruso pisa una zona previamente programada en la que se encuentra el sensor será enviada una información que pondrá en acción una alarma.

Este aviso podrá durar mientras el intruso se encuentre sobre un sensor o durante un período previamente programado por el usuario. Estos podrán ser fabricados con una gama carbonada donde suelen venir protegido contra eventuales estáticas, algunos circuitos integrales CMOS.

Tal material está formado por una especie de esponje aislante donde previamente se ha depositado una capa fina de carbón con el fin de proporcionar un casi corto circuito entre los pines del integrado, evitando entre ellos diferencia de potencial que podrían ser fatales para el semiconductor MOS.

### 2.13- SENSORES OPTOELECTRONICOS

Se basan generalmente en la utilización de luz infrarroja y constan de un elemento emisor de luz constituido por un diodo LED y un elemento receptor de luz que por lo general es un fototransistor si bien es posible utilizar un fotodiodo.

El principio de funcionamiento de estos sensores se inicia cuando un haz de luz emitida choca con un objeto y parte de ésta es captada por el receptor, de donde se obtiene una tensión de salida que incluso puede ser proporcional a la distancia del objeto percibido. Existen dos tipos de sensores optoelectrónicos, los reflectivos y los de ranura; éstos se basan en un conjunto formado por un fototransistor y un led infrarrojo.

### 2.14.- SISTEMA DE CONTROL DE CABINA PARA PEAJES

El sistema de control de cabina está compuesto por un equipo basado en un microprocesador que controla a una serie de periféricos relacionado con las operaciones de la cabina:

- Disp16: informa al conductor la tarifa a cancelar mediante un display tipo matriz de 16 dígitos.
- Disp2: informa a un sistema de video de transacción que está llevando a cabo el operador de la cabina mediante un display 7 segmentos de dos dígitos, ubicado sobre el techo de la cabina.
- Barrera: controla el flujo de vehículos por el canal.
- Semáforos : indica al conductor si debe parar o continuar su recorrido por el canal. Otro semáforo indica si la cabina está abierta o cerrada.
- Parlantes: informa en forma vocalizada el monto a cancelar.
- Sirena/Cocktelara: efectúa llamadas al supervisor de turno.
- Detección de altura, detección de presencia, conteo de vehículos : ayudan a tener un control más estricto sobre las operaciones realizadas en la cabina.

Este sistema se comunica en forma serial con un computador PC el cual envía los comandos de control. Todos los computadores de cabina se comunican vía red con el computador principal de control ubicado en las oficinas administrativas. De manera opcional y por más seguridad al momento de canjeo se instalan equipos de clasificación en cada canal, los cuales con la ayuda de sensores estratégicamente ubicados en la vía determinan el número de ejes, distancia entre ejes, velocidad, tipos de ruedas, etc. con lo que se logra determinar el tipo de vehículo que por allí transita. Estos equipos reportan el resultado de sus análisis al computador

de control, el cual puede generar una bitácora de errores de clasificación, lo cual es de sumo interés para la auditoría.

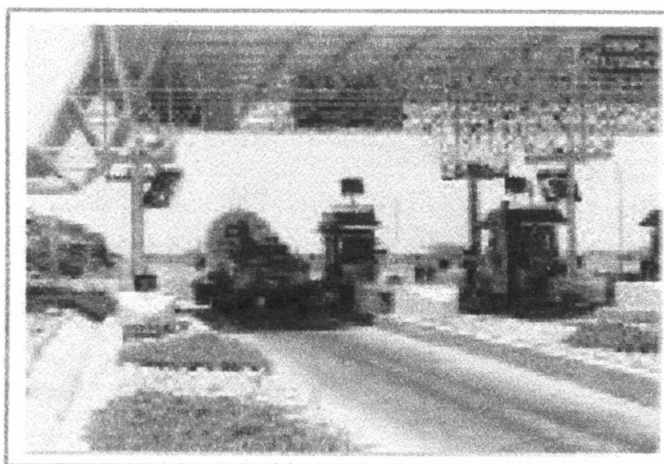


Figura 4. Peaje de carreteras.

Fuente: [www.kyber.c/web4.0/transportepeajescarreteras.html](http://www.kyber.c/web4.0/transportepeajescarreteras.html).

#### 2.15.- SISTEMA AUTOMATIZADO DE PEAJE

La gerencia de un sistema de peaje implica, para la institución pública o privada que la asume, el más alto nivel de exigencia en cada paso del proceso de recaudación. El uso de una nueva generación de equipos de control ha permitido el desarrollo de un sistema de recaudación capaz de identificar cada tipo de vehículo que transite por el peaje a través de sensores, cámaras y otros elementos intercomunicados por un sistema de red con un software que hace

prácticamente imposible que se cometan irregularidades en el proceso de recaudación.

#### 2.15.1.- Esquema general del sistema

\* Nivel de carril: Determina éste nivel el equipo que se encuentra propiamente en el área del peaje destinado al control de la recaudación.

Es aquí donde se genera la información que será a su vez transmitida a niveles superior para un posterior procesamiento, según las necesidades requeridas. Es el nivel de carril el encargado de la señalización, la clasificación y el control del flujo del tráfico. Todos los sistemas que integran éste nivel están conectados vía red con el Nivel de Estación, lo cual permite monitorear en tiempo real todos los eventos que se generan en los canales.

\* Nivel de estación: El equipo de administración y control de la estación de peaje conforma el Nivel de Estación. Dentro del mismo se encuentran tanto el servidor como las consolas de supervisión. El servidor es el encargado de almacenar todas las transacciones que se efectúan en el peaje.

Las consolas de supervisión son las que se utilizan para controlar todas las actividades relacionadas con la recaudación por parte de la gerencia de dicha estación. En éstas consolas se pueden monitorear en tiempo real todas las operaciones que están efectuando los recaudadores, conocerse el total recaudado hasta el momento en cada uno de los canales, y la hora de inicio de cada turno activo, entre otras.

\* Nivel de acceso remoto: Este nivel superior es el encargado de almacenar y procesar toda la información recopilada proveniente de todas las estaciones de peaje a su cargo. La información relativa a la recaudación y el tráfico diario en cada una de las vías es transferida periódicamente para su adecuado procesamiento y de ésta manera obtener un óptimo control sobre el funcionamiento de cada una de dichas estaciones. Este nivel permite la obtención de una gran cantidad de reportes de recaudación y estadísticos los cuales pueden ser impresos tanto en texto como en modo gráfico a colores.

2.15.2.- Sistema de prepago: La implementación de un sistema específico depende en gran medida de la ubicación del peaje, el flujo vehicular y las consideraciones de costos entre otras. Existen varias tecnologías en lo que respecta al sistema prepago:

\* Sistema óptico (BAR CODE): Este sistema es el más económico puesto que se implementa imprimiendo un código de barras en las tarjetas de prepago, y éstas pueden ser fabricadas utilizando materiales de fácil obtención en el país.

\* Sistema magnético (MAG. STRIPE): Es el utilizado con unidades tipo "Tarjeta de Crédito", las cuales poseen una cinta magnética al reverso en el cual se programa la identificación del vehículo y demás información del usuario. Estas tarjetas tienen la ventaja de ser reprogramables por el sistema.

\* Sistema inteligente (TIPO TARJETA TELEFÓNICA): Son las que contienen un microchip donde se almacena la información del importe prepagado y la codificación correspondiente al sistema.

La ventaja de éstas es que las mismas son totalmente inviolables, puesto que la programación del sistema no puede ser modificada sin el código específico del mismo.

\* Sistema inalámbrico (TIPO TAG): Es el que se utiliza para aplicaciones de "Telepeaje", el cual consiste en colocar una pequeña tarjeta en el parabrisas del automóvil la cual permite que el vehículo sea automáticamente identificado por el sistema al acercarse éste al peaje. El sistema una alta confiabilidad y además se puede implementar en canales de tipo automático, los cuales operan sin la necesidad de un recaudador.

En aplicaciones de alto flujo vehicular este mecanismo permite agilizar el tráfico ya que el tiempo requerido por el sistema para identificar el vehículo y accionar la barrera es mínimo. Las tarjetas que se utilizan para este fin no usan baterías y por lo tanto son de carácter permanente.

Adicionalmente el sistema de prepago permite a cualquier persona el envío de un mensaje dirigido a un usuario del servicio mediante una simple llamada telefónica a la estación de peaje. La persona que realiza la llamada debe indicar la placa del vehículo la cual está dirigido el mensaje y el mensaje en cuestión. El supervisor podrá ingresar el mensaje al sistema, y una vez que el vehículo ingrese al peaje y utilice su tarjeta de prepago éste

mensaje aparecerá impreso en el ticket correspondiente para ser leído por el usuario al que está dirigido.

## 2.16.- CONVERSIONES ANALÓGICO-DIGITAL Y DIGITAL-ANALÓGICO

Una cantidad digital tiene un valor que se especifica por una de dos posibilidades, como 0 o 1, bajo o alto, falso o verdadero, entre otras. Una cantidad digital, como un voltaje, toma un valor que puede ser cualquiera dentro de ciertos rangos especificados; los valores exactos de los voltajes no son significativos, ya que los circuitos digitales responden de la misma manera para todos los voltajes que se encuentran dentro de un rango dado.

Una cantidad analógica puede tomar cualquier valor sobre un rango continuo de valores y, lo más importante, su valor exacto si es significativo, es decir, cada posible valor de una cantidad analógica tiene un significado distinto.

Muchas variables físicas son de naturaleza analógica y pueden tomar cualquier valor dentro de un rango continuo de éstos. Ejemplos de variables de éste tipo incluyen temperatura, presión, intensidad luminosa, señales de audio, posición, velocidad rotacional y velocidad de flujo.

Los sistemas digitales llevan a cabo todas sus operaciones internas mediante el uso de circuitería y operaciones digitales. Cualquier información que tenga que introducirse en un sistema digital, primero debe cambiarse a forma digital. Cuando un sistema digital, como una computadora se va a

utilizar y/o controlar un proceso físico, el diseñador se enfrenta con la naturaleza digital de la computadora y la analógica de las variables del proceso. Los convertidores ADC y DAC se utilizan para conectar a la computadora con el mundo analógico.

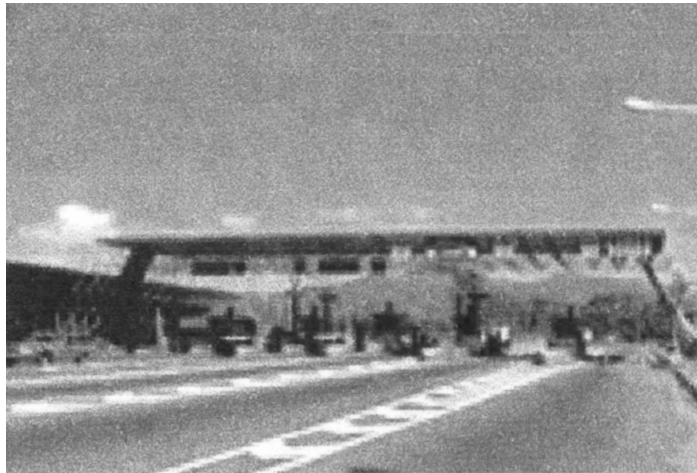


Figura 5. Peaje de carreteras.

Fuente: [www.kyber.c/web4.0/transportepeajescarreteras.html](http://www.kyber.c/web4.0/transportepeajescarreteras.html).

## 2.17.- MICROCONTROLADORES

La familia de microcontroladores ha constituido, en los últimos años, un espacio considerable entre los diseñadores de toda clase de circuitos de instrumentación y control.

Según lo cita Delgado, (1995) el microcontrolador es: “Un dispositivo electrónico que consta de ciertas entradas y salidas dirigidas a controlar un proceso determinado o definido para un propósito específico.

Uno de los microcontroladores más versátiles y el cual va a ser de objeto de interés y estudio es el PIC.

Entre sus características mas importantes tenemos: es una familia de microcontroladores de ocho bits, alta velocidad, de bajo costo y alto rendimiento, contiene memoria ROM y RAM, puertos de entrada y salida (I/O) y una unidad de procesamiento central. Todas las características anteriores forman parte de un solo chip o circuito integrado.

Los microcontroladores están presentes en nuestro trabajo, en nuestra casa y en nuestra vida en general. Se pueden encontrar controlando el funcionamiento de los ratones y los teclados de los computadores, en los teléfonos, en los hornos microondas y los televisores de nuestro hogar. Pero la invasión acaba de comenzar y el nacimiento del siglo XXI es testigo de la conquista masiva de la conquista de éstos diminutos computadores, que gobernarán la mayor parte de los aparatos que fabricamos y usamos los humanos.

En el año 1976, a consecuencia del aumento de la densidad e integración los componentes en un circuito integrado, se creó el primer ordenador en un chip, es decir, se anexaron junto con el microprocesador los subsistemas que antes formaban unidades especializadas, pero unidas por las pistas del circuito impreso con el microprocesador forman lo que se conoce como sistema. A éste nuevo circuito integrado se le denomina como microcomputadora monopastilla.

Por tal razón los sistemas basados en la microcomputadora se especializan en aplicaciones industriales, en ambientes eléctricos adversos, aparece la versión industrial de la microcomputadora que no es otro que el microcontrolador.

Entonces un microcontrolador se puede definir como un circuito encapsulado que posee internamente un microprocesador, temporizadores, contadores, memoria de lectura y escritura, convertidor analógico/digital, entre otros, utilizados para el control de procesos mediante sus puertos de entrada/salida de señales. (Angulo, 1999).

Existen ocasiones en las que es necesario almacenar datos con el fin de que éstos permanezcan a la disposición de los usuarios, para leerlos o modificarlos, a pesar de que se presenten cortes de energía o se desconoce el sistema. Para ello se han presentado innumerables soluciones a esta necesidad, y ellas van desde las memorias RAM, alimentadas con baterías de litio para brindar alimentación de respaldo en caso de cortes de energía, hasta dispositivos magnéticos para almacenar la información más reciente.

Las memorias paralelas EEPROM han sido una de las soluciones más eficientes, ya que la misma es borrrable y programable eléctricamente, los datos permanecen inalterados, a menos que se escriba sobre ellos, utilizando los protocolos adecuados.

Sin embargo se presentan inconvenientes, ya que el dispositivo que se emplea como memoria de datos se encuentra fuera del circuito integrado del procesador, por lo tanto, se requiere espacio adicional para

éste, y diseñar la disposición de las líneas de control, datos, dirección, entre otros, lo que genera inversión de tiempo y dinero.

Las extensas áreas de aplicación de los microcontroladores, que se pueden considerar ilimitadas, existe un gigantesco trabajo de diseño y fabricación. Pero para aprender a manejar y a realizar aplicaciones con microcontroladores se deben hacer prácticas de diseño reales.

Es importante resaltar que los fabricantes de los microcontroladores PIC los definen como la familia de microcontroladores de bajo costo, bajo consumo de potencia y alta velocidad de operación. Poseen arquitectura interna del tipo hardware, memoria de programa con tecnología RISC, calidad que lo hace manejable al poseer pocas instrucciones de programación.

## 2.18.- COMPONENTES DE UN MICROCONTROLADOR

- Procesador o UCP ( Unidad Central de Proceso ).
- Memoria RAM para contener los datos.
- Memoria para el programa tipo ROM/PROM/EPROM.
- Líneas de entrada/salida para comunicarse con el exterior
- Generador de impulsos de reloj que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema.
- Diversos módulos para el control de periféricos (temporizadores, puertas serie y paralelo, CAD: conversores analógico/digital, CDA: conversores digital/analógico, etc.)

## 2.19.- FAMILIA DE MICROCONTROLADORES PIC

Existe una gama variada dentro de la familia de los microcontroladores PIC, ellos van desde los más sencillos hasta lo más complejo, es por eso que una de las tareas más importantes de un ingeniero de diseño es la selección de un modelo de microcontrolador, que satisfaga las necesidades del proyecto con el mínimo presupuesto.

Microchip ofrece cinco tipos de familias de microcontroladores de 8 bits para poder acoplarse a las necesidades de los clientes o usuarios potenciales. A continuación se presentan las diferentes familias que son la gama enana, la gama básica o baja, la gama media, la gama alta y la gama superior.

### 2.19.1.- Gama enana: PIC 12C(F)XXX de 8 pines.

Los PIC 12CXXX/PIC12FXXX son de 8 pines, tienen un set de instrucciones de 12 o 14 bits y su repertorio es de 33 o 35 instrucciones, un voltaje de operación muy bajo, comprendido en 2,5 V y 5,5 V, manejo de interrupciones, una pila de varios niveles, múltiples canales A/D, memoria de programa FLASH, OTP o ROM y una memoria de datos EEPROM. Todas estas características proporcionan un nivel de inteligencia no antes disponible tomando en cuenta el costo y el tamaño.

### 2.19.2.- Gama básica: PIC 12C5X con instrucciones de 12 bits.

Los PIC 12C5X tienen un tamaño de instrucción de 12 bits con un repertorio de 33 instrucciones.

Dichos controladores están disponibles en circuitos de 14,18,20 y 28 pines, operan con bajo voltaje, a partir de 2,5 V, hace a ésta familia ideal para las aplicaciones que requieren de batería. Asimismo, no admiten ningún tipo de interrupción y las pilas disponen solamente de dos niveles. Además, el PIC 16HV5XX puede operar con más de 15V para el uso directo con una batería.

#### 2.19.3.- Gama media: PIC 16C(F)XXX con instrucciones de 14 bits.

Esta es la gama más variada y completa de la familia de los PIC. Con la introducción de los PIC 16CXXX/PIC 16FXXX Microchip proporciona un ADC ( Convertidor Analógico/Digital ) de 12 bits. Estos microcontroladores ofrecen un amplio rango de opciones, por ejemplo, están disponibles en circuitos de 18 a 68 patas, van del nivel bajo al nivel más alto en cuanto a la integración de periféricos. Esta familia tiene un set de instrucciones de 14 bits, manejo de interrupciones, una pila de 8 niveles. El PIC 16CXXX/PIC 16FXXX proporciona la versatilidad para cubrir los requerimientos de más demanda hoy en día.

#### 2.19.4.- Gama alta: PIC 17CXXX con instrucciones de 16 bits.

Esta familia extiende la potencialidad de los microcontroladores PIC con una palabra de instrucción de 16 bits y 58 instrucciones. Este microcontrolador mejora el set de instrucciones y la capacidad de manejo de las interrupciones. Cuenta con las características de periféricos de mayor demanda en las aplicaciones.

Las características más destacables de ésta gama es su arquitectura abierta, que consiste en la posibilidad de ampliación del microcontrolador por medio de los elementos externos. ( Angulo, 1993, p.29-32 ).

#### 2.19.5.- Gama superior: PIC 18C(F)XXX con instrucciones de 16 bits.

Es la familia de alto nivel, de tecnología CMOS, tiene una MCU estática con convertidor A/D, contiene una pila de 32 niveles, una palabra de instrucción de 16 bits. Trabaja con múltiples interrupciones internas y externas, un set de 77 instrucciones. Además tiene un set de largos registros que permiten algunas de las innovaciones usadas para alcanzar un alto rendimiento de 10 MIPS (Millones de Instrucciones Por Segundo) para un MCU.

La familia PIC 18CXXX/PIC 18FXXX, tiene características especiales para reducir componentes externos, por ello reduce el costo, aumenta la confiabilidad y reduce el consumo de energía. (www.Microchip.com, Enero 2003).

#### 2.20.- IMPORTANCIA DE LOS MICROCONTROLADORES

El número de productos que funcionan con uno o varios microcontroladores, aumenta súbitamente. A partir de éste siglo, la empresa Dataquest pronostica que en cada hogar Americano, existirán no menos de 240 microcontroladores.

A su vez se tiene que, la industria informática acapara la mayor parte de fabricación de microcontroladores. Casi todos los periféricos del computador, desde el ratón o el teclado hasta la impresora, escáner y otros son regulados por uno o varios de ellos.

También los electrodomésticos de la línea blanca ( lavadoras, hornos, lava vajillas, entre otros ) y de línea marrón ( televisores, aparatos musicales, etc. ) incorporan numerosos microcontroladores. Igualmente los sistemas de supervisión, vigilancia y alarma en los edificios utilizan éstos chips para optimizar el rendimiento de los ascensores, calefacción, aire acondicionado, alarma de incendio, robo, entre otros.

La instrumentación y la electromedicina son dos campos idóneos para la implantación de estos circuitos integrados, una importante industria consumidora de microcontroladores es la de automoción, que los aplica en el control de aspectos tan populares como la climatización, la seguridad y los frenos ABS.

## 2.21.- PROGRAMACION DE MICROCONTROLADORES

La utilización de los lenguajes más cercanos a la máquina ( de bajo nivel ), representa un considerable ahorro de código en la confección de los programas, lo que es muy importante debido a la estricta limitación de la capacidad de la memoria de instrucciones. Los programas bien realizados en lenguaje ensamblador optimizan el tamaño de la memoria que ocupan y su ejecución es muy rápida.

Los lenguajes de alto nivel más empleados con microcontroladores son el C y el Basic, de los que existen varias empresas que comercializan varias versiones de compiladores e intérpretes para diversas familias de microcontroladores.

El lenguaje que más se utiliza para la programación de los microcontroladores es el Ensamblador, que es el más cercano a la máquina. También son frecuentes los programas en el lenguaje C y el Basic.

## 2.22.- MICROPROCESADORES

Es un sistema que explora secuencialmente una información almacenada llamada programa, la interpreta y la ejecuta.

Según el diccionario de micro-computación Sybex el micro-procesador es: Una implementación tipo LSI de un microprocesador completo ( ALU y unidad de control ) en un solo chip. Constituye la CPU de un microcomputador.

## 2.23.- UNIDADES BASICAS DE UN MICROPROCESADOR

El conjunto de compuertas AND, OR, NAND. XOR, y el selector, tenían la función de realizar la operación lógica deseada. El oscilador y el divisor de frecuencia actuaban como controlador del sistema. El contador del sistema servía como indicador de la instrucción a ejecutar.

Finalmente la memoria ROM era precisamente el lugar donde estaba almacenada la secuencia de instrucciones.

En la terminología de microprocesadores, a cada grupo de círculos que desempeña tareas similares se les llama UNIDAD FUNCIONAL, y el conjunto de unidades funcionales y la forma como están interconectadas se denomina ARQUITECTURA del microprocesador.

Los circuitos quedan agrupados en las siguientes unidades funcionales: las compuertas lógicas y el selector en la unidad ARITMÉTICO-LÓGICA; el oscilador y el divisor de frecuencia constituyen la UNIDAD DE CONTROL; el contador binario, en su papel de contador del programa, forma parte de los REGISTROS INTERNOS y la memoria ROM, grabada con las instrucciones, es la MEMORIA DEL PROGRAMA.

También existen las unidades funcionales llamadas memoria de datos y los puertos de entrada/salida. Para que un circuito se le pueda dar el nombre de microprocesador, debe contener en una sola pastilla de silicio al menos las siguientes unidades: Unidad de control, Unidad aritmético-lógica y algunos registros.

## 2.24.- INTERCONEXIONES Y ESTANDARES DEL RS-232 (CCITT V.24/ISO 2210)

Una de las interconexiones (interfase) mas difundida para alcanzar equipos en transmisiones datos, se llama RS-232C (nomenclatura norteamericana) o CCITT V.24 (nomenclatura internacional).

Consiste en la disposición de 25 circuitos de intercambio con una función en cada uno. Se implementa en un enchufe de 25 clavijas, de corte trapezoidal, para evitar un mal acoplamiento, que se asegura mediante dos tornillos, uno a cada lado.

Esta recomendación, es una norma así mismo completa, que especifica las características mecánicas, funcionales y eléctricas. Permite una velocidad máxima de 20 kbps a una distancia máxima de 15 metros.

Usando RS-232C, algunos de los eventos más importantes que ocurren en la transmisión de los datos son:

1. La Te levanta "RTS" (Request to Send)
2. El Me, luego de recibir "RTS", levanta la portadora (y demora)
3. El Mr, luego de recibir la portadora, envía "DCD"(Data Carrier Detect)
4. El Me retorna "CTS" (Clear To Send) a la Te.
5. La Te transmite los datos. Los datos son modulados en la línea y recibidos en el próximo extremo.
6. La Te baja "RTS".

7. El Me baja "CTS".
8. EL Mr "demora" para recibir los últimos datos y luego baja "DCD".

La parte importante de este proceso es la "demora RTS/CTS", conocida también como "tiempo de inversión de línea" (turnaround). Otra demora importante es la del modem para modular o demodular.

- Mini-interconexión de control codificado:

Una nueva interconexión fue presentada en la reunión del SG XVII del CCITT en Ginebra, en noviembre de 1981. Se propuso tanto para aplicaciones en redes analógicas de banda de voz, como conmutación de circuitos digitales. Su diseño incluye cuatro circuitos de intercambio –dos para datos y dos para control- en un conector de 9 clavijas (pins). Cada circuito logra autosincronización independiente usando la codificación de señal llamada "Manchester Diferencial".

La asignación simétrica de clavijas en el conector, permite que un mismo tipo de cable pueda ser usado en conexiones DTE-DCE, DTE-DTE y DCE-DCE. Se estima que es una conexión suficientemente general, como para considerarla universal.

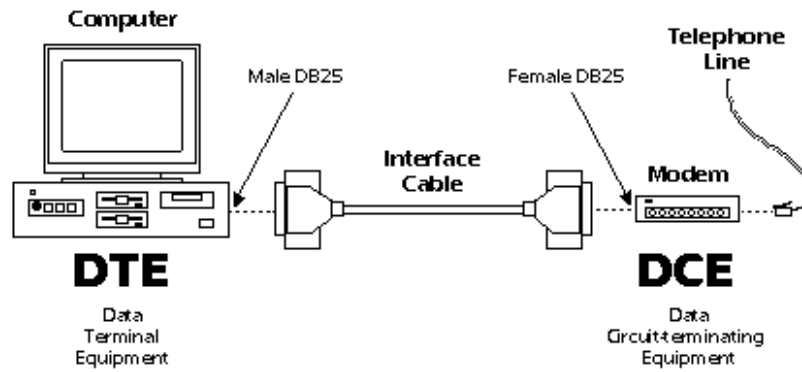
Las siguientes características fueron especificadas en esta nueva mini-interconexión.:

- Cuatro circuitos de intercambio:
  - Dos circuitos balanceados (datos y control) actúan en cada dirección.

- Adoptan características eléctricas V.11, lo que les asemeja en velocidad y distancia al RS-449.
- Autosincronización independiente de los circuitos:
  - En transmisión sincrónica se usará Manchester Diferencial.
  - En misión asincrónica, método "START/STOP".
- Separación de datos y control, en circuitos independientes.
- Simetría de interconexión, lo que permite que la transmisión en ambas direcciones tenga lugar a diferentes velocidades.

Nótese que no se hace diferencia entre DTEs y DCEs. De este modo, en una configuración DTE-DCE tradicional, los datos de transmisión (datos a ser transmitidos a la red) salen del DTE por el circuito "salida de datos" (1B) pero entran a DCE por el circuito "entrada de datos"(2B). Los conectores hembra son para montar en todos los equipos, mientras que los conectores machos son para terminaciones de todos los cables estándares.

Las necesidades de entrecruzamiento de cables son simétricos y se pueden fabricar los cables con técnicas masivas de terminación si se usan cables planos. Las necesidades de cables de extensión se pueden manejar de dos modos. Primero un cable de extensión puede tener una configuración directa (no entrecruzada) terminada con un conector hembra en un extremo y un conector macho en el otro.



Looking Into the DTE Device Connector

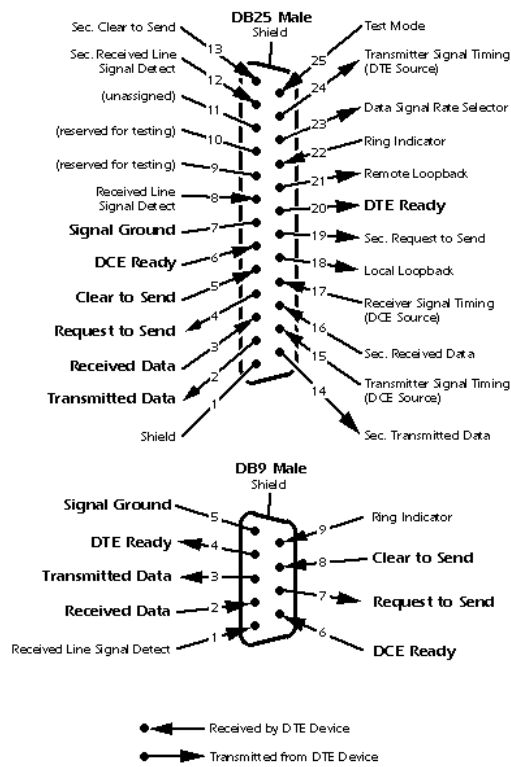


Figura 6. Conector del dispositivo del DTE. Fuente:

[www.Maximintegratecircuits.com](http://www.Maximintegratecircuits.com)

## 2.25.- CONVERTIDOR DEL NIVEL DE RS232C

Una interconexión serial estándar para la PC, [RS232C](#), requiere la lógica negativa, es decir, lógica ' 1 ' está -3V a -12V y la lógica ' 0 ' es +3V a +12V. para convertir una lógica, por ejemplo, los ponernos de TxD de la TTL y de RxD de las virutas uC, así necesita una viruta del convertidor. [Una viruta MAX232](#) ha estado utilizando de largo en muchos tableros uC. Proporciona el puerto de 2channel RS232C y requiere los condensadores externos 10µF. Compruebe cuidadosamente la polaridad del condensador al soldar al tablero. Cualquier circuito se puede utilizar sin ningún problema.

## 3.- TÉRMINOS BÁSICOS

ARQUITECTURA HARVARD: Es uno de los pilares en que se sustenta la organización de los PIC.

Gracias a ella se puede acceder de forma simultánea e independiente a la memoria de datos y a la memoria de instrucciones.  
( Angulo, 1999, p.73 )

CHIP: Circuito integrado o encapsulado de silicio capaz de ejecutar una tarea en específico. ( Freedman , 1993, p. 45 )

**CIRCUITO INTEGRADO:** Son una colección de resistores, diodos y transistores fabricados sobre una pieza de material semiconductor (generalmente silicio) denominada sustrato. ( Tocci, 1993 ).

**CONVERTIDOR ADC:** Dispositivo electrónico que convierte en señales de naturaleza continúa en señales discretas. ( Morris Mano, 1985, p. 156 ).

**CONVERTIDOR DAC:** Es el proceso de tomar un valor representado en código digital ( como binario directo o BCD ) y convertirlo en un voltaje o corriente que sea proporcional al valor digital. ( Tocci,1993).

**DINÁMICA:** Ciencia que tiene por objeto el estudio del movimiento y causas que lo producen ( Electrónica Moderna Práctica, 1995, p.95 ).

**EEPROM:** Siglas que denotan memoria de sólo lectura programable y borrrable eléctricamente, cuyo contenido puede establecerse a través de un proceso de programación por medio de una delgada capa de dióxido de silicio a una puerta flotante. (Electrónica Moderna Práctica, 1995, p.108 ).

FLIP-FLOP: Dispositivo de memoria capaz de almacenar un nivel lógico. (R.J Tocci, 1993,p.763 )

LED ( Diodo Emisor de Luz): Diodo semiconductor generalmente constituido por arsenio de galio que puede servir como fuente de luz infrarroja cuando se le aplique un voltaje 0 a impulsos. ( García 1989, p.53 )

ROM: Memoria de sólo lectura ( Red Only Memory ). Dispositivo capaz de retener datos, los cuales no se pueden alterar por instrucciones del programa. ( Electrónica Moderna Práctica, 1995, p.286 ).

#### 4.- SISTEMAS DE VARIABLES

Conceptualmente un sistema de clasificación vehicular es el conjunto de elementos que ordenadamente relacionados entre si contribuyen a ordenar o disponer por clases los artefactos que sirven para conducir o transportar un objeto. ( Diccionario de las Américas. Plaza y Janes.1996 ).

Operacionalmente un sistema de clasificación vehicular es el que permite definir que cuota debe pagar cada vehículo, ya sea particular, de transporte, o de carga que vaya a pasar por el peaje.

Conceptualmente un sensor dinámico es un dispositivo que convierte la corriente eléctrica sea directa o alterna en luz, calor, ondas de radio, entre otras; capaz de captar y/o registrar objetos en movimiento (Diccionario Enciclopédico. Stan Gibilisco. Tomo 3. McGraw – Hill. 1994 ).

Operacionalmente un sensor dinámico es el dispositivo que formado por dos partes emisor y receptor de luz, es capaz de registrar la longitud de los vehículos en movimiento.