

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

"DISEÑO DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE SEMAFORIZACION"

Tesis previa a la obtención del título de

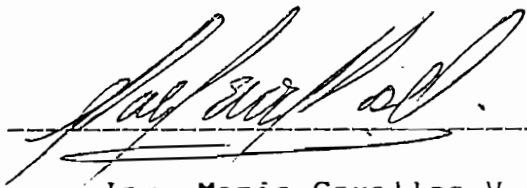
INGENIERO EN ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

PACO GILBERTO ORTIZ VILLACIS

QUITO, 1994

CERTIFICACION

Certifico que el presente trabajo
ha sido realizado en su totalidad
por el señor PACO ORTIZ VILLACIS

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Mario Cevallos V.', is written over a horizontal dashed line. The signature is fluid and cursive.

Ing. Mario Cevallos V.

Director de Tesis

4

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Politécnica Nacional.

Al Ing. Edgar Delgado.

A los señores Jesús Gómez y Víctor Torres de la Dirección
Nacional de Tránsito.

Al Ing. Mario Cevallos, mi gratitud y respeto.

46

DEDICATORIA

46

A mis padres y hermanos.

4

DISEÑO DE UN SISTEMA DE TELECONTROL DE SEMAFORIZACION

INTRODUCCION

La fluidez vehicular es un factor importante para la buena marcha de las actividades diarias del ciudadano. Desde hace algunos años, sin embargo, se ha notado un deterioro constante del flujo vehicular, sobre todo a ciertas horas del día en determinados sectores. A esta situación se ha llegado en parte porque el incremento de automotores no es compensado con la construcción de vías nuevas de descongestión, esto a su vez se debe principalmente a la ubicación geográfica de la ciudad y al carácter histórico de su centro. Intercambiadores muy costosos se han construido, pero presentan una solución solamente parcial al problema.

Ya que no hay libertad para ampliar o construir vías, es razonable que se aproveche al máximo la capacidad vial existente. A este objetivo se puede llegar a través de una mejor tecnificación de las tareas de semaforización y el control electrónico del tránsito.

En el presente trabajo, se aborda el problema que representa el tráfico vehicular en la ciudad de Quito, para lo cual se aprovechan estudios existentes ya que corresponden a un campo especializado. Se presenta una solución técnica fundamentada en nuevo tipo de controlador de semáforo, al cual se provee de un medio de comunicación e interconexión. Se desarrollan los equipos (hardware y software) necesarios para la realización de pruebas sobre el sistema diseñado y se simulan condiciones externas que no son implementadas tales como la información proveniente de detector de autos.

Un resumen de los resultados obtenidos en estas pruebas pone de manifiesto las capacidades y limitaciones del sistema desarrollado. Para terminar, el resultado de costos y precios de este sistema y los beneficios que traería al mejorar el control vehicular, son presentados brevemente en el capítulo final.

CONTENIDO

Capítulo I

Introducción al tráfico vehicular

Introducción 1

1.1 Características generales 2

1.2 Características y datos del tráfico vehicular en la ciudad de Quito 12

1.3 Descripción del estado actual de control de tráfico en Quito 24

1.4 Proyección del estado de tráfico vehicular en la ciudad de Quito y descripción de alternativas de control 29

Conclusión 38

Notas 38

Capítulo II

El Controlador Electrónico de Semáforo

Introducción 40

2.1 Principio de funcionamiento 41

2.2 Descripción del controlador electrónico de semáforo 50

2.3 Comunicación con el controlador 53

2.4 Síncronismo intersemáforo 56

Conclusión 62

Notas 62

Capítulo III

El Sistema de Telecontrol

Introducción 63

3.1 Características del telecontrol adecuado 64

3.1.1 Características generales para toda la ciudad 68

3.1.2 Características del telecontrol por zonas 69

3.1.3	Características del telecontrol por vías	70
3.2	Implementación del telecontrol	73
3.2.1	Método de envío-recepción de telecomandos	73
3.2.2	Telerespuesta	77
3.3	Centro de control	78
3.3.1	Funciones	79
3.3.2	Organización y ubicación	81
3.3.3	Confiabilidad y disponibilidad	82
	Conclusión	83
	Notas	83

Capítulo IV

Experimentación

	Introducción	84
4.1	Diseño de un modelo experimental basado en el estudio previo	85
4.1.1	Unidad de comunicación	86
4.1.2	Unidad receptora-actuadora	89
4.1.3	Programa del computador	94
4.2	Implementación y construcción del prototipo	95
4.2.1	Diseño del hardware	95
4.2.1.1	Diseño del software utilizado en la unidad de comunicación	122
4.2.2	Diseño del programa del computador	140
4.3	Pruebas y resultados	150
	Conclusión	161
	Notas	161

Capítulo V

Costos y Beneficios

	Introducción	162
5.1	Del prototipo	163

5.2	Del sistema propuesto	169
5.2.1	Costos de otros sistemas	170
5.2.2	Beneficios	173
	Conclusión	175
	Notas	176

CONCLUSIONES

	Conclusiones	177
--	--------------	-----

BIBLIOGRAFIA

	Bibliografía	180
--	--------------	-----

ANEXOS

INDICE DE SIGLAS UTILIZADAS

AGC:	Automatic Gain Control (Control Automático de Ganancia)
ALE:	Address Latch Enable (Habilitación del retenedor de dirección)
CI:	Circuito Integrado
CMOS:	Complementary Metal Oxide Semiconductor (Metal óxido semiconductor complementado)
CPU:	Central Processing Unit (Unidad central de procesamiento)
CTS:	Clear To Send (Respuesta a envío)
DC:	Direct Current (Corriente directa)
DNT:	Dirección Nacional de Tránsito
DSR:	Data Set Ready (Conjunto de datos listo)
DTMF:	Dual Tone Multi Frequency (Tono doble multifrecuencial)
DTR:	Data Terminal Ready (Terminal de datos listo)
EPROM:	Erasable Programmable Read Only Memory (Memoria de solo lectura programable borrable)
ETD:	Equipo Terminal de Datos
LSI:	Large Scale Integration (Larga escala de integración)
PHR:	Photo Resistor (Fotorresistencia)
PLC:	Programmable Logic Controller (Controlador lógico programable)
PSEN:	Program Storage Enable (Habilitación de almacenaje de programa)
RTS:	Request To Send (Requerimiento de envío)

TTL: Transistor Transistor Logic (Lógica transistor transistor)

UART: Universal Asynchronous Receiver Transmitter
(Transmisor receptor asíncrono universal)

UC: Unidad de Comunicación

URA: Unidad Receptora Actuadora

UV: Ultra Violeta

CAPITULO I

INTRODUCCION AL TRAFICO VEHICULAR

INTRODUCCION

La ciudad es en la actualidad el hábitat preferido del hombre; allí es donde desenvuelve su actividad en general. La civilización, representada por la gran ciudad, ha significado muchos avances y mejoras en la calidad de vida, pero también nuevos problemas y necesidades.

Entre los principales inconvenientes están la contaminación, ruido y peligros de accidente que se derivan del gran número de automotores diariamente presentes en calles y avenidas.

Frente a estas circunstancias, el objetivo del control de tráfico es contribuir significativamente para que la ciudad sea un sitio agradable y seguro para vivir. Un flujo de autos, suave y continuo no solo representa ahorro de tiempo y de combustible sino también una disminución efectiva del nivel de ruido y contaminación de la ciudad, así como relajamiento en el humor de las personas.

En este capítulo se hace una breve introducción a los conceptos de control de tráfico, así como también se realiza una ligera descripción de la situación actual correspondiente a la ciudad de Quito, respecto a estos temas.

1.1 CARACTERISTICAS GENERALES

Los movimientos vehiculares y peatonales dentro de la ciudad, definen un conjunto de necesidades básicas entre las que se destacan la seguridad, y la fluidez. Sobretudo cuando el número de vehículos es elevado y en las vías se alcanzan velocidades considerables, es fundamental el establecimiento y respeto a normas de circulación.

Las mencionadas normas son establecidas con criterios eminentemente técnicos provenientes de un estudio de ingeniería. El ingeniero de tránsito es un especialista cuyo objeto de estudio lo constituyen los diversos fenómenos de tráfico vehicular y peatonal que ocurren a lo largo y a lo ancho de cualquier vía pública de circulación. Entre los fenómenos mencionados podemos señalar los accidentes que se suscitan, las velocidades dentro de las vías, los embotellamientos y sus causas, el efecto de las señales de tránsito, el control de tráfico, etc.

Sin tratar de ingresar a un terreno que no corresponde a este trabajo, es necesario que empecemos definiendo algunos conceptos de ingeniería y control de tránsito. En primer lugar debemos concretarnos en una definición formal de semáforo.

El semáforo es un dispositivo que sirve para proteger y regular los flujos de tránsito ⁽¹⁾. Consiste de un conjunto de tres luces: verde, amarillo (ámbar) y rojo. En algunas

ocasiones se tiene luz extra con flecha para operaciones de viraje. El significado de las luces es legal y está universalizado:

Verde: el tránsito vehicular puede cruzar la intersección, recto o efectuar viraje (si esto último no está prohibido por una señal fija).

Amarillo: atención finaliza luz verde e inicia luz roja.

Rojo: todo tránsito vehicular debe detenerse.

Luz amarilla intermitente significa cruce tomando la debida precaución, siendo la norma internacional que el vehículo que se aproxima por la derecha, tiene derecho de vía '1'

Semáforos para peatones son señales de CRUCE y NO CRUCE dirigidas para peatones que cruzan la calzada dentro de la zona peatonal o paso cebra. La señal NO CRUCE intermitente significa que un peatón que entró a la vía dentro de CRUCE, alcanzará a pasar por lo menos hasta una isleta de seguridad, pero que un peatón que mire ya la intermitencia, debe postergar cruzar la vía.

Aquí cabe establecer la diferencia entre semáforo y controlador de semáforo. Como ya hemos visto, el semáforo es el arreglo y uso normalizado de las luces verde, amarilla y roja '2'; siendo el controlador de semáforo, el dispositivo electromecánico o electrónico que dirige la operación y ciclo de las mencionadas luces. Desde este

punto de vista, un semáforo no es electrónico, sino su controlador. Temas referentes a requisitos para instalación, localización, área de control y número de secciones o cuerpos del semáforo, no son objeto de este trabajo ya que corresponden a un estudio de ingeniería de tránsito. El gráfico 1.1 ilustra las partes de un semáforo.

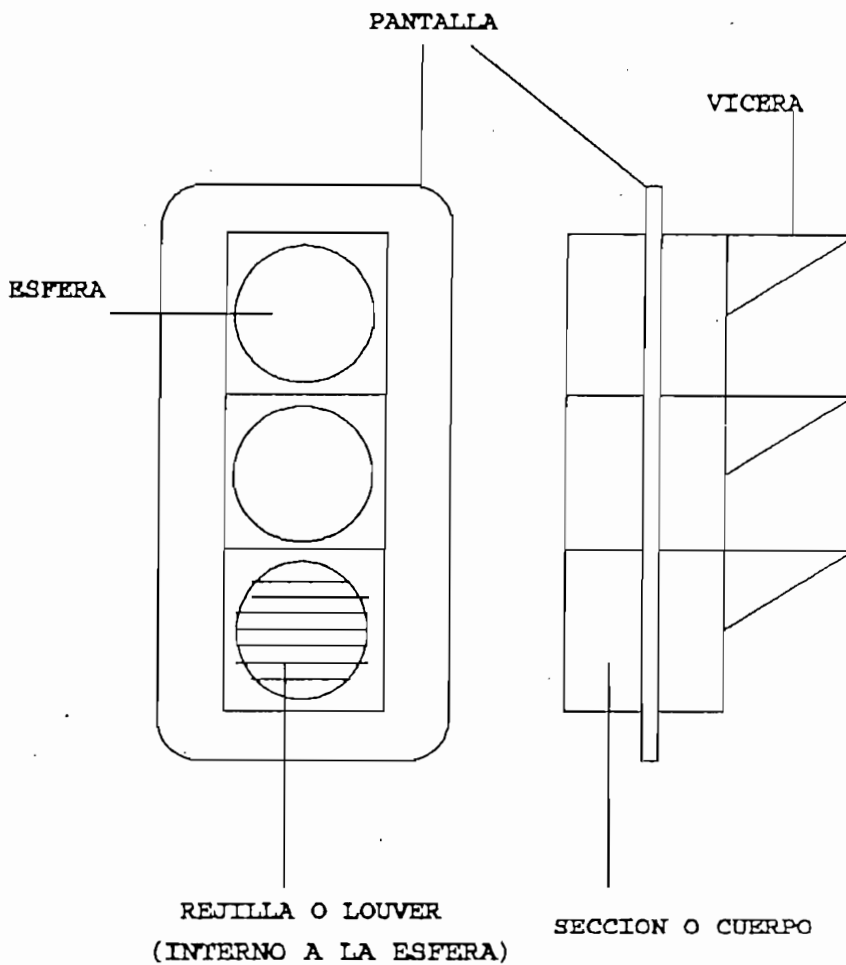


Gráfico 1.1: partes de un semáforo

A continuación se realiza una definición de los términos asociados con los semáforos y con el control de tráfico que éstos efectúan (2). Entre estos tenemos tiempo de ciclo, fase, secuencia, periodo rojo-rojo, sincronización, etc.

Tiempo de ciclo: se denomina así al tiempo total requerido para completar la secuencia de las luces que permiten los movimientos en la intersección. Tiempos de ciclo típicos son 60, 90 y 120 segundos. Los gráficos 1.2 y 1.4 ilustran los tiempos de un semáforo.

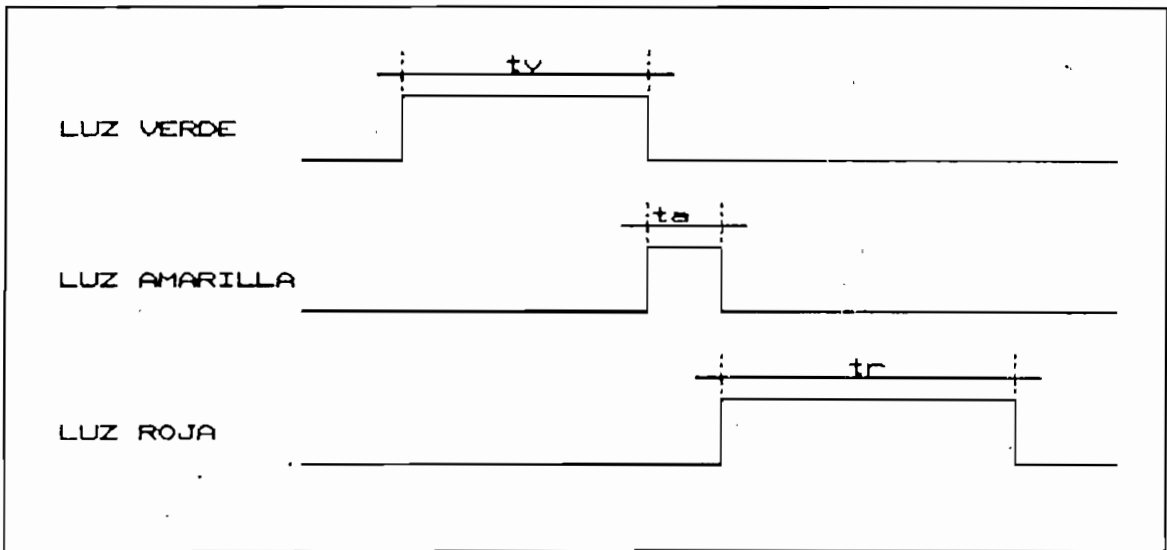


Gráfico 1.2: Tiempo de luces

Donde: t_v : tiempo de luz verde
 t_a : tiempo de luz amarilla

tr: tiempo de luz roja

Fase: es la parte del ciclo asignada a movimientos concurrentes del tráfico. Es decir, las fases representan el reparto del ciclo.

La fase es el método de separación en tiempo de los diferentes movimientos de tráfico, esto se ilustra en el siguiente diagrama:

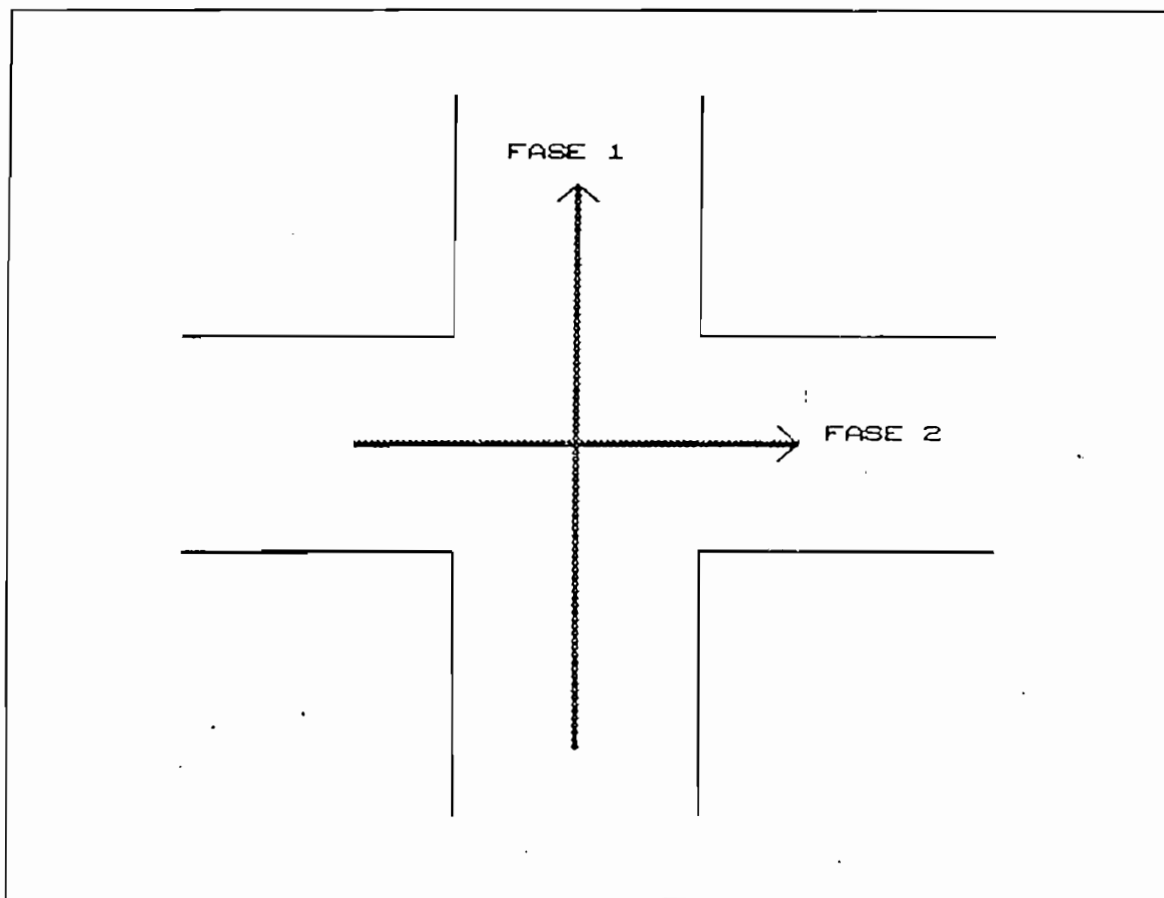


Gráfico 1.3

Fases del semáforo

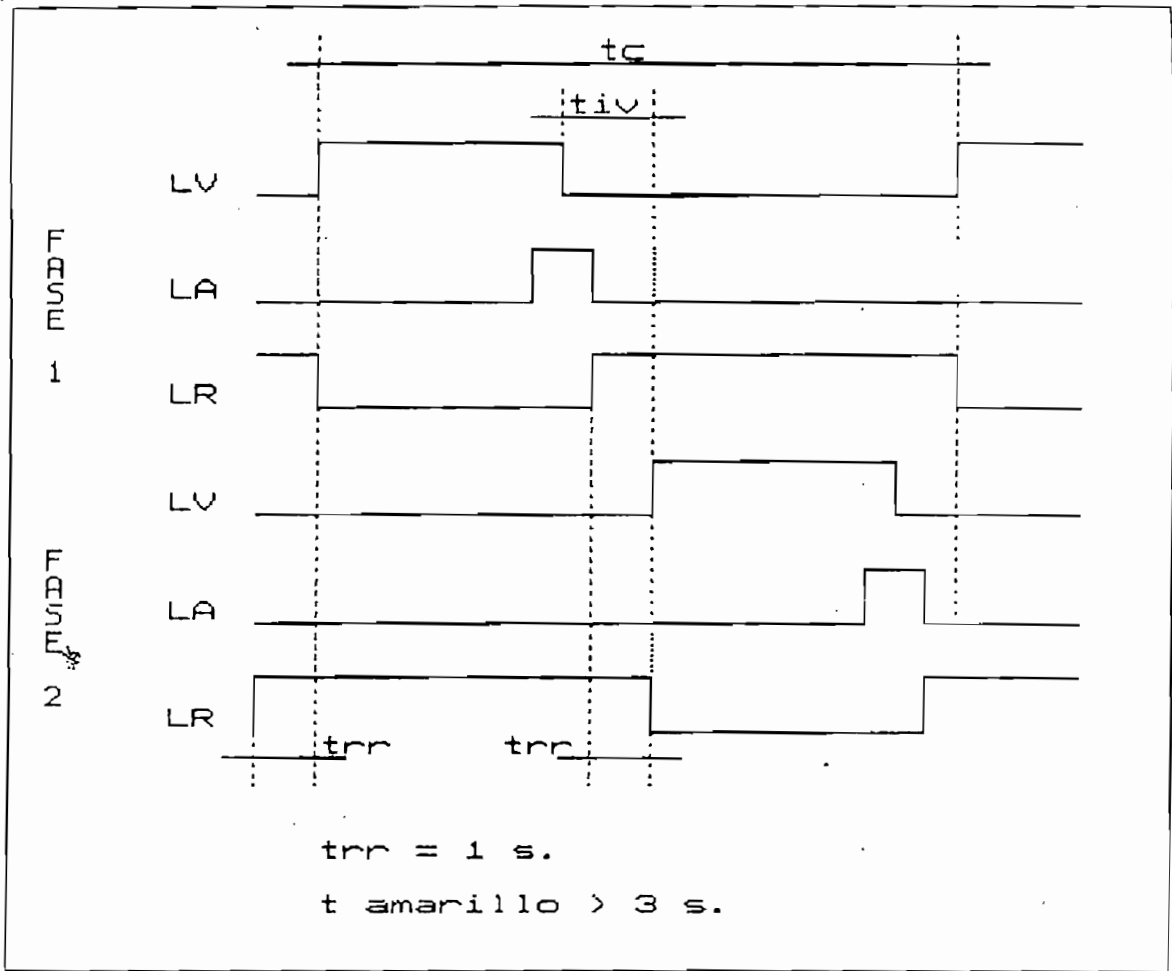


Gráfico 1.4

Cronometrajes de un semáforo de 2 fases

Secuencia: se refiere al orden en que cambian las luces; para la ciudad de Quito es rojo, verde, amarillo.

Periodo rojo-rojo: (t_{r-r}) según la norma internacional, la luz roja debe ser mostrada a ambas fases durante un segundo, antes de asignar el verde correspondiente. Dicho lapso se lo conoce como periodo rojo-rojo.

Periodo interverde: (t_{iv}) es el tiempo transcurrido entre

que una fase apaga su luz verde y el comienzo de luz verde de la otra fase. Sirve para permitir que los vehículos despejen la intersección antes de que de comienzo el siguiente movimiento o fase.

Flujo: mide el tránsito en una vía, generalmente se expresa en número de vehículos por unidad de tiempo.

Estas definiciones las usa el ingeniero de tránsito para calcular la capacidad de flujo, el total de tiempo perdido, el reparto adecuado del ciclo entre las fases, los tiempos óptimos; todo lo cual resulta en el cálculo del cronometraje del semáforo que colocará en la intersección objeto de su estudio.

Sincronización de semáforos:

"El objetivo general de sincronizar, es proveer un movimiento suave de tráfico a lo largo de una ruta principal y eludir la necesidad de pararse en las intersecciones para esos vehículos". (2)

El número de intersecciones sincronizadas es generalmente de 6, con una distancia entre ellas de alrededor de 200 ó 300 metros. Con una sincronización se consigue por tanto, pasar la máxima cantidad de tráfico en la ruta principal, con un mínimo de demoras y proveyendo simultáneamente movimientos en las vías secundarias. Existen distintos tipos de sincronización: simultánea,

alternada y flexible progresiva u "ola verde".

Simultánea: todos los semáforos de la vía principal cambian luces al mismo tiempo y con idénticas cronometraciones.

✱ Se torna peligroso si alguien trata de ganar luz verde del siguiente semáforo, pero es útil para servir el paso de vehículos a velocidad lenta.

Alternada: los semáforos de la vía principal muestran luces contrarias alternadamente.

Se le usa para fijar la velocidad de los vehículos hasta una "velocidad diseñada", excedida la cual los conductores serán parados en cada intersección. Se aplica en ciudades con geometría regular.

Flexible Progresiva u Ola Verde:

"El tiempo de ciclo para cada intersección puede ser o no distinto, pero los tiempos de luz verde son escalonados en relación el uno con el otro, de acuerdo a la velocidad deseada o diseñada para la vía principal" (2)

Se aplica en ciudades de geometría irregular como es el caso de la ciudad de Quito. Un diagrama tiempo-distancia ilustra es tipo de sincronización:

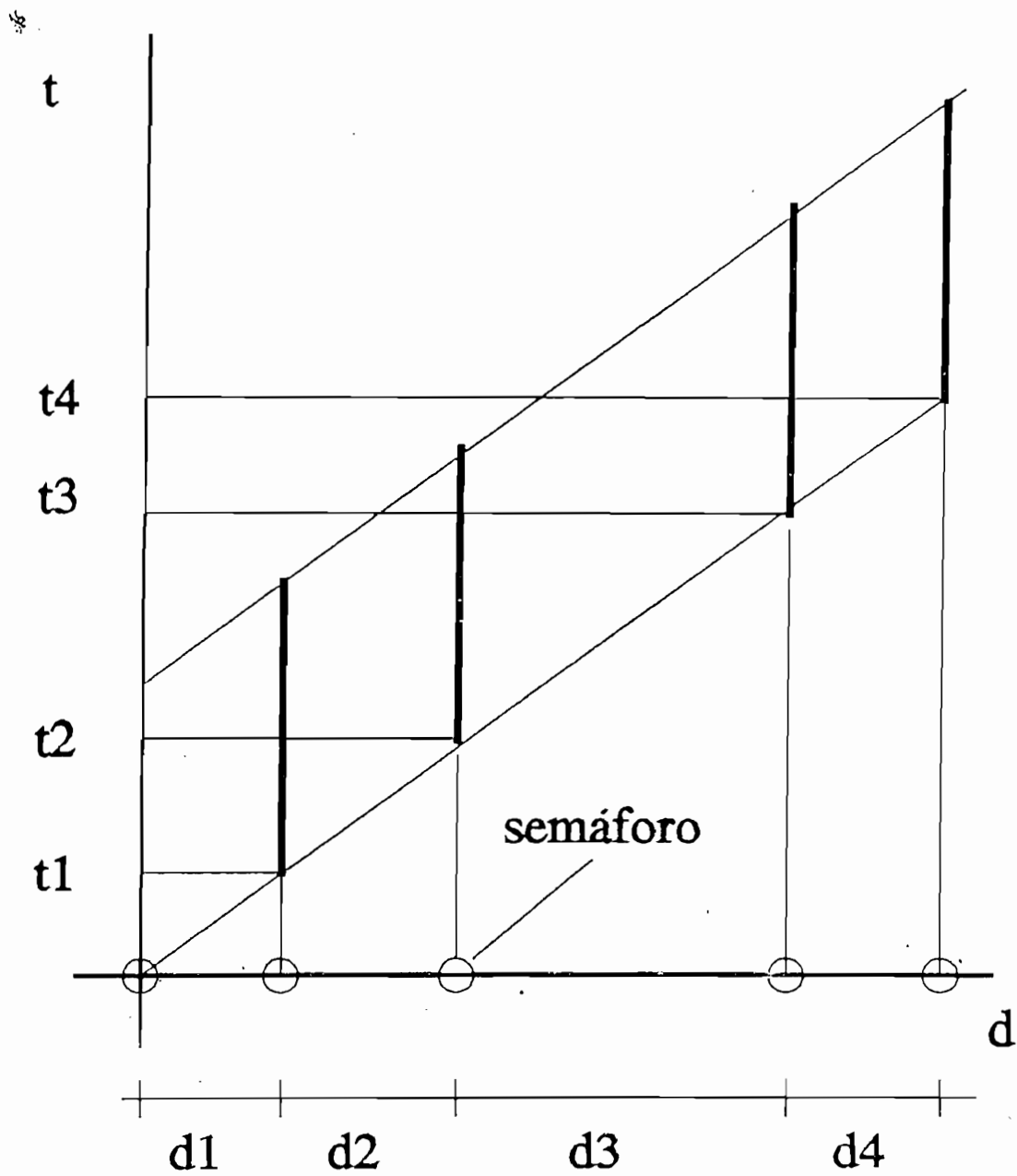


Gráfico 1.5
Sincronización progresiva

Los cronometrajes de cada intersección conformante de una vía con sincronización progresiva, pueden ser alterados dependiendo por ejemplo de la hora del día, pero manteniendo la sincronización. Estos cálculos son realizados por ingeniería de tránsito, ayudados por software especializado como el programa TRANSYT, SSTOP y otros.

Horas pico: bastaría con observar el tráfico a distintas horas para advertir una de las características del tráfico vehicular en cuanto a comportamiento, consistente en que el flujo de vehículos no es ni remotamente constante. Mediante conteos de vehículos -manuales o automáticos- se pueden obtener gráficos de flujo en función de las horas del día, determinándose así que existe una hora en que la circulación, medida en vehículos por hora, es mayor que las demás; a esta se la denomina hora pico de tránsito. Se establece por facilidad que existe una hora pico de la mañana y una hora pico de la tarde. Ejemplos de este parámetro de ingeniería los veremos posteriormente al tratar con datos de circulación.

Tiempo de viaje: Es el tiempo que le toma a un conductor el trasladarse desde un punto a otro de la ciudad. Dependerá de la hora del día y siempre se habla de promedios.

Tiempo de espera: es el tiempo total que el conductor ha permanecido detenido por diversas circunstancias (entre las que se incluye espera ante semáforos) durante su desplazamiento. Forma parte del tiempo de viaje.

Existen algunos otros términos relacionados con el tráfico que serán usados a lo largo de este trabajo pero que no es necesario describirlos ya que son parte de la experiencia diaria de cualquier ciudadano. Por ejemplo: contaminación, ruido, embotellamientos, etc.

1.2 CARACTERISTICAS Y DATOS DEL TRAFICO VEHICULAR EN LA CIUDAD DE QUITO

Características

Dos factores que influyen considerablemente en el tráfico vehicular de Quito son el carácter histórico de muchos edificios en el centro de la ciudad y las características geográficas y topológicas del área donde la ciudad se ha asentado y el la cual se expande (=).

En el primer caso, el significado histórico de varias edificaciones impide la construcción de vías de descongestión para el tráfico que atraviesa por el centro de la ciudad, creándose en esta zona altos niveles de congestión. En el segundo caso, la imposibilidad de ensanchamiento de la ciudad en dirección Este-Oeste, hace que ésta se extienda en dirección Sur-Norte, sin dejar espacio lateral para construcción de mas vías.

Estas dificultades han tratado de ser superadas, es por esto que hasta inicios de 1 993 se han construido 6 nuevos

intercambiadores de tránsito en sitios estratégicos, con la esperanza de descongestionar las vías; esto ha sido conseguido solo parcialmente pues en algunos casos ha resultado que el sitio de congestión se ha desplazado unas cuadras mas allá, haciendo necesarios nuevos intercambiadores.

Una solución complementaria debería ser pues el aprovechamiento racional de la capacidad de circulación que ofrecen nuestras calles mediante un sistema efectivo de control de tránsito mismo que al momento padece serias deficiencias tal como se detallará mas adelante al tratar sobre el estado de control de tráfico en la ciudad de Quito.

Producto del creciente -en volumen y en necesidades- flujo vehicular, se ha hecho notorio el elevado índice de contaminación y de ruido que afecta a la ciudad, constituyéndose estos en factores que deterioran las condiciones de vida de los habitantes ciudadanos. A esto se suma el peligro de accidente que a diario se presenta en parte ayudado de la falta de normas y pasos para uso exclusivo de peatones. Como se puede constatar, ningún intercambiador incluye un paso peatonal, a pesar de que en ellos la velocidad de los autos es alta.

Accidentes

A este ritmo de los acontecimientos, Quito puede dejar en corto tiempo de ser un sitio agradable para vivir, esto lo confirma la siguiente estadística de accidentes que de

paso resalta la importancia que tiene mejorar el control de tránsito.

Año	Número de accidentes en zona urbana	Número de víctimas fatales
1990	6337	176
1991	6413	134
1992	6490	133

Cuadro 1.1

Accidentes de tránsito en Quito

En el anexo A consta una estadística mas detallada sobre los accidentes, sus causas y las intersecciones en que se han producido. Se puede notar en dichas estadísticas que en la ciudad de Quito, el accidente mas común es el choque entre vehículos, un 58% del total de 1992; el atropello a peatones es un 11%. Las causas mas comunes son la impericia o imprudencia un 31.5% del total de 1992, conducir en estado de embriaguez es un 17%, imprudencia del peatón es un 4% (ver anexos).

Así mismo, las estadísticas revelan que las vías mas peligrosas en cuanto a regularidad y consecuencia de los accidentes son principalmente las entradas y salidas de Quito, Panamericana, Interoceánica, vía a los Chillos, etc.

En cuanto a la zona urbana, son de gran cuidado las avenidas 10 de Agosto, América, De la Prensa, Maldonado, Pichincha, Amazonas, 6 de Diciembre y la Occidental. Sin lugar a dudas esto es debido al gran flujo de vehículos que diariamente circula en estas calles y a las velocidades que en ellas se alcanzan.

El siguiente cuadro es un ejemplo de las estadísticas de accidentes en Quito en 1990.

Sector	# accidentes	# víctimas
Panamericana Norte	140	23
Vía a San Antonio	64	5
10 de Agosto y Tufiño	36	3
Sector la Y	46	2
Sector El Bosque	22	3
NN.UU y Amazonas	30	-
10 de Agosto y Mañosca	21	2
10 de Agosto y Colón	28	-
Interoceánica	133	1
10 de Agosto y Veintimilla	32	-
Autopista a los Chillos	114	15
Sector la Marín	48	1
Sector río Machángara	23	24

Panamericana Sur	180	32
------------------	-----	----

Cuadro 1.2: accidentes en Quito

Fuente: Dirección Nacional de Tránsito (DNT)

Datos de Tráfico en Quito

El siguiente cuadro (3) reseña el índice de crecimiento del parque automotor nacional para los años 1963 a 1978:

AÑO	LIVIANOS		TOTAL DE VEHICULOS	
	Total	Tasa/1000 h	Total	Tasa/1000 h
1963	22448	4.66	31481	7.22
1965	26389	5.09	37896	7.32
1967	34103	6.16	47279	8.53
1969	41851	7.11	55828	9.48
1971	58177	9.30	76467	11.91
1973	73783	11.12	90885	13.69
1975	108294	15.42	128480	18.30
1978	173909	22.83	202511	26.59

Cuadro 1.3: vehículos motorizados matriculados y tasa por 1000 habitantes a nivel nacional

Fuente: DNT

De este cuadro es posible apreciar el sorprendente crecimiento de la cantidad de vehículos del país, lo cual se refleja en la elevación de la tasa de vehículos por cada mil habitantes, sobre todo a partir del año 1973.

La siguiente es una estadística que presenta el aumento del parque automotor de la ciudad de Quito para los años 1955 a 1980.

AÑO	# DE VEHICULOS
1955	6000
1960	6406
1965	10248
1970	17908
1975	39788
1980	90178

Cuadro 1.4: Parque automotor de la ciudad de Quito

Fuente: DNT

Una gráfica de estos datos demuestra el crecimiento acelerado del parque automotor de la capital:

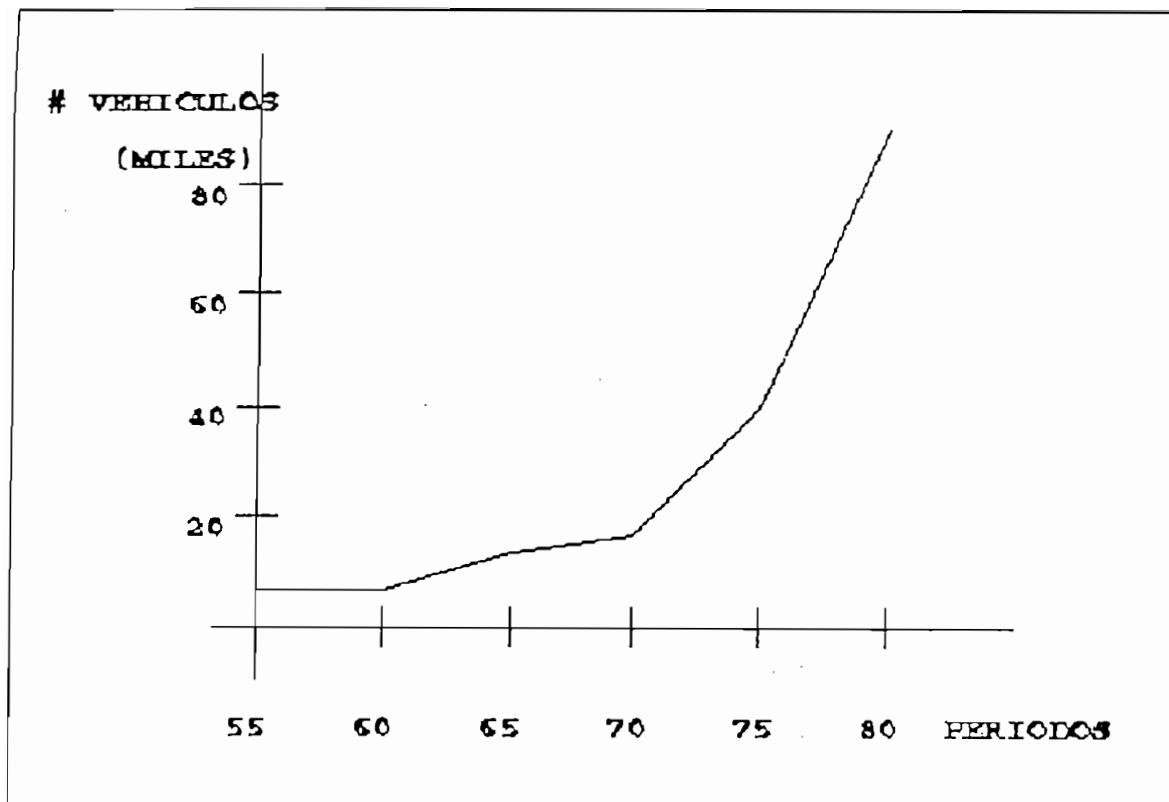


Gráfico 1.6

Crecimiento del parque automotor de Quito

De este gráfico se aprecia que existe una elevada tasa de crecimiento del parque automotor en el periodo 73-80 atribuida a un aumento de los ingresos a causa de las exportaciones petroleras y a un proceso de industrialización de la economía en ciertas áreas. La siguiente estadística contiene el número de vehículos matriculados en la provincia de Pichincha para los años 81 a 91:

AÑO	# DE VEHICULOS
1981	87407

1982	84982
1983	99551
1984	109557
1985	101395
1986	115093
1987	121917
1988	125853
1989	-----
1990	128542
1991	135299

Cuadro 1.5: Vehículos matriculados en Pichincha

Fuente: DNT

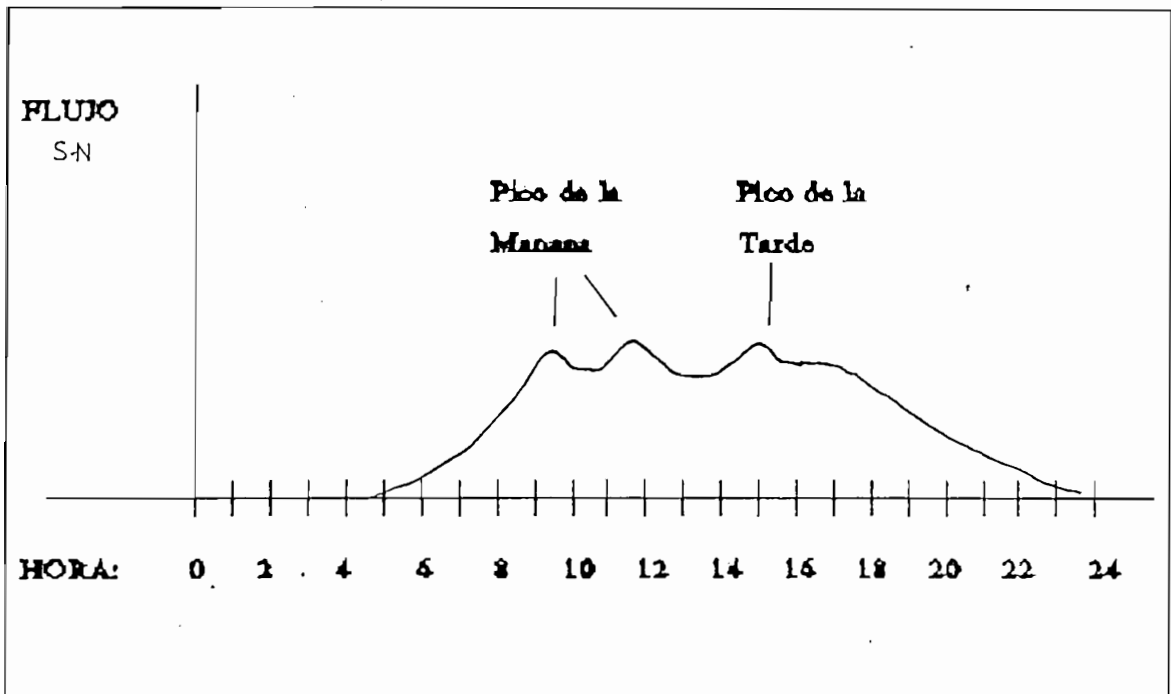
Se observa que en 10 años se ha incrementado el número de automotores en un 55%. Hay casos en que de un año al siguiente el número de vehículos baja, pero es debido probablemente a que hubieron personas que no se acercaron a renovar sus matrículas en el periodo que les corresponde.

Un estudio realizado sobre la tasa de propietarios de vehículos (*) para el Ecuador señala que esta es de 0.035 vehículos por persona, lo cual es bastante pequeña si se le compara con la tasa de propietarios de vehículos de EE.UU que es de 0.56 (ver anexo A). Para la provincia de

Pichincha dicha tasa es de 0.073 y para la provincia del Guayas de 0.0436. El nivel estimado para el año 2015 es entre 0.19 y 0.25 para la provincia de Pichincha (4).

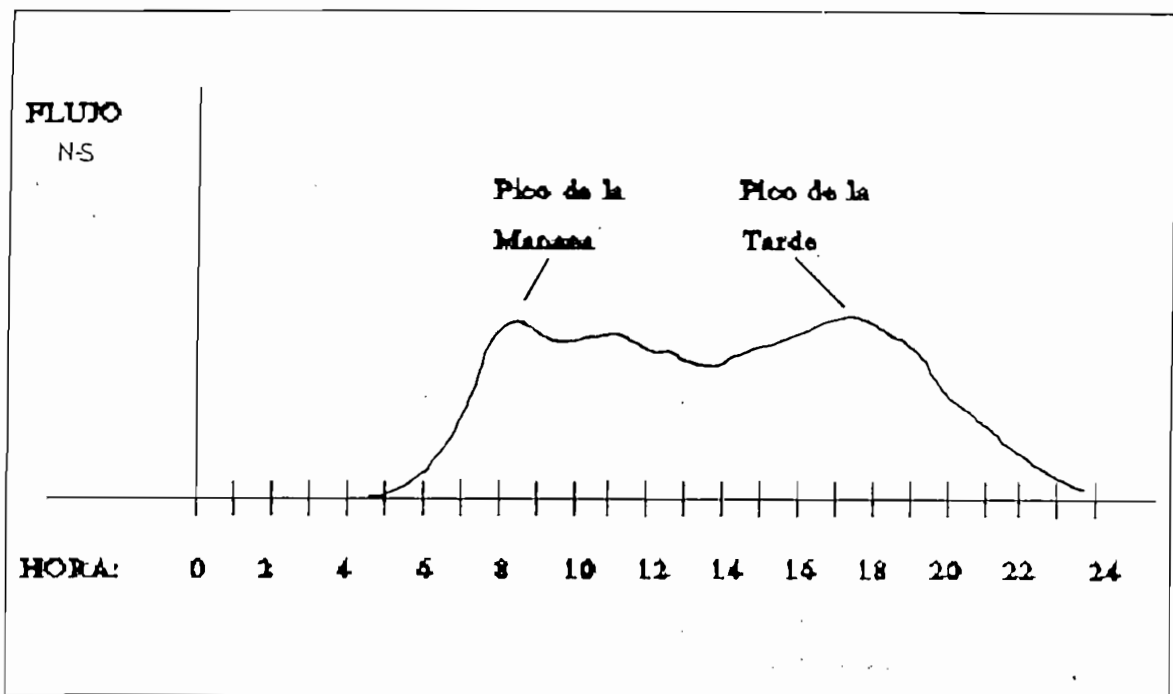
Datos de Flujo de Tráfico

La siguiente es una curva del flujo vehicular que se presenta a lo largo del día en una vía quiteña de demanda típica:



Gráficos 1.7: curvas de flujo de tráfico

Fuente: DNT



De los gráficos anteriores pueden sacarse varias conclusiones, entre ellas: Una vez que las vías han sido ocupadas, mantienen un nivel de flujo elevado durante toda la jornada. Se manifiestan ciertas horas en que la demanda es mayor (horas pico). Se nota además, que debido a las características de la ciudad, el flujo vehicular no es el mismo de norte a sur que de sur a norte, a pesar de tratarse de la misma ubicación.

Dichas curvas varían de acuerdo a la intersección que se trate, pero este ejemplo es suficiente para pensar que un semáforo colocado en dicho lugar, debería:

- a) Estar apagado de 0h00 hasta aproximadamente las 5h30, en vista del pequeño flujo que se hace

presente. Se ahorraría energía.

- b) Operación normal del semáforo con ciertos cronometrajes, a partir de las 5h30 en que los autos empiezan a circular.
- c) Cambio de los cronometrajes para atender los picos de la demanda. Estos cambios podrían incluir alargamiento del ciclo con mayor tiempo de luz verde a la fase principal, pero manteniendo el sincronismo sus semáforos adyacentes. Los periodos serían de 8h00 a 10h00; de 11h30 a 13h00; de 15h30 a 17h00 y de 18h00 a 19h30 tras lo cual volvería al cronometraje de la mañana.
- d) Amarillo intermitente a partir de las 22h30 hasta las 24h00 aproximadamente. Se evitarían paradas innecesarias pues en las vías secundarias casi no va a existir demanda.

El siguiente cuadro informa a cerca del número de vehículos por hora que se tiene durante las horas pico (''), en distintos sectores de la ciudad.

SECTOR	Mañana	Tarde	Dirección
10 de Agosto y Mañosca	2206	2250	S-N
10 de Agosto y Mañosca	1379	1518	N-S
10 de Agosto y Ma de Jesús	1541	1494	S-N
10 de Agosto y Ma de Jesús	1479	1569	N-S

Av. Colón y Foch	774	886	O-E
	827	831	E-O
10 de Agosto y Bogotá	1434	1362	S-N
	1496	1548	N-S
10 de Agosto y Briceño	1991	1881	S-N
	1553	1378	N-S
Guayaquil y Manabí	1126	1073	N-S
Av. Rodrigo de Chávez	715	815	O-E
	605	625	E-O
Tnte. Ortiz y A. de Angulo	1339	1063	S-N
	626	807	N-S
Av. La Prensa y El Inca	1670	1885	S-N
	1706	1534	N-S
Vía a San Antonio	377	482	s (---)
	662	313	e
Panamericana Norte	373	319	s
	458	827	e
Interoceánica	342	602	s
	742	355	e
Vía a los Chillos	737	1148	s
	1498	404	e
Pnamerica Sur	246	320	s
	328	353	e

Cuadro 1.6

Fuente: D.N.T.

(*) Conteos automáticos realizados en enero de 1 991

(**) entrando/saliendo a la ciudad de Quito

1.3 DESCRIPCION DEL ESTADO ACTUAL DE CONTROL DE TRAFICO EN QUITO

En la ciudad de Quito el principal medio de control de tráfico es el semáforo, cuyos tipos y número se dan mas adelante. Se cuenta también con control de policía, lo cual se considera ineficiente pues el pesonal debe estar ocupado efectuando operación de patrullaje y supervisión de que las normas de tránsito sean respetadas.

El número de intersecciones semaforizadas en la ciudad de Quito, hasta julio de 1991 es de 222, de las cuales 169 corresponden a controladores electromecánicos sin modernizar (21 de estos en el centro histórico). Además se tienen 48 controladores de características mejoradas (modernizadas) y solo 5 controladores modernos de tipo electrónico (COTRA).

§

A las dificultades propias de un control de tráfico, se suma la ineficiente capacidad de los controladores electromecánicos para adaptar sus ciclos y cronometrajes a las distintas horas con sus distintos volúmenes de flujo vehicular; por otro lado está el reducido número de fases (2 ó 3 en los no modernizados) de control que proveen dichos semáforos, lo cual hace imprescindible el control por

policía en determinadas intersecciones.

Otro problema en la ciudad de Quito es el asincronismo entre los semáforos. La experiencia diaria permite notar que al pasar una luz verde, luego de haber esperado en rojo, el siguiente semáforo, distante todavía, puede ya estar dando paso a vehículos que todavía no llegan a él y desperdiciando por tanto un derecho de vía que si puede ser necesitado por la otra fase.

Esto ocurre debido a que cada semáforo opera independientemente de los demás, es decir no están coordinados. Producto de esta dificultad son paradas innecesarias que representan tiempo perdido y mas consumo de combustible y desgaste de motor al tener que salir de velocidad cero repetidamente, a veces en cada esquina.

Con el fin de encontrar las causas que originan estas dificultades, y la manera de corregirlas, realicemos una breve descripción del funcionamiento de un controlador electromecánico de semáforo. Comprenderemos también sus limitaciones.

El controlador electromecánico de semáforo.

Consiste en un pequeño motor sincrónico acoplado a un árbol de levas tal como se ve en la siguiente figura:

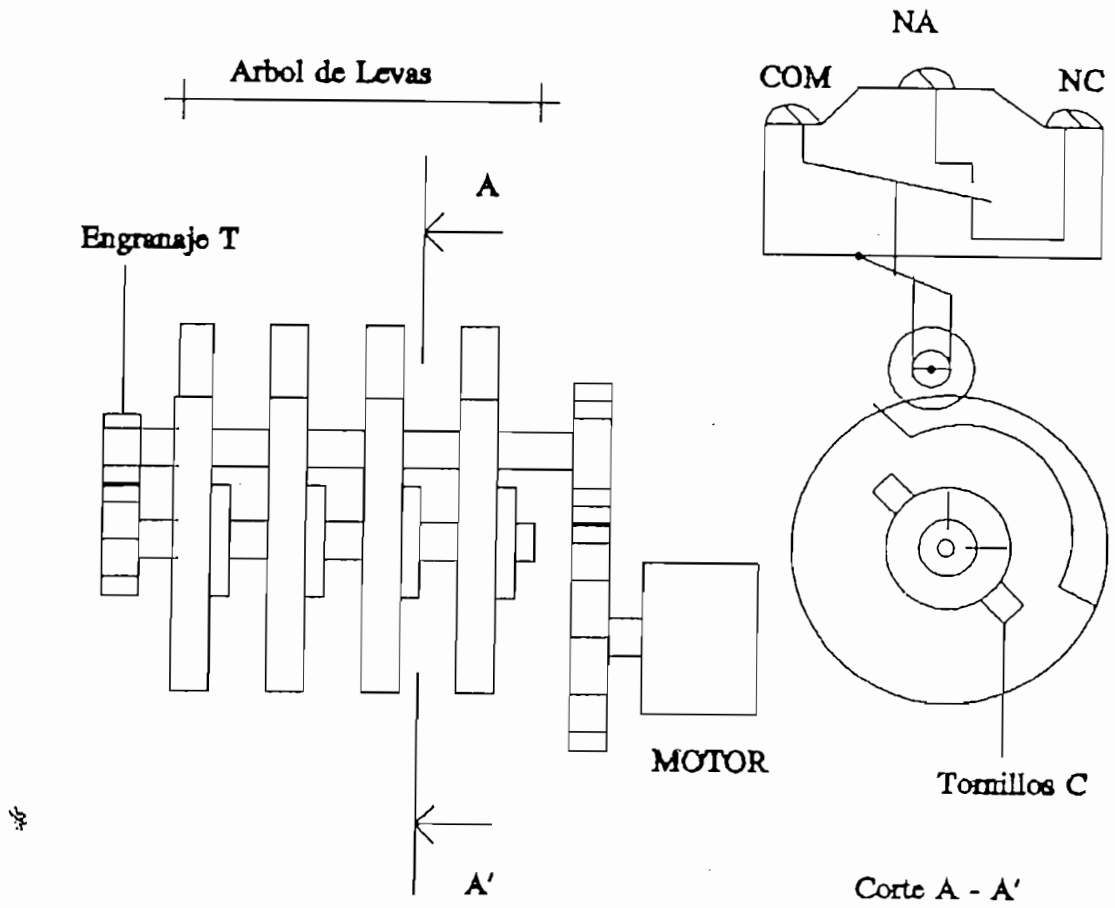


Gráfico 1.8

Esquema del control electromecánico de semáforo

Mediante cambio del engranaje T, es posible cambiar la duración del ciclo en valores que van desde 6-18 segundos, hasta 90-270 segundos para aplicaciones de semaforización; mediante el ajuste de posición de cada leva (manipulando los tornillos C) es posible ajustar el cronometraje entre los distintos circuitos agrupados en el ciclo. Si el controlador incluye suficientes circuitos, se verá encenderse la luz amarilla independientemente de la luz verde, de lo contrario las dos luces comparten un circuito y se las verá juntas durante el tiempo asignado a luz amarilla. La siguiente figura corresponde a un controlador electromecánico EAGLE del tipo usado en el país para control de semaforización.

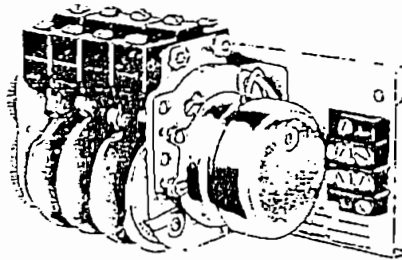


Gráfico 1.9

Control de señales EAGLE

La breve descripción realizada es suficiente para observar que el cambio de tiempo de ciclo se efectuaría mediante remplazo del engranaje T. Así mismo el reparto del ciclo se efectúa -destornillador en mano- ajustando la posición relativa de las hojas del árbol de levas.

Deficiencias adicionales del control de tráfico, son señaladas con exactitud en el estudio realizado por el grupo canadiense IBI sobre control de tráfico en Quito (referencia 3). En el presente trabajo solamente enunciaremos las fallas mas comunes:

- Deficiente visibilidad de aproximación a semáforos
- Falta de planchas traseras
- Alambrado aéreo y/o expuesto
- * -Interruptor de encendido al alcance de los peatones (interruptor del policía).
- Mala ubicación del gabinete de control. De difícil acceso para mantenimiento.
- Falta de semáforos secundarios. (Tienen la misma fase que los principales, pero van colocados mas atrás, para asegurar la visibilidad).
- Deficiencia o inexistencia de señalización en el pavimento. Por ejemplo pasos cebra, presencia de rompevelocidades, virajes, etc.
- Falta de mantenimiento a las líneas de pare y líneas de carriles
- Deficiencia en la geometría de las intersecciones (esquinas muy agudas o en ángulo recto sin redondear).

Se señala también en dicho informe que existe un gran potencial de mejora si se introducen cambios en la geometría de las intersecciones y en la señalización de las vías. Se concluye también que no es conveniente continuar introduciendo control con semáforos de controlador electromecánico.

Una gran ciudad como Quito debe modernizarse también en este campo; la situación actual lo pide, pero debe existir un complemento con un normativo de tránsito acorde a los nuevos requerimientos, de modo que no se induzca a la desobediencia. El control de tráfico obsoleto contribuye a elevar la indisciplina social. Sobre esto último señalemos que en Ecuador la principal causa de retiro de credenciales es la infracción correspondiente a no respetar las señales de tránsito con un 24,5% del total (119420 en 1992). Le sigue el mal estacionamiento con un 14.3%. Pasarse semáforo en rojo es un 2.7%. (Ver anexos).

1.4 PROYECCION DEL ESTADO DE TRAFICO VEHICULAR EN LA CIUDAD DE QUITO Y DESCRIPCION DE ALTERNATIVAS DE CONTROL

De mantenerse la actual tasa de crecimiento del número de vehículos, en 1995 en Pichincha estarán matriculados alrededor de 210000 vehículos (4). De esta cantidad aproximadamente 200000 corresponden a la ciudad de Quito. Esta cantidad elevada se explicaría en parte por el proceso sostenido de industrialización que se ha observado en los

últimos años en diversas áreas de la economía nacional lo cual produce un aumento en los ingresos de familias que sin duda desearán tener un auto. También está el hecho que representa la gran aceptación en nuestro mercado de los automóviles de fabricación nacional (4) de buena calidad y a precios mas convenientes que los automóviles importados.

Añadamos el dato que en ciertas vías de la capital se tienen volúmenes de flujo de alrededor de 50000 vehículos diarios (por ejemplo la Av. América entre Mañosca y NN.UU), que aunque no se ha estimado a cuanto ascenderán estos flujos junto con el aumento de parque automotor, es de pensar que también aumentarán de manera significativa. Estas perspectivas confirman la necesidad de modernizar el control de tráfico, para lo cual existen diversas alternativas, algunas de las cuales -las principales- se describen brevemente a continuación.

a) Semáforo adaptivo o actuado

En este caso el controlador de semáforo debe ser electrónico. Adapta su cronometraje y fase a la circunstancia actual de tráfico por medio de sensores inductivos colocados en la vía. Dichos sensores pueden determinar presencia de auto, velocidad de aproximación y longitud de colas. La siguiente figura ilustra esta aplicación:

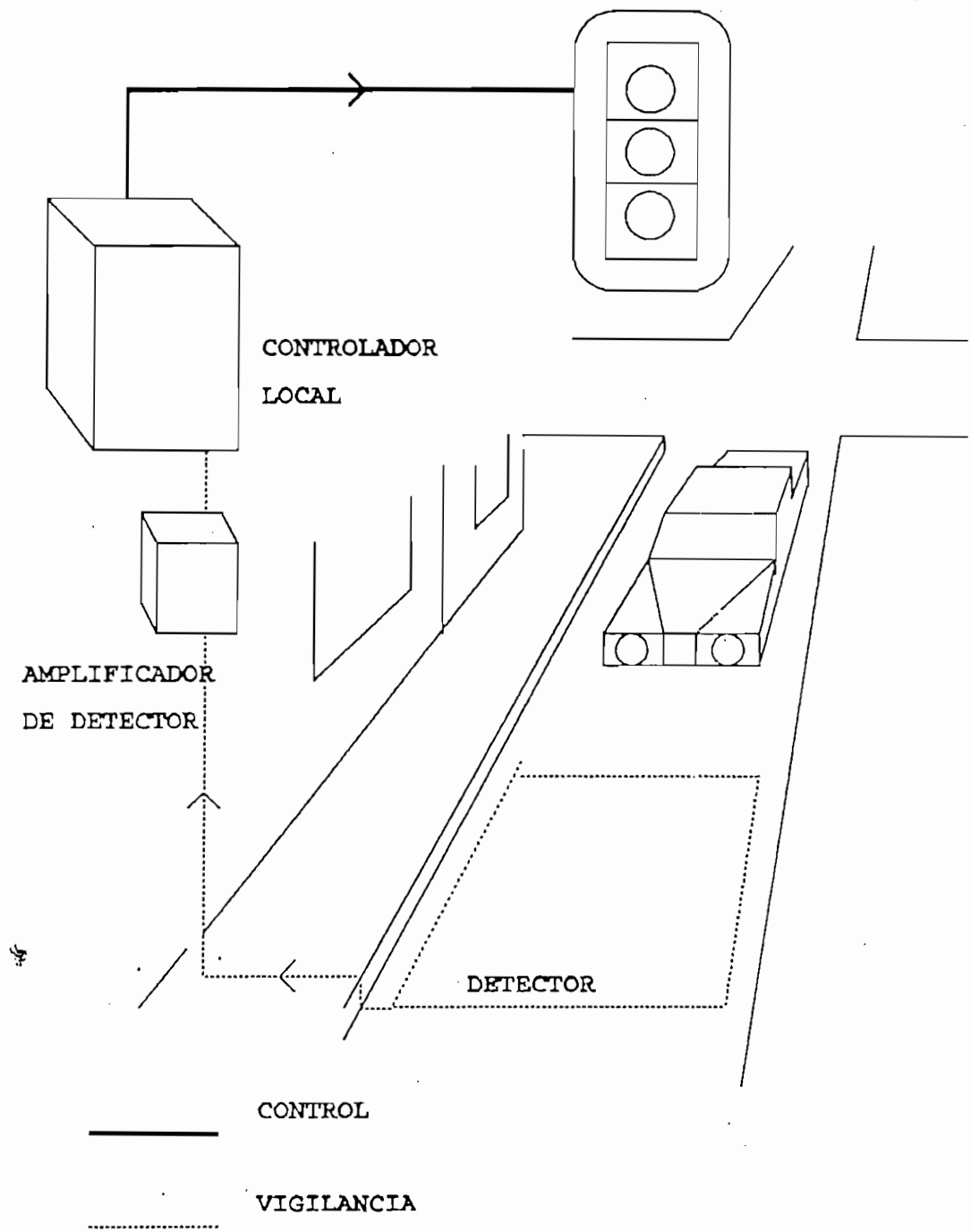


Gráfico 1.10
Semáforo actuado

Dicho sensor actúa detectando una alteración en el flujo magnético creado por una corriente de alta frecuencia (unos 100 kHz) que circula por la bobina incrustada en el pavimento. Un automóvil altera el campo magnético producido por la bobina, y esto es amplificado, detectado y enviado al controlador como una interrupción, misma que debe ser atendida activando un cambio de fase pues queda determinado que existe demanda. También existen detectores ultrasónicos aplicados para detectar presencia de carros y/o de peatones. Dos detectores a cierta distancia proveen información acerca de las colas de autos y su longitud, con esto se determina el cronometraje del controlador. Esta aplicación es ideal para intersecciones aisladas.

b) Semáforos con controlador maestro

El controlador maestro dispone los cronometrajes y fases de todos los semáforos a su cargo, proveyéndoles incluso de sincronización o administrando intersecciones en que las muchas vías afluentes a la misma hacen necesarias mas de 3 fases. Un controlador maestro generalmente puede operar controlando y sincronizando hasta a 24 controladores locales, los cuales a su vez funcionan con información de los detectores. En este caso los controladores locales se denominan semiactuados ya que operan bajo información del detector y del controlador maestro. Un sistema con controlador maestro central enlaza generalmente a hasta 8 controladores maestros, a través de una red estrella, con un computador de tránsito como nodo de conmutación y proceso.

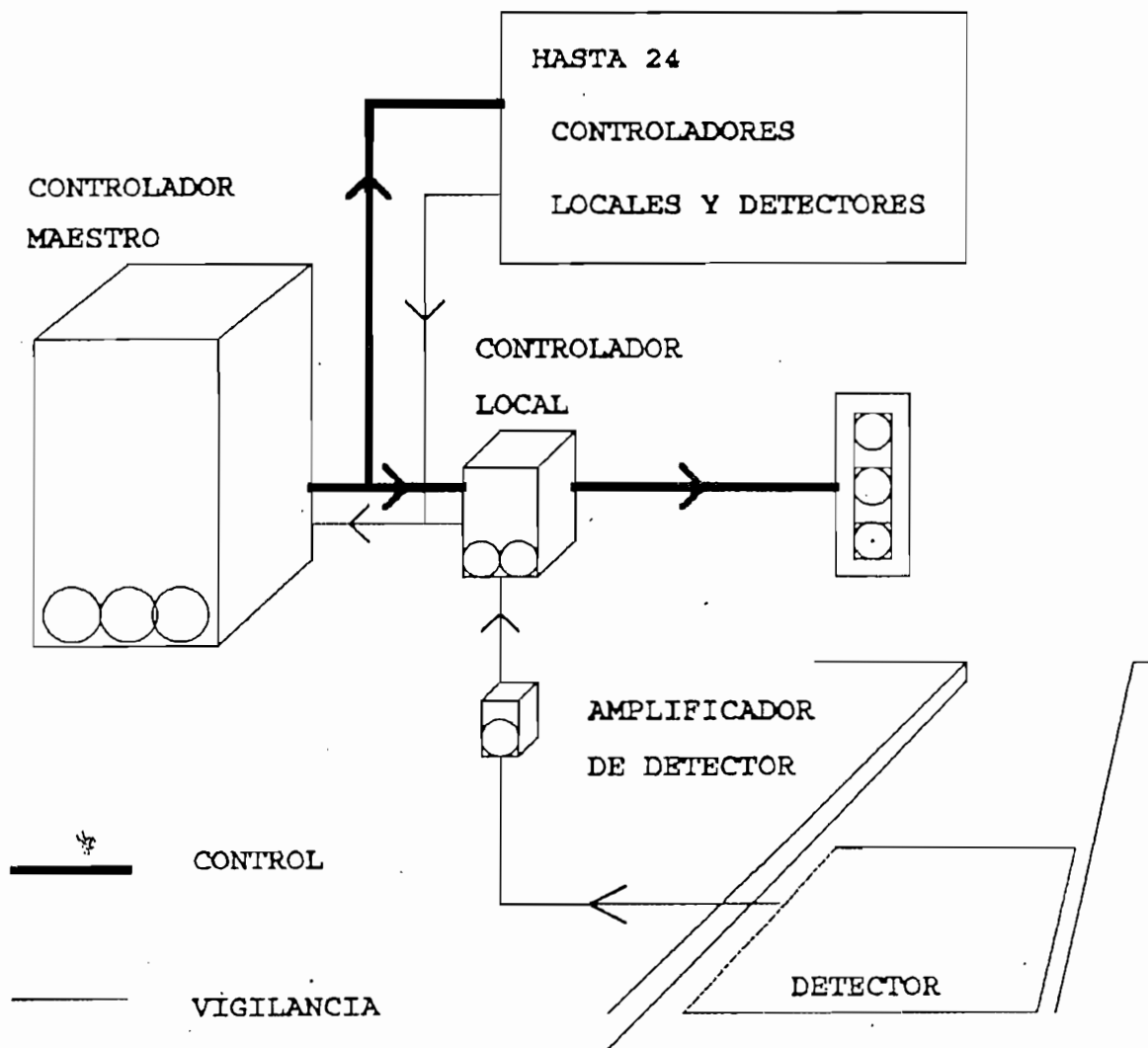


Gráfico 1.11: control maestro

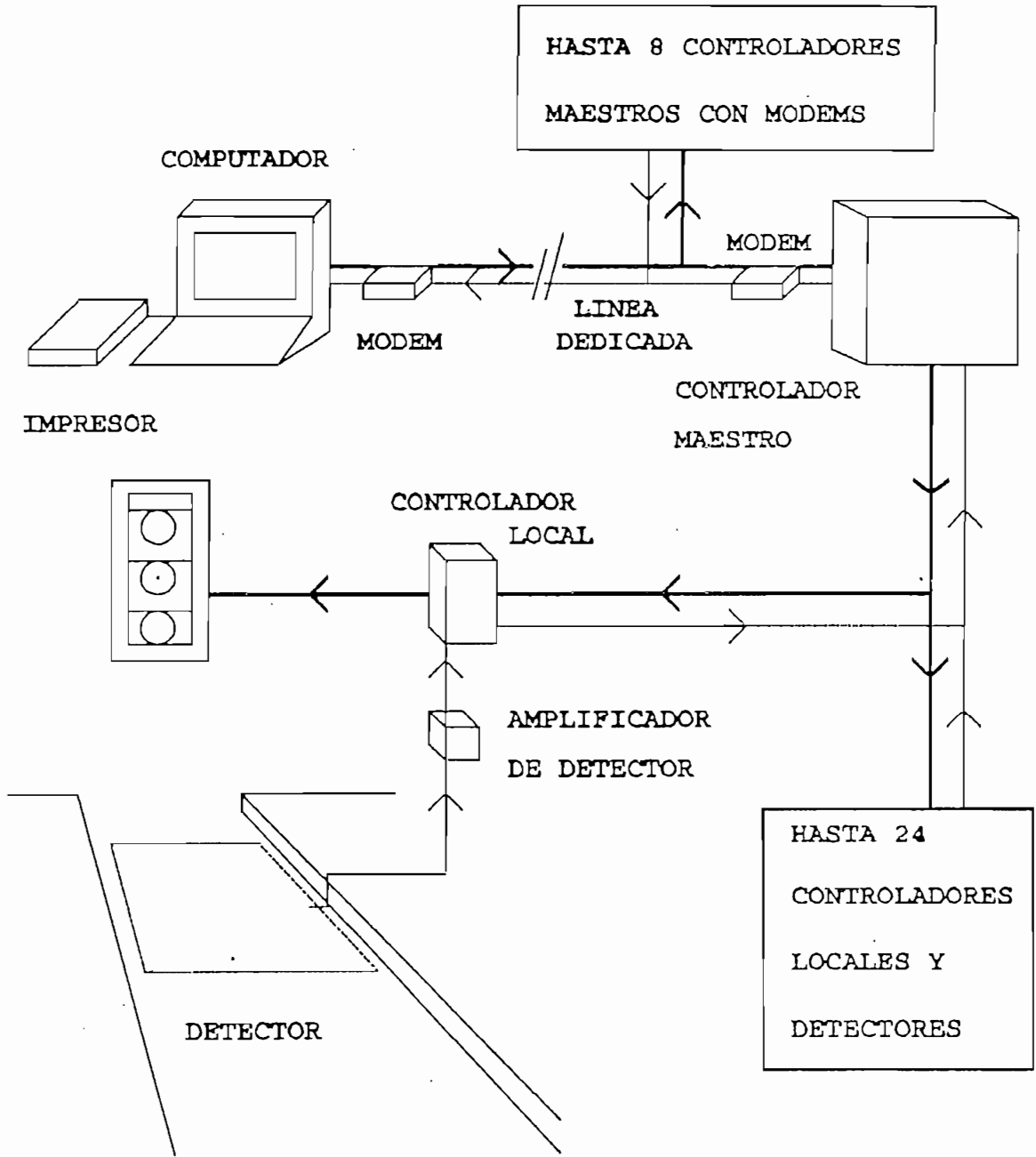


Gráfico 1.12: control maestro central

c) Semáforos con control centralizado por computador

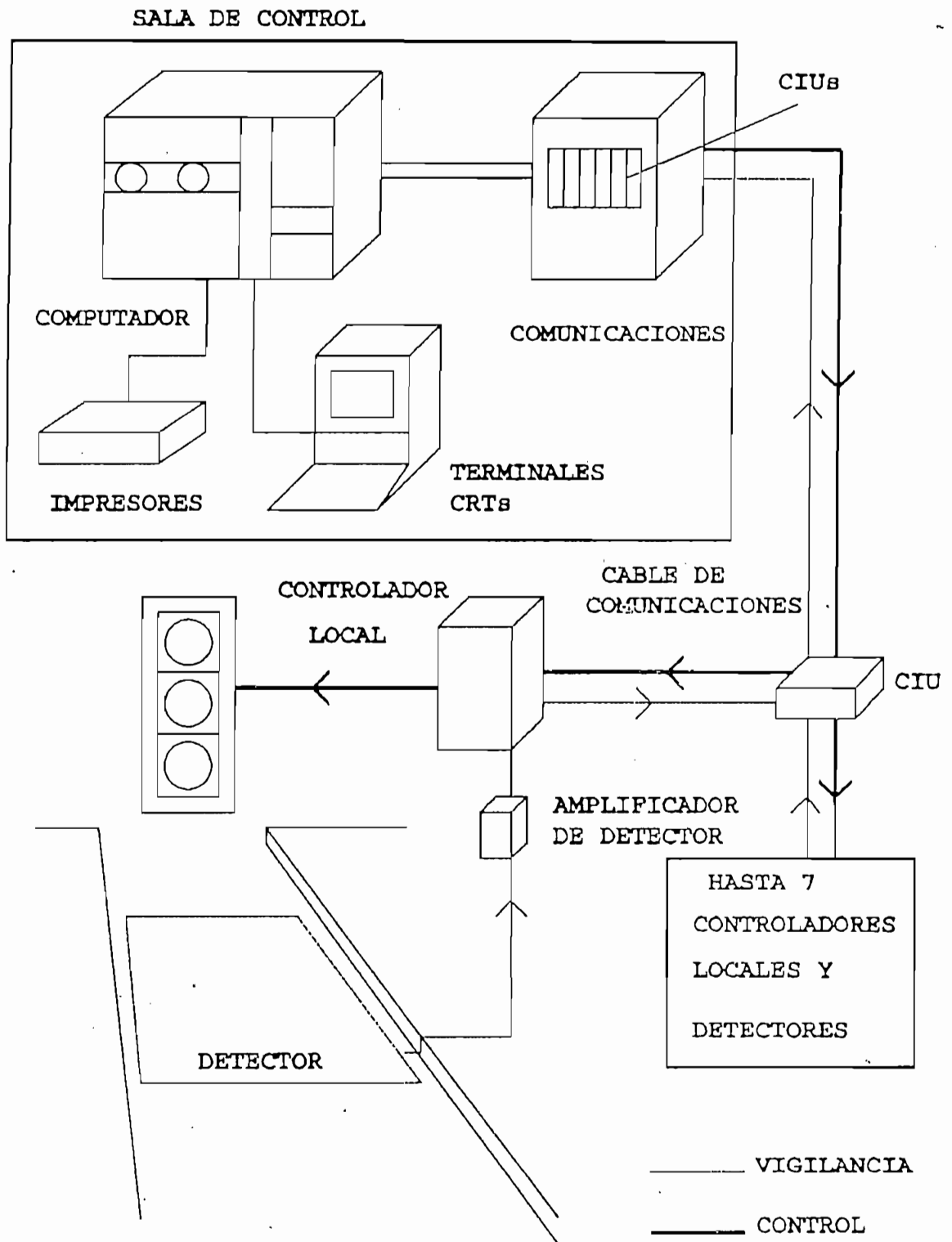
Todos los controladores locales, en una cierta área, son enlazados vía modem hasta un gran computador de tráfico encargado de la gestión de la red. Como puede pensarse, el software es extremadamente sofisticado en esta aplicación llegando incluso a proveer de un sistema de adquisición de datos los cuales provienen de detectores, y son procesados y ejecutados en tiempo real; es decir se trata de un sistema dinámico.

Un ejemplo de este sistema es el Sydney Coordinated Adaptive Traffic System (SCATS), que se usa en Australia, donde existen 9.1 millones de vehículos para 16 millones de australianos (0.57 vehículos/habitante).

d) Red de televigilancia

Es una red paralela a la red de control de semáforos, está constituida principalmente por una red de cámaras de TV controladas remotamente (enfoque, dirección, zoom, etc) desde una central y ubicadas en puntos estratégicos de la ciudad.

En dicha central se hallan los receptores. Sirve para una observación directa del estado de tráfico y posibilita la toma de desiciones por parte del personal.



CIU: UNIDAD DE COMUNICACION

Gráfico 1.13: control centralizado por computador

e) Servicios especiales

Son utilizados para lograr interactuar directamente con las vías de circulación desde la central; se optimiza aun mas la administración de la red al posibilitar el envío de mensajes hacia las calles como por ejemplo límite de velocidad, trabajos en las vías, ocurrencia de accidentes, etc. Dichos mensajes resultan sumamente útiles a los conductores al decidir su ruta.

Alternativas de control para la ciudad de Quito.

Son expuestas en el informe final del grupo canadiense IBI sobre el control de tráfico para Quito (referencia 3); se resumen a continuación.

a) Equipo mejorado de semaforización en la intersección.

-Incluye controlador electrónico con detectores

-Mejoramientos geométricos a las intersecciones

-Demarcación de carriles, carriles y vías solo para

buses, separación física de los movimientos de viraje.

b) Alternativa a) mas uso de controladores maestro

c) Alternativa b) mas sistema maestro central

d) Sistema de control centralizado de tráfico por computador

e) Sistema de video mas alternativa c) ó d)

f) Alternativa e) mas servicios especiales

Anotemos adicionalmente que la alternativa c) correspondiente a sistema maestro central fue acogida en 1986 por la contraparte nacional encargada del estudio de

control de tráfico para Quito, pero no se llegó a implementarla por falta de financiamiento.

De cualquier forma lo que trasciende es que un control moderno de tráfico debe representar para Quito los siguientes beneficios:

- Reducción de las demoras
- Reducción del consumo de combustible y del desgaste de motores
- Mayor seguridad. Para peatones y para conductores
- Reducción de la contaminación atmosférica y por ruido 'e' de la ciudad.
- Postergación del ensanchamiento y construcción de nuevas vías e intercambiadores.

CONCLUSION

Con este capítulo queda descrita la problemática que representa para nuestra ciudad el volumen y crecimiento del tráfico motorizado, así como la necesidad de modernizar el control del mismo. Corresponde ahora buscar una solución tecnológica para este difícil problema, solución que debe ser a la vez económicamente viable y adaptada a los medios disponibles.

Notas

- 1) DIRECCION NACIONAL DE TRANSITO, Folleto Técnico Semáforos.
- 2) DIRECCION NACIONAL DE TRANSITO, Folleto técnico TM3-

Control de Semáforos. ✓

3) IBI GROUP, Control de tráfico para Quito, Informe final, 1986.

4) MARROQUIN V, Proyecciones de Propietarios de Vehículos y Parque Automotor Liviano del Ecuador, Tesis, Facultad de Ingeniería, Postgrado en Ingeniería de Transporte, PUCE, 1992.

5) COMISION DE TRANSITO DEL GUAYAS, Manual del Conductor, Guayaquil 1993.

6) GREEN LIGHT Traffic Engineering News, Signal Control—a means of reducing traffic noise, Siemens, Oct. 1990, pág. 6.

CAPITULO II

CONTROLADOR ELECTRONICO DE SEMAFORO

INTRODUCCION

Los diagramas de tiempo que representan el encendido y apagado cíclico de las luces de un semáforo, pueden ser implementados de diversas maneras. Como ya sabemos una de estas maneras es el controlador electromecánico; otra forma sería a través de un circuito eléctrico de contactores temporizados pero, en este segundo caso, el tamaño y el costo resultan inapropiados. Sin embargo existen dispositivos electrónicos capaces de reemplazar control con contactores, con un costo mucho menor y en diseños compactos; tal es el caso de los llamados controladores lógicos programables o PLCs, de cuya descripción, características y aplicación al control de tráfico nos ocuparemos en este capítulo.

2.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Un controlador electrónico de semáforo que satisfaga condiciones de versatilidad, tamaño y costo reducidos, necesariamente debe estar construido en base de un microprocesador. La versatilidad propuesta se consigue mediante la programación de que dicho elemento es susceptible, así también el tamaño reducido, pero al analizar la efectividad del costo de este supuesto controlador es necesario tomar en cuenta que son muchos los elementos periféricos al microprocesador que deben ser utilizados para que este pueda interactuar con sistemas eléctricos que operan a elevados voltajes y corrientes. Por ejemplo puede citarse la fuente de DC, optoacoplamiento de las entradas, optotriacs o relés para manejo de las salidas, un sistema de fácil borrado para almacenamiento de programa y su correspondiente programador, etc. En resumen, se puede decir que son factores externos sobre todo de costo los que complican una idea técnicamente realizable.

Esto ya ha sido advertido hace tiempo, siendo los PLC (programmable logic controller) una de las primeras aplicaciones industriales de los microprocesadores. El PLC reúne las características de un control electrónico para sistemas eléctricos de tamaño y costo reducido. En uno de tales aparatos está basado el controlador de semáforo que nos compete y por este motivo se realiza una breve introducción de su uso y sus características.

Controladores lógicos programables (PLC).

Son aparatos electrónicos utilizados para control de sistemas eléctricos tales como arranque de motores, control de máquinas y herramientas, controles industriales, operaciones de transferencia de energía, control de luces y puertas, robots, etc.

El propósito básico de la unidad de proceso dentro del controlador PLC es sensor las condiciones de entrada, tomar una decisión basada en esas condiciones y, en consecuencia, activar o desactivar las salidas. (2). Las acciones básicas que un PLC realiza consiste de tres elementos fundamentales: sensor, decidir y actuar o controlar. El siguiente diagrama ilustra esta afirmación:

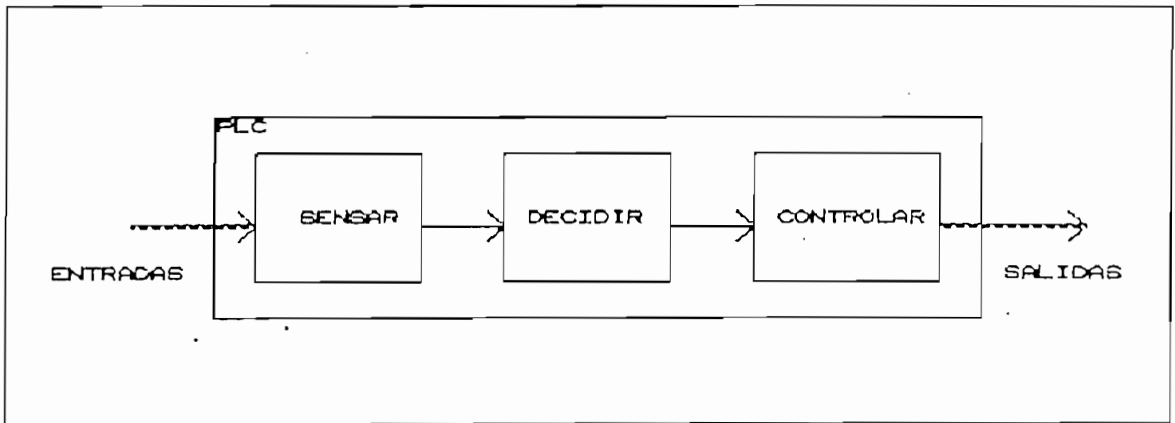


Gráfico 2.1: Acciones del PLC

Los PLC comerciales existen de varios tipos y especificaciones pero, en general, las características que los distinguen son:

- Voltaje de operación
- Tamaño
- Tipo y número de entradas
- Tipo y número de salidas
- Cargas aplicables, máximas y mínimas
- Tipo de programador
- Capacidad de pasos de programa
- Capacidad de lógica: timers, contadores, registros, etc.

El voltaje de operación especifica el tipo de fuente que debe energizar al PLC y puede ser AC o DC. El tamaño puede ser una característica muy importante en el diseño de cuadros de control y puede ser tan pequeño como 80x140x75 mm. El número y tipo de entradas y salidas es una característica que define la capacidad de control externo del PLC, sensando las entradas y comandando las salidas según lo indique el programa cargado en el. La capacidad de carga a las salidas, no es un limitante serio puesto que siempre se podrán activar las bobinas de relés auxiliares; lo que si debe tenerse presente es la protección contra transitorios en caso de manejo de cargas inductivas.

La parte lógica del aparato se describe al señalar el tipo de procesador y memoria del sistema ya que esto define la capacidad de pasos de programa, la velocidad de ejecución y el número de relés, timers, contadores y registros internos que están a disposición del usuario para realizar la tarea de control prevista.

Un integrante fundamental de la familia del PLC es su programador, este aparato se encarga de traducir las instrucciones de usuario (en lenguaje simbólico propio del programador, a veces denominado ladder) y cargarlos en la memoria interna del PLC en lenguaje de máquina. La memoria interna de un PLC puede ser una CMOS RAM no volátil (con fuente propia de litio) o una EEPROM (electrical erasable programmable ROM). Las características mencionadas se indican a continuación para algunos aparatos comerciales:

Controlador lógico programable Cutler-Hammer D100 (1)

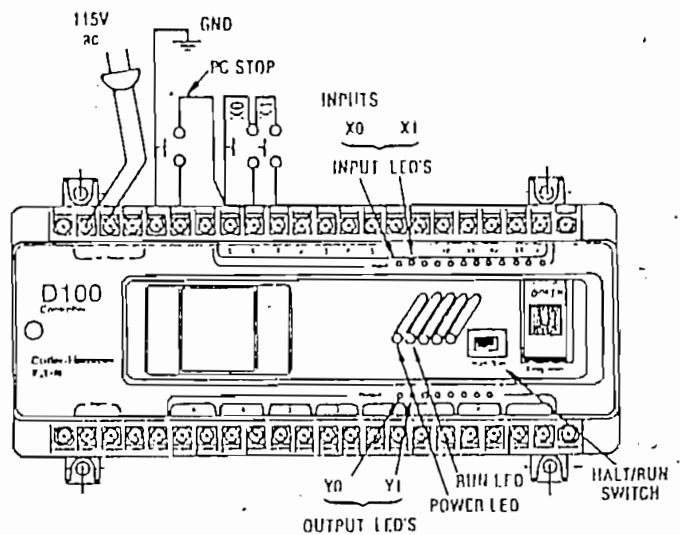


Gráfico 2.2: PLC Cutler-Hammer D100A

Controlador: D100 CRA20

Fuente de poder: 115 VAC

12 entradas (X): 115 VAC

8 salidas (Y): 115 VAC

Microprocesador: Intel Z 80286

Programador: D100 PG10

Fuente de poder: desde el controlador

Funciones: programar
editar
monitorear
operar

Memoria RAM de 1K

Capacidad lógica:

<u>Unidad</u>	<u>Cantidad</u>
Relés internos	128
Bobinas retentivas	128
Temporizadores (ON delay 0.1s - 999.9S.)	16
Contadores	12
Registros de desplazamiento	128
Control master	si
Bobina de salto	si

Aunque el presente no es un trabajo sobre PLCs, a modo de ejemplo veamos cómo un circuito de control con contactores puede ser reemplazado por instrucciones adecuadas al PLC, en este caso al Cutler-Hammer D100A:

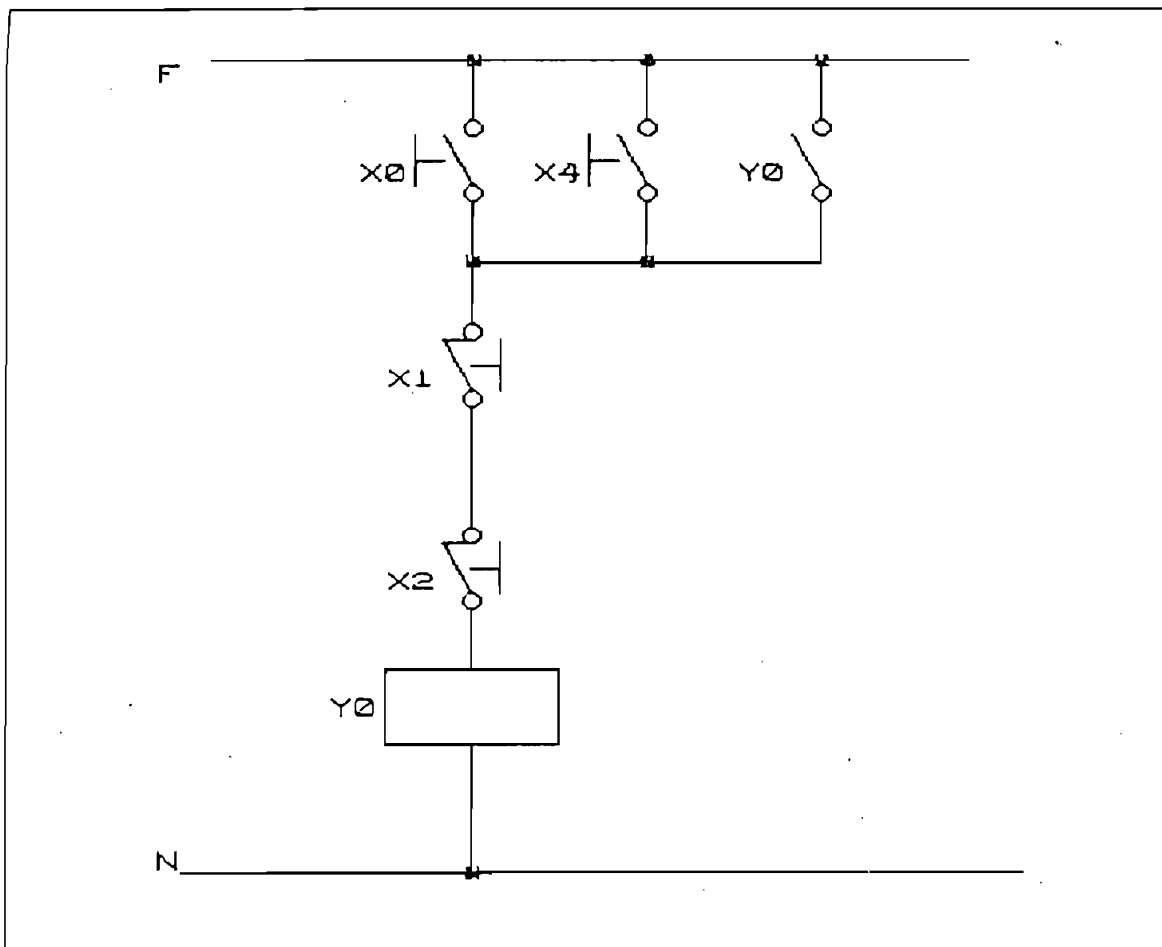


Gráfico 2.3: circuito de control a reemplazar con PLC

- 01. Halt/Run
- 02. X 0 WRT
- 03. X 1 WRT
- 04. X 2 WRT
- 05. Y 0 WRT
- 06. X 3 WRT
- 07. ↓
- 08. Y 0 WRT
- 09. SFT PRG

Diagrama 2.1: diagrama simbólico del gráfico 2.3

Autómata programable SIEMENS Simatic S5-101U (1)

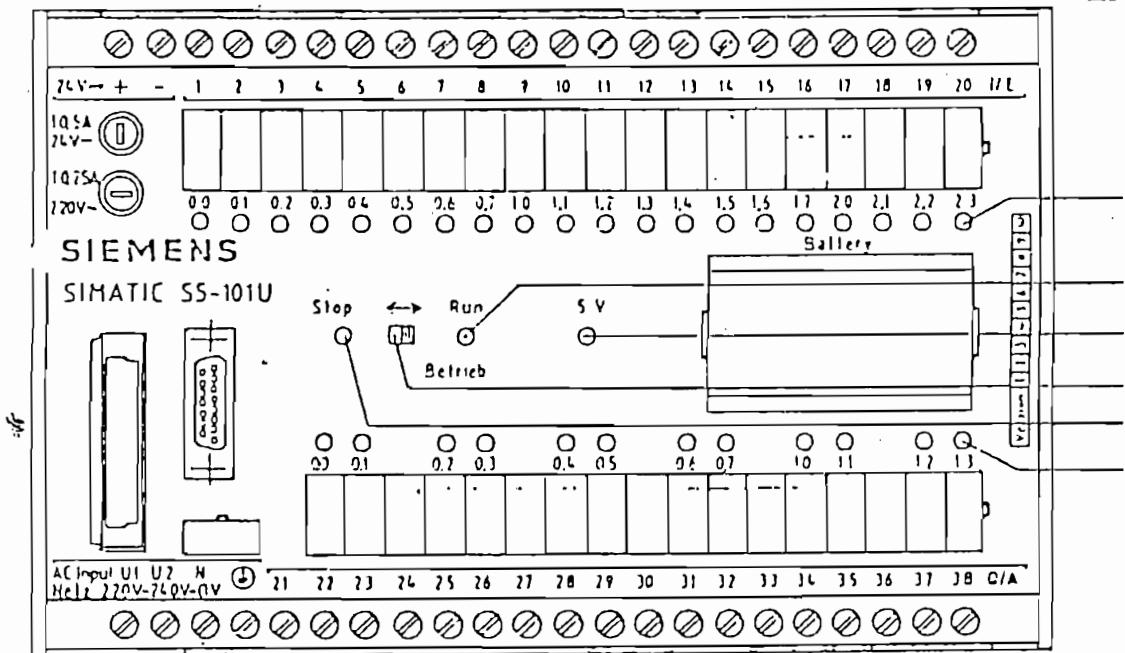


Gráfico 2.4: PLC Simatic S5-101U

Alimentación: 220 VAC / 24 VDC

Número de entradas: 20 aislamiento galvánico por fotoacoplamiento

Número de salidas: 12 tipo relé con varistor

Capacidad lógica: 128 contadores, 128 temporizadores

Memoria de programa: RAM no volátil de 512 instrucciones
máximo, expandible con módulo externo
EPROM

Programador: Simatic S5-605-U

Controlador lógico programable SQUARE D Micro 1 (2)

Voltaje de operación: 120/240 VAC. 24 VDC.

Peso: 1 libra

Entradas: 8 Tipo contacto seco (por puente
simple)

Salidas: 6 A través de relé

Cargas: 220 VAC, 2A máxima
5 VDC, 1mA mínima

Memoria: EEPROM interna, para 600 pasos de
programa

Capacidad lógica: 160 relés internos, 80 timers, 47
contadores, registro de
desplazamiento de 128 bits.

Cuenta con función de arranque automático posterior a
energización, autodiagnóstico, entrada de impulso corto (la

Además en el caso del Micro1 existe un módulo de expansión que permite ampliar el número de entradas a 16 y el número de salidas a 12, tal como se aprecia en el gráfico anterior. Estos PLC pueden ser también programados desde un computador personal IBM compatible a través del software SFW30 propio de esta familia de controladores.

PLCs mas sofisticados, cuyas entradas y salidas pueden sobrepasar el millar, permiten la visualización del control en monitores de video y están basados en microprocesadores tan avanzados como el Intel 80386.

Para la presente aplicación es evidente que sin necesitar de una cantidad exagerada de entradas o salidas, es posible efectuar el manejo o control de luces de un semáforo con PLC, el cambio de los cronometrajes y el monitoreo de sensores.

Partiendo de esta posibilidad puede desarrollarse un sistema de control de tráfico, no demasiado complejo pero bastante útil, aplicado a situaciones como la descrita en el capítulo I.

2.2 DESCRIPCION DEL CONTROLADOR ELECTRONICO DE SEMAFORO

Como ya se ha anotado, es un PLC el que constituye el mencionado controlador, su constructor '3' se ha encargado de detalles referentes a montaje, impermeabilización, protección

eléctrica, manejo de cargas y principalmente de su programación. En este apartado se realiza únicamente una descripción de los resultados obtenidos.

Una intersección de dos fases requiere de 6 luces: 2 verdes, 2 rojas y 2 amarillas, una para cada fase. Por lo tanto el PLC debe tener al menos 6 salidas y además considerar que para intersecciones mas complejas se requerirá mayor capacidad de manejo de luces.

El controlador debe manejar a sus salidas cargas resistivas de 66 W, que es lo normalizado para bombillas de semáforo, ya sea directamente o por medio de relés auxiliares. En cuanto a sus entradas, estas pueden ser utilizadas para sensar órdenes de cambio de programa es decir de cambio de cronometrages, luz amarilla intermitente, apagado, etc., lo cual dará la capacidad de control externo para el semáforo.

Según lo anotado, el PLC Micro1 es adecuado para esta aplicación; sus 8 entradas pueden servir para controlar el cambio de los ciclos del semáforo; como semáforo peatonal ha sido ya probado con éxito y se utiliza en la ciudad de Quito desde enero de 1993.

El siguiente diagrama esquematiza las conexiones eléctricas del controlador aplicado a semaforización

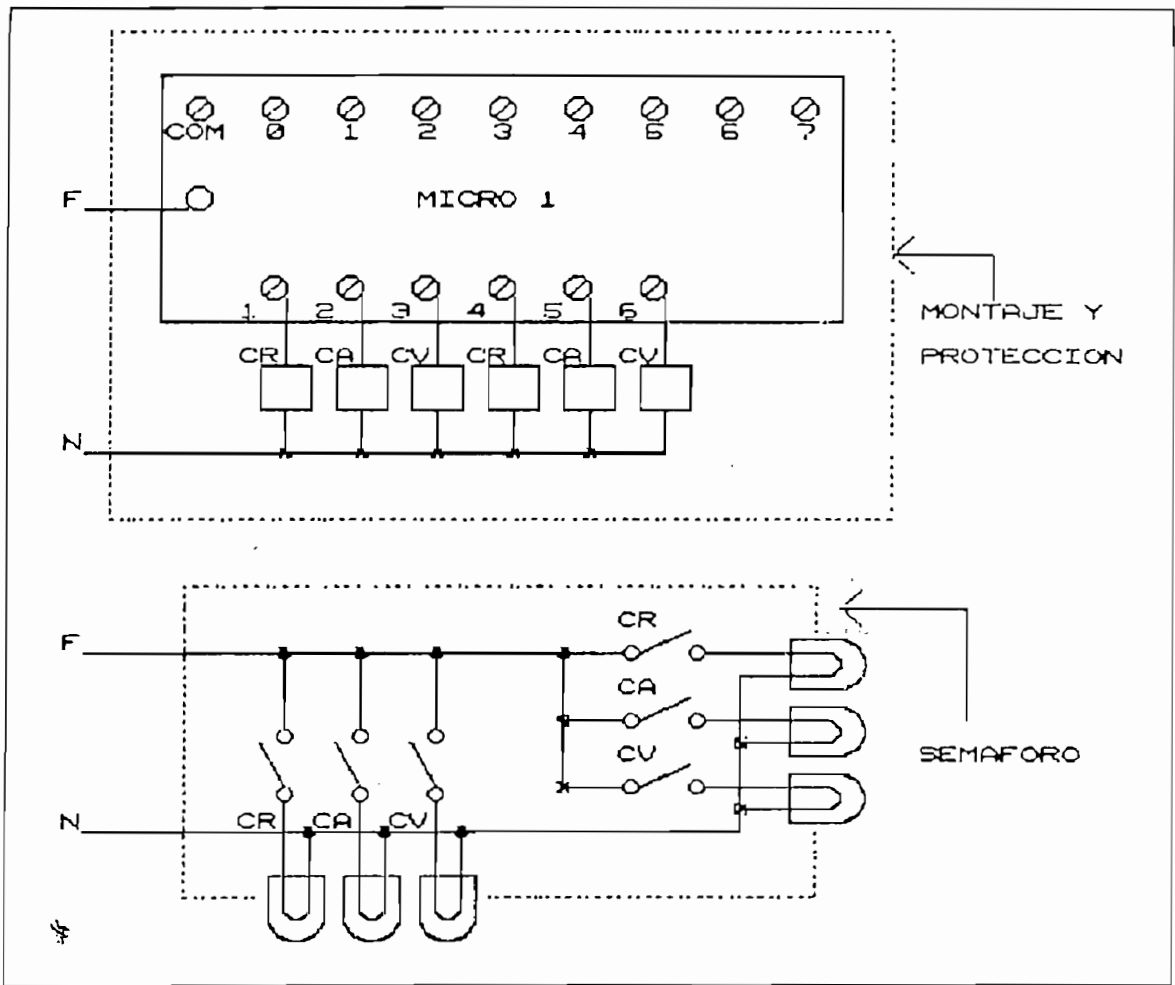


Gráfico 2.6: Controlador electrónico de semáforo

El programa que contiene el controlador está realizado en lenguaje simbólico y permite efectuar el control de tráfico pero con temporización interna fija. Las 6 salidas del Micro1 controlan las 6 luces del semáforo pero para intersecciones mas complejas se utiliza el módulo de expansión que permitiría el control de hasta 4 fases (es decir de 4 movimientos concurrentes de vehículos) con tres luces cada una. Por el momento la capacidad de sensor de las entradas es utilizada en forma limitada para activar externamente el controlador o

colocarlo en luz amarilla intermitente, pero se prevee que aprovechando esta capacidad es como se obtendrá el telecontrol del semáforo, esto se verá mas adelante al tratar sobre comunicación y sincronismo.

También es conveniente anotar aquí que una de las entradas del controlador ha sido utilizada para implementar el control que sobre el semáforo pueden tener los peatones en un semáforo peatonal. Un pulsador colocado al alcance de los ciudadanos activa la entrada del PLC el cual responde desencadenando un ciclo de semáforo pasado el cual este volverá a mostrarse siempre en verde para la vía de autos, hasta que una nueva pulsación ocurra. Señalemos que un semáforo peatonal de este tipo nunca va colocado en intersección.

4

2.3 COMUNICACION CON EL CONTROLADOR

Ante todo debemos distinguir dos formas de comunicación con el controlador: la primera la comunicación para cargado y edición de los programas ya sea desde el programador o desde un computador por medio de conectores y cables suministrados y la segunda la comunicación o interacción con el controlador a través de sus entradas.

El primer tipo ya ha sido descrito, solo añadamos que la longitud de estos cables de comunicación no sobrepasa la longitud de 1.5 metros y son proporcionados junto con el equipo de programación. El segundo tipo, la comunicación a través de las entradas es completamente diferente y, en nuestro caso es

de sumo interés para la implementación de un "control al controlador" a distancia.

Consecuentemente, conviene realizar un estudio de las características de entrada al controlador (referencia 2) como paso previo a su utilización. Las entradas disponibles al PLC son 8, se accionan por contacto seco es decir mediante un puente entre el punto común (ver gráfico 2.5) y cada una de estas.

La administración de las entradas se hace por programa, de esta manera si dos entradas son accionadas al mismo tiempo pueden ser asignadas prioridades o simplemente desactivar el proceso de control. El diagrama 2.7 ilustra el sistema de optoacoplamiento de entrada al PLC cuyas características técnicas se describen a continuación: La resistencia de entrada es de 4.3 K, la corriente de entrada es de 5 mA, el tiempo de activación de una entrada es de 7 ms. máximo y el tiempo de desactivación es de 11 ms. máximo. Tal como se sugiere por el gráfico y como se corrobora por los datos técnicos, la actuación de las entradas es factible hacerla por medio de transistor NPN o PNP dependiendo del tipo de fuente interna del controlador. Como puede verse las entradas son fotoacopladas proporcionando aislamiento galvánico entre el interior del aparato y el sistema de entradas.

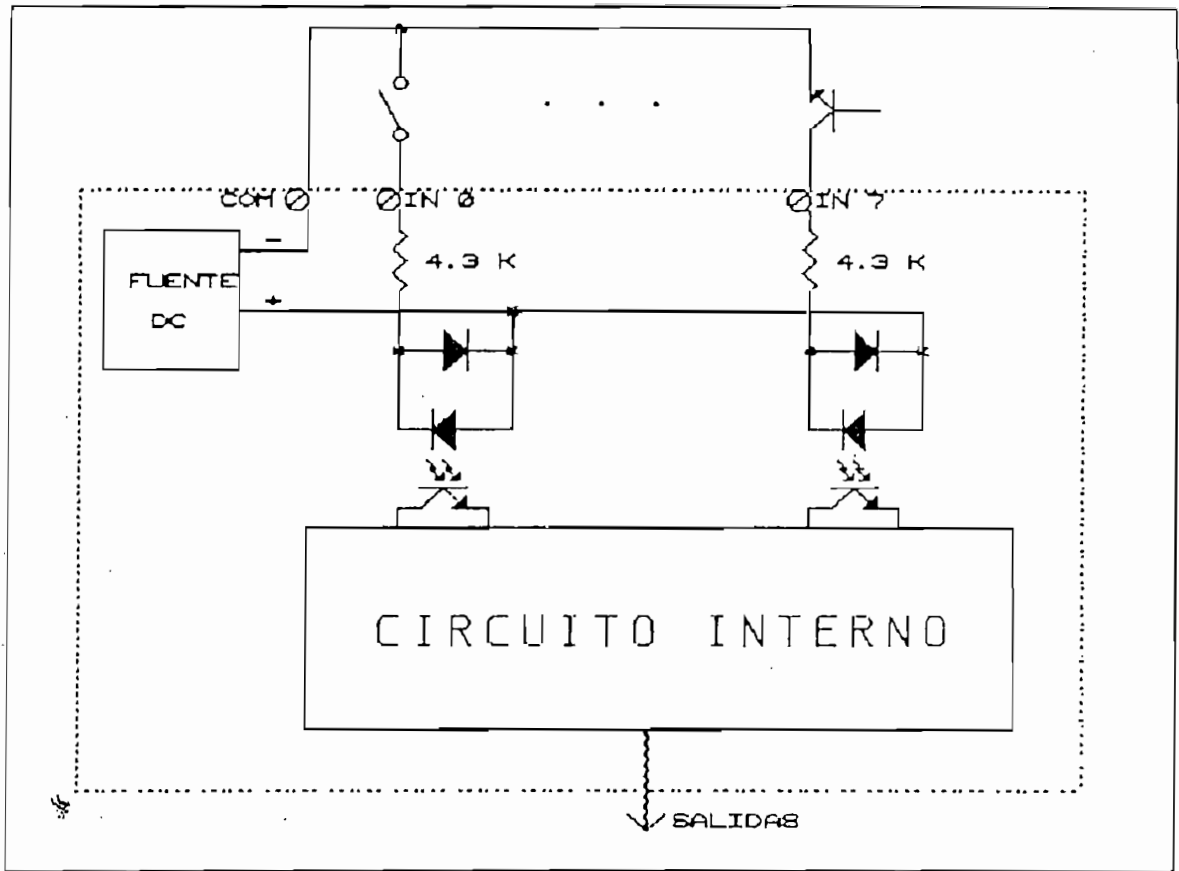


Gráfico 2.7: circuito de entrada al PLC

En vista que el controlador puede programarse para responder con un subprograma específico a la activación de una entrada específica, comunicarse con el aparato puede consistir en ordenar, mediante saturación de un transistor, la ejecución del subprograma deseado. Queda entonces aclarado cómo se pretende realizar el control del controlador. El capítulo correspondiente a experimentación mostrará cómo a su vez, esto puede ser efectuado a distancia. Para semáforos adaptivos, actuados y semiactuados (ver capítulo 1) los cuales pueden ser aplicados a intersecciones aisladas, es posible enviar a una de las entradas el pulso proveniente de un sensor (inductivo

o ultrasónico) que indique presencia de vehículo o longitud de colas quedando administrada de este modo la intersección en forma automática. El detector y/o el sistema de detectores que complementan un control moderno de tráfico, no son parte de este trabajo, sin embargo este importante aspecto debe ser tenido en cuenta en la concepción de cualquier sistema de telecontrol de semaforización.

2.4 SINCRONISMO INTERSEMAFORO

Como se vio en el primer capítulo el sincronismo progresivo u ola verde es el que mejor se aplica a ciudades con geometría irregular, corresponde a este apartado describir cómo se puede implementar con nuestro controlador esta función tan útil. El siguiente gráfico muestra el desfase en tiempo que debe haber entre dos intersecciones adyacentes semaforizadas que forman parte de una ola verde.

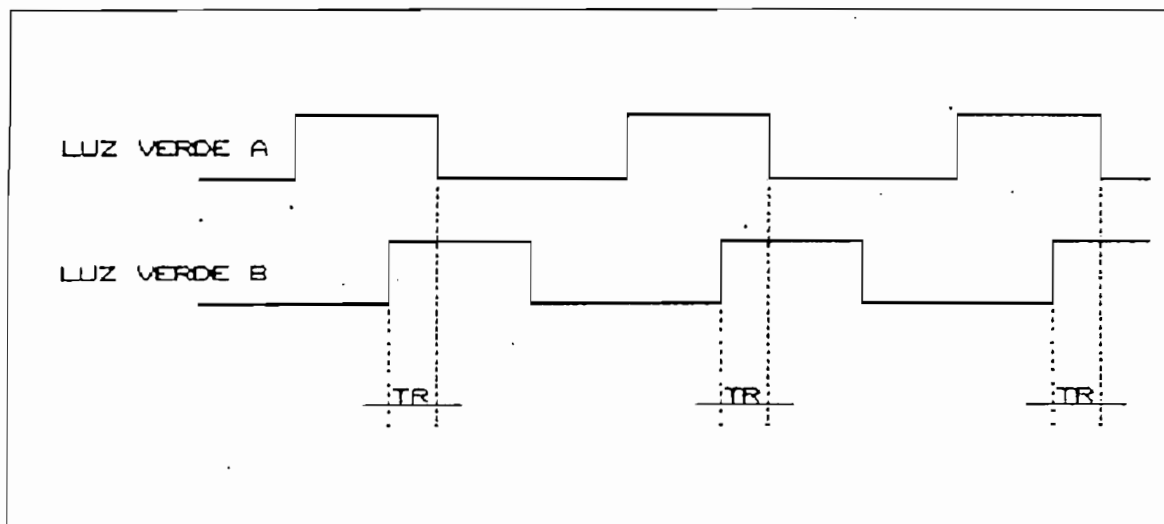


Gráfico 2.8: sincronismo de luz verde

Donde LVA corresponde al ciclo de luz verde en la intersección A, para la fase $\phi 1$ y, LVB es la luz verde mostrada a la misma fase $\phi 1$ pero en la intersección B. El tiempo de ciclo y el reparto del mismo en cada intersección no resultan afectados por el hecho de que se encuentren en sincronismo, pero es deseable que los cronometrajes totales de cada intersección, es decir los tiempos de ciclo, sean similares para mantener el sincronismo. El gráfico siguiente ilustra la situación descrita:

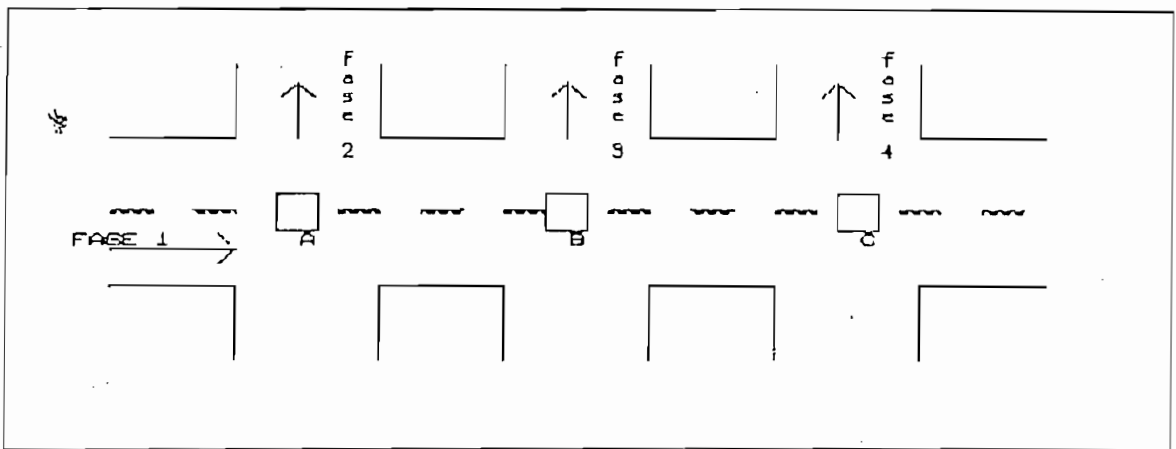


Gráfico 2.9: ola verde

El tiempo t_R mostrado en el gráfico 2.8 corresponde al retraso que debe existir entre que el semáforo A muestre verde a la fase $\phi 1$ y que el semáforo B lo haga también. Este tiempo se calcula suponiendo un movimiento uniforme de los autos a una velocidad promedio v_d llamada velocidad de diseño y sabiendo que la distancia entre A y B está medida en d metros. Por ejemplo supongamos que v_d es 50 km/h (que es la velocidad de crucero en ciudad) y que d es 300 metros. Fácilmente calculamos $t_{r1} = 0.3/50 \cdot 3600$ ó sea $t_{r1} = 21.6$

segundos. Supongamos que una tercera intersección C dista de B en 100 metros, tr_2 de C respecto a B será de $tr_2 = 7.2$ segundos. Mas adelante veremos cómo puede un semáforo accionado por peatón, ser incluido en una vía sincronizada sin llegar a alterarla, mientras tanto, analicemos dos posibilidades que se suscitan al tratar sobre la implementación de los resultados obtenidos en el ejemplo anterior. Demos también por supuesto el que se cuente ya con un medio de enlace de señales entre los semáforos.

La primera posibilidad consiste en imaginar un controlador de ola verde (que bien podría ser otro PLC) cuya función sea la de emitir señales periódicas en el medio de enlace, dirigidas a cada semáforo en particular, asignándole el tiempo de desfase calculado. La siguiente gráfica ilustra esta idea:

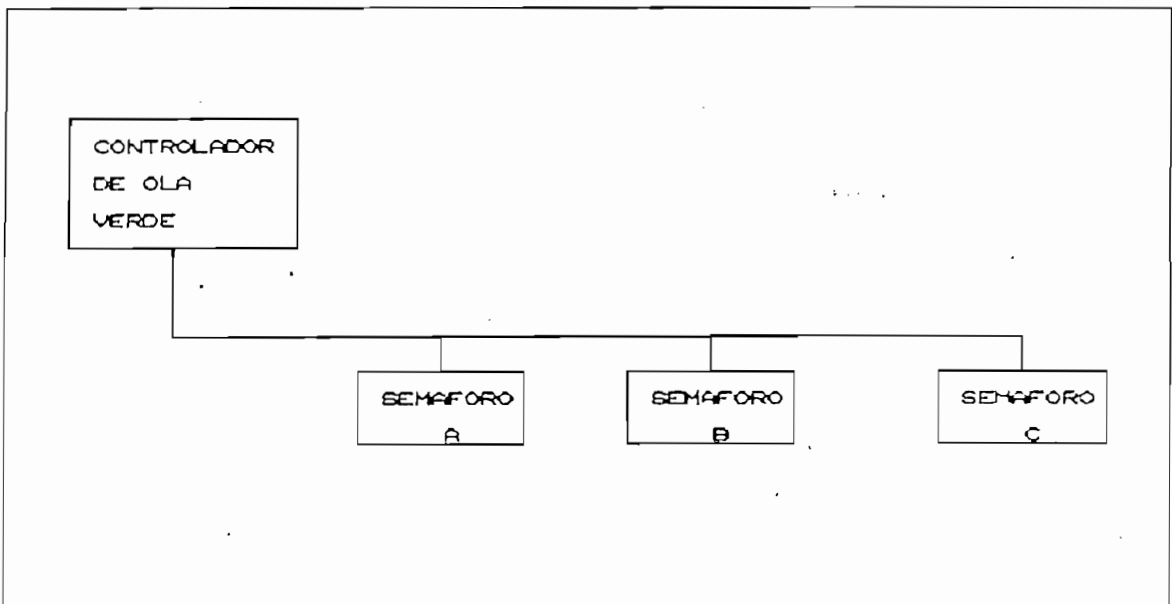


Gráfico 2.10: Implementación de ola verde

Entonces, al encenderse la vía sincronizada, por orden del controlador de vía, empieza a funcionar el semáforo A, 21.6 segundos después es emitida una señal a B, para que este también empiece a funcionar y, después de 7.2 adicionales otra señal, dirigida esta vez a C es emitida para que este comience a funcionar. Este sistema presenta la gran ventaja de que todos los semáforos contendrían un programa idéntico y serían intercambiables, siendo el controlador de ola verde el que incluye la temporización de esa ola verde en particular. Se presentan sin embargo dos serias desventajas, una, que el receptor de señales alojado en un semáforo es distinto a los receptores de señales de los otros semáforos (o al menos está sintonizado de modo singular) ya que debe responder a señales que solo el debe responder; otra desventaja se presenta al estimar como alto el número de señales de que deberá disponerse si, además de la sincronización se quisiera cambiar el cronometraje a estos semáforos. Por ejemplo, para una ola verde de 6 elementos y con tres cronometrages diferentes, harían falta 18 señales distintas en la línea, sin contar orden de luz amarilla intermitente.

La otra alternativa consiste en emitir señales desde el controlador de ola verde, comunes para todo el grupo de semáforos pero, es en la programación de cada uno de los controladores donde se introduce el defasaje de tiempo.

Es decir, los semáforos A, B y C del ejemplo, toman la misma señal de la línea de enlace y simultáneamente pero, el semáforo A está programado para funcionar 0 segundos después

de recibida la señal, el semáforo B 21,6 segundos después y el semáforo C 28,8 segundos mas tarde (21,6+7,2).

La ventaja de este método radica en que los receptores son idénticos para cada semáforo y que para cambiar de programa se necesita una sola señal para llamar a cada uno de ellos, es decir 8 como máximo. La desventaja es que los controladores de semáforo no son intercambiables puesto que su programación los sitúa en un puesto determinado dentro de una ola verde determinada; sin embargo, el programa alojado en A se diferencia del alojado en B o en C solamente por el retardo inicial, igual cosa con los B o C.

Aduciendo que es preferible variar el software antes que el hardware se adoptará esta segunda alternativa, aunque sin descartar por completo la primera. Surge una dificultad al considerar que un semáforo peatonal esté incluido en una vía con sincronización, recordemos que este tipo de semáforo es accionado por peatón en una sucesión de accionamientos prácticamente aleatoria.

Este tipo de semáforo no va colocado en una intersección sino intermedio en la cuadra, como se ve en el siguiente gráfico que es una adaptación del ejemplo planteado anteriormante.

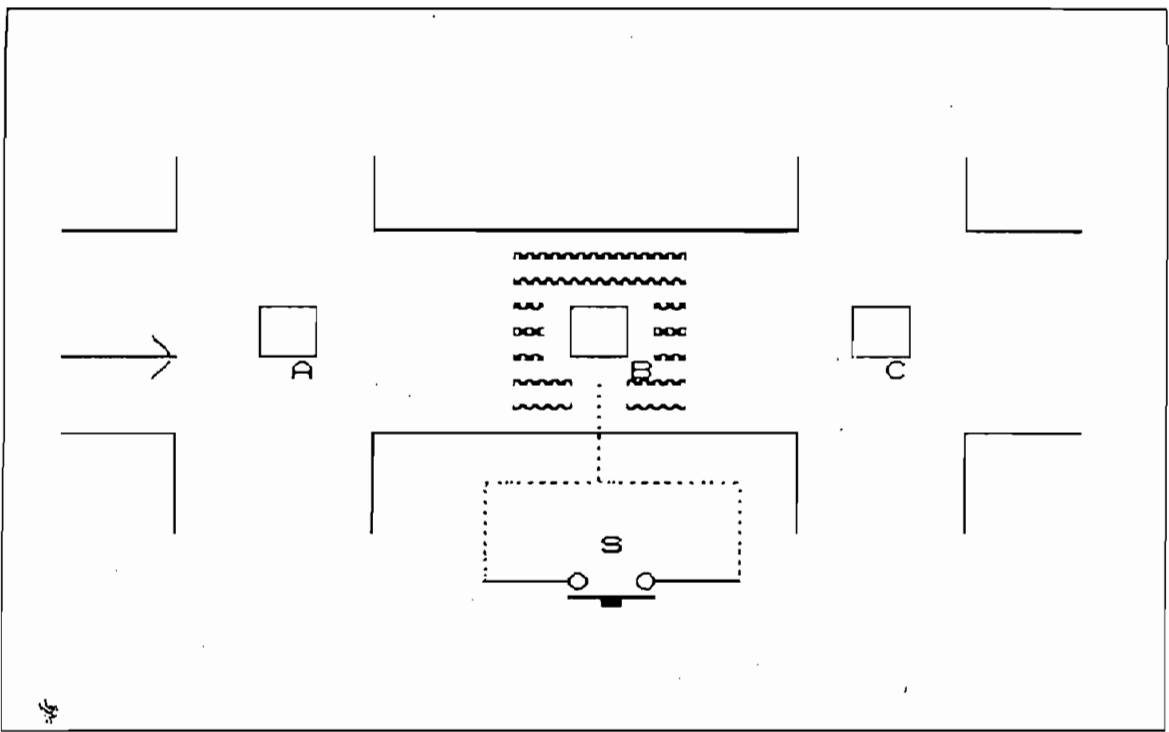


Gráfico 2.11: Semáforo peatonal en vía sincronizada

A y C están sincronizados, pero B siempre se muestra en verde a la vía mientras un peatón no accione el pulsador S. Si A ha dado paso a los autos y estos al llegar a B coinciden con la acción de peatón, al llegar a C habrán perdido sincronismo y tendrán también que parar. Esto se puede resolver haciendo que, por programa haya una operación AND lógica entre la acción del peatón y el defasaje en tiempo que le corresponde a B dentro de su ola verde. Es decir B no activa sus salidas sino cuando convergen la acción de S y la del sincronismo.

Esta descripción del sincronismo ha sido cualitativa, en el capítulo cuarto veremos cómo ha de implementarse.

CONCLUSION

En este capítulo se ha descrito el funcionamiento de un controlador electrónico aplicado a semaforización. También se han estudiado sus capacidades de comunicación y sincronismo. El siguiente capítulo va a estar dirigido a aplicar este tipo de controladores dentro de un sistema de control moderno de tráfico, con el objetivo de satisfacer los requerimientos ya destacados en el primer capítulo.

Notas

- 1) CIFUENTES J, FLORES R, Curso Básico de Controladores Lógicos Programables Cutler Hammer y Simatic, EPN, Quito 1990.
- 2) SQUARE D COMPANY, Class 8003 MICRO-1TM Controllers, Bulletin # 30598-779-01A1, USA, October 1990.
- 3) DELGADO E, Controlador Electrónico de Semáforo, Quito 1992.

16

CAPITULO III

SISTEMA DE TELECONTROL

INTRODUCCION

En el presente capítulo se deducirá una alternativa técnica que permita, dentro de ciertos límites, complementar una solución integral al problema de racionalización del tráfico vehicular en nuestras ciudades. Desde luego nos basaremos en estudios ya realizados sin dejar por eso de aportar nuevas ideas que lleguen a constituir parámetros y criterios en posteriores investigaciones.

3.1 CARACTERISTICAS DEL TELECONTROL ADECUADO

Como lo indica la palabra telecontrol, buscamos un sistema que sea capaz de comandar a distancia un conjunto de aparatos que, en el presente caso, tienen las características y aplicación vistas en los capítulos precedentes. Previo a la descripción de algunas de las posibilidades tecnológicas que se presentan para la consecución de nuestros fines, enumeremos las particularidades de este caso de telecontrol:

- a) No se trata de enviar órdenes o comandos a objetos móviles; por el contrario los semáforos y sus respectivos controladores permanecen indefinidamente fijos en sus intersecciones y vías.
- b) El número de elementos a controlar es relativamente alto, y puede ser en el orden de decenas y aun de centenas.
- c) Los objetos de control, se encuentran situados a distancias diversas unos de otros y también respecto al centro emisor. Las mencionadas distancias se hallan en el orden de centenas de metros o unidades de kilómetros.
- d) Los objetos a controlarse pueden ser agrupados bajo ciertos criterios de carácter geométrico tales como la pertenencia a una misma vía o la adyacencia a una intersección.
- e) El sistema debe ser capaz de recoger y utilizar datos del sitio, proporcionados por detectores de tráfico; de esta manera

se asegura un cierto grado de interacción dinámica con la situación real que se pretende regular. En esta característica se incluye el sistema de retorno o telerespuesta con que debe estar equipado el conjunto si ha de contar con un medio de verificación de llegada y reconocimiento de comandos. Una conclusión importante se desprende de este ítem y es que el sistema debe ser bidireccional en cuanto a flujo de información.

d) Finalmente, y como una de las características más importantes, debe haber un centro de control desde el cual se coordinen e impartan las órdenes a ejecutarse. A dicho centro convergen todas las informaciones relacionadas con el sistema, llegadas a través de diversas redes si es preciso, por ejemplo la red de televigilancia, la red de radiocomunicación, naturalmente paralelas, a la red de control.

Una vez que han sido descritos los requerimientos del sistema, corresponde entonces analizar las posibilidades de solución que la técnica ofrece al respecto. En primer término, definiremos el medio de enlace por el cual viajarán las señales portadoras de los telecomandos; es interesante notar que una vez establecido el medio de enlace, se definen muchas de las características técnicas del control a distancia. Nombremos algunos medios que con fines de telecontrol son utilizados comúnmente: el ultrasonido, la luz infrarroja, la fibra óptica, la radio, la red de energía eléctrica, el par de cobre.

Ultrasonido, red eléctrica e infrarrojos.

Tanto el ultrasonido (en la frecuencia de 40 kHz) como las señales de luz infrarroja '1' son utilizados ampliamente para efectos de control remoto, pero su principal limitación radica en que solo son aptos para cortas distancias, por lo que de inicio se los descarta para ser utilizados en un sistema con requerimientos como los mencionados anteriormente. El envío de señales analógicas a través de la red de distribución eléctrica es también utilizado como medio para enlazar el transmisor al receptor, sin embargo en la práctica los ruidos eléctricos lo hacen desconfiable y hasta peligroso. Para implementarlo además haría falta que los semáforos y el controlador remoto estén alimentados por una misma subred de distribución es decir por el mismo transformador, lo cual no es permisible ya que introduce una seria limitación de distancias.

Señales radioeléctricas.

El empleo de las ondas de radio parecería ser una buena alternativa para satisfacer las necesidades de control planteadas. Dichas señales se irradiarían a toda la ciudad, codificadas especialmente, para que solo respondan los objetos direccionados, de este modo se pueden alcanzar en forma singular todas las intersecciones semaforizadas. Sin embargo la complicación principal radica al considerar un enlace bidireccional con lo cual en cada semáforo iría colocado además del receptor, un transmisor y por lo tanto una radio

frecuencia. Este aspecto complica una solución a primera vista directa. La disponibilidad de otros medios de enlace hace que en este trabajo releguemos el uso de la radio para el control a distancia, aclarando que no se descarta su aplicación en sistemas similares ya que de hecho existen en el mundo controles de semáforos sincronizados por radio reloj ⁽²⁾.

Fibra óptica y par de cobre.

La fibra óptica, por su alta capacidad de transporte de información, resulta exagerada para una aplicación como la presente, esto sumado a sus altos costos de instalación y mantenimiento, la apartan de nuestra consideración. Sin embargo la calidad de la señales y la bajísima tasa de error que presenta la convierten en una alternativa ideal para necesidades de control de tráfico mas complejas.

El par de cobre por su parte presenta las siguientes ventajas y desventajas. Entre las primeras: su bajo costo, su manipulación sencilla y bien conocida, su oferta amplia en el mercado. Entre las segundas están: la atenuación a grandes distancias, distorsión de señales, ruidos eléctricos momentáneos debidos a perturbaciones atmosféricas y jitter⁽⁴⁾; esto a su vez desemboca en la baja velocidad de transmisión y en la necesidad de utilizar modem para alcanzar distancias aceptables. Sin embargo contrastando ventajas y desventajas, el par entrecruzado (twisted pair) resulta ser la opción mas adecuada tanto desde el punto de vista económico como por el

de implementación práctica ya que una red de telecontrol de semaforización, como se vio en el capítulo II, puede ser bastante limitada en cuanto a flujo de datos y por ende a velocidad de transmisión.

Con lo anteriormente señalado queda definido el medio de enlace que utilizaremos para enviar las señales desde el controlador hasta los objetos controlados: los pares de cobre.

Continuando con la definición del sistema de telecontrol de semaforización, abordemos las características operativas de tal sistema, desde la perspectiva misma de la ciudad.

3.1.1 Características generales para la ciudad.

Toda colocación de un semáforo obedece a un estudio previo donde se determinan las necesidades de control de una intersección en particular 'Σ', sin embargo es innegable que existen semáforos cuya labor es mas delicada y cuidadosa. Desde este punto de vista, a lo largo de la ciudad pueden clasificarse los semáforos por la importancia de la vía que controlan debido al mayor flujo de autos que éstas soportarían. Se establece que una red de telecontrol de semaforización debe incluir en primer término a los semáforos mencionados para los cuales, de alguna manera, al menos las siguientes facilidades deben ser entregadas:

- Sincronizado
- Cambio de cronometrajes

-Operación en luz amarilla intermitente controlada.

-Encendido y apagado.

A esto se suma la capacidad de manejar mensajes de respuesta e información de detectores colocados en sitios adecuados para monitoreo del flujo vehicular.

3.1.2 Características del telecontrol por zonas

Bajo la premisa de que mientras el número de objetos a controlar es menor, mayor será la atención que se puede ofrecer a cada uno de ellos, diversos sistemas han optado por dividir una ciudad en áreas de modo que cada zona tenga su propio elemento central de control. La zonificación se realiza teniendo en cuenta la similitud que en cuanto a tráfico vehicular tenga determinado conjunto de barrios (residencial, comercial, etc.), así como a su ubicación geográfica (el centro, entradas o salidas de la ciudad, etc.). Esto permite la recopilación de datos y el control en forma adecuada de acuerdo a las características de cada lugar. Así por ejemplo para el estudio de un control de tráfico para Quito, el grupo IBI (3) realizó en 1986, la siguiente zonificación:

-Zona 1: la parte norte de la ciudad, hasta la avenida Naciones Unidas. Esta área cuenta con 57 intersecciones semaforizadas (datos de 1986).

-Zona 2: La parte nordeste de la ciudad (zona industrial a lo largo de la Panamericana Norte) con 55 intersecciones semaforizadas.

-Zona 3: Incluye las principales arterias este-oeste de las principales avenidas norte-sur, desde la Naciones Unidas hasta la avenida Colón. Contiene 53 intersecciones semaforizadas.

-Zona 4: Cubre la parte Este de la ciudad, desde la avenida 6 de Diciembre. Limita por el área 1 al norte y el área 5 al sur. Contiene 22 semáforos.

-Zona 5: Abarca el Cazco Colonial. Contiene 31 intersecciones semaforizadas.

-Zona 6: Incluye el sur de la ciudad.

3.1.3 Características del telecontrol por vías.

Al igual que la división por zonas se realiza como un método para optimizar el estudio y el control del tráfico de acuerdo a las particularidades de cada una de ellas, dentro de cada zona se analizan las singularidades geométricas y estratégicas de las vías que la atraviesan así como su comportamiento en cuanto a flujos vehiculares. Es en este nivel donde se implementa la sincronización u ola verde y también es aquí donde se estudia la instalación de los semáforos accionados por peatón y los semáforos actuados.

Un criterio de ingeniería de tránsito (2) señala que la ola verde se implementa con grupos de hasta 6 intersecciones semaforizadas adyacentes, conformando una cola mas o menos logitudinal, con separaciones de entre 200 y 300 metros entre ellas. Una breve inspección al plano de la ciudad que presenta las intersecciones semaforizadas (disponible solo en la

Dirección Nacional de Tránsito) hace evidente la disposición en cola de muchos semáforos en distintas áreas de la ciudad, siendo una lástima que solo la calle Ulloa este sincronizada, mientras que las demás no. Como ejemplo, enumeremos alguna calles donde se evidencia la necesidad de sincronización:

VIA	# DE SEMAFOROS	LONG. TOTAL APROX. (Km)
Av. 6 Dic. entre Patria y Colón	8	1
Av 9 Oct.ent 18 Sept y Cordero	8	0.8
Av.Prensa ent. la Y y Oyacachi	5	1.2
Av.Prensa ent.Aerop. y Ludeña	7	2
Av.10 Ago. ent. Labr. y Tufiño	7	3
Gquil ent. Galap. y Rocafuerte	5	1

Tabla 3.1: Ejemplo de posibles olas verde.

Fuente: Dirección Nacional de Tránsito. Julio 1 991.

Debido a que en muchas de estas colas el flujo permanece aproximadamente constante, quizás debido a la forma alargada de la ciudad misma, un detector colocado estratégicamente en la vía sincronizada, proporcionará información suficiente del flujo vehicular que la atraviesa. En los casos en que un solo detector no provea información fidedigna acerca de las variaciones de tráfico, o la longitud de la cola sea considerada excesiva, será conveniente dividirla en dos o mas

secciones. En cualquier caso hará falta un exhaustivo estudio de ingeniería de tránsito para resolver estas cuestiones. El sistema sin embargo debe permitir las adecuaciones requeridas.

Con respecto a las vías aisladas pero de importancia tales como los ingresos a la ciudad, salida de repartos militares, cruces de tren, etc., pueden colocarse semáforos actuados, es decir, como ya se explicó, semáforos que respondan únicamente a la información de sus detectores. Esta clase de semáforos no forma parte de la red de telecontrol, pero señalemos que el controlador electrónico descrito en el capítulo II es capaz de implementarlo a través de sus entradas, a las cuales llegarían los impulsos provenientes del detector, el programa interno es el encargado de administrar el ciclo de las luces del semáforo.

✱

Los semáforos accionados por peatón son de singular importancia para la seguridad de los ciudadanos. Estos contribuyen significativamente a uno de los principales objetivos sociales del control de tráfico cual es la de hacer de la ciudad un lugar agradable para vivir. Desde el punto de vista técnico su implementación no entraña mayor dificultad sin embargo se debe cuidar que la inclusión de este tipo de semáforo, no interfiera la sincronización de la vía. En la actualidad existe uno solo de estos aparatos en la Av. 10 de Agosto junto al parque Julio Andrade, allí se ha comprobado el buen desempeño del mismo en cuanto a protección de las personas. Así mismo se ha puesto en evidencia la necesidad de estos aparatos en otros sitios de la ciudad, por ejemplo en el

Aeropuerto; en la intersección de Rumipamba y 10 de Agosto, sitios en los que existen semáforos peatonales pero cíclicos lo cual en ciertos casos es completamente inútil e incita a los conductores a la desobediencia.

3.2 IMPLEMENTACION DEL TELECONTROL

Basados en lo expuesto hasta el momento en el presente trabajo, se establece que un sistema de telecontrol para semaforización puede efectivamente realizarse con el uso de un enlace alámbrico que transporte las señales de control y datos, los modems que lo posibilitan, un computador origen de los comandos y centro de recopilación de información, unidades de comunicación encargadas de enlazar los objetos de control en el sistema de control y obviamente el controlador electrónico de semáforo descrito en el capítulo II.

3.2.1 Método de envío-recepción de telecomandos

El envío de los comandos que ordenan al controlador local el cambio de su programa de control de luces, se emite a través del puerto serie de un computador. La comunicación de datos se realiza a través de modems conectados a los extremos de una línea telefónica dedicada que bien puede ser de la empresa de telecomunicaciones o de propiedad de la ciudad, es decir líneas tendidas expresamente para fines de control de semáforos.

Para la recepción de las señales enviadas por el computador, llegadas al sitio de los semáforos a través de modem es necesario construir una tarjeta que se encargue del manejo del modem receptor así como de la interacción con los controladores locales, asumiendo la función de interfaz de comunicación computador-controlador de semáforo.

La siguiente figura ilustra la manera cómo se ha diseñado el envío y recepción de telecomandos:

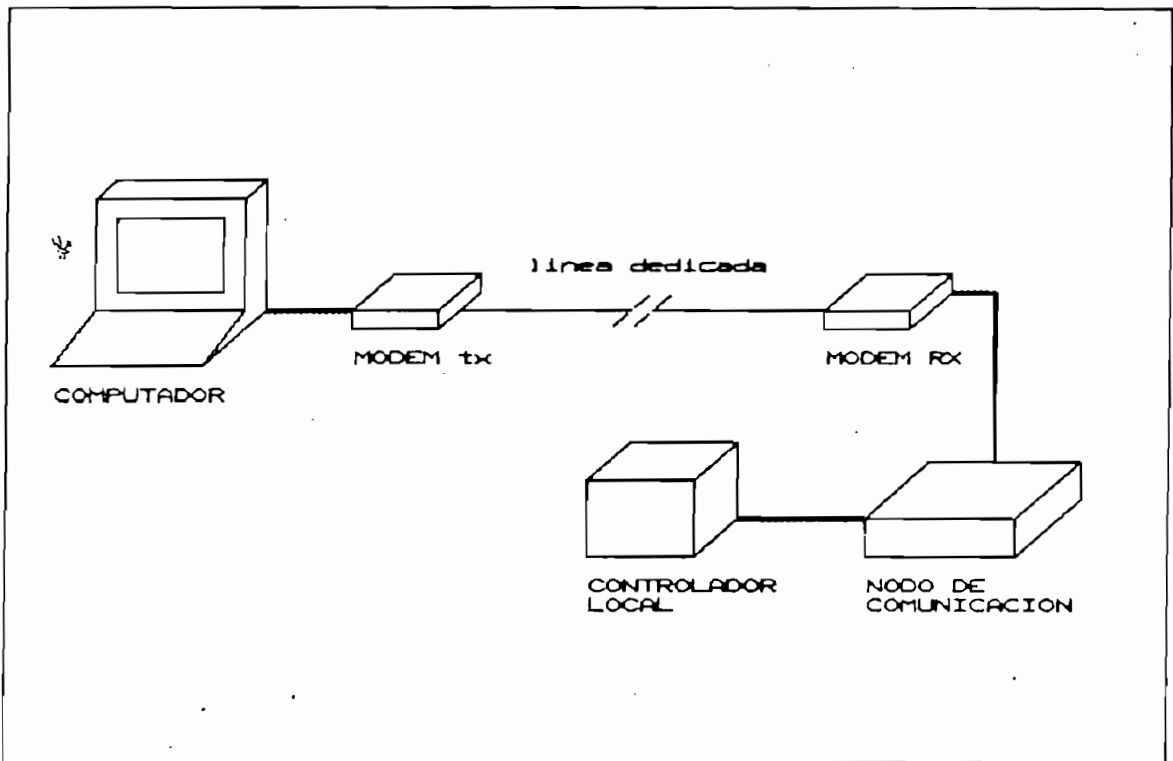


Gráfico 3.1 : envío-recepción

Realicemos una descripción de los elementos que constan en el diagrama anterior, al analizar su naturaleza y usos

delinearemos otros elementos que se hacen necesarios para implementar un sistema de telecontrol.

Notemos que la tarjeta de comunicación está encargada del manejo del modem y del manejo del controlador local. Es evidente que cada tarjeta de comunicación irá asociada a un modem en particular y por tanto a una línea dedicada. Si dicha tarjeta manejara un solo controlador local, sucederá que necesitaríamos un modem, una tarjeta, y una línea telefónica para cada semáforo. Esto desemboca en un sistema demasiado costoso y complejo.

Se ve entonces la necesidad de que la tarjeta de comunicaciones maneje un grupo de semáforos, mas concretamente, una vía sincronizada. No se descarta sin embargo que la tarjeta controle una sola intersección si la importancia de ésta lo requiere. La implementación de una tarjeta que controle un grupo de semáforos, define la necesidad de que a su vez en cada controlador local de semáforo se disponga de una tarjeta receptora-actuadora cuyas funciones sean las de enlazarce con la tarjeta de comunicación y además de activar las entradas del PLC controlador. Por supuesto, se evidencia la necesidad de otro medio de enlace entre los diversos semáforos agrupados bajo el mando de una tarjeta de comunicación.

Resumiendo la idea, una tarjeta de comunicación abrazará hasta un máximo de 8 controladores locales y por tanto un modem y una línea dedicada enlazarán a hasta 8 semáforos con el computador. El modem de transmisión puede ser uno solo si se

dispone de un periférico conmutador de líneas similar a una pequeña central telefónica, para que por marcación se acceda a los diferentes modems de recepción; esto es representado en la figura 3.2.

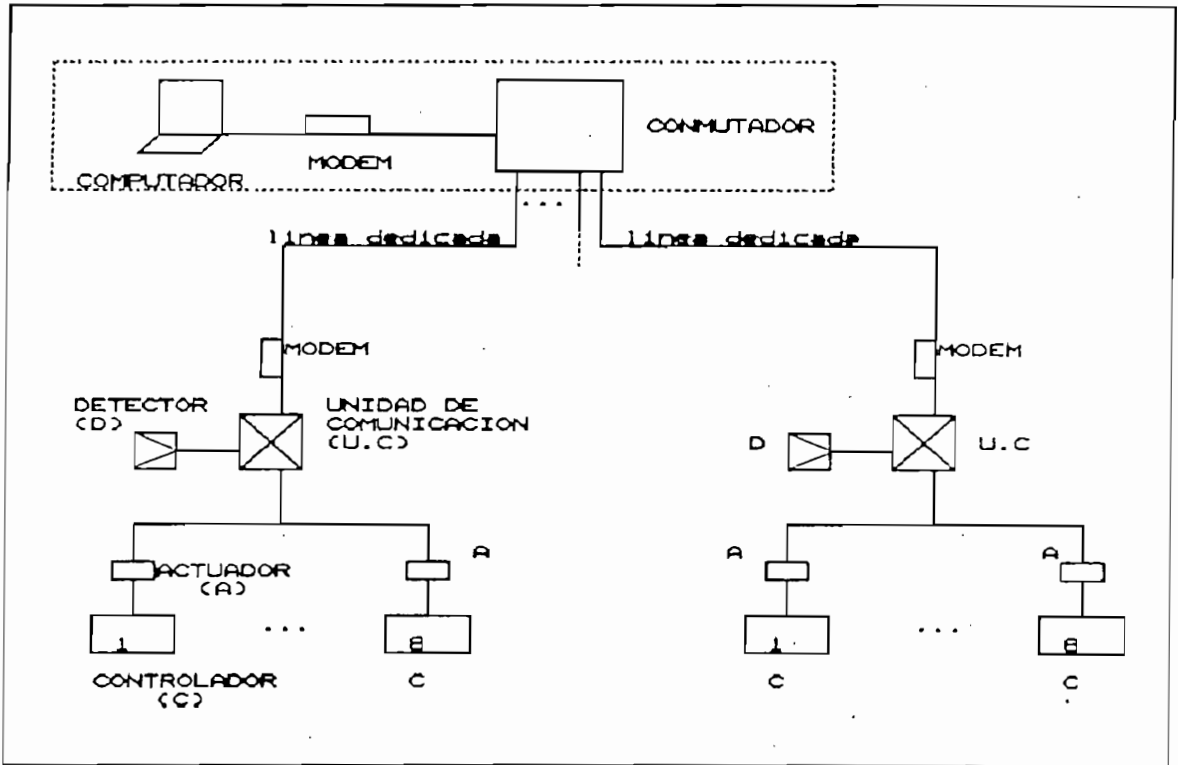


Gráfico 3.2: Sistema de telecontrol con conmutación de líneas

Un manejo dinámico del sistema requerirá que un computador, de características no muy exigentes, se dedique a un solo grupo de semáforos en forma permanente. En el presente trabajo, éste es el método que adoptaremos porque hace que la construcción del prototipo sea mas práctica y menos especulativa; podría parecer oneroso, un computador por cada 8 semáforos, pero el capítulo V nos demostrará que, utilizando el aparato de características adecuadas, esto resulta mas bien

económicamente cómodo. El siguiente diagrama ilustra la inclusión de estos nuevos detalles al conformar el sistema de telecontrol de semaforización que el presente trabajo plantea.

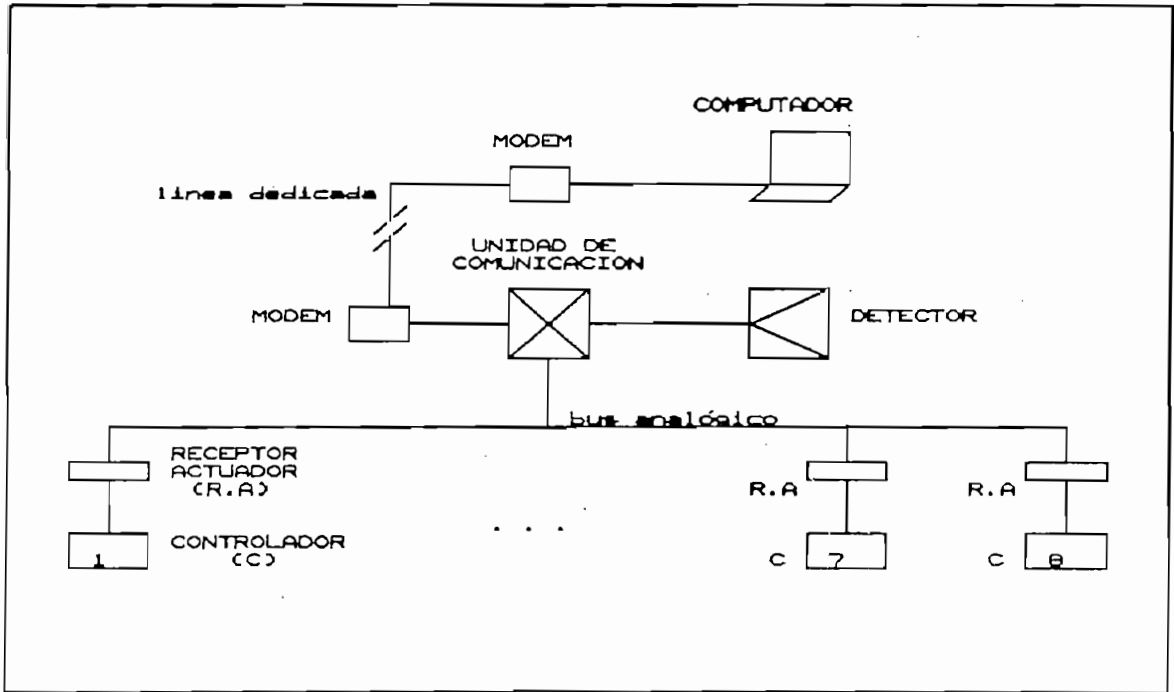


Gráfico 3.3: Sistema de telecontrol de semaforización.

3.2.2 Telerespuesta.

Como puede verse en el gráfico anterior, los distintos grupos de controladores locales están conectados a través de las distintas tarjetas actuadoras a una subred de tipo bus común de la cual reciben señales originadas en las tarjetas de comunicación y en la cual deben vertir las señales de retorno que confirman la respuesta del semáforo frente a una orden recibida; la tarjeta de comunicación a su vez envía esta

información al computador, junto con la información que le provee el detector.

Ahora bien, al compartir los 8 semáforos un solo medio de enlace, deben organizarse las señales de respuesta de cada uno de ellos, de modo que accedan al bus a intervalos diferentes de tiempo para que no se confundan o colisionen. Esto sería una especie de multiplexado en tiempo. La tarjeta de comunicación por su parte debe estar capacitada para recibir estas señales de respuesta, luego de impartida cualquiera de las órdenes.

En el capítulo de experimentación serán detalladas el tipo de señales que se intercambian por el bus común y la manera cómo se implementa la telerespuesta, por el momento adelantemos que este medio de enlace debe ser también un par de cobre, quizás de tipo blindado.

3.3 CENTRO DE CONTROL

Al tratar sobre las características del sistema de telecontrol adecuado, mencionamos que una de las principales es que la información de detectores y la expedición de órdenes coexistan en un lugar denominado centro de control en el cual se procesa la información y se gestiona la red.

Este apartado se encargará de la descripción de tal centro en cuanto a sus características y funciones, desde la óptica del sistema que hemos planteado.

3.3.1 Funciones

Básicamente se distinguen tres funciones del centro de control. Procesar información de tráfico, gestionar la red y, coordinar operaciones de administración y mantenimiento.

Toda la información disponible de tráfico en la ciudad, deberá llegar al centro de control: los datos de los detectores que permitirán conocer cuantitativamente el flujo vehicular, en cualquier vía y a cualquier hora; la información de la red de televigilancia la cual sería paralela a la red de telecontrol, y que por medio de un sistema de televisión sirve para aportar información visual acerca de el estado de circulación en vías e intersecciones de principal interés.

La información de un sistema de radiocomunicación también converge a este centro y se origina en las patrullas de tránsito.

El plano representado en la figura 3.4 es un ejemplo típico de la disposición física del centro de control; está extraído de la referencia (3).

Una planta superior a la presentada en el plano del centro de control deberá ser destinada para colocación de cables, controles de temperatura y humedad, energía de emergencia, bodegaje, etc. (3)

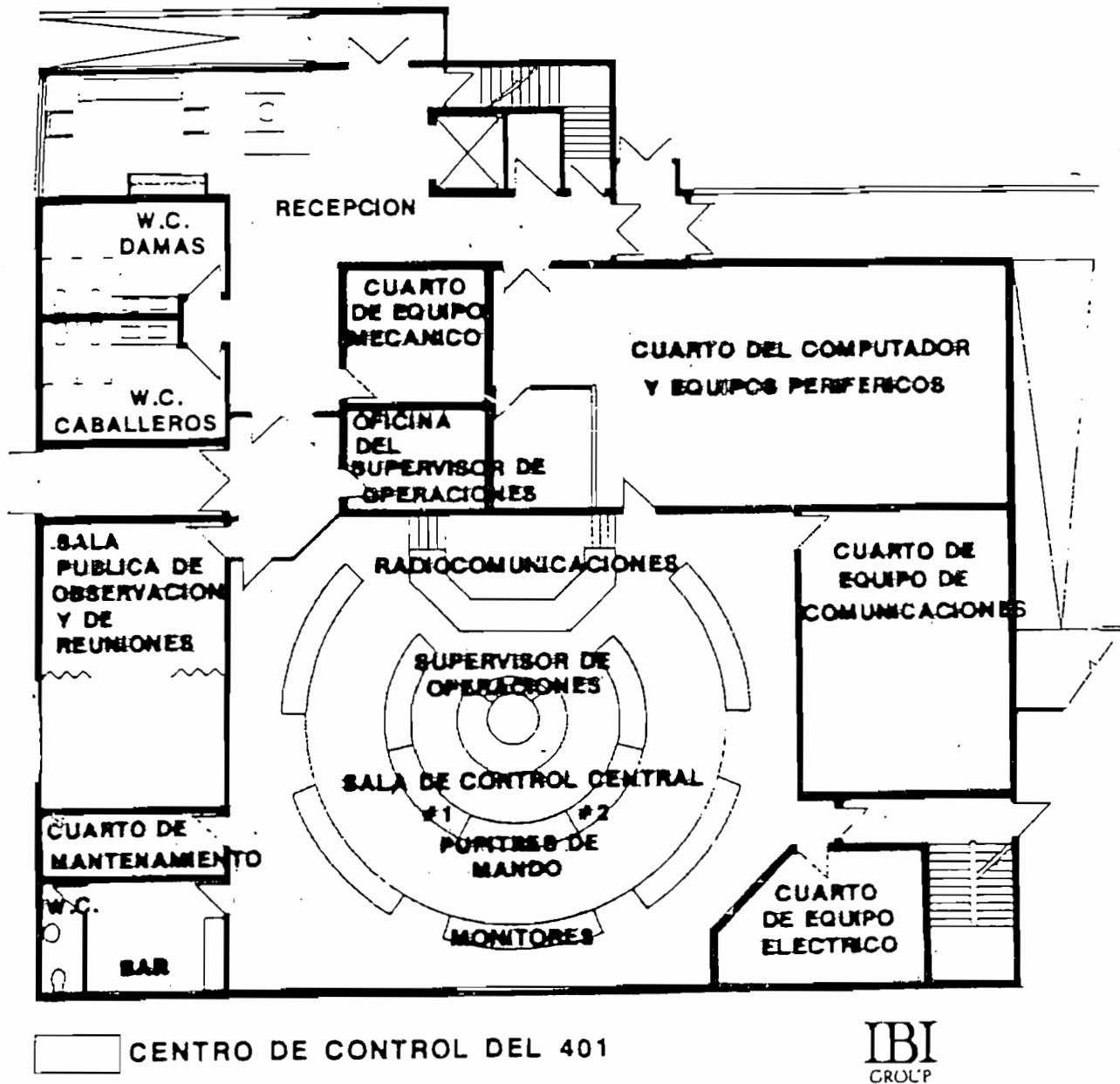


Gráfico 3.4: plano de un centro de control típico.

3.3.2 Organizac

Físicamente, en el centro de control se ubican el o los computadores de tráfico y sus equipos periféricos, paneles para visualización gráfica y detección de fallas del sistema, los monitores de televigilancia y los aparatos de radiocomunicación. En este aspecto el plano presentado en el gráfico 3.4 es sumamente útil ya que muestra cómo se halla dispuesto un centro de control típico.

Con respecto a la coordinación de operaciones, el personal a cargo del centro de control, determina las acciones de control a efectuarse diariamente, así como las políticas para mantenimiento, tanto de la red física como del software utilizado (actualización).

Desde un punto de vista operativo, la organización de un centro de control depende de dos etapas. La primera consistente en una etapa de estabilización del sistema, con regímenes altos de falla iniciales, durante los cuales se necesitará de atención permanente a los computadores y toda la red controlada por parte del personal encargado. La segunda etapa concerniente a una operación diaria y de rutina, cuando las dificultades iniciales han sido superadas y solo se requiere de un mínimo de operadores de los subsistemas. Por el momento no conviene especular cómo estaría conformada la administración de nuestro centro de control en ninguna de estas

dos etapas ya que aun no está superada la fase de planeación y pruebas de equipos.

3.3.3 Confiabilidad y disponibilidad

La confiabilidad de todo el sistema, incluyendo el centro de control, se refiere a la ocurrencia de fallas ya sea debida a componentes físicos o a la concepción del software del sistema operando bajo diversas condiciones.

En cuanto a la confiabilidad de los componentes físicos, ésta comienza por la debida protección de los controladores locales contra agentes atmosféricos y blindaje de la línea física; el software por su parte puede incluir rutinas de auto prueba o selftest del sistema, algún método de control de errores de transmisión como paridad o redundancia.

Con respecto a la confiabilidad del centro de control, éste deberá tener un sistema eléctrico de emergencia, sistemas de aire acondicionado y control de humedad que provean de un medio óptimo para el funcionamiento de los componentes. La disponibilidad del conjunto dependerá de una adecuada provisión e inventario de partes de repuesto para todos los subsistemas, de las políticas de mantenimiento que se adopten y de la calificación del personal técnico del centro.

CONCLUSION

En este capítulo, hemos descrito las prestaciones básicas de un sistema de telecontrol de semáforización así como la técnica con la cual planeamos obtener los resultados previstos. También ha quedado claro, que existiendo diversas maneras de lograrlo quizás unas más elaboradas que otras, nuestra solución es la que más factible resulta de un compromiso entre diseños e implementación práctica. En el siguiente capítulo serán absueltas de una manera efectiva las cuestiones técnicas planteadas por el sistema propuesto.

Notas

- 1) CEAC Colección, Control Remoto, 1 990
- 2) DIRECCION NACIONAL DE TRANSITO, Folleto Control de Semáforos, 1 988
- 3) FBI GROUP, Estudio de Prefactibilidad del Sistema de Control de Tráfico para la Ciudad de Quito, Informe Final, Quito 1 986.
- 4) CODEX, Motorola, The Basics Book of Data Communications, 4th Edition, USA, 1 992

CAPITULO IV

EXPERIMENTACION

INTRODUCCION

En el presente capítulo será diseñado el sistema que reúne las capacidades necesarias para constituir un modelo experimental para el telecontrol de semáforos, por supuesto, de una forma consecuente con el estudio que previamente se ha realizado. En primer término se presentará cualitativamente su diseño con el fin de familiarizarnos con el objetivo; luego se realizará la descripción de la implementación tanto de hardware como de software, con todos los detalles importantes. Finalmente se hará un resumen de los resultados obtenidos durante las pruebas efectuadas con los equipos desarrollados.

4.1 DISEÑO DE UN MODELO EXPERIMENTAL BASADO EN EL ESTUDIO PREVIÓ

La implementación del sistema previsto en el capítulo anterior demanda básicamente la construcción de las unidades de comunicación, de recepción-actuación y del software encargado de la gestión de la red.

Como ya ha sido anotado, la unidad de comunicación es la encargada de interpretar los comandos llegados desde el computador y, ejecutando una orden, emitir señales de control para los semáforos que están a su cargo, organizar la respuesta de los mismos y además realizar tareas de conteo de autos. Por otra parte, la unidad receptora-actuadora se debe encargar de la recepción y decodificación de las señales enviadas por la unidad de comunicación y en base a éstas, activar las entradas del PLC controlador de semáforo; adicionalmente, debe generar la señal de respuesta a la orden recibida.

✱

Naturalmente, debe existir un medio de enlace entre la UC y las unidades receptoras al cual se lo denomina con el nombre genérico de subred.

En cuanto a software, el sistema requiere de un programa en el computador, que le permita efectuar las tareas de control, monitoreo y almacenaje de los procesos y datos generados por la red.

Una descripción en detalle de cómo están conformadas las unidades y el software mencionados pondrá de manifiesto las técnicas que implementarán el sistema planteado.

4.1.1 UNIDAD DE COMUNICACION

La función de este módulo incluye la recepción de datos llegados desde el computador vía modem, el envío de órdenes a los semáforos, la organización de la respuesta individual de los mismos para ser enviada de vuelta al computador y además la recepción de pulsos provenientes del detector de autos con la cual se implementará la medición de flujo vehicular.

Debido a estas funciones de enlace entre los aparatos de control de tráfico y un computador, se le ha definido con el nombre de unidad de comunicación (UC). Como podrá apreciarse, la función de la UC es compleja, por ésta razón se determina que un microcontrolador es el elemento adecuado para basar su diseño.

Lógicamente el microprocesador necesita de una memoria de programa; la comunicación con el modem requiere de una interfaz tipo serie, el envío y recepción de señales hacia los semáforos requiere de un sistema de entrada salida analógico y, finalmente, debe preverse una entrada para el detector de carros. El siguiente diagrama de bloques ilustra la conformación de la UC.

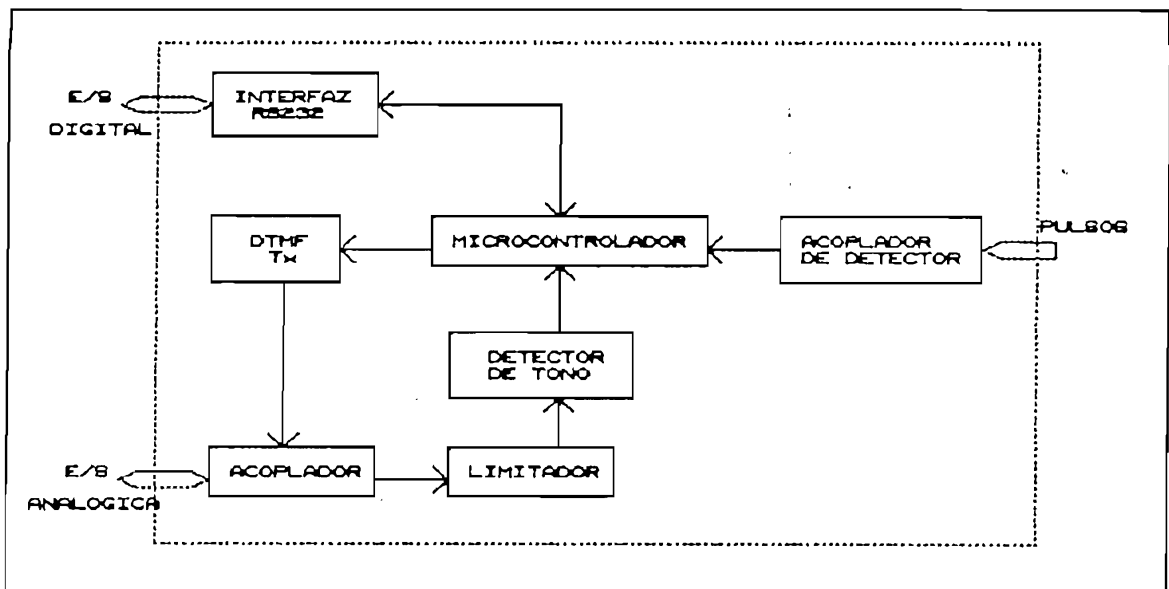


Gráfico 4.1: Componentes de la UC

A continuación se realiza la justificación y descripción de cada uno de los bloques presentados.

Bloque microcontrolador: Incluye, además del chip microcontrolador, los elementos básicos para su funcionamiento como son memoria EPROM (que se puede borrar por medio de luz ultravioleta), "latch" y cristal. El programa almacenado en la memoria, le permite al microcontrolador reconocer la palabra de comando enviada por el computador, una vez que esto se ha efectuado, enviar hacia el bloque DTMF una combinación binaria que será convertida en una combinación de tonos. Uno de los puertos de entrada/salida es destinado para recoger la información de respuesta originada en las unidades de recepción-actuación (URA). Una interrupción externa será la encargada de ingresar al sistema de proceso la información llegada desde el detector de autos.

Bloque interfaz RS-232: La comunicación entre la UC y el computador es asíncrona y se logra a través de modems. Por supuesto, la conexión entre el modem y la UC es de tipo serie, con norma RS-232 y, puesto que el puerto serie del microcontrolador no maneja niveles de voltaje RS-232, se hace necesario una conversión de los mismos al tiempo que se invierte su lógica. Esto último junto con la provisión de señales para el manejo o "handshake" del modem se implementa en este bloque.

Bloque DTMF (Tx): Este bloque es el encargado de prolongar el alcance del microcontrolador hasta los semáforos por una línea de subred de hasta 2 kilómetros de longitud, mediante conversión de las combinaciones binarias que representan órdenes, en combinaciones analógicas de tonos normalizados como la Dual Tone Multi Frequency (DTMF) que es la misma que se usa para marcación telefónica.

Bloque detector de tono: El método de telerespuesta adoptado, mediante el cual cada unidad receptora-actuadora emite un tono cada cierto intervalo de tiempo después de recibido un comando, hace necesario que la UC sea capaz de detectar dicho tono de respuesta; esto se hace a través de este bloque que convierte la presencia del tono en un pulso positivo mismo que es entregado al microcontrolador para su procesamiento.

Bloque acoplamiento: se encarga de interconectar la entrada y salida de señales analógicas de la UC hacia la subred. Su

función es entonces la de acoplar las impedancias y de eliminar la componente DC proveniente de los circuitos activos.

Bloque entrada de detector: realiza la conexión entre la entrada de pulsos provenientes del detector de autos con una de las interrupciones externas del microprocesador.

Subred: se ha denominado así al conjunto de enlace físico y todos los actuadores y semáforos (8 como máximo) que están a cargo de una UC. El medio de enlace es una línea de transmisión formada por un par de cobre entrecruzado, blindado que transporta señales analógicas entre la UC y las URA.

Posteriormente, al tratar sobre implementación del prototipo, detallaremos los componentes y técnicas utilizadas en la construcción práctica de estos bloques, por el momento continuemos la descripción de las unidades.

4.1.2 UNIDAD RECEPTORA-ACTUADORA

Esta unidad consiste de una tarjeta electrónica capaz de detectar las señales DTMF provenientes de la UC y decodificarlas, para entonces activar las entradas del PLC controlador de semáforo.

Es también función de la unidad receptora-actuadora (URA) emitir en la línea de subred el tono de respuesta a intervalo correspondiente. El siguiente diagrama de bloques ilustra la constitución de una URA.

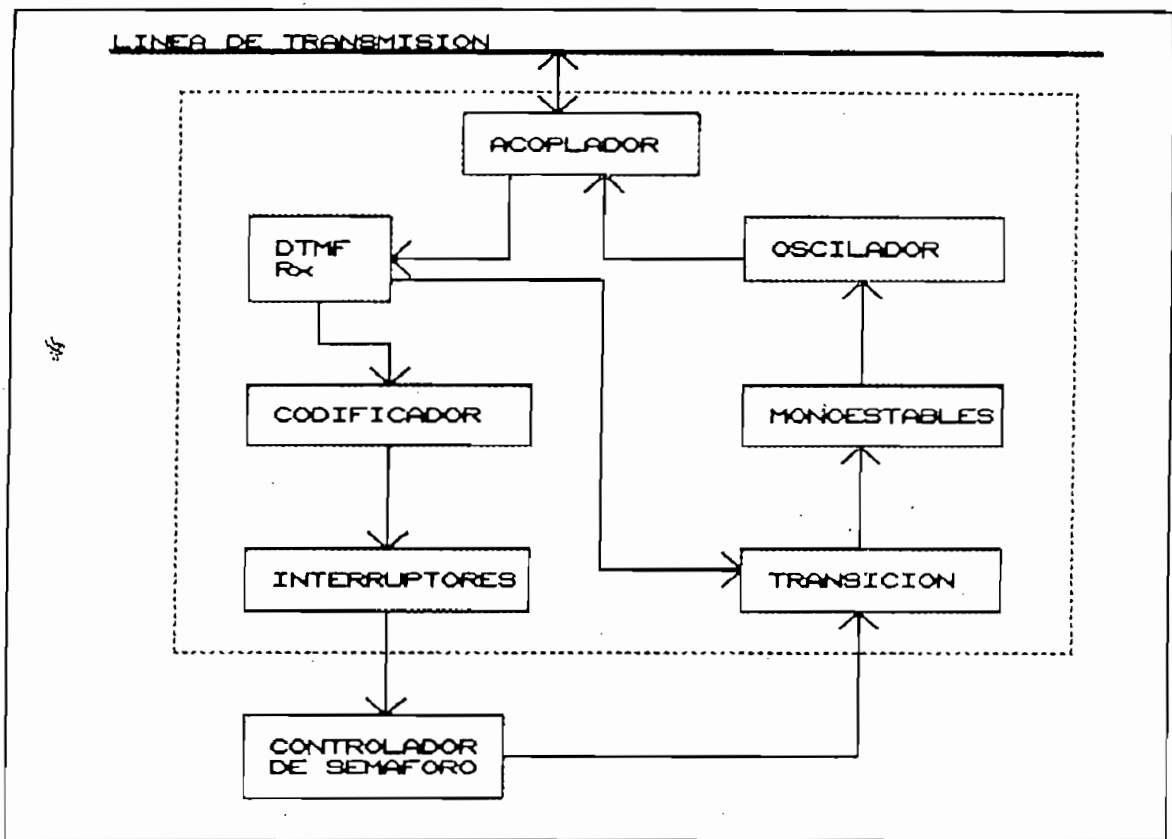


Gráfico 4.2: Componentes de la UR-A

Bloque DTMF (Rx): Este bloque realiza la función inversa al bloque DTMF (Tx) descrito en la UC, es decir, recibe una combinación analógica de tonos y entrega la combinación binaria correspondiente. En definitiva, los bloques DTMF posibilitan la transmisión de contadas combinaciones binarias a distancias no convenientes para TTL o RS-232, mediante la transmisión de señales analógicas.

Bloque codificador: Su función es activar una sola de sus 8 salidas en base a la combinación binaria presente en ese momento en sus entradas.

Bloque interruptores: tal como se vio en el capítulo II, activar una entrada del PLC consiste en cortocircuitar dicha entrada con el punto común. Esta tarea es efectivamente realizada por este bloque.

La operación de telerespuesta se origina en los bloques transición, monoestable y oscilador; el método de la misma se describe a continuación junto con los bloques correspondientes.

Bloque transición: es el encargado de proporcionar una transición negativa (de 1 a 0 lógico) en cuanto se abre un interruptor accionado. Esto asegura que el ciclo recepción-ejecución de una orden sea detectado al finalizar, dándose entonces inicio a un ciclo de respuesta. El siguiente gráfico ilustra esta explicación:

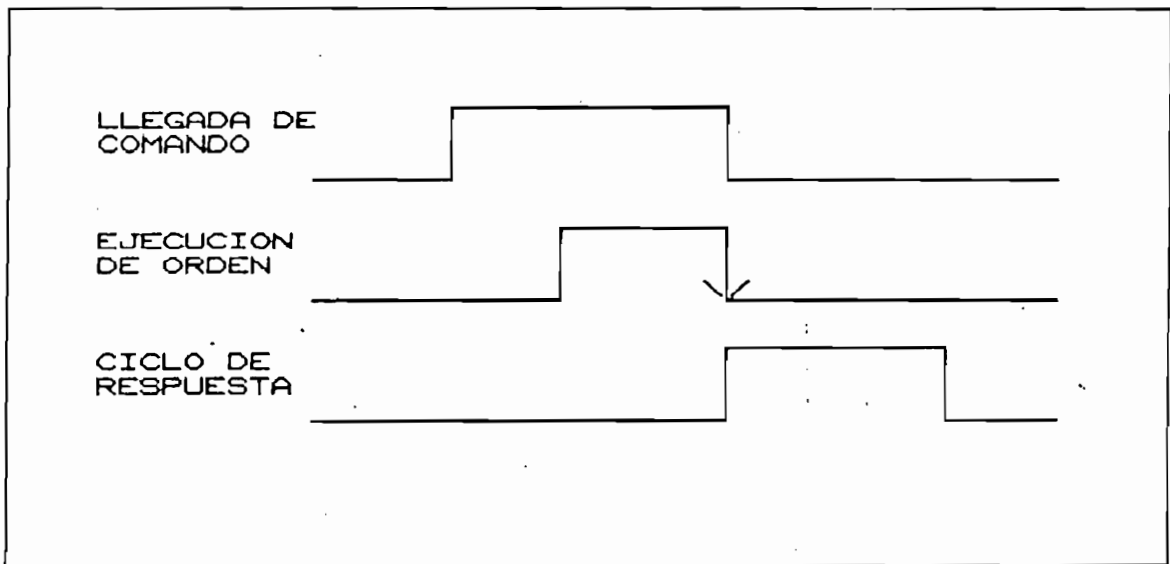


Gráfico 4.3: generación de transición.

Bloque monoestables: El impulso negativo al final de la ejecución de una orden, dispara el monoestable 1 el cual está programado para proveer un tiempo activo t_A al final del cual la transición negativa, que a su vez produce, dispare el monoestable 2, programado para proveer un lapso activo t_B . Esto es ilustrado por el siguiente diagrama:

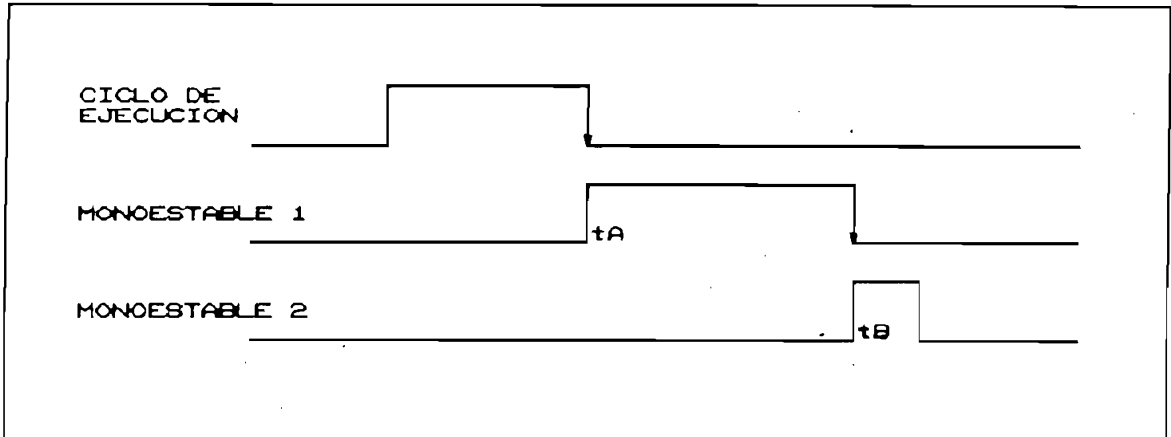


Gráfico 4.4: Tiempos monoestables.

El intervalo de tiempo $t_A(n)$ es el lapso que debe esperar el correspondiente receptor-actuador (n) para inyectar en la subred un tono de respuesta de duración t_B . El tiempo t_B es constante para todos los actuadores mientras que el tiempo t_A es característico de cada uno de ellos; observemos que

$$t_A(n+1) - t_A(n) \geq t_B$$

Dado que es suficiente que $t_A(n+1) - t_A(n) = t_B$, y escogiendo $t_{A1} = t_B$, resulta que los t_A forman una proporción aritmética entre si, de razón t_B , de modo que $t_{An} = n \cdot t_B$ siendo n el número del semáforo considerado. De esta manera t_A y t_B son relacionados a través de n , por ejemplo, para el

semáforo numerado como cuarto $t_A = 4 \cdot t_B$. Es necesario señalar que los monoestables deben ser tales que una vez disparados, no puedan ser activados por otros redisparos posibles, con el fin de permitir la finalización de un ciclo antes de dar paso a otro. El siguiente diagrama esquematiza la alineación en tiempo resultante del sistema de monoestables planteado:

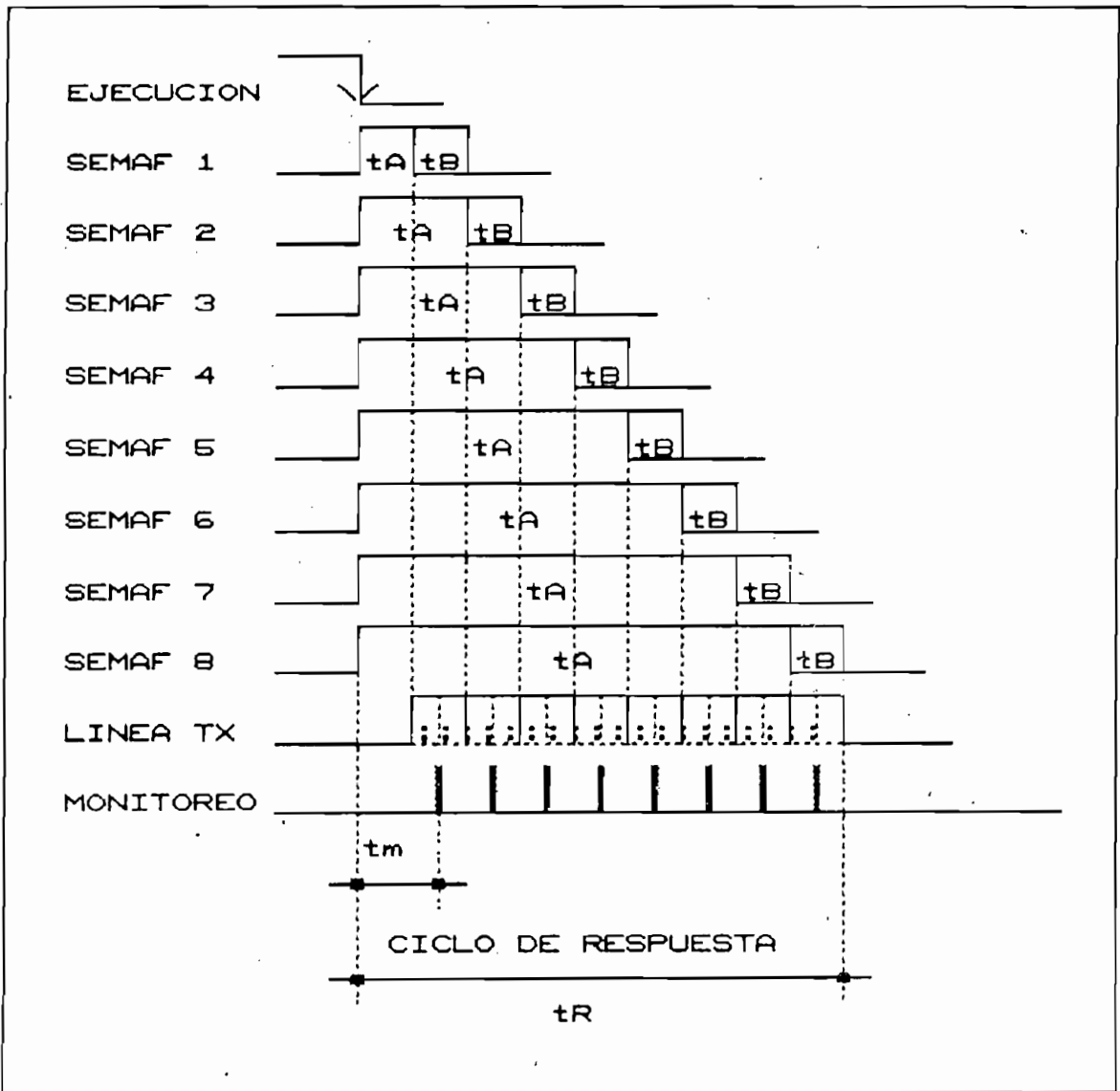


Gráfico 4.5: Diagramas de tiempo de pulsos de respuesta.

La figura denominada "monitoreo" en el gráfico 4.5, corresponde a un programa del microcontrolador iniciado justo cuando este deja de activar el DTMF Tx para que, considerando un retardo infinitesimal en la línea de transmisión, la presencia individual de respuesta pueda ser reconocida. Cada pulso de "monitoreo" representa el instante en que el microcontrolador adquiere el estado lógico de la salida del detector de tono; si está activa, significa presencia de tono y por tanto respuesta positiva proveniente del semáforo. Al final del ciclo se obtiene un registro de cuales semáforos han confirmado respuesta lo cual se organiza como un mensaje a ser enviado al computador para el procesamiento de la telerespuesta.

Bloque oscilador: es el generador del tono de respuesta que se activa solamente durante el intervalo t_B , por acción del monoestable 2. Cabe señalar que este oscilador debe generar una frecuencia tal que la interferencia entre ésta y las frecuencias del DTMF, sea mínima.

Bloque acoplamiento: es utilizado tanto para acoplar las unidades receptoras-actuadoras a la línea de subred, como para detener el paso de componente de DC a la misma.

4.1.3 PROGRAMA DEL COMPUTADOR

En el computador se realizan dos operaciones básicas: envío de comandos hacia los semáforos y almacenamiento de datos de tráfico. Desde luego, se espera que esto sea realizado en

forma simple desde el punto de vista del operador, facultando para el estudio de los datos que se han almacenado. Los datos que principalmente deberán ser almacenados son un registro de los comandos emitidos, las respuestas correspondientes obtenidas y datos de flujo de carros, todo convenientemente fichado y listo para imprimir. En el siguiente ítem, al final, se describirá como se ha efectuado dicho programa, por el momento señalemos que estará basado en el manejo del puerto serie y de archivos aleatorios en disco.

4.2 IMPLEMENTACION Y CONSTRUCCION DEL PROTOTIPO

4.2.1 Diseño del Hardware.

La UC y las URA han sido descritas cualitativamente, corresponde a este apartado describir cuantitativamente su implementación circuital, con lo cual se definirá también el sistema ideado para proveer de control remoto a los nuevos semáforos. Se presentará una breve descripción de los circuitos integrados que se usen, como paso previo a la justificación y modo de empleo de los mismos en nuestro proyecto. La figura 4.6 contiene un diagrama de bloques que presenta la estructura de UC y UR-A juntas para poder apreciar mejor el diseño que debemos realizar. Hay que tener presente que las URA son idénticas excepto por la constante de tiempo t_A , por lo cual en este trabajo, una sola de ellas será construida, más exactamente la correspondiente al cuarto semáforo; también aclaremos que la longitud de la línea de subred será simulada en su atenuación para la realización de pruebas.

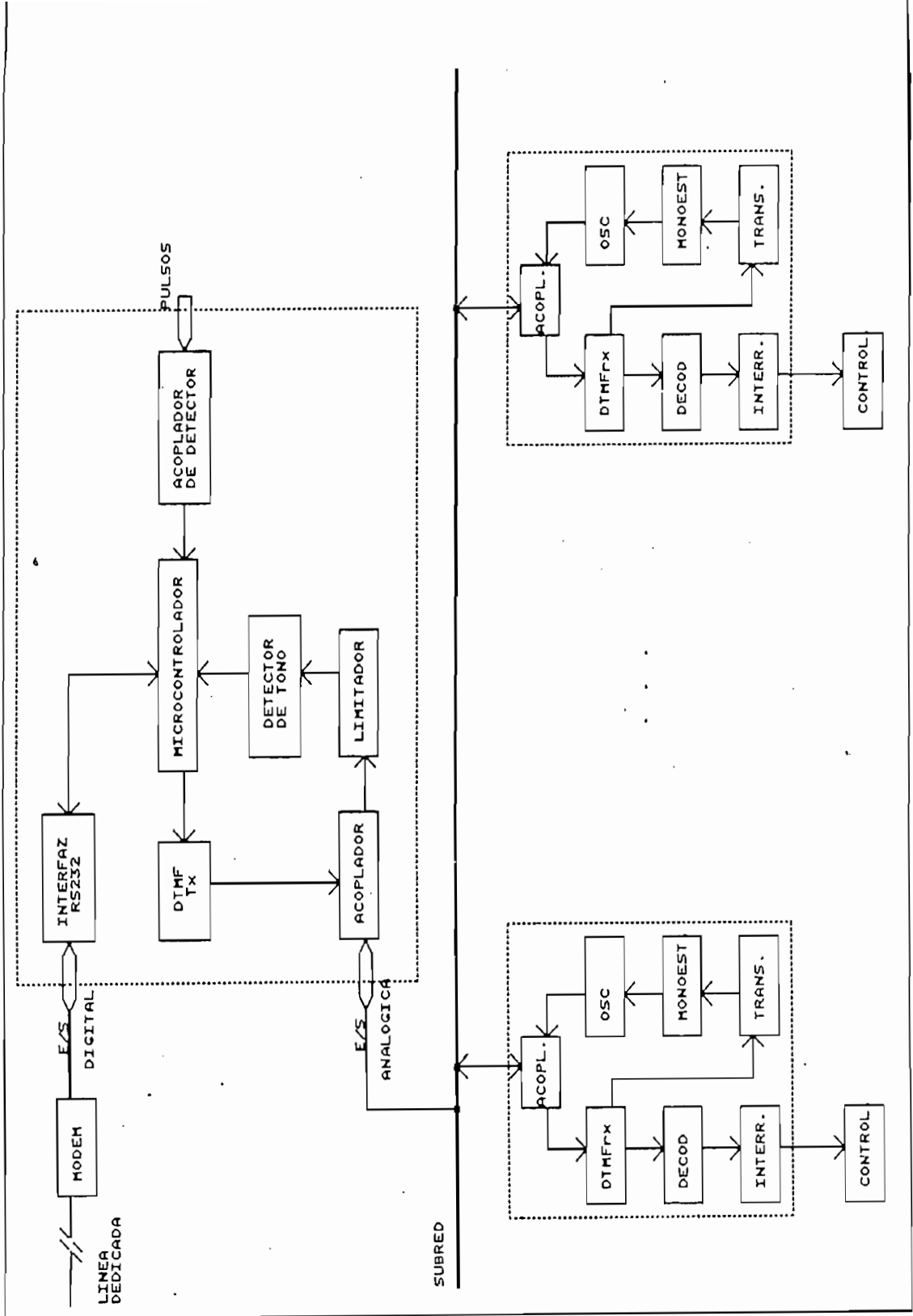


Gráfico 4.6: Diagramas de bloques conjunto UC y UR-A

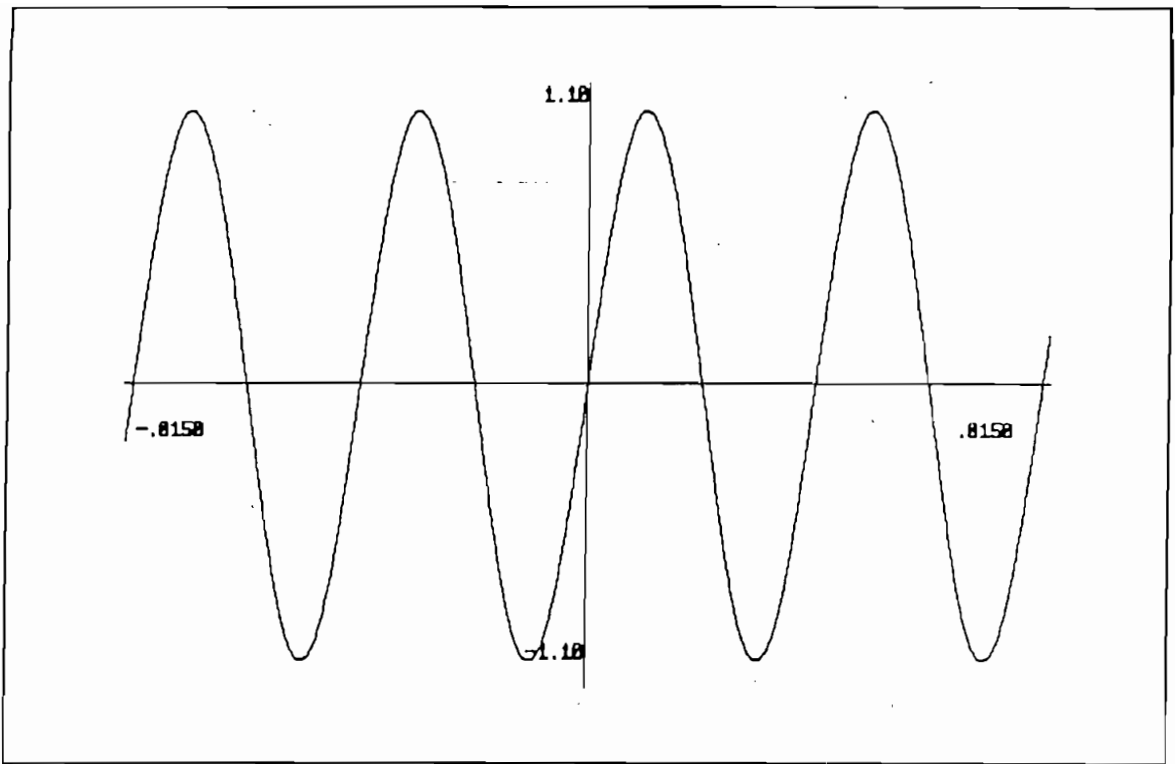
Bloque DTMF Tx y Rx.

La DTMF o "touch tone" como también se la conoce, es ampliamente usada en telefonía en señales de línea para marcación de número de abonado. Ya que ofrece un método seguro para codificar analógicamente señales discretas, es una excelente alternativa para comunicar a través de un par de cobre la UC con los semáforos; la DTMF consiste en asignar a cada dígito la suma de dos tonos normalizados tal como se presenta en la siguiente tabla:

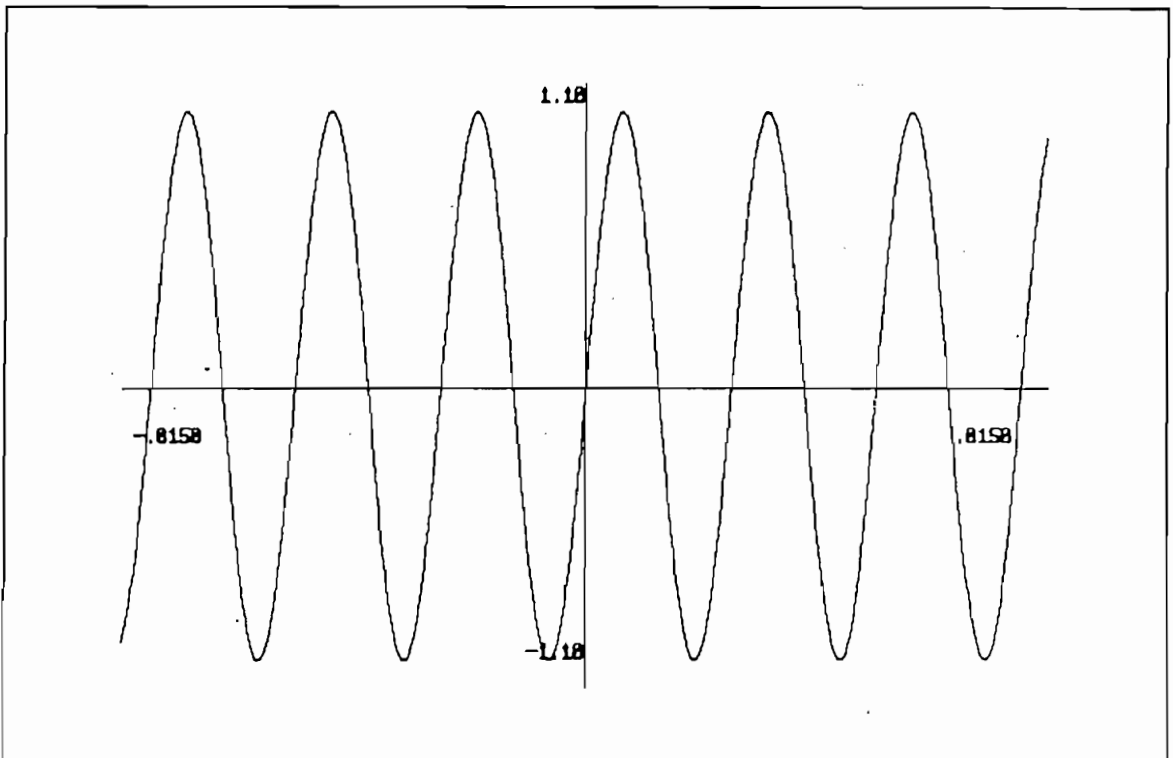
	Columna 0 1209 Hz	Columna 1 1336 Hz	Columna 2 1477 Hz	Columna 3 1633 Hz
Fila 0 697 Hz	1	2	3	A
Fila 1 770 Hz	4	5	6	B
Fila 2 852 Hz	7	8	9	C
Fila 3 941 Hz	.	0	#	D

Tabla 4.1: Frecuencias usadas por la DTMF.

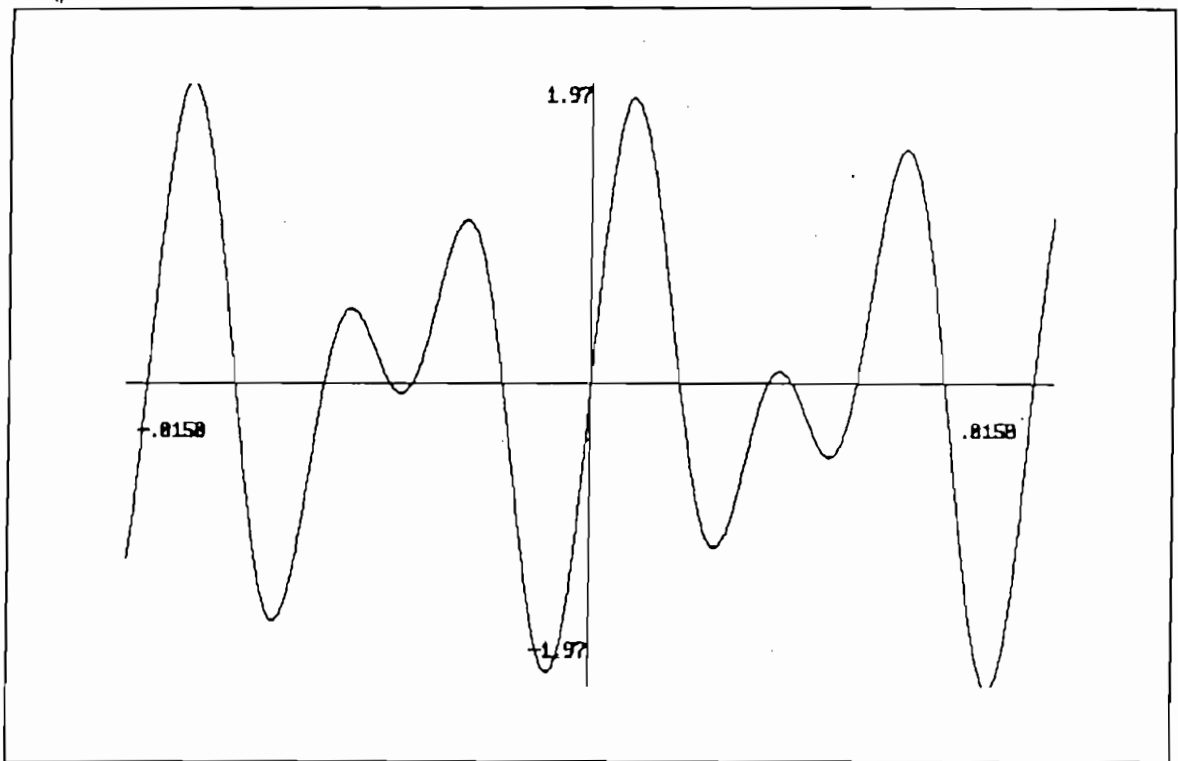
Por ejemplo, al marcar el dígito 8 se activa la generación de los tonos fila 2 y columna 1, es decir 852 Hz mas 1336 Hz. Con un osciloscopio podríamos observar las siguientes señales:



Tono 852 Hz



Tono 1336 Hz



Dígito 8

En el lado de recepción un circuito complementario recibirá la suma de los tonos y devolverá una combinación binaria que representa al dígito 8 o cualquiera que haya sido receptado. La razón de que cada dígito sea codificado con dos tonos en lugar de uno solo radica en que la inducción fortuita de señales de frecuencia vocal en la línea de transmisión provocaría una falsa detección y de este modo una baja confiabilidad del sistema que usa monofrecuencia. En este sentido, es mucho menos probable que una señal extraña contenga precisa y simultáneamente los dos tonos requeridos por la DTMF para la decodificación. En la actualidad las tareas DTMF son muy precisas y están contenidas en circuitos integrados híbridos complejos. En la presente aplicación se utiliza el

circuito MM 53130 para transmisión y el circuito SSI 75T202 para la recepción.

El MM 53130 es un generador DTMF de tecnología CMOS que requiere de cuidado en su manipulación por peligro de cargas estáticas. Es un sintetizador de frecuencias que genera los tonos deseados a partir de un oscilador de 3.579545 MHz con cristal externo. Puede ser accionado por teclado o por una combinación binaria presente a sus entradas. Provee muy baja distorsión de armónicos y da preénfasis a las frecuencias de grupo alto es decir las de columnas. Cuenta con señal de habilitación de salida (tone disable) sin la cual ésta tendrá alta impedancia y puede trabajar con fuente simple de 5 V. El retardo entre la entrada y la salida está entre 3 y 4 ms. En el anexo B constan las hojas técnicas para mayor información sobre este CI.

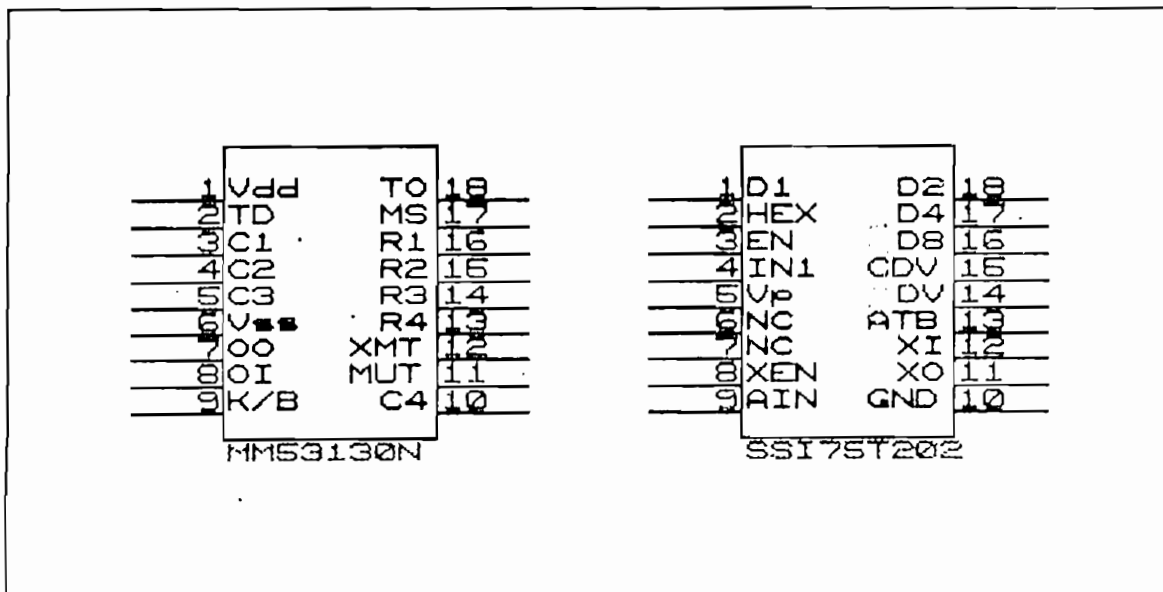


Gráfico 4.7: Circuitos DTMF.

El circuito integrado SSI 75T202 es el receptor DTMF, es también construido en tecnología CMOS y requiere de un cristal externo de 3.579545 MHz para referencia de frecuencia. A sus salidas provee de una identificación en binario o en hexadecimal del touch tone detectado. Sus salidas son compatibles con TTL. Provee una salida de validación de datos que en este caso será usada para la habilitación del codificador.

Este CI es de alta escala de integración LSI, incluye AGC, desénfasis, filtrado, referencia de voltaje y procesamiento digital de señales. Como observación, podemos señalar que el SSI 75T202 es resultado de una larga experiencia dentro de la DTMF '1'. El tiempo que este CI requiere para detectar es menor a 50 ms. lo cual debe tenerse en cuenta al programar la activación del transmisor. Trabaja con fuente de 5 V. y detecta señales de hasta -32 dBm sobre 600 ohmios es decir, unos 20 mV. con una relación tono alto/tono bajo de entre -10 y +10 dB. Su impedancia de entrada es de alrededor de 100 Kohm en paralelo con 15 pF. Este último dato es de importancia al diseñar el bloque de acoplamiento.

Las conexiones realizadas para su funcionamiento son muy simples y se detallan en la hoja de especificaciones (ver anexo B), sin embargo anotemos que debido a que es un CI delicado y relativamente caro, se ha protegido su alimentación con un zener para sobrevoltaje y con un condensador de 0.1 uF contra ruido proveniente de la fuente.

Bloque Codificador

Consiste de un codificador digital 3/8 cuyas entradas constituyen las salidas del DTMF Rx. Ya que sus salidas activan los interruptores del PLC, el codificador es el encargado de interpretar la información llegada a través de la subred y hacerla efectiva para el controlador del semáforo. Adicionalmente, su entrada de habilitación es comandada por la correspondiente "Data Valid" del SSI 75T202. El CI que se ha utilizado para realizar esta función es el 74LS138 cuyas salidas activas en bajo permiten manejar transistores PNP con los cuales se implementan los interruptores del PLC.

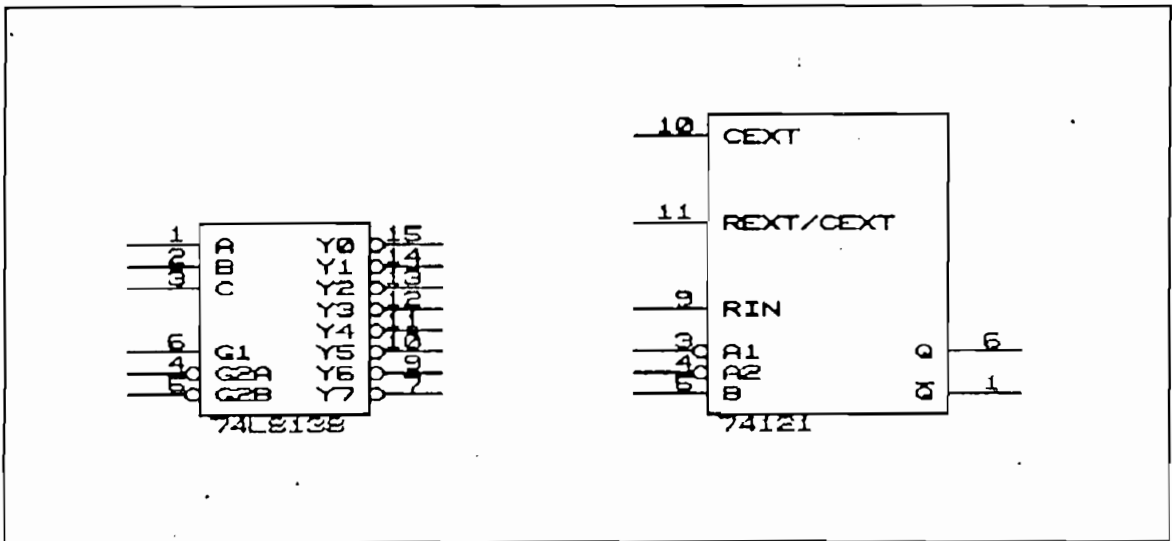


Gráfico 4.8: Circuitos decodificador y monoestable.

Bloque Transición

Este bloque se encarga de generar la transición negativa que dispara el sistema de monoestables. Se lo ha implementado

mediante una compuerta AND de dos entradas, proporcionada por el CI 74LS08. Las entradas a la compuerta AND provienen la una del receptor SSI 75T202 con su salida de validación de dato "DV" y la otra del led "RUN" del PLC, que a través de una fotorresistencia indica que el aparato está corriendo un programa y que se halla funcionando. El siguiente gráfico muestra este detalle:

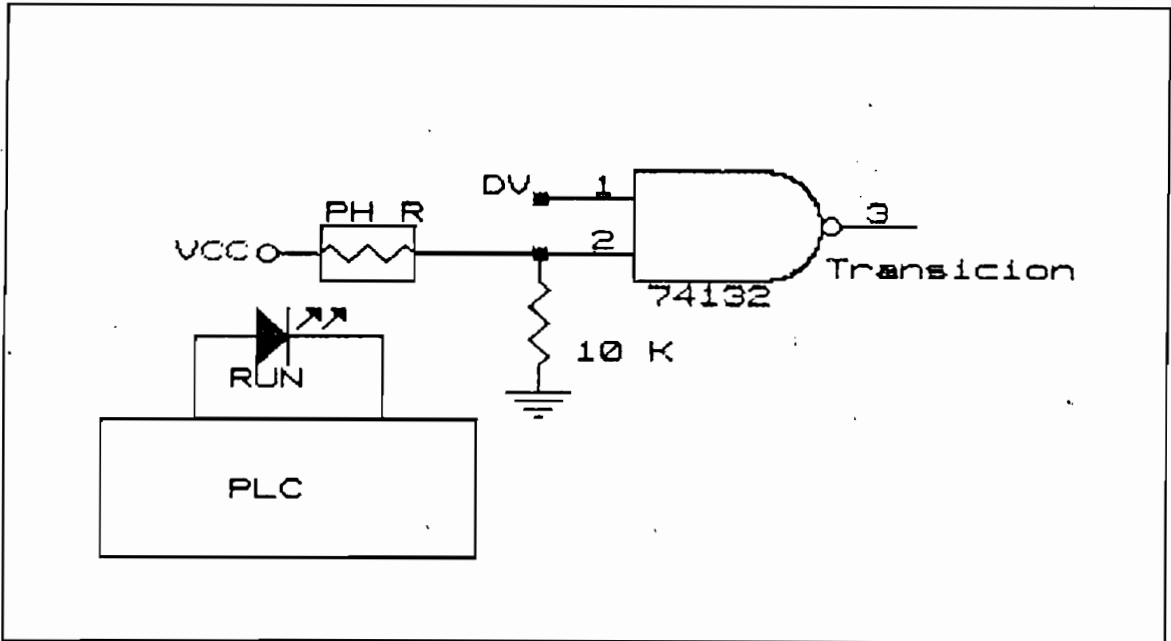


Gráfico 4.9: implementación del pulso de disparo

Bloque Monoestables

Como ya anotamos, es en este bloque donde se organiza la respuesta individualizada de los semáforos. Las características requeridas son la exactitud de los tiempos activos y el disparo activado por transición, ignorando posibles redisparos dentro del ciclo. Estos requerimientos son

satisfechos por el CI SN 74121, no así por el timer LM555 que requiere de un ancho de pulso mínimo para ser disparado menor que el tiempo del monoestable pretendido. El SN 74121 es un multivibrador monoestable con entradas Schmitt trigger; su tiempo activo es programable de 40 ns a 28 segundos con constante externa. Provee de excelente inmunidad contra el ruido a su entrada y contra ruido de fuente evitando así disparos falsos. Suministra pulsos de salida complementarios Q y \bar{Q} cuyas duraciones, una vez disparado el monoestable, dependen exclusivamente de los componentes externos RC. La estabilidad del ancho del pulso es prácticamente independiente de Vcc y de la temperatura. En los anexos consta la hoja de especificaciones de este chip para mayores detalles de su construcción y funcionamiento.

Una vez descrito el CI con que se implementarán los monoestables, corresponde efectuar el cálculo de las respectivas constantes de tiempo; para eso revisemos algunos criterios previos. En primer lugar los intervalos de tiempo deben ser lo bastante amplios como para asegurar su recepción y su manejo, que no sean demasiado angostos pues podrían pasar inadvertidos por el sistema de reconocimiento. Tampoco pueden ser dichos intervalos demasiado largos porque si bien aseguran su detección, la respuesta desde los controladores hacia la UC y hacia el computador puede tornarse demasiado lenta. Analizando ciertos valores, veremos en que orden de magnitud se hallan los tiempos adecuados.

Al tratar más adelante sobre la implementación del oscilador justificaremos su frecuencia de 2200 Hz, por el momento aceptado este hecho, anotemos que el decodificador de tono requiere de un mínimo de 50 ciclos para detectar un tono presente dentro de su ancho de banda (ver anexo B) lo cual nos da un primer parámetro de determinación de las constantes ya que 50 ciclos a 2200 Hz son 23 milisegundos, por lo tanto:

$$t_{B\text{mín}} = 23 \text{ ms.}$$

El tiempo total de respuesta (ver gráfico 4.5) para el grupo de 8 semáforos está dado por:

$$t_R = t_A(8) + t_B$$

$$t_A(8) = 8 \cdot t_B$$

$$t_R = 9 \cdot t_B$$

De la última expresión, con $t_B \text{ mín} = 23 \text{ ms}$, resulta $t_R \text{ mín} = 207 \text{ ms}$. Si bien estos valores nos darían una respuesta considerablemente veloz, en la práctica para nuestro sistema, es difícil controlar pulsos tan cortos con confiabilidad, además una respuesta relativamente rápida estará en el orden de segundos ya que los cambios de programa de un semáforo son realizados contadas veces al día. Con estos criterios, y teniendo en cuenta experiencias realizadas con constantes mas pequeñas, se determinó como adecuado el valor de 400 ms para el tiempo t_B . Con este dato, resultan los valores para la constante t_A que pueden apreciarse en la tabla 4.2.

Con estos datos, el periodo de respuesta tiene una duración de $t_R = 9 \cdot t_B = 3.6$ segundos lo cual no constituye una espera demasiado larga. Para acceder a la mitad de los pulsos donde es mas segura la detección unívoca de las respuestas, el inicio del monitoreo (ver gráfico 4.5) se realiza a:

$$t_m = t_{A1} + 1/2 t_B = 3/2 t_B$$

Con $t_B = 400$ ms se obtiene $t_m = 600$ ms a los que se añadirán los 400 ms sucesivamente hasta completar t_R . Estos tiempos deberán ser generados con una buena exactitud por el microprocesador. Con los tiempos señalados, sabiendo que para los monoestables la constante de tiempo t está dada por $t = 0.7 R \cdot C$ y que los R y C máximos son 40 K ohm y 1000 uF respectivamente, obtenemos $R_B = 26$ Kohm y $C_B = 22$ uF para la constante t_B .

En la siguiente tabla, se incluyen los valores de R_A y C_A necesarias para la constante t_A de cada semáforo:

# Semáforo	t_A (s)	R_A (ohm)	C_A (uF)
1	0.4	25974	22
2	0.8	34362	33
3	1.2	36474	47
4	1.6	22857	100
5	2.0	28571	100

6	2.4	34285	100
7	2.8	40000	100
8	3.2	20779	220

Tabla 4.2: Constantes de tiempo y sus valores de R y C

Si bien los valores de resistencia obtenidos no son disponibles en el mercado, no es menos cierto que los valores de los condensadores electrolíticos tienen sus tolerancias hasta en un 20% por lo cual es recomendable hacer que la parte resistiva de la constante esté formada por una resistencia fija en serie con un potenciómetro de precisión a fin de calibrar cada UR-A. Así, para el cuarto semáforo cuya constante implementaremos, $C_A = 100 \mu F$ y $R_A =$ resistencia fija de 18 K ohm + potenciómetro de 10 K ohm.

Oscilador y detector de tono

Cerrando el lazo orden-respuesta están los bloques oscilador y detector de tono. El oscilador va incluido en las URA y el detector de tono en la UC, tal como puede verse en la figura 4.6. La función del oscilador es generar el tono de respuesta cuya inyección en la línea de subred es controlada por los monoestables. La frecuencia del tono de respuesta está establecida en base a un criterio de mínima interferencia con las señales de DTMF y entre sus respectivos armónicos. Es decir $f_R \in \{697, 770, 852, 941, 1209, 1336, 1477, 1633, 2091,$

2310, 2418, 2556, 2672, 2832, 2954, 3266). El espectro de las frecuencias anotadas grafica la posición de estas componentes:

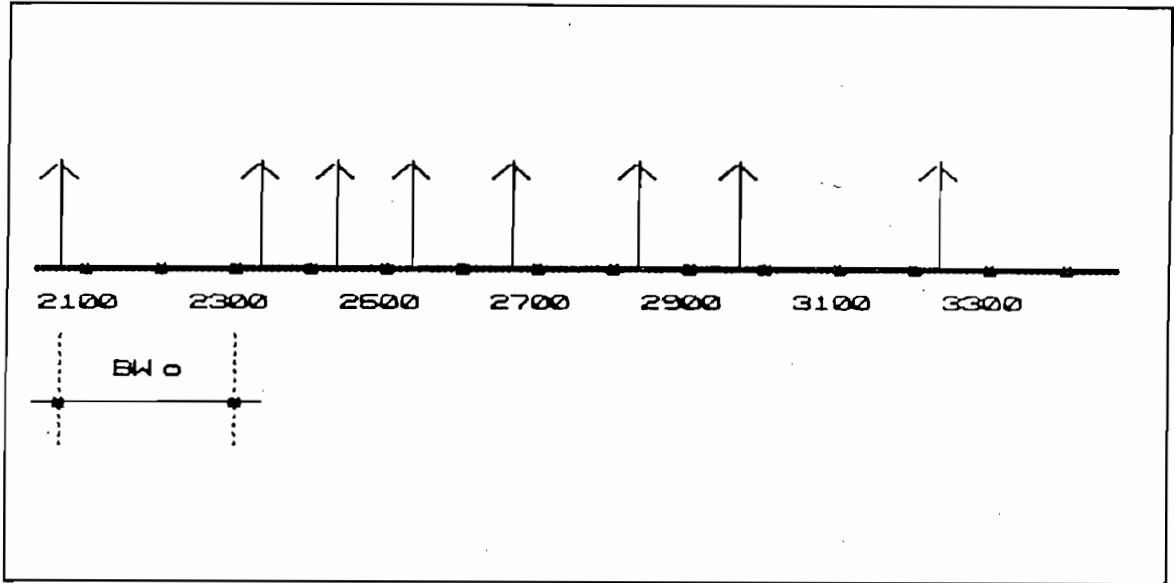


Gráfico 4.10: espectro de DTMF y armónicos

Resulta evidente que la frecuencia de 2200 Hz es la mas adecuada al estar separada alrededor de 100 Hz de sus vecinas. Esto debe ser así ya que el decodificador de tono tiene un rango de detección dentro del cual toda señal de al menos 20 mV, activa la salida.

Definida la frecuencia de 2200 Hz, conviene ahora describir cómo se la genera y cómo se controla su ingreso a la línea de transmisión. Lo ideal sería generar un tono, es decir una oscilación senoidal de frecuencia pura de 2200 Hz. Para esto se podría utilizar el CI EXAR 2206 cuya distorsión armónica sumamente baja es de alrededor del 1%, sin embargo sus requerimientos de polarización $V_{cc} - V_{dd} > 10$ Voltios lo hace complicado para incluirlo en una tarjeta de fuente simple de

5 V. Por contraparte el CI LM 555 utilizado como aestado provee excelente estabilidad de frecuencia, capacidad de carga suficiente y precio muy inferior al EXAR. La única precaución que debe tomarse es que no entrega una señal senoidal sino una oscilación cuadrada por lo tanto es necesario verificar sus armónicos y su simetría. Para el LM 555 en conexión aestado (ver anexos) los tiempos en alto y en bajo están dados por las siguientes relaciones:

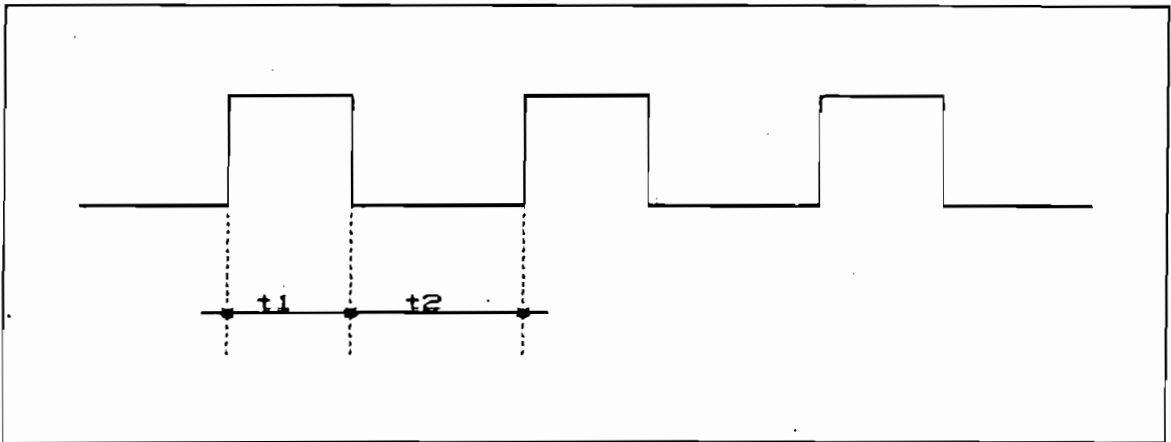


Gráfico 4.11: Ciclos generados por el aestado con LM 555

Donde: $t_1 = 0.693 (R_a + R_b) \cdot C$

$$t_2 = 0.693 (R_b) \cdot C$$

$$f = 1/(t_1+t_2) = 1.44/(R_a + 2R_b) \cdot C$$

Para conseguir la simetría mencionada $t_1 = t_2$ que dará por resultado una onda prácticamente cuadrada. De las hojas de especificación del LM 555 $R_a + 2R_b = 10 \text{ K ohm}$ para $C=70 \text{ nF}$

Si $t_1 = t_2$ entonces $R_a \ll R_b$

$$R_b = 4.7 \text{ K ohm}$$

$$R_a = 470 \text{ ohm}$$

$$R_a + R_b = 9870 \text{ ohm} \quad \text{aproximadamente los } 10 \text{ k ohm}$$

$$C = 1.44 / (10 \text{ kohm} \cdot 2200 \text{ Hz})$$

$$C = 65 \text{ nF}$$

Se escoge $C = 68 \text{ nF}$ y R_b una resistencia fija de 3.3 kohm en serie con un potenciómetro de 5 kohm . Con respecto a sus armónicos, una onda cuadrada tiene componentes armónicas impares por lo cual en este caso serán generadas las frecuencias de 6600 Hz , 11000 Hz , etc, que a mas de irse debilitando, no interfieren con los tonos de la DTMF. El siguiente gráfico presenta el oscilador diseñado:

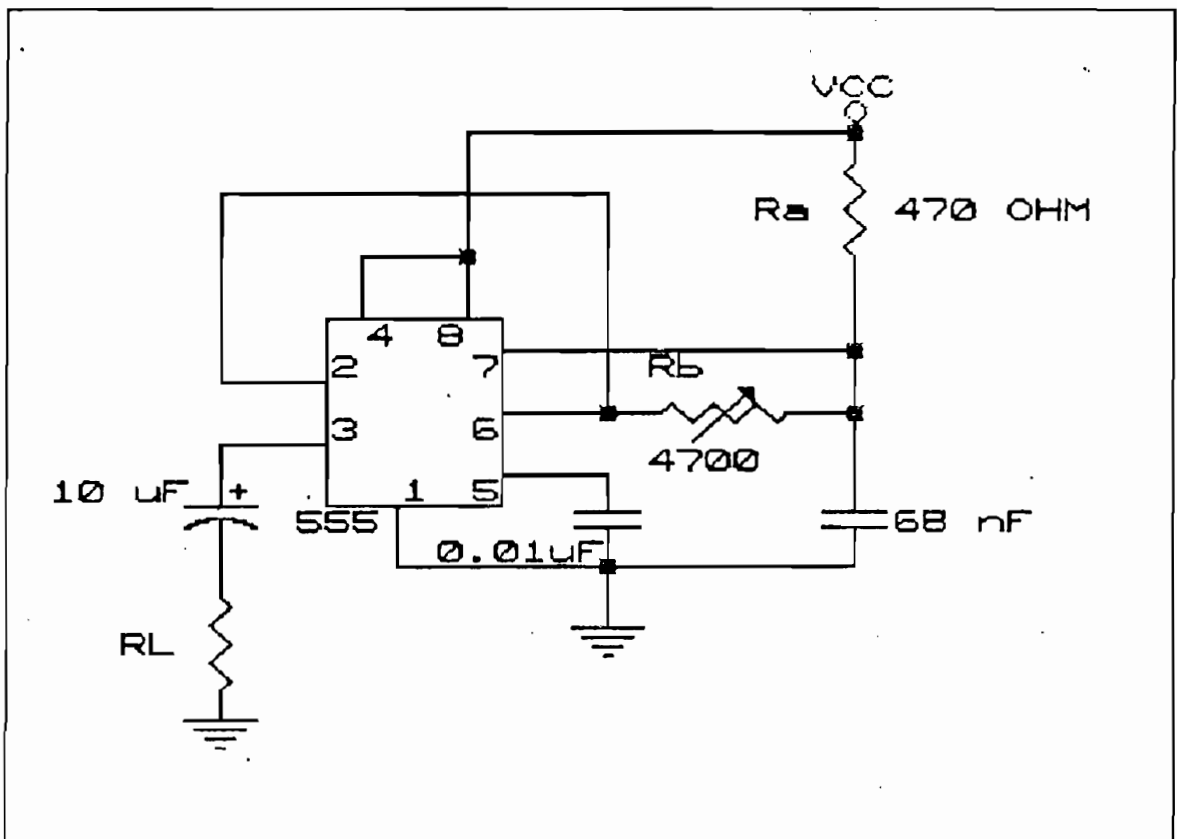


Gráfico 4.12: generador del tono de respuesta

Con respecto a la inyección del denominado tono de respuesta (aunque es claro que no es simplemente un tono) en la línea de subred, cabe indicar que se aprovecha la característica de un oscilador fuertemente realimentado como el aestado descrito que es la de oscilar inmediatamente después de ser alimentado para que, por medio del control de paso de corriente de polarización, se logre la presencia a voluntad de la señal en la línea. El gráfico 4.13 ilustra este método de control. Como referencia anotemos que abrir y cerrar un switch mecánico a relé para controlar el paso del tono de respuesta hacia la línea resulta demasiado lento para estos fines.

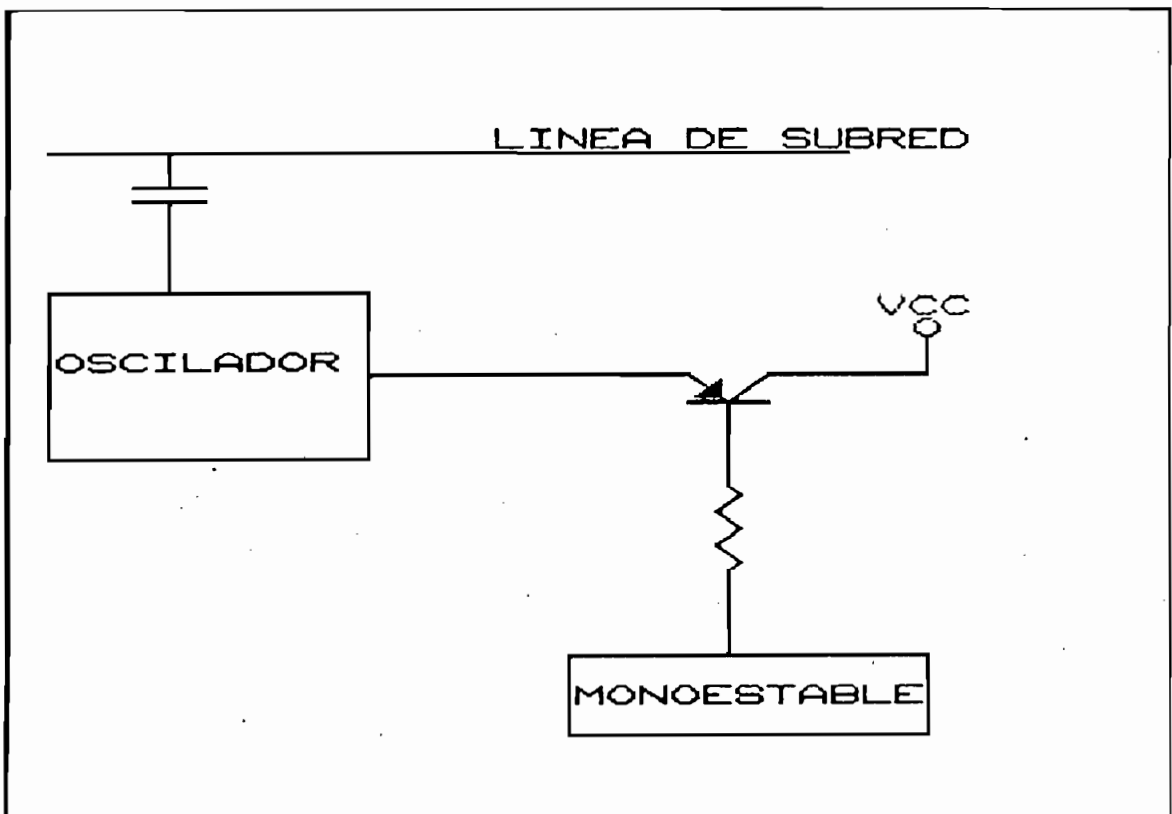


Gráfico 4.13: control de inyección del tono de respuesta

Tal como puede apreciarse en el gráfico anterior, el transistor es llevado a saturación por la presencia de una señal en su base proveniente del monoestable dando paso a la corriente de polarización del oscilador cuya oscilación es enviada por conexión permanente hacia la línea de transmisión de la subred. Como precaución, la frecuencia así generada debe ser ajustada con polarización a través del transistor; esto se logra saturando permanentemente el transistor y calibrando el potenciómetro disponible para el efecto Rb.

Detector del tono de respuesta

Se lo implementado en base al CI LM 567 "tone decoder", el cual cambia el estado lógico de su salida al detectar una frecuencia dentro del ancho de banda al que está sintonizado; su forma de utilización consta en las hojas de especificaciones así como en la referencia 1. La frecuencia central de operación f_0 y el ancho de banda BW están dados por:

$$f_0(\text{Hz}) = 1/(1.1 R_1.C_1)$$

$$BW(\%) = 1070 \sqrt{(V_1/f_0.C_2)}$$

Donde:

C2 capacitancia en el pin 2 expresada en uF.

R1 y C1 son componentes externos

V1 es el voltaje rms de la señal de entrada. En la expresión de BW se ve la necesidad de que el voltaje máximo de

entrada sea pequeño y aproximadamente constante por lo cual se determina que un limitador activo deba ser colocado antes de que la señal ingrese al detector.

Con estas expresiones junto con la frecuencia establecida de 2200 Hz y el voltaje de entrada de alrededor de 400 mVrms que entregará limitador, se determina que para un ancho de banda de 100 Hz como el requerido, se necesite un $C2 = 10 \mu\text{F}$. El siguiente gráfico ilustra las conexiones realizadas para la implementación del detector de tono:

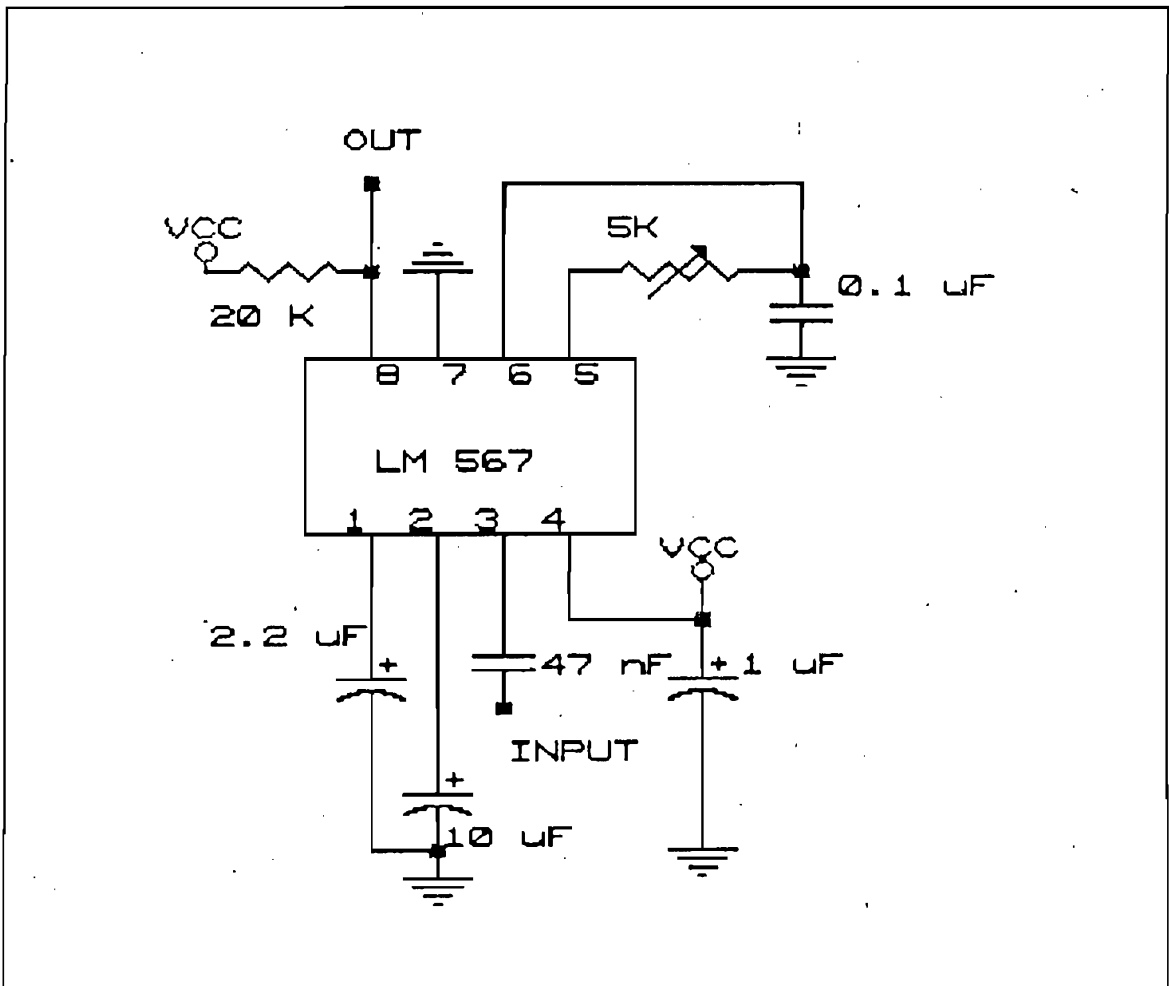


Gráfico 4.14: circuito detector de tono

Para conseguir que $V_1 \leq 400$ mVrms, se requiere un limitador activo ya que la amplitud generada por el oscilador de 2200 Hz es aproximadamente de 3 V pico y la atenuación en la línea de subred es pequeña. Este circuito se implementa en base al amplificador operacional LM 301N de propósito general, junto con los diodos de señal 1N 914, como se muestra en el siguiente gráfico:

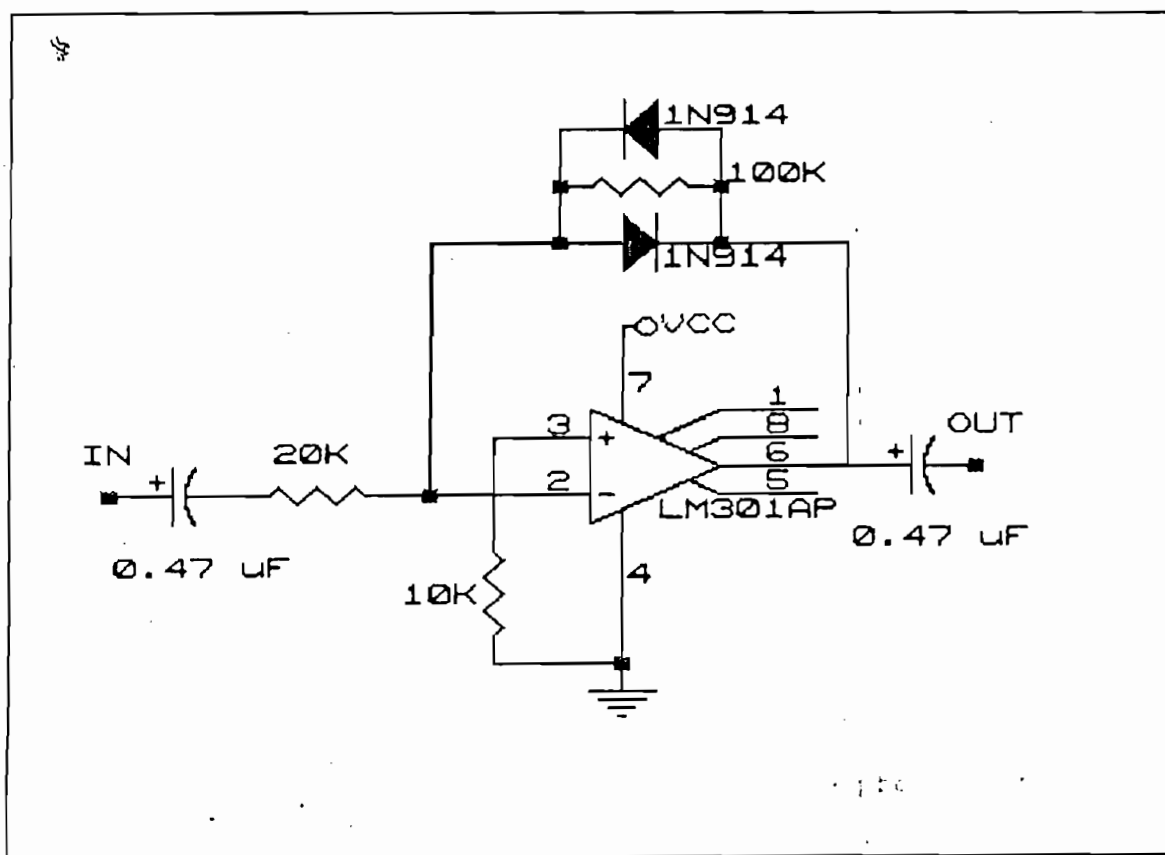


Gráfico 4.15: circuito limitador de amplitud

Bloque interruptores

Dado que las entradas del PLC pueden activarse por medio de la saturación de transistor tal como fue especificado en el

capítulo II, el bloque de interruptores normalmente abiertos consiste simplemente de un grupo de 8 transistores preparados para operar en corte y saturación, cuyas bases están controladas por las salidas del circuito decodificador SN 74LS138. El transistor utilizado es el 2N 3722 PNP de propósito general. La resistencia de base de 4.7 kohm y la resistencia de entrada al PLC de 4.3 kohm, aseguran un voltaje colector-emisor de saturación de alrededor de 0.1 voltios. El siguiente diagrama ilustra uno de los interruptores:

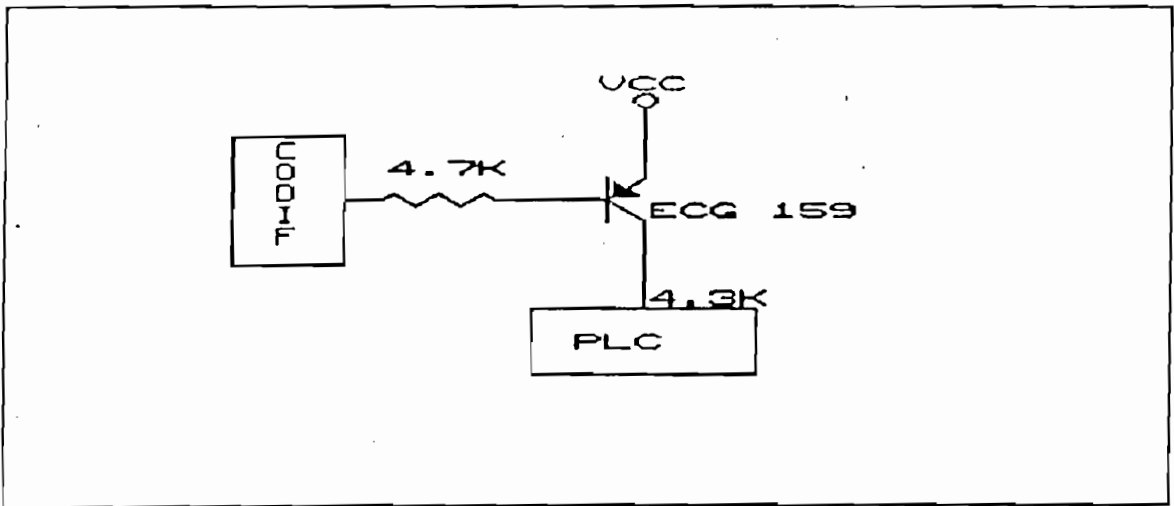


Gráfico 4.16: circuito interruptor electrónico

Bloques acoplamiento

Existen tres secciones de acoplamiento, dos en la UC y una en la UR-A. En la UC, el acoplamiento a la línea de subred se realiza por medio de un transformador de audio 1:1 de 600 ohmios de impedancia para aislamiento galvánico; adicionalmente deben colocarse capacitores de paso para desacoplar la componente de DC, tal como se ve en el siguiente gráfico:

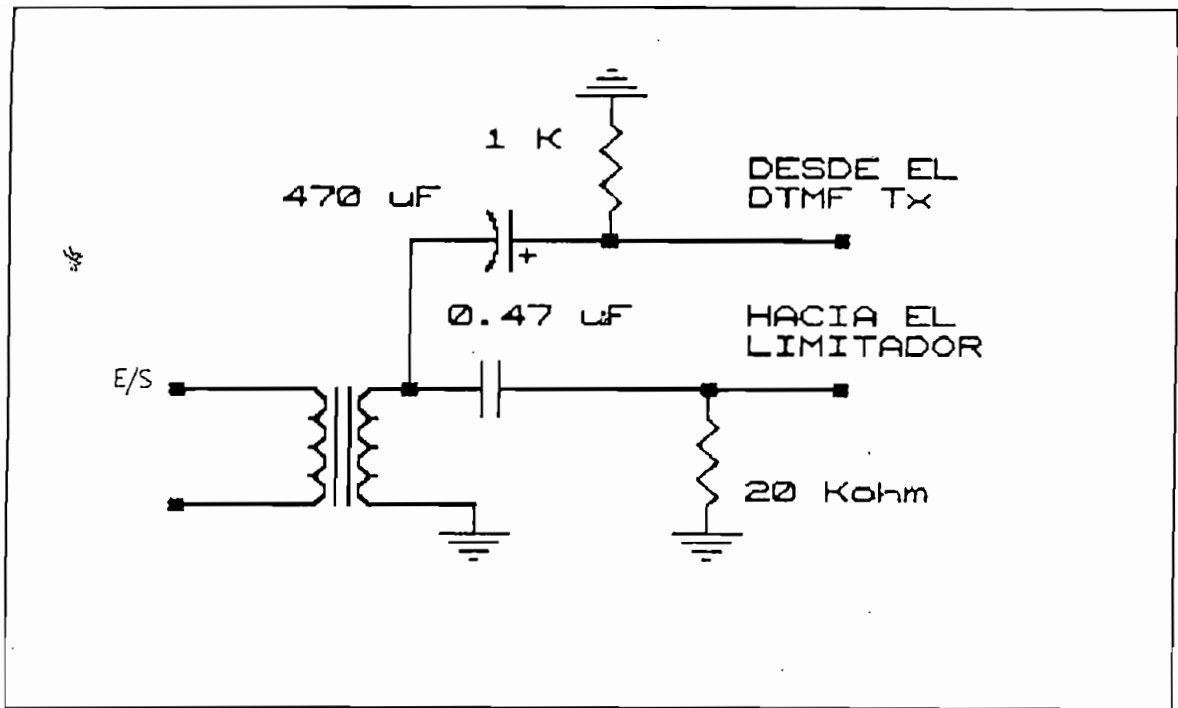


Gráfico 4.17: Red acopladora UC-Subred

Ya que la salida del generador presenta alta impedancia, cuando está deshabilitada (entrada "tone disable" = 0), una señal entrante se irá casi íntegramente hacia el bloque detector de tono; por otra parte, una señal de salida, encuentra 600 ohmios hacia el transformador y 20 kohmios hacia el detector por lo que su corriente pasa prácticamente todo hacia la salida. También cabe recordar que el sistema está hecho para que en ningún momento estén presentes señales de comando y de respuesta simultáneamente en la línea de subred, por lo que no existe posibilidad de detección falsa, aún así la interferencia ha sido minimizada al deducir la frecuencia de respuesta en base a las frecuencias de comando.

La red acopladora RC entre la subred y la UR-A está formada por capacitores de paso, y una resistencia variable que permite mostrar a la UC una impedancia conjunta de 600 ohmios. El siguiente gráfico muestra esta red.

El criterio para el cálculo del valor de dichos condensadores es simplemente que la impedancia resultante a la mínima frecuencia de paso, sea despreciable frente a la resistencia de carga así por ejemplo el condensador C1 debe presentar una impedancia mucho menor a los 100 kohm de entrada al DTMF Rx, es decir menos de 10 kohm, lo que significa que C1 sea mayor que 27 nF, en este caso se ha colocado C1 = 100 nF. C2 por su parte debe presentar menos de 60 ohm, con lo cual C2 debe ser mayor a 1 uF, en este caso se ha puesto de 10 uF puesto que tienen casi el mismo precio.

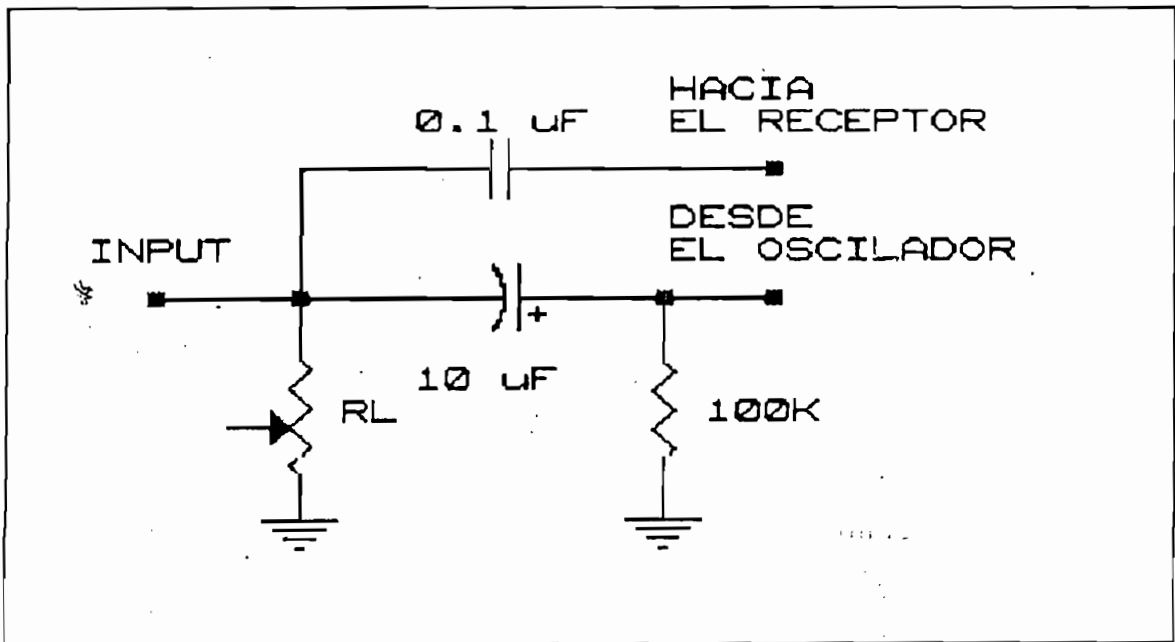


Gráfico 4.18: red acopladora RC de la UR-A

Finalmente debe realizarse el acoplamiento de la señal de entrada proveniente del detector de carros. En vista de que el detector corresponde a otro sistema, con fuente de alimentación independiente, debe evitarse cualquier peligro a la UC debido a polarización equivocada, sobrevoltajes y ruidos eléctricos diversos que podrían ocurrir en la calle; para esto se dota de un optoacoplador a la entrada de detector con lo cual se obtiene perfecto desacoplamiento galvánico. El diagrama circuital de la UC incluye este nuevo elemento.

Hasta el momento se ha diseñado el hardware que servirá para la comunicación entre la UC y sus URAs, en este momento corresponde describir la conformación del cerebro de la UC que no es sino el microprocesador con el programa almacenado en la memoria.

En primer lugar describiremos los CIs seleccionados para luego realizar el diseño del software requerido y que es el que dará utilidad a los diseños presentados.

Bloque interfaz serie

Provee a la UC de la interfaz serie RS 232 tanto en su parte eléctrica y mecánica como en su parte lógica y de "handshake".

La parte mecánica se realiza mediante el conector DB-9 con que cuenta la UC, la parte eléctrica, de conversión de niveles de voltaje se consigue con los CI MAX 232 cuya función es la

de convertir el 1 lógico de -10 Voltios y el 0 lógico de + 10 Voltios, a los 5 y 0 voltios que requieren los niveles TTL con que trabajan los circuitos integrados que estamos usando.

El circuito MAX 232 requiere de varios condensadores para manejo de todos estos voltajes, en base de una sola fuente simple de 5 Voltios; sus conexiones se presentan en el diagrama circuital de la UC, donde se han usado los valores recomendados en la referencia (2).

Las señales para manejo de modem tales como DTR, RTS, CTS y DSR, han sido realizadas con ayuda de los pines de entrada salida del microcontrolador, por supuesto también las de recepción y transmisión serie, estando a cargo del programa la administración de las mismas.

Posteriormente, en la descripción y listado de tal programa podrá apreciarse como se hace esto. Mas detalles sobre la comunicación serie pueden encontrarse en las referencias (2) y (3).

Sistema microcontrolador y programas de manejo de la subred

La disponibilidad de herramientas de software y las excelentes facilidades que presenta para nuestros propósitos, definen que el microcontrolador Intel 8031 sea el escogido para la realización de nuestro diseño.

Se utilizarán además el software ensamblador Cys 8051, el simulador Avsim51 y el programador de memorias PC 9850. Con estas herramientas es suficiente para desarrollar los requerimientos inteligentes de la Unidad de Comunicación. Inicialmente describiremos algunas características básicas del 8031.

El CI 8031 es una CPU (unidad central de procesamiento) orientada a control, posee RAM interna y puertos de entrada salida por lo cual se lo define a veces como un microcomputador en un simple chip. Sus principales características son:

- Procesador de 8 bits

- RAM interna de 128 bytes

- 4 puertos de 8 bits, es decir 32 líneas de entrada/salida

- Canal de comunicación serie, full dúplex.

- Manejo de memoria externa de hasta 128 Kbytes (64 Kbytes en RAM y 64 Kbytes en ROM)

- La mayoría de instrucciones ejecutadas en 1 us.

Desde luego un microprocesador requiere de una memoria de programa, en este caso, con objeto de desarrollar el prototipo,

ha de ser una memoria de solo lectura (ROM) borrable y reprogramable.

La EPROM 2764 es una memoria de las características señaladas, que se detallan a continuación:

✳

- Borrable con luz ultravioleta
- Capacidad de 8 K bytes
- Tiempo de acceso de 200 ns
- Programable a hasta 5ms/byte

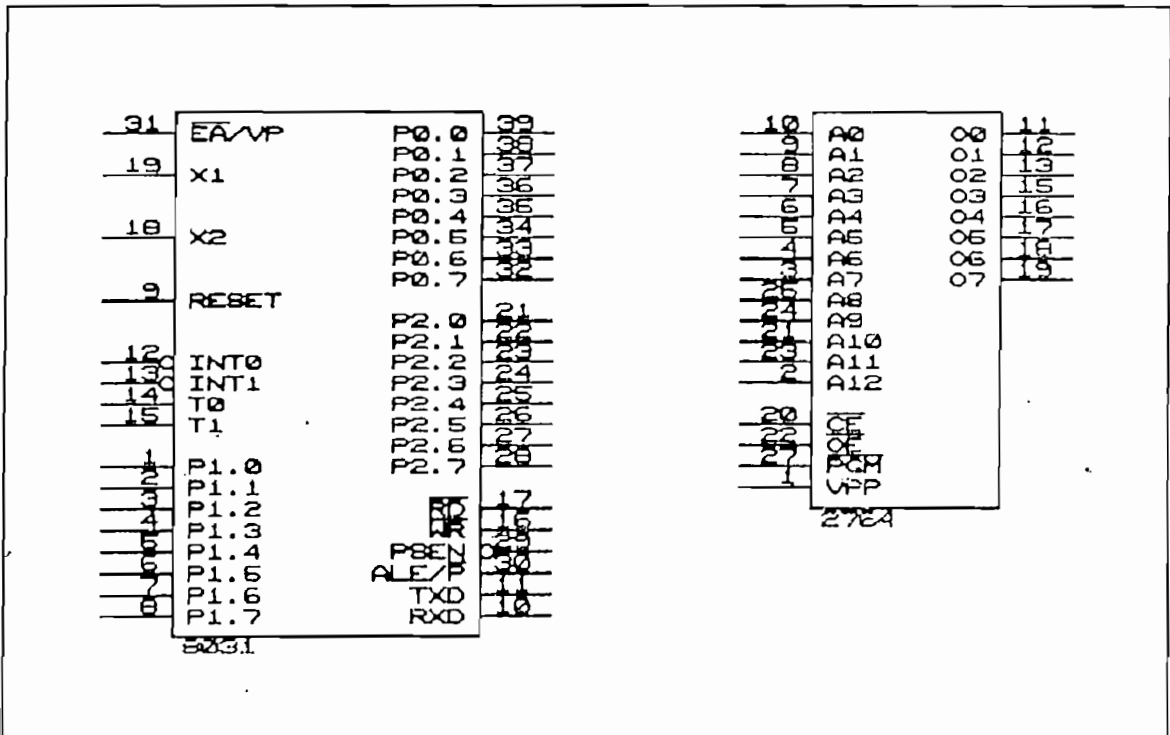


Gráfico 4.19: microcontrolador 8031 y EPROM 2764

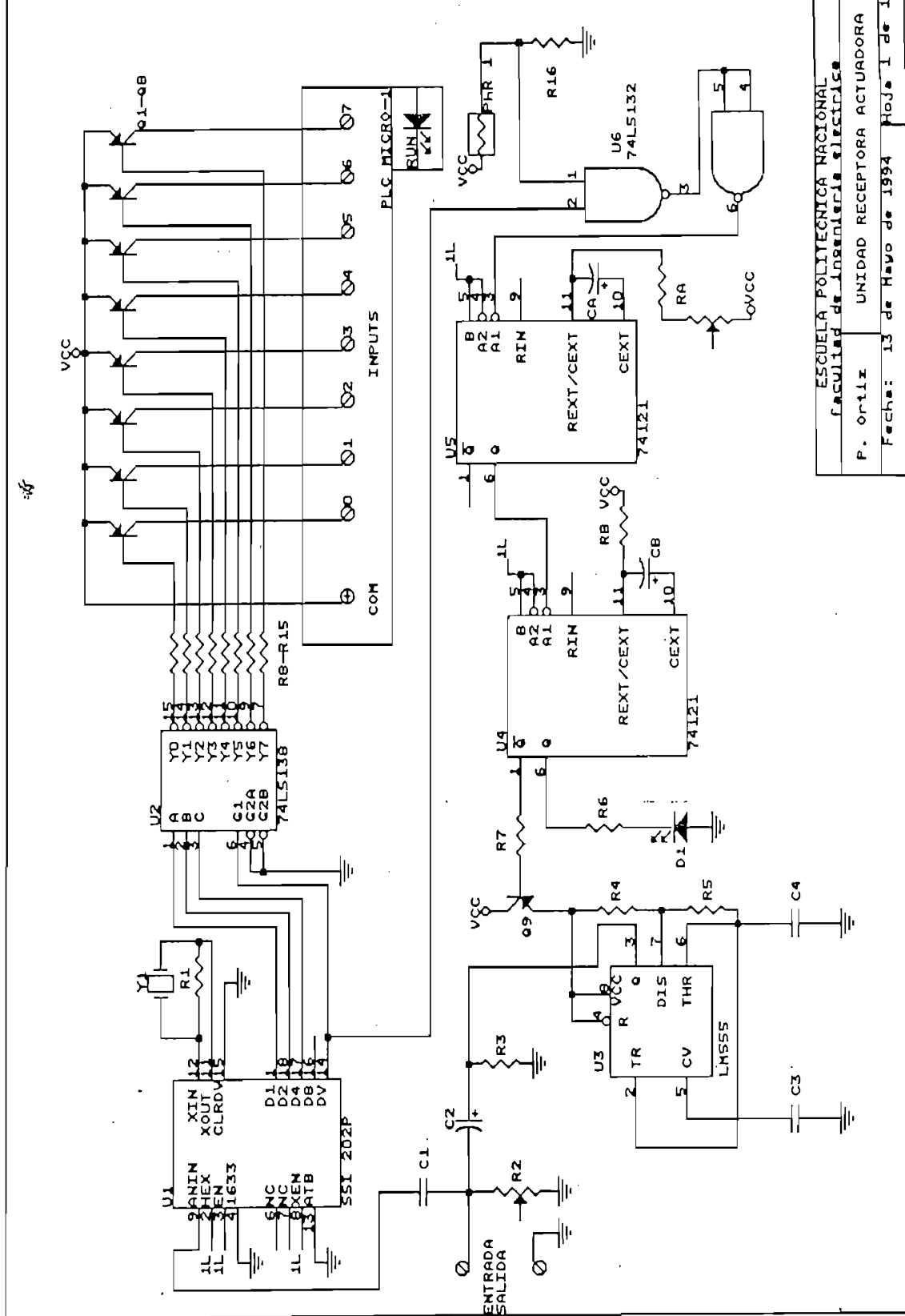
El sistema incluye un "latch" o retenedor 74LS373, un cristal de 7.3728 MHz, un sistema de reset, lo cual constituye un circuito bien conocido que puede venir suministrado con los correspondientes manuales de operación. Este circuito consta en el diagrama general de la UC.

Los puertos P0 y P2 del 8031 contienen las direcciones de memoria y están conectados a la 2764, según consta en el diagrama 4.21. El puerto P0 direcciona los 8 bits menos significativos a través del "latch" 74373 de tres estados, cuya función es la de implementar el multiplexaje del bus de direcciones y de datos que requiere el puerto bidireccional P0.

Los diagramas de tiempo de los pines ALE y PSEN detallan esta conexión correspondiente a ciclo de lectura de memoria de programa; estos detalles constan en los anexos.

4.2.1.1 Descripción del software utilizado en la U.C.

Antes de realizar la descripción del programa, es conveniente presentar la constitución total de los circuitos de la UC y de la UR-A, así como el listado de sus componentes, a fin de proseguir mas adelante con el detalle de las operaciones que realiza el microcontrolador sobre los circuitos que lo rodean. En primer término se presenta el circuito de la UR-A y su lista de componentes:



ESCUOLA POLITECNICA NACIONAL
 Facultad de Ingeniería eléctrica
 P. Ortiz
 UNIDAD RECEPTORA ACTUADORA
 Fecha: 13 de Mayo de 1994 Hoja 1 de 1

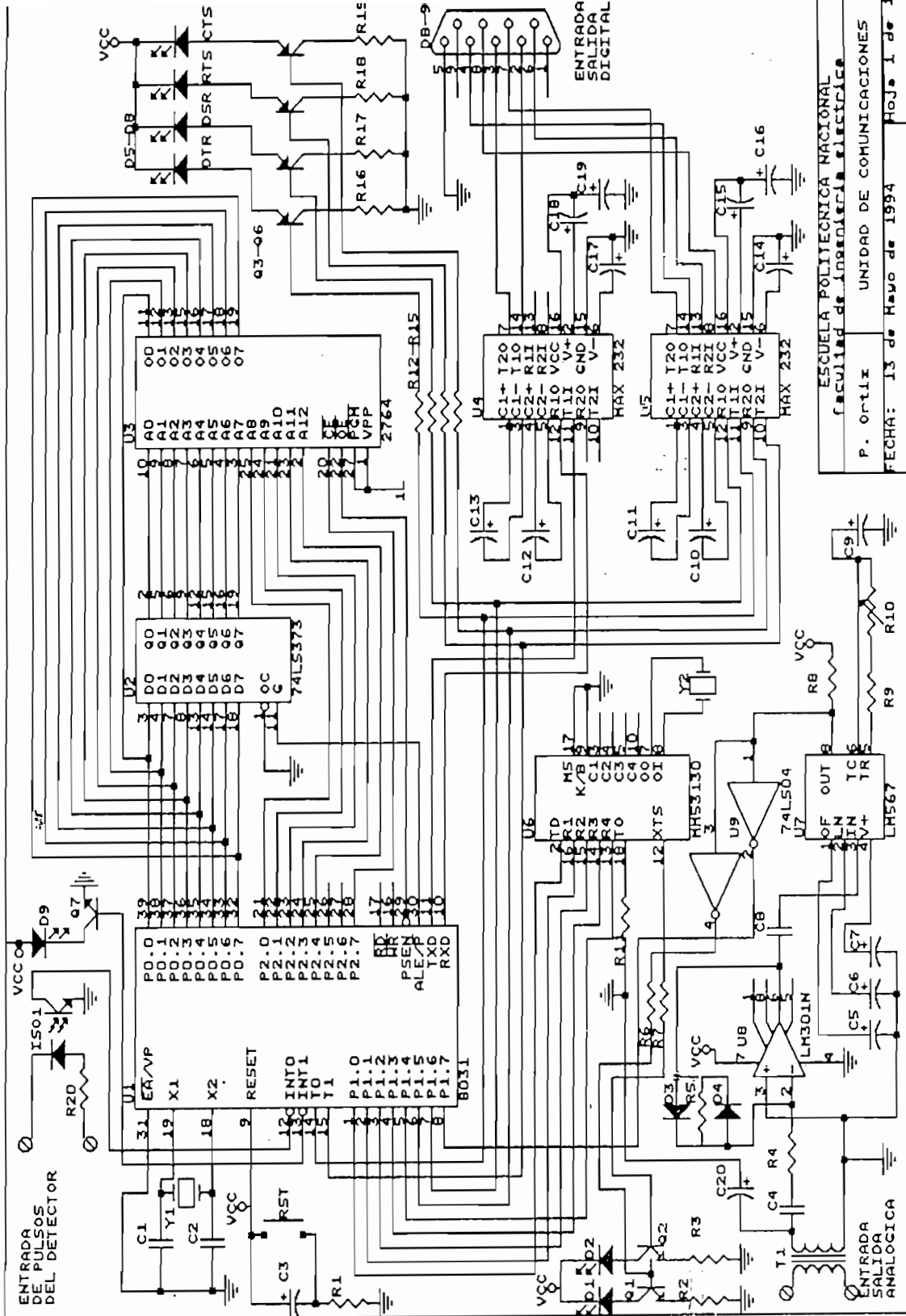
Gráfico 4.20: Diagrama circuital de la UR-A

Tabla 4.3: LISTADO DE ELEMENTOS UNIDAD RECEPTORA-ACTUADORA

Denominación	Descripción	Valor
U1	Receptor multifrecuencial	SSI 202P
U2	Decodificador	74LS138
U3	Timer	LM 555
U4, U5	Monoestables	74 121
U6	Compuerta AND	74LS08
Y1	Cristal del burst	3.579545M
R1	Resistencia \pm W	1 M ohm
R2	Potenciómetro	5 K ohm
R3	Resistencia \pm W	100 K ohm
R4	Resistencia \pm W	470 ohm
R5	Resistencia \pm W	4.7 K ohm
R6	Resistencia \pm W	270 ohm
R7	Resistencia \pm W	4.7 K ohm
R8-R15	Resistencia \pm W	4.7 K ohm
RB	Resistencia \pm W	27 K ohm
RA	Potenciómetro + Resistencia	5K+ 18K
PhR1	Fotorresistencia	1M - 1K
R16	Resistencia \pm W	2.2 K ohm
C1	Condensador cerámico	0.1 uF

C2	Condensador electrolítico	10 uF
C3	Condensador cerámico	0.01 uF
C4	Condensador cerámico	
CB	Condensador electrolítico	10 uF
CA	Condensador electrolítico	47 uF
D1	Diodo led	10 mA
Q1-Q9	Transistores	2N 3722
PLC	Controlador Lógico Programable	MICRO 1
RUN	Led indicador del PLC	

En la siguiente página se presenta el diagrama circuital de la Unidad de Comunicación, en la cual se nota que el microprocesador es el elemento principal a donde convergen todos los demás circuitos. Posteriormente se presenta la tabla 4.5 que contiene el listado de los elementos que conforman la UC. No se incluye la fuente de DC, ya que ésta junto con la fuente DC de la UR-A se presentan en el gráfico 4.22. Hay que notar que algunos componentes como los leds indicadores, conectores externos e interruptores, van en la carcasa del aparato y no en la placa en sí.



ESCUOLA POLITÉCNICA NACIONAL
 Facultad de Ingeniería Eléctrica
 P. Ortiz
 UNIDAD DE COMUNICACIONES
 FECHA: 13 de Mayo de 1994
 Hoja 1 de 1

Gráfico 4.21: Diagrama circuitual de la UC.

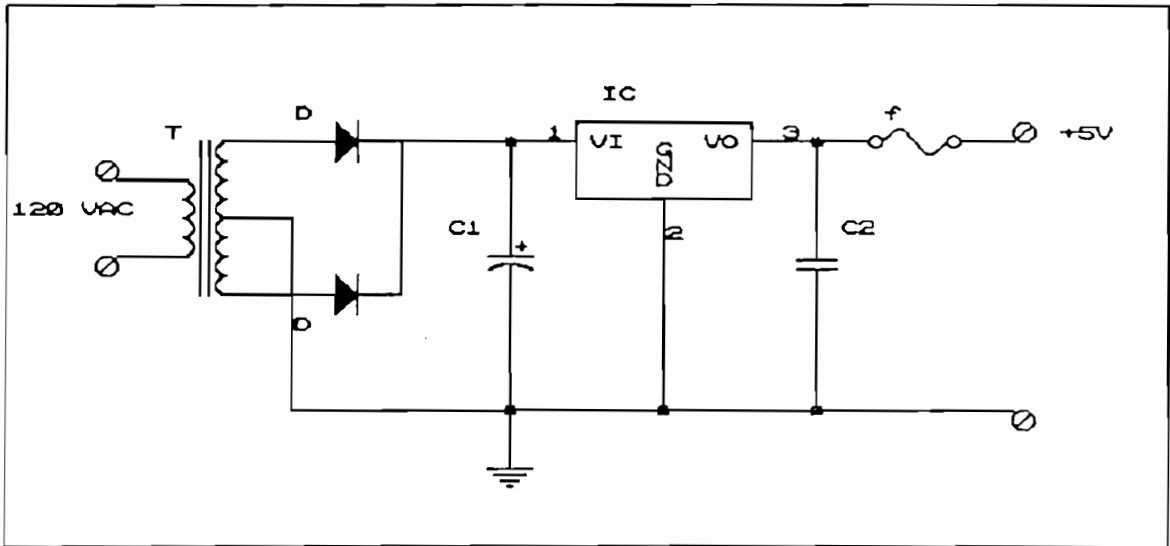


Gráfico 4.22: Diagrama circuital de las fuentes de DC.

Los valores de los componentes se dan de acuerdo a la fuente de la UC, F1 o de la fuente de la URA, F2; adicionalmente cuentan con fusibles de protección propios para tarjetas electrónicas f1 de 1A y f2 de 0.5 A, respectivamente:

Fuente	Potencia T (V,A)	Diodos	C1 (μ F,V)	C2 (μ F,V)	IC
F1	7.5, 2	1N 4007	4700, 35	0.1, 100	μ A 7805
F2	6.3, 0.5	1N 4007	2200, 25	0.1, 100	78L05

Tabla 4.4: componentes de las fuentes de DC

Tabla 4.5: LISTA DE ELEMENTOS DE LA UNIDAD DE COMUNICACION

Denominación	Descripción	Valor
U1	Microprocesador	Intel 8031
U2	Latch	74LS373
U3	UV EPROM	2764
U4,U5	Convertidor RS232-TTL	Max 232
U6	Generador multifrecuencial	MM 53130
U7	Decodificador de tono	LM 567
U8	Amplificador operacional	LM 301
U9	Inversor lógico	74LS04
T1	Transformador de audio	600 ohm
D1,D2	Diodos led	10 mA
D3,D4	Diodos de señal	1N 914
D5,D6	Diodos led	10 mA
Y1	Cristal	7.3728M
Y2	Cristal del burst	3.579545M
ISO1	Optoacoplador	NTE 3040
Q1,Q2	Transistores NPN	2N 3904
Q3,Q6	Transistores PNP	2N 3702
DB-9	Conector de 9 pines	RS232
R1	Resistencia \pm W	8.2 K ohm

C11,C13	Condensadores electrolíticos	47 uF
C14-C19	Condensadores electrolíticos	10 uF
C20	Condensador electrolítico	470 uF

Contando ya con una visión completa del hardware, los diagramas de flujo de los gráficos 4.23 y 4.24, ilustran el software desarrollado.

A continuación se realiza la implementación en mnemónicos del ensamblador del 8031, para las subrutinas presentadas en los diagramas de flujo antes mencionados:

Subrutina INICIO: tiene por objeto predeterminedar las condiciones de arranque del microprocesador tales como el habilitación del puerto serie, el modo de operación de los timers, las interrupciones que serán habilitadas, la prioridad asignada a dichas interrupciones, el estado lógico de los puertos externos inmediatamente después del arranque según convenga al manejo de los circuitos externos, etc. todo lo cual constituirá una especie de sistema operativo para el microcontrolador en base al que desempeñará las funciones y operaciones que le sean programadas:

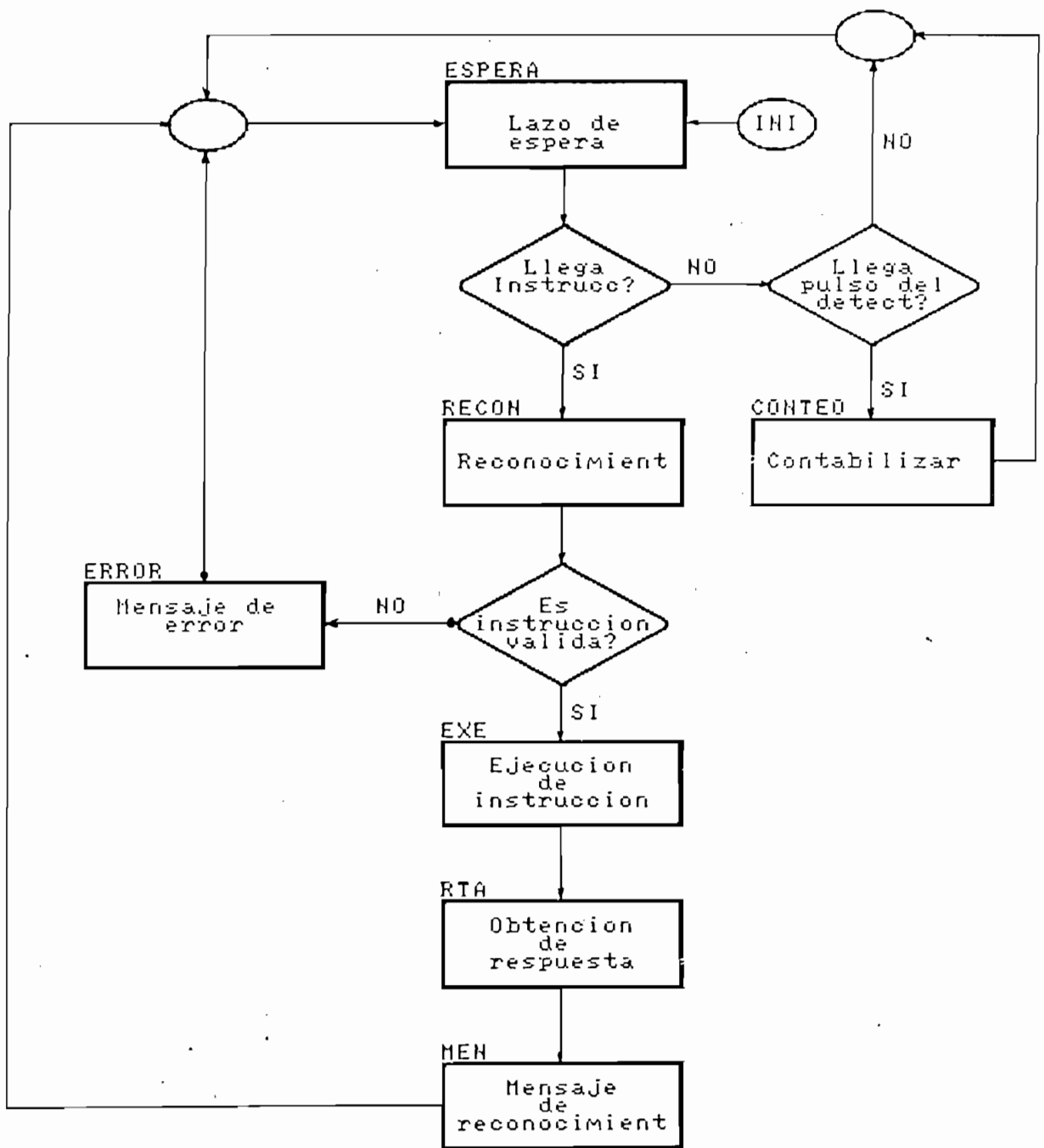


Gráfico 4.24: Diagramas de flujo del programa de la UC

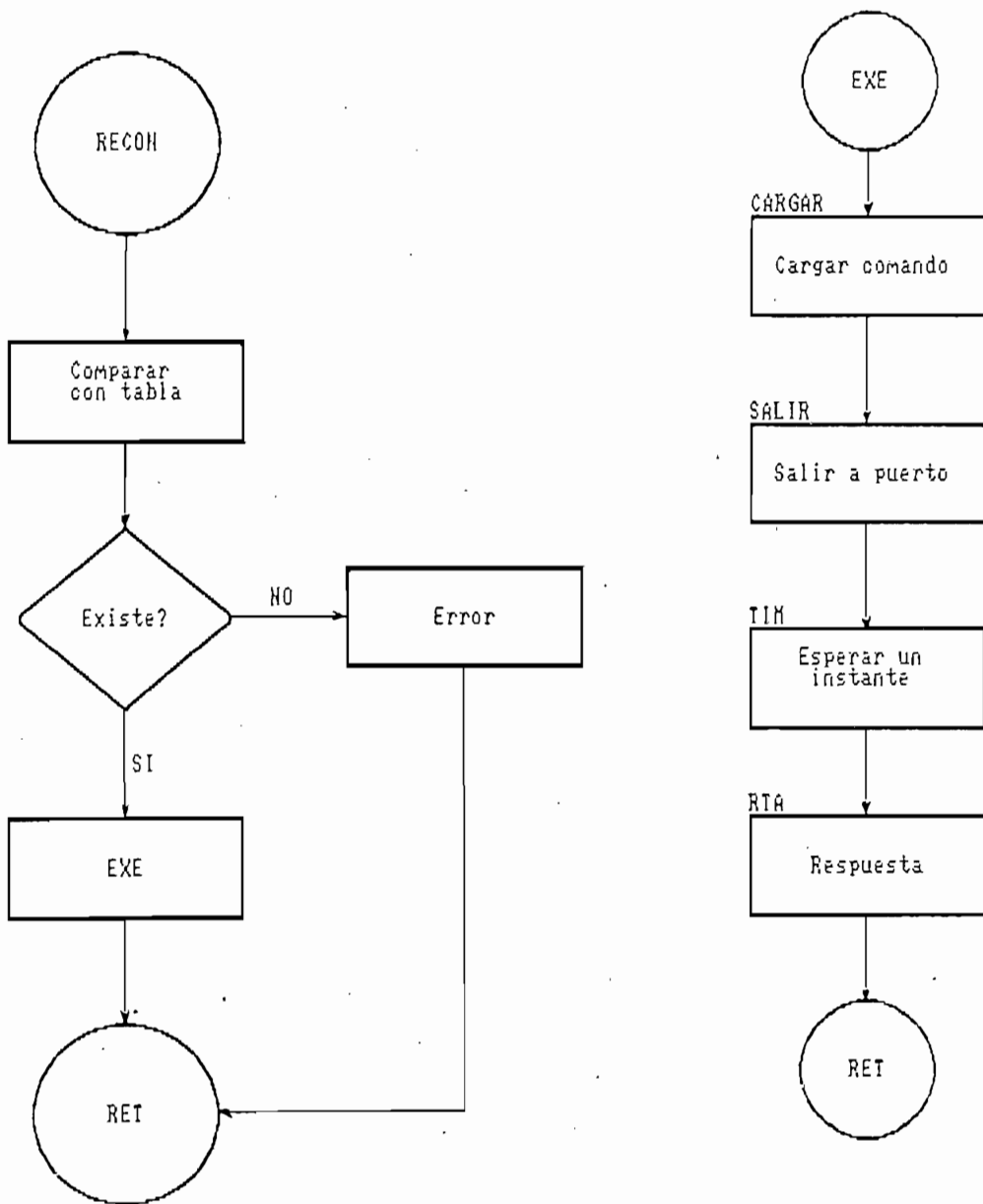


Gráfico 4.23: Diagramas de flujo de programa de la UC.

```

ORG      00H

        AJMP INICIO; salta a inicio en cuanto arranca
ORG      03H

        AJMP CARRO; atención a la interrupción externa
ORG      23H

        AJMP COMSE  ; atención a la interrupción serie
ORG      30H

INICIO: MOV      P1,#0E0H  ;Deshabilita envío de tonos.
        MOV      IE,#91H  ;habilitadas int. serie y externa
        MOV      SCON,#50H ;UART de 8 bits
        MOV      TCON,#41H ;Control de los timers e ITO
        MOV      TMOD,#21H ;Modo de operación de timers
        MOV      IP,#10H  ;Prioridad a interrupción serie
        MOV      TH1,#0COH ;Baud rate
        MOV      TL1,#0COH ;igual a 300 baudios
        SETB     P3.2      ;Habilita entrada interrupción 0
        SETB     P3.4      ;Predisposición de pines
        SETB     P3.5      ;para entrada/salida
        CLR      P3.3      ;Apaga led impulso de monitoreo
        CLR      P3.4      ;DATA TERMINAL READY ON
        RET              ;Instrucción para retorno

```

Subrutina ESPERA

El proceso se queda en stand by hasta que ocurra una interrupción de puerto serie o de detector.

```

ESPERA: AJMP      ESPERA      ;ESPERANDO RX DATA
COMSE:  MOV      A, SBUF      ;tomar el contenido del buffer Rx
        CLR      RI
        SETB     P3.4        ; DURANTE EL PROGR. DTE NO LISTO
        RET

```

Subrutina RECON

Al dato capturado desde el buffer del puerto serie, se lo somete a un proceso de reconocimiento.

```

TONO1:  CJNE     A,#31H,TONO2;Identificación de comando
        AJMP     EXE; Si ha identificado la orden, ejecutarla
TONO2:  CJNE     A,#32H,TONO3
        AJMP     EXE
TONO3:  CJNE     A,#33H,TONO4
        AJMP     EXE
TONO4:  CJNE     A,#34H,TONO5
        AJMP     EXE
TONO5:  CJNE     A,#35H,TONO6
        AJMP     EXE
TONO6:  CJNE     A,#36H,TONO7
        AJMP     EXE
TONO7:  CJNE     A,#37H,TONO8
        AJMP     EXE
TONO8:  CJNE     A,#38H,DETEC; NINGUN TONO IDENTIF. DETECTOR
        AJMP     EXE

```

Subrutina EXE

```

EXE:   ORL      A,#0F0H;Solo los pines de P1 requeridos
      MOV      P1, A; sacar hacia P1 el contenido del Acc.
      ACALL   TIM  ; llamada a subrutina de espera
      MOV      P1,#0E0H ; desactivar puerto P1
      RET

```

Subrutina RTA

Tiene por objeto realizar la captura de los pulsos entregados por el detector de tono, asignándoles instantes de tiempo bien definidos de modo que puede ser reconocida cada respuesta individualmente.

```

RTA:   SETB    P1.7 ;PREPARA AL PIN COMO INPUT
      CLR     C
      MOV     B,#00H
      ACALL  TIM600 ;GENERACION DE UN TIEMPO DE 600 MS
      ACALL  PULSO  ; Llamada a subrutina de captura
      MOV    C,ACC.7 ; Captura del estado externo de P1.7
      MOV    B.0, C ; Almacenamiento en registro B
      ACALL  TIM400 ;GENERACION DE INTERVALO DE 400 MS
      ACALL  PULSO
      MOV    C,ACC.7
      MOV    B.1, C
      ACALL  TIM400
      ACALL  PULSO
      MOV    C,ACC.7
      MOV    B.2, C
      ACALL  TIM400

```



```

ACALL    PULSO
MOV      C,ACC.7
MOV      B.3, C
ACALL    TIM400
ACALL    PULSO
MOV      C,ACC.7
MOV      B.4, C
ACALL    TIM400
ACALL    PULSO
MOV      C,ACC.7
MOV      B.5, C
ACALL    TIM400
ACALL    PULSO
MOV      C,ACC.7
MOV      B.6, C
ACALL    TIM400
ACALL    PULSO
MOV      C,ACC.7
MOV      B.7, C
MOV      A,B ; La información de respuesta esta en B
RET

```

Subrutinas de detección de pulso

La intención de esta subrutina es proveer un método seguro de captura del pulso presente por alrededor de 400 ms en el puerto P1. Para esto se hace el ingreso del valor del puerto durante aproximadamente 3 ms.

```

PULSO:  SETB    P3.3      ;ENCENDER LED DE PULSO DE MONITOREO
        MOV     R7,#0FFH
RECOG:  MOV     A,P1
        JNB    ACC.7,LOOP
        AJMP   SALIR
LOOP:   DJNZ   R7,RECOG
SALIR:  CLR     P3.3; Apagar led externo del pulso
        RET

```

Subrutinas de temporización

Se las realiza en base a los timers que provee el microcontrolador. Se han realizado dos temporizaciones básicas muy exactas, en virtud de las cuales se consiguen las demás (por ejemplo TIM400 = 4.TIM107), estas son TIM107 y TIM. Su exactitud ha sido medida mediante un programa de pruebas en loop con el que se ha fabricado un oscilador en un pin del 8031 a fin de medir externamente su periodo.

```

TIM:    MOV     RO,#0AH  ;Número de veces de repetición.
TIEM:   MOV     TH0,#00H ; inicializar los timers
        MOV     TLO,#00H
        SETB   TCON.4
NIDO:   JNB    TCON.5, NIDO
        CLR    TCON.4
        CLR    TCON.5
        DJNZ   RO, TIEM
        RET
TIM107: MOV     TH0,#00H

```

```

MOV      TLO,#00H
SETB    TCON.4
NI107:  JNB    TCON.5, NI107
CLR     TCON.4
CLR     TCON.5
RET

ERROR:  MOV    P1,#0E0H ;DESACTIVO TONO
CLR     P3.4      ;DTE LISTO
ACALL   DSR
CLR     P3.5      ;REQUEST TO SEND ON
ACALL   CTS
MOV     A,#4EH    ; Mensaje de error NOK
ACALL   XMIT      ; Subrutina de envío por puerto serie
MOV     A,#4FH
ACALL   XMIT
MOV     A,#4BH
ACALL   XMIT
ACALL   TIM
SETB    P3.5      ;REQUEST TO SEND OFF
COMUN:  CLR    P3.4 ;DTR ON
ACALL   DSR
RET

```

Subrutinas varias

Se han agrupado aquí secciones del programa de uso generalizado por las otras subrutinas y que realizan tareas diversas:

```

CARRO:  INC      DPTR      ;incremento de un registro contador
        SETB     P3.2     ;Activar este pin como input
        RETI      ;Retorno de la interrupción externa

```

```

CTS:    MOV      A,P1      ;SUBROUTINA DE ESPERA DE SEÑAL CTS
        MOV      C, ACC.5
        CPL      C
        JNC      CTS
        RET

```

```

DSR:    MOV      A,P1      ;SUBROUTINA PARA ESPERA DE SEÑAL DSR
        MOV      C, ACC.6
        CPL      C
        JNC      DSR
        RET

```

```

XMIT:   MOV      R5,A      ; SUBROUTINA DE ENVIO POR PUERTO SERIE
        CLR      P3.5     ; RTS ON
        ACALL   CTS
        MOV     A,R5
        MOV     SBUF, A
WAIT:   JNB     TI, WAIT
        CLR     TI
        SETB    P3.5     ;RTS OFF
        RET

```

4.2.2 Diseño del Programa del Computador.

Por considerar que presta suficientes facilidades para nuestros propósitos se ha determinado que la programación se hará en lenguaje BASIC, con el programa Quick Basic V 4.0. En vista de que el manejo del puerto serie es fundamental, realizaremos una rápida descripción de su uso y comandos BASIC asociados. Posteriormente se presentarán diagramas de flujo que ilustren la manera en que funciona el programa y algunos de los importantes segmentos del mismo.

Los computadores personales generalmente tienen uno o dos pórticos serie. Para manejarlos, el lenguaje programador, los ve como un archivo de datos de nombre COM en donde es posible realizar operaciones de lectura y escritura. El tamaño de estos archivos puede ser definido desde el lenguaje programador ya que se incluye una sentencia para asignar tamaño al "buffer" de entrada y salida serie. Adicionalmente, antes de enviar o leer un caracter del puerto serie, a éste es necesario abrirlo y establecer los parámetros de comunicación exacta, que serán utilizados, por ejemplo la tasa de baudios (baud rate) o velocidad con que salen y entran los caracteres a tal archivo, bits de arranque, parada, etc.

Ilustraremos el uso del puerto serie en BASIC, mediante la instrucción que hemos usado para nuestro programa:

```
OPEN "COM2:300,N,8,1,DS,CS,OP" FOR RANDOM AS #1 LEN=256
```

En donde:

```

END IF
PRINT #1,TECLA$; 'sacar al puerto serie definido, el ASCII
PRINT 'de TECLA$ y a pantalla también
PRINT "ENVIO: ";TECLA$
B: IF EOF(1) THEN GOTO A 'Si no hay caracteres llegados al
END IF 'puerto, ir a A
PUERTO$ = INPUT$(LOC(1),#1)'Ingresar un caracter desde el
PRINT 'puerto
PRINT "RECIBO: ";PUERTO$ 'presentarlo en pantalla
GOTO A 'retornar a A

```

Para realización de pruebas se puede también colocar un conector RS 232 con loop entre los pines Tx y Rx (2 y 3), de modo que lo transmitido sea también lo recibido. Con esta explicación previa es oportuno pasar a la descripción esquemática del programa computacional que dirige la operación y el funcionamiento de este prototipo de sistema de telecontrol para semáforos.

El programa de control maneja en realidad a programas básicos que son los siguientes: Selftest, Control Manual, Control Automático, Monitoreo de Flujo, Impresión y Almacenamiento. De los programas mencionados, Control manual es el que reúne la características elementales de comunicación, y en base a este están realizados Selftest y Control automático.

Los diagramas de bloques de las páginas siguientes ilustran la estructura de los programas mencionados y la manera en que hacen uso unos de otros:

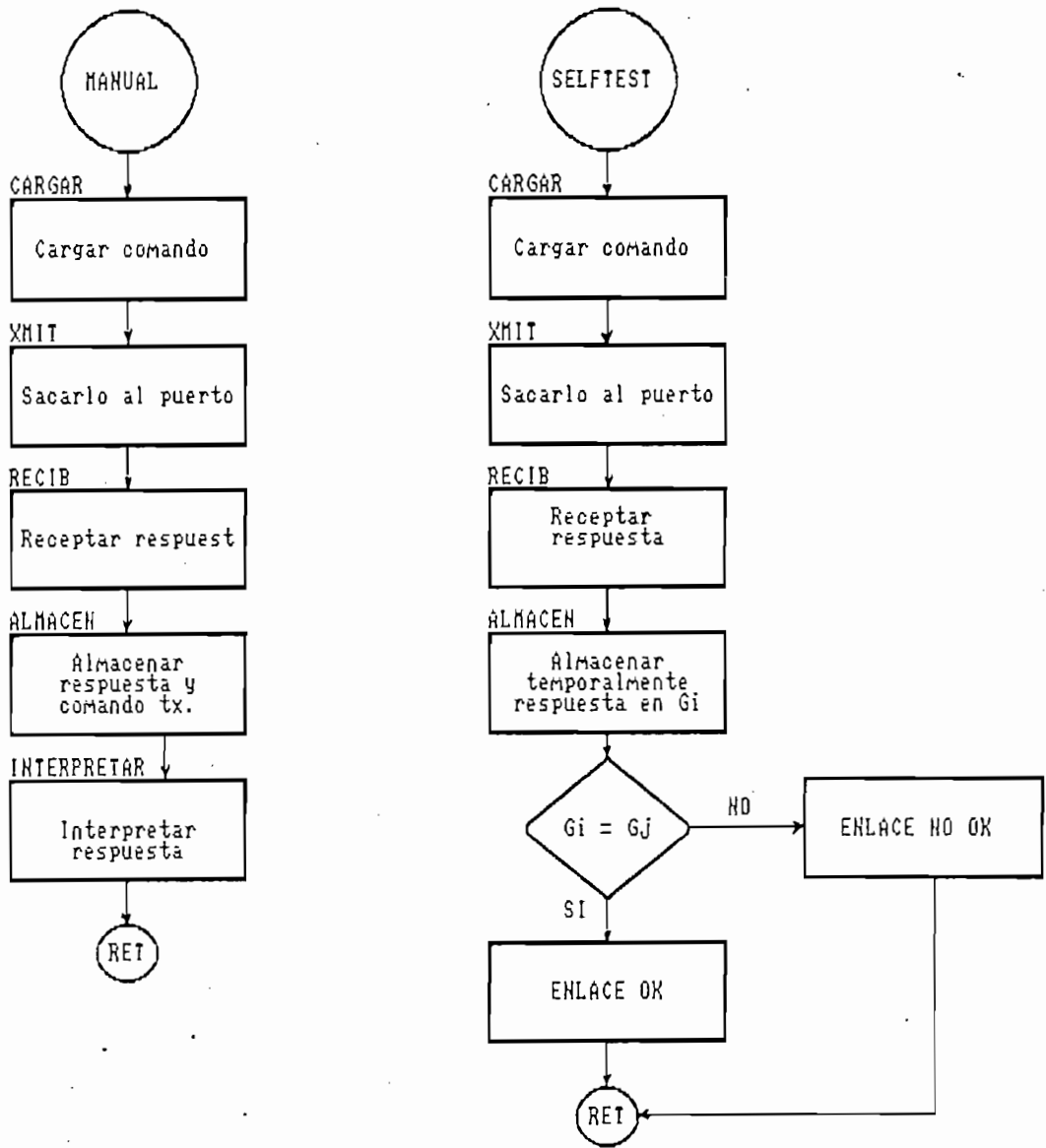


Gráfico 4.25: Diagramas de flujo del programa de control.

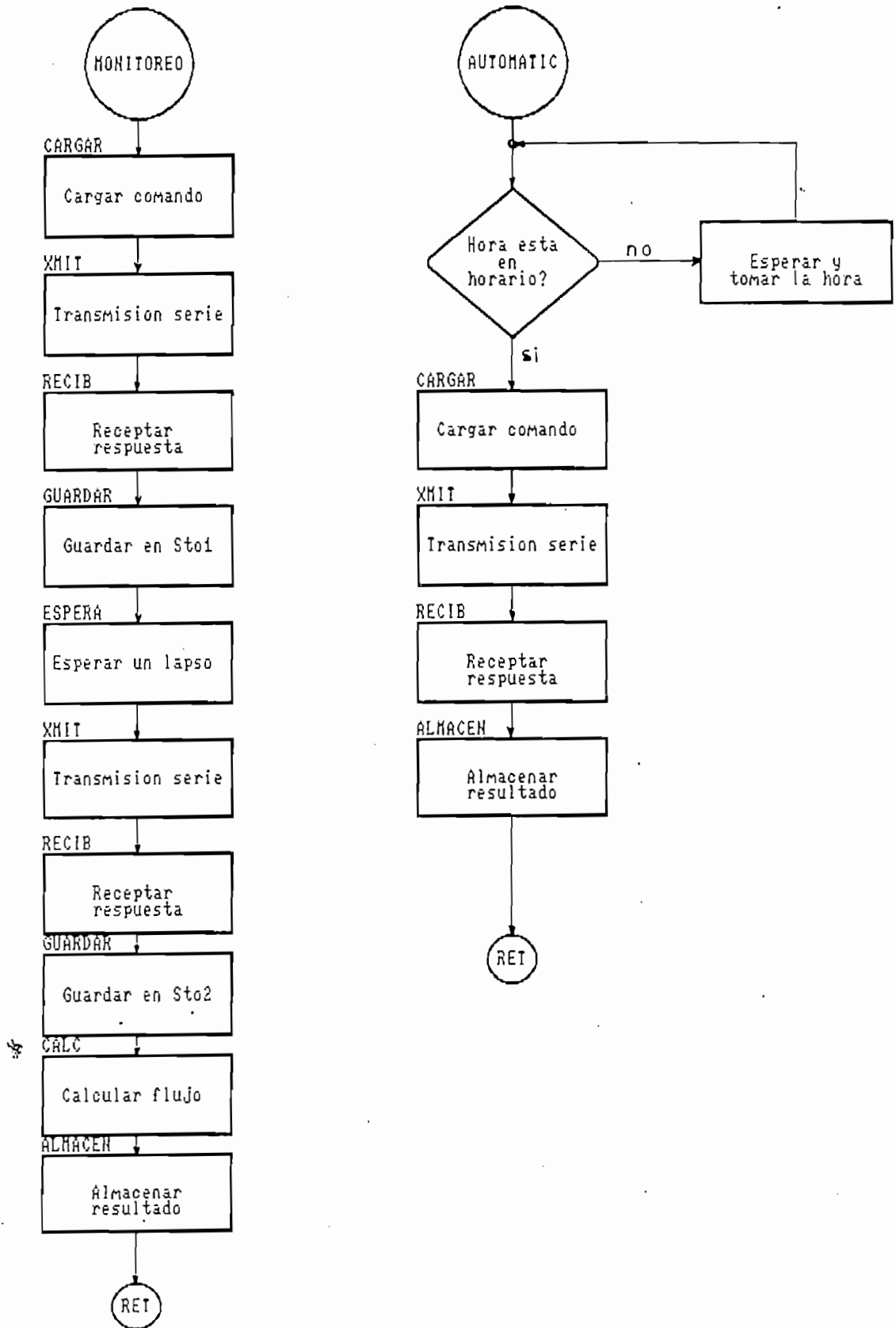


Gráfico 4.26: Diagramas de flujo del programa de control.

Control Manual

Con este programa, se puede de una manera simple y directa, ordenar a la UR-A remota que cambie de programación al controlador de semáforo. Se puede también pedir a la UC que envíe información de conteo de autos. Desde luego estas operaciones incluyen reconocimiento de repuesta y almacenaje en disco de los resultados. El diagrama de bloques 4.25 ilustra el diseño de este programa, donde las subrutinas correspondientes, se describen a continuación:

SUB CARGAR: Consiste simplemente en preparar una variable que será enviada por el puerto serie, cargándola con un código ASCII que debe reconocer la UC ya que porta la información del comando requerido. Por ejemplo:

```
MANDO$ = "1"
```

```
SUB XMIT
```

```
OPEN "COM2: 300,N,8,1,DS,CS,OP" FOR RANDOM AS #1 LEN = 256
```

```
PRINT #1,MANDO$
```

```
RET
```

```
SUB RECIB
```

```
DO $
```

```
LOOP UNTIL LOC(1) <> 0      ' lazo de espera hasta que llegue  
                           ' caracter
```

```
MODEMIN$=INPUT$(LOC(1),#1)  'capturarlo en MODEMIN$
```

```
CALL INTERPRETAR          'llamada a sub. interpretar
```

RET

SUB ALMACEN

```
TYPE ORDEX                                'definición del tipo de variable
    FECHA AS STRING*15                     'ORDEX, compuesta
    HORA AS STRING*15
    PROG AS STRING*15
    FLUJO AS STRING*15

DIM UC AS ORDEX                            ' UC es ahora compuesta
FECHA$=DATE$
OPEN "A:\VIA.DAT" FOR RANDOM AS #2 LEN=LEN(UC)'abrir archivo
                                                'en diskette
NUMREG = LOF(2)\LEN(UC)                    'calcular # de elementos en arch.
UC.FECHA=DATE$
UC.HORA=TIME$
UC.PROG=PROG$
UC.FLUJO=MODEMIN$
NUMREG = NUMREG + 1
PUT #2, NUMREG, UC                        'almacenaje en disco
RET
```

SUB LECTURA

```
OPEN "A:\VIA.DAT" FOR RANDOM AS #1 LEN = LEN (UC)
NUMREG = LOF(1)\LEN(UC)
FOR N = 1 TO NUMREG
GET #1, N, UC                             'sacar variable compuesta UC
CLOSE                                       'del diskette
```

SUB INTERPRETAR: Ya que la información de respuesta está almacenada a modo de un caracter ASCII, es conveniente convertirla a binario y de allí deducir, si existe presencia de 1 es repuesta afirmativa, de lo contrario es respuesta negativa:

```
Z$ = UC.FLUJO           ' asignación
V = ASC(Z$)             'obtención del valor ascii del caracter
K = 0
DO                       'conversión de decimal a binario
  K = K + 1
  W(K) = V MOD 2         'calculo del residuo de V dividido 2
  V = V \ 2              'calculo de división entera
LOOP WHILE V > 2
W(K+1) = V MOD 2
W(K+2) = V \ 2
FOR K = 1 TO 8           'interpretación de resultados
  IF W(K) = 1 THEN
    PRINT "SI"
  ELSE
    PRINT "NO"
  END IF
NEXT K
RET
```

Selftest

Se pensó conveniente disponer de una rutina de comprobación del enlace, pero sin afectar el controlador de

semáforo. De esta manera se puede hacer que una señal que haya hecho todo el recorrido sea sometida a una prueba a su llegada, para comprobar el estado del enlace.

```
MANDO$ = SELFTEST$  
CALL XMIT  
CALL RECIB  
CALL GUARDAR1  
CALL XMIT  
CALL RECIB  
CALL GUARDAR2  
CALL XMIT  
CALL RECIB  
CALL GUARDAR3  
IF GUARDAR1=GUARDAR2 THEN PRINT "OK"  
ELSEIF GUARDAR1=GUARDAR3 THEN PRINT "OK"  
ELSE IF GUARDAR2 = GUARDAR3 THEN PRINT "OK"  
ELSE  
PRINT "NOK"  
END IF  
RET
```

Control Automático.

Realiza idénticas funciones al programa Control Manual, pero de acuerdo a la hora y la fecha de la computadora, de manera que se pueden establecer los horarios de cambio de programación de los controladores de semáforo sin participación de un operador humano, hasta cuando se lo desee. Por ejemplo,

supongamos que a las 9 de la noche se desea colocar en amarillo intermitente, y que "A" es el comando correspondiente:

```
HORA$ = TIME$  
IF HORA$ = "21:00:00" THEN  
MANDO$ = "A"  
CALL XMIT  
CALL RECIB  
CALL ALMACEN  
RET
```

Monitoreo de flujo

Este programa es el encargado de pedir información de conteo de autos a la UC, cada cierto periodo que le permita al computador calcular, mediante la división cuenta/tiempo, el flujo vehicular promedio de la vía a la hora del cálculo. Por ejemplo calcular el flujo y almacenar los resultados:

```
MANDO$ = "C"    'C es el comando para esta operación de la UC  
CALL XMIT  
CALL RECIB  
CALL STO1      'almacenaje en una variable temporal  
CALL ESPERA    'tiempo de espera antes de repetir la operación  
CALL XMIT  
CALL RECIB  
CALL STO2      'almacenaje temporal  
FLUJO = (STO2-STO1)/ESPERA    'cálculo del flujo  
CALL ALMACEN   'guardar en archivo apropiado.
```

Impresión y gráfico

Estas dos tareas son importantes para el análisis de los datos almacenados por lo cual deben preverse dentro de la concepción del software. En el presente programa son ejecutadas de una manera elemental gracias a las opciones de BASIC: LPRINT y PSET (x,y).

En la siguiente sección PRUEBAS Y RESULTADOS, se realizará un resumen de las limitaciones y experiencias obtenidas al aplicar este sistema al control de semáforos previsto.

4.3 PRUEBAS Y RESULTADOS

Esta sección constituye un resumen de los resultados obtenidos al realizar pruebas en los equipos y en el sistema construido. Previamente conviene aclarar las condiciones en que se desarrollan dichas pruebas.

Condición 1: El enlace entre el computador y la UC no se realiza a través de modems, sino que se lo simula '⇒' por medio de la conexión denominada "null modem" en el cable RS232. Esta conexión se presenta en la figura siguiente:

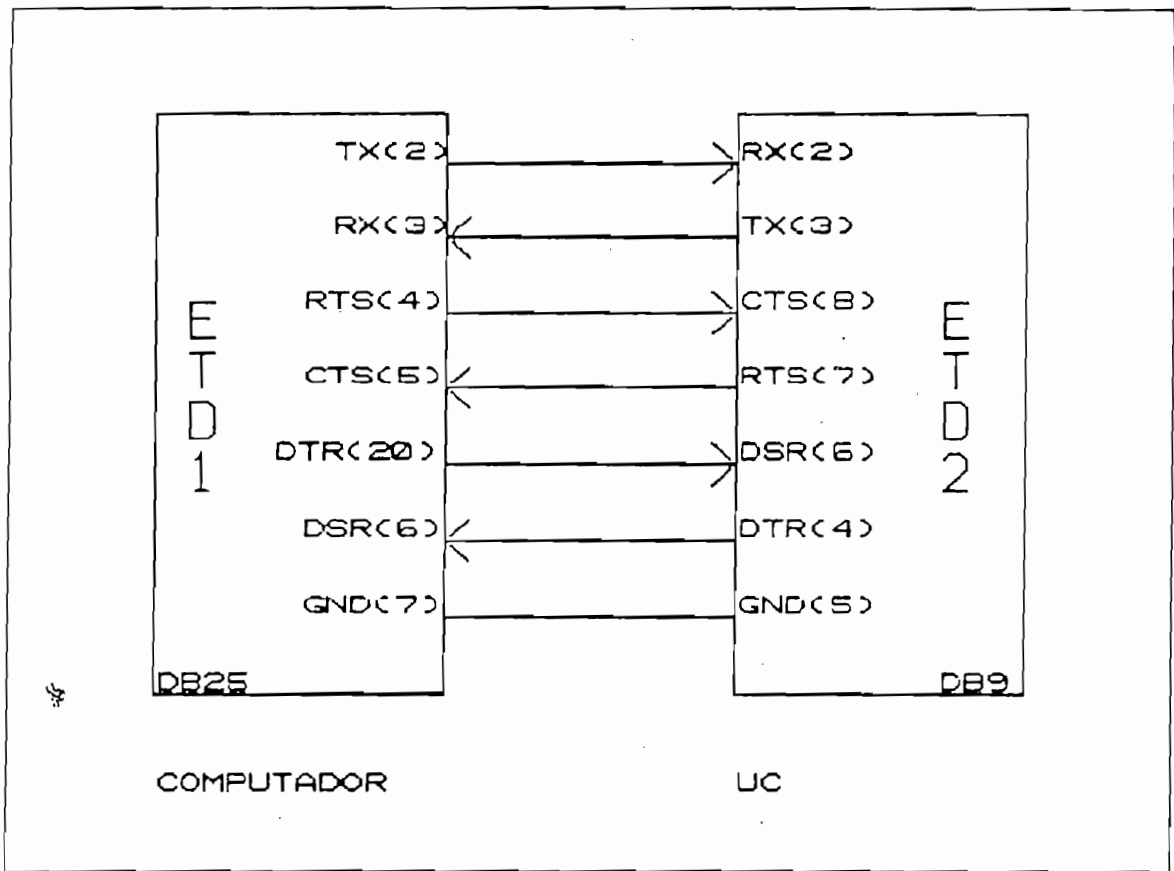


Gráfico 4.27 conexión null modem

Condición 2: La longitud de la línea de transmisión de la subred es de solo 5 m. (par blindado) pero se realizan pruebas de atenuación cuyos márgenes serán presentados posteriormente.

Condición 3: Se dispone solamente de un controlador de semáforo y una sola URA; en ésta, sin embargo, se varía la constante de tiempo t_A para que responda como 4to y como 8avo semáforo.

Condición 4: La programación del controlador de semáforo está realizada, a fin de facilitar las pruebas, con ejemplos

mediante los cuales se puedan advertir los cambios; además contiene los elementos indispensables para su aplicación a la práctica.

Condición 5: A la entrada de detector de la UC se ha colocado un oscilador de onda cuadrada para que simule la entrega de pulsos por parte del detector de carros.

Resultados

-El reconocimiento de respuesta posterior a una orden enviada, se efectúa adecuadamente tanto por el hardware como por el software de la UC; un registro de los comandos enviados, una parte del cual se adjunta mas adelante, señala que el 100% de las órdenes han sido respondidas; lo que implica que el sistema comando vs. respuesta está operando correctamente.

-La presencia de un ruido de aproximadamente 20 mV, 150 kHz, proveniente del PLC, ingresa a la línea de transmisión a través del cableado entre las salidas de la URA y las entradas del PLC; se observó que mientras más cortos sean dichos cables, menor es la amplitud de este ruido; esto determina que la URA esté colocada en la parte superior del PLC, lo más cerca posible de las entradas. No es necesario colocar filtros para este ruido pues el SSI 202 P detector de DTMF '1' incluye filtraje muy preciso de las señales de entrada, sin embargo, el margen de atenuación de las señales de comando en la subred se verá disminuido considerando esta situación.

-Se han realizado pruebas de atenuación de las señales DTMF; puesto que no ha sido posible obtener el dato exacto de atenuación para el cable utilizado, se utiliza el dato dado para una línea telefónica (e), $att = 1.302E-3$ dB/metro. Por lo tanto 2500 metros de línea atenuarán 3.25 dB; es decir que para el último semáforo, por esta causa, llegaría alrededor de 0.34 voltios de señal. Como el detector DTMF requiere al menos 20 mV para detectar, se establece un margen de pérdidas teórico de 24.6 dB. Experimentalmente se atenuó la señal hasta en 16 dB sin perder el enlace; este resultado prevé que la atenuación por longitud de la línea no causará problemas al sistema.

-El programa de computador desarrollado se ha denominado TELCOS (TELEControl de Semáforos); puede operar directamente desde el DOS (telcos.exe) o dentro del programa Quick Basic (telcos.bas).

-El control de la conmutación entre programas del controlador desde la computadora, es plenamente satisfactorio y cumple con lo que ha sido planificado. La UC activa en forma remota las entradas del PLC durante un segundo aproximadamente, pero ésta acción es retenida por el PLC mediante una subrutina realizada para el efecto. El programa del controlador está bien concebido y cuenta con una característica muy importante para semaforización como es la que, una vez activada una entrada, primero finaliza el ciclo en curso, antes de obedecer a la nueva acción.

cual se ha generado un archivo llamado mon.dat en donde se han almacenado estos resultados; una parte del mismo (lograda con la opción imprimir de TELCOS) se adjunta mas adelante.

-Junto a la operación de monitoreo de flujo se ha provisto una opción de lectura de datos de monitoreo la cual junto con un gráfico de barras, permite visualizar en pantalla el comportamiento del tráfico durante el intervalo de observación.

-No ha sido posible probar el comportamiento en ola verde de los semáforos puesto que solo se dispone de un controlador; sin embargo no parecen existir razones para que esto no se cumpla de la forma prevista.

-Pruebas de demostración realizadas en la Dirección de Tránsito de la Policía Nacional, operando con un semáforo real, mostraron que el sistema trabaja correctamente de acuerdo a lo que fue concebido. Sin embargo fueron hechas algunas sugerencias muy provechosas, entre ellas, que la transición de semáforo apagado a semáforo prendido, debe hacerse mediante unos pocos segundos en amarillo intermitente de modo que no sea sorpresivo para los conductores que ese momento cruzan la intersección. También, por sugerencia, se implementó en el programa TELCOS, un programa de control automático que cambia los cronometrajes disponibles, en base a una medición previa de flujo; de esta manera ya no se necesita la hora del computador sino la medición periódica del flujo vehicular, para la cual se utiliza la capacidad ya prevista en TELCOS como "monitoreo". Si bien el software se ha complicado un poco mas,

la utilidad de este modo de control es sin duda la más atractiva. Adicionalmente se ha implementado un pequeño generador de pulsos que actúa en base a una fotorresistencia; con esto se ha logrado visualizar mejor el control de los semáforos ante eventualidades de flujo vehicular. La opción descrita, corresponde en el programa TELCOS a CONTROL AUTOMATICO DINAMICO.

-En las páginas siguientes se adjuntan pantallas de presentación del programa TELCOS, reportes de datos de vía extraídos del archivo viaxxx.dat de disco y reportes de flujo. Viaxxx.dat contiene información acerca de las operaciones de control realizadas, la respuesta recibida (en la cual un uno significa presencia de respuesta y un cero ausencia de respuesta, numerando ascendentemente los semáforos, de izquierda a derecha), la fecha y la hora en que ocurrieron. Se adjuntan también datos de monitoreo de flujo, grabados en el archivo mon.dat de disco, con datos de fecha, hora y dato de flujo expresado en vehículos/minuto. Se ha probado cuanto ha sido posible, pero es de suponer que la realización de pruebas ya con el conjunto de semáforos traerá nuevas dificultades que deberán ser resueltas de la misma manera que lo han sido las anteriores.

```
=====
11          PROGRAMA DE TELECONTROL DE          11
11          SEMAFORIZACION                      11
=====
```

SELECCIONE TAREA A EJECUTAR Y PRESIONE ENTER

- 1: self test
- 2: control manual de via
- 3: control automatico ESTATICO de la via
- 4: control automatico DINAMICO de la via
- 5: monitoreo de flujo vehicular
- 6: lectura de registro de la via
- 7: imprimir
- 8: abandonar el programa

CUAL OPCION? [

PROGRAMAS PARA CONTROL MANUAL DE VIA

****SELECCIONE EL COMANDO DESEADO****

- A.- PROGRAMA a: Default
- B.- PROGRAMA b: Intermitencia
- C.- PROGRAMA c: Cronometraje1, igual prioridad
- D.- PROGRAMA d: Cronometraje2, prioridad a la principal
- E.- PROGRAMA e: Cronometraje3, prioridad a la secundaria
- F.- PROGRAMA f: Apagado
- G.- PROGRAMA g: Reserva
- H.- Lectura de conteo en sitio
- R.- Retorno al menu principal

PRECEDENTE:

A ... R ? [

IGUAL PRIORIDAD

Este programa accionara el cronometraje siguiente:

CICLO = 28 SEGUNDOS
todo rojo = 1 s.
principal verde = 10 s.
principal amarilla = 3 s.
todo rojo = 1 s.
secundaria verde = 10 s.
secundaria amarilla = 3 s.

acepta S/N

PRIORIDAD A LA PRINCIPAL

Este programa pondra el cronometraje siguiente ...

.CICLO = 34 SEGUNDOS
todo rojo = 2 s.
principal verde = 18 s.
principal amarilla = 4 s.
todo rojo = 2 s.
secundaria verde = 5 s.
secundaria amarilla = 3 s.

acepta S/N

DATOS DE VIAXXX

621
 FECHA: 06-15-1994
 HORA: 21:56:51
 PROGRAMA EJECUTADO: f
 RESPUESTAS: 0 0 0 0 0 0 0 1

622
 FECHA: 06-15-1994
 HORA: 21:57:01
 PROGRAMA EJECUTADO: f
 RESPUESTAS: 0 0 0 0 0 0 0 1

623
 FECHA: 06-15-1994
 HORA: 21:57:18
 PROGRAMA EJECUTADO: f
 RESPUESTAS: 0 0 0 0 0 0 0 1

624
 FECHA: 06-15-1994
 HORA: 21:57:30
 PROGRAMA EJECUTADO: f
 RESPUESTAS: 0 0 0 0 0 0 0 1

625
 FECHA: 06-15-1994
 HORA: 21:59:32
 PROGRAMA EJECUTADO: a
 RESPUESTAS: 0 0 0 0 0 0 0 1

626
 FECHA: 06-15-1994
 HORA: 22:02:01
 PROGRAMA EJECUTADO: d
 RESPUESTAS: 0 0 0 0 0 0 0 1

627
 FECHA: 06-15-1994
 HORA: 22:03:22
 PROGRAMA EJECUTADO: b
 RESPUESTAS: 0 0 0 0 0 0 0 1

628
 FECHA: 06-15-1994
 HORA: 22:04:30
 PROGRAMA EJECUTADO: a
 RESPUESTAS: 0 0 0 0 0 0 0 1

629
 FECHA: 06-15-1994
 HORA: 22:05:04
 PROGRAMA EJECUTADO: f
 RESPUESTAS: 0 0 0 0 0 0 0 1

630
 FECHA: 06-15-1994
 HORA: 22:06:56
 PROGRAMA EJECUTADO: e
 RESPUESTAS: 0 0 0 0 0 0 0 1

631
 FECHA: 06-15-1994
 HORA: 22:12:11
 PROGRAMA EJECUTADO: F
 RESPUESTAS: 0 0 0 0 0 0 0 1

DATOS DE FLUJO VIAXXX

1
 FECHA: 05-31-1994
 HORA: 19:01:15
 FLUJO OBTENIDO: 5 VEHICULOS/MINUTO

2
 FECHA: 05-31-1994
 HORA: 19:01:37
 FLUJO OBTENIDO: 5 VEHICULOS/MINUTO

3
 FECHA: 05-31-1994
 HORA: 19:01:59
 FLUJO OBTENIDO: 5 VEHICULOS/MINUTO

4
 FECHA: 05-31-1994
 HORA: 19:02:21
 FLUJO OBTENIDO: 5 VEHICULOS/MINUTO

5
 FECHA: 05-31-1994
 HORA: 19:02:43
 FLUJO OBTENIDO: 8 VEHICULOS/MINUTO

6
 FECHA: 05-31-1994
 HORA: 19:03:05
 FLUJO OBTENIDO: 9 VEHICULOS/MINUTO

7
 FECHA: 05-31-1994
 HORA: 19:03:27
 FLUJO OBTENIDO: 13 VEHICULOS/MINUTO

8
 FECHA: 05-31-1994
 HORA: 19:06:21
 FLUJO OBTENIDO: 12 VEHICULOS/MINUTO

9
 FECHA: 05-31-1994
 HORA: 19:06:43
 FLUJO OBTENIDO: 13 VEHICULOS/MINUTO

10
 FECHA: 05-31-1994
 HORA: 19:07:05
 FLUJO OBTENIDO: 13 VEHICULOS/MINUTO

11
 FECHA: 05-31-1994
 HORA: 19:07:27
 FLUJO OBTENIDO: 13 VEHICULOS/MINUTO

12
 FECHA: 05-31-1994
 HORA: 19:07:49
 FLUJO OBTENIDO: 62 VEHICULOS/MINUTO

13
 FECHA: 05-31-1994
 HORA: 19:08:11
 FLUJO OBTENIDO: 67 VEHICULOS/MINUTO

CONCLUSION

En este capítulo se ha desarrollado y probado un sistema que permite controlar a distancia cambios en la operación de semáforos con el fin de adaptar su trabajo a la situación de tráfico de una vía en particular. Se ha realizado un programa que almacena datos de tráfico y se ha dotado la capacidad para conteo automático de vehículos si bien el detector no ha sido implementado. Aunque no fue posible la demostración de ello, está también diseñado un método de sincronización de los semáforos que se agrupan en este sistema.

Se ha demostrado que el controlador de semáforo en base a PLC puede convertirse en el elemento básico de un sistema de control moderno de tráfico. En el siguiente capítulo se verá la ventaja del costo.

Notas

- 1) BYTE, Build a Touch Tone Decoder for Remote Control, Steve Ciarcia, Vol. 6, No. 12, December 1981.
- 2) QUINTANA A, Sistema de Conversión de Interfaces Serial-Paralelo, Tesis de Grado, EPN Quito, 1992
- 3) GONZALES N, Sistema Didáctico para Comunicación Serial entre Dos Computadores Personales, Tesis de Grado, EPN Quito, 1992.
- 4) MICROSOFT, Quick Basic for IBM PC and Compatibles, 1987
- 5) JORDAN L, CHURCHILL B, Communications and Networking for the IBM PC and Compatibles, Third Edition, Brady Books, USA 1990.
- 6) CHIPMAN, Líneas de Transmisión, McGraw-Hill, México 1971
- 7) LINES DAVID, RADIO SHACK, Building Power Supplies, USA 1991

CAPITULO V

COSTOS Y BENEFICIOS

INTRODUCCION

Complementando este trabajo se realizará un detalle de los costos que se han presentado para la realización de este prototipo y una estimación del monto total que sería necesario para su implementación y pruebas a nivel de sistema. Siendo el estudio de costos y beneficios de sistemas de control de tráfico un tema especializado y extenso, se ha optado por traer a este trabajo a modo de ejemplos, algunos de los mas importantes resultados que sobre esta evaluación fueron realizados en 1986 para la ciudad de Quito.

5.1 DEL PROTOTIPO

Este ítem tiene por objeto presentar el costo para construir los aparatos previstos en el capítulo anterior, con el fin de determinar posteriormente el costo del sistema completo. Los costos son solamente una aproximación puesto que dependen de diversos factores entre los que se incluye si fueron adquiridos localmente o traídos por catálogo (referencias 4, 5 y 6). Cuando son comprados en el mercado local los precios son a veces muy distintos de un lugar a otro.

Las siguientes tablas detallan los precios de los elementos utilizados; la moneda en que se hace la descripción es el dólar USA, algunos precios incluyen 30% adicional que es el promedio de gastos de importación de los elementos, cuando esto ha sido necesario⁽⁴⁾.

Tabla 5.1: detalle de precios unidad de comunicación

Elemento	Descripción	Cantidad	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
8031	microprocesador *	1	4.93	4.93
53130	dtmf tx.*	1	7.75	7.75
74373	latch*	1	0.9	0.9

2764	eprom*	1	4.88	4.88
567	detector de tono*	1	0.9	0.9
3.579545	crystal*	1	1.55	1.55
7.3728	crystal*	1	1.55	1.55
max 232	convertidor*	2	5.85	11.7
3040	optoacoplador	1	2	2
LM301AP	op. amp	1	0.9	0.9
npn, pnp	transistores	7	0.2	1.4
1N4007	diodos	2	0.2	0.4
1N914	diodos	2	0.3	0.6
PT	potenciómetro pres.	1	2	2
1/4 W	resistencias	20	0.02	0.4
Ci	cond. de fuente	1	1	1
Cj	cond. electrolít.	15	0.25	3.75
C	otros condensadores	7	0.20	1.4
T1	transf. de fuente	1	10	10
T2	transf. de audio	1	6.6	6.8
7805	regulador	1	1.5	1.5
B1	borneras	2	1	2
B2	borneras	2	0.5	1
D	diodos led	8	0.15	1.2

DB9	conector	1	1	1
SW1	interruptor	1	2	2
SW2	pulsador	1	0.9	0.9
B3	bornera externa	1	1.5	1.5
F1	fusible rápido dc*	1	0.25	0.25
F2	fusible ac	1	0.2	0.2
DIS	disipador	1	1	1
PF	portafusibles	1	0.75	0.75
PS	pinos	50	0.02	1
PT	postes	4	0.4	1.4
BQ	baquelita perf.	1	3	3
ZC1	zócalos 40 pin*	1	1.8	1.8
ZC2	zócalo 28 pin*	1	1.8	1.8
ZC3	zócalo 20 pin*	1	1.3	1.3
ZC4	zócalo 18 pin*	1	1.3	1.3
ZC5	zócalo 16 pin*	4	0.9	3.6
ZC6	zócalo 8 pin*	1	0.9	0.9
WW	rollo wire-wrap*	1	2.6	2.6
CR	cable RS 232	1	5	5
C	caja metálica	1	1	20
total			121.81	

* adquiridos por catálogo

Si sumamos un 10% para gastos adicionales como son sueldas, tornillos, transporte, etc. resulta que sin contar mano de obra, el costo de la UC asciende a unos 135 dólares aproximadamente.

Algunos de los gastos que se han hecho son inherentes a la construcción de este aparato como prototipo, por ejemplo todo cuanto tiene que ver con el wire wrap como los zócalos, el alambre de wire-wrap, la baquelita perforada. También la caja metálica justifica su precio solo por tratarse de un prototipo, ya que resulta cara si se considera que representa un 15% del precio total. Sin los elementos señalados el precio se reduce a unos 115 dólares, pero en cambio habría que pagar por la impresión del circuito lo cual resulta mas barato que el wire-wrap. En resumen, es posible construir una UC, cuyo costo en materiales no exceda los 120 dólares. Al respecto de la unidad receptora-actuadora, la siguiente tabla resume los costos en materiales que se han efectuado para su construcción:

✱

Tabla 5.2: detalle de precios unidad recptora-actuadora

Elemento	Descripción	Cantidad	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
SSI 202P	dtmf rx*	1	13	13

74 138	decodificador	1	0.5	0.5
74 132	nand schmitt t.	1	1.2	1.2
74 121	monoestable	2	0.7	1.4
555	timer	1	0.4	0.4
npn, pnp	transistores	9	0.2	1.8
78L05	regulador	1	.5	.5
3.579545	cristal*	1	2.6	2.6
1N4007	diodos	2	0.2	0.4
1/4 W	resistencias	18	0.02	0.36
Ci	cond. electrolít.	3	.2	0.6
Cj	otros condens.	5	0.2	1
LD	diodos led	2	0.2	0.4
B	borneras	2	2	4
P	potenciómetros	3	1	3
Z1*	zócalo 16 pin*	5	0.9	4.5
Z2	zócalo 18 pin*	1	1.3	1.3
DZ	diodo zener	1	0.3	0.3
BQ	baquelita	1	2	2
WW	rollo wire wrap*	1	2.6	2.6
PT	postes	4	0.4	1.6
PS	pines	50	0.02	1

PHR	fotorresistencia	1	0.9	0.9
F	fusible rápido dc*	1	0.25	0.25
T	transformador ac	1	6	6
RT	regleta 11 pines	1	0.5	0.5
total			52.11	

* adquiridos por catálogo

En este caso no se incluye precio de caja ya que la UR-A va colocada dentro de la caja del controlador de semáforo. Igual que en el caso anterior, si adicionamos un 10% por concepto de gastos varios, obtenemos que la URA puede ser implementada a un costo en materiales de aproximadamente 58 dólares USA. Los gastos en zócalos no representan sino un 11%, que es posible ahorrar imprimiendo la placa con lo cual se obtiene otra ventaja: el tamaño de dicha tarjeta puede reducirse hasta en un 30%.

Si sumamos los 135 dólares de costo de la UC con los 58 dólares de la URA, obtenemos el total de 193 dólares USA lo que para expresar en números redondos suman unos 200 USD como costo total (en materiales solamente), para desarrollo del prototipo.

Doscientos dólares podría parecer un precio relativamente bajo, pero considerando las "herramientas" que se hacen necesarias para poder trabajar léase; herramienta de wire wrap, osciloscopio, computador, fuente de dc, programador y borrador

de memorias, generador de funciones, etc., entonces se puede pensar que los doscientos dólares no representan sino una fracción de los gastos en que verdaderamente se ha incurrido.

5.2 DEL SISTEMA PROPUESTO.

Para analizar los costos del sistema que se ha desarrollado en este trabajo, definamos como unidad mínima una vía sincronizada con 8 semáforos de longitud 2500 metros. Como hemos podido apreciar, los requerimientos de computador son muy limitados, por lo que se ha determinado que un PC-AT es suficiente. Utilizando los precios deducidos para el prototipo, la siguiente tabla muestra un resumen de los gastos que deberían realizarse:

Tabla 5.3: detalle de precios del sistema

Descripción	Cantidad	Precio U (USD)	Precio T. (USD)
Unidad de comunicación	1	135	135
U. receptora-actuadora	8	58	464
Controlador	8	1600*	12800
Modem	2	90	180
Línea blindada	2.5 km	0.9/m	2250
Computador AT	1	400	400
Impresor	1	180	180

total	16409
-------	-------

* Proporcionado por su constructor.

La tabla anterior señala un monto de 3609 dólares como inversión de capital para equipos de comunicación y telecontrol solamente. Se nota también que el costo del par blindado, representa un 60% de los gastos en comunicaciones, esto es similar a lo que ocurre en telefonía donde se estima que el 50% del costo de una línea proviene de las obras de planta externa.

El principal costo de operación sería sin duda el alquiler de la línea telefónica lo cual representaría un costo significativo pero para el cual pueden hacerse convenios.

En esta descripción de costos no se ha incluido a los semáforos, puesto que su número es variable de acuerdo al tipo de vía que se controla según se requiera o no de semáforos secundarios (ver capítulo I), dependiendo incluso del tamaño de la calzada. El anexo C contiene los costos de un proyecto reciente para la ciudad de Cuenca⁽²⁾, que incluye gastos para postes, cables, relés, semáforos, etc.

5.2.1 Costos de otros sistemas

En repetidas ocasiones hemos hecho referencia al estudio sobre control de tráfico que se efectuó en 1986 por el grupo canadiense IBI y cuyo informe constituye un documento

autorizado e integral, expreso para la ciudad de Quito. Este documento contiene una evaluación muy compleja de costos y beneficios que acarrearían las alternativas de control, en caso de ser implementadas. Estas alternativas fueron descritas brevemente en el capítulo I de este trabajo. En este momento es conveniente que cite las conclusiones que en cuanto a costos se obtuvieron en 1986. Es preciso señalar que en esa época el tipo de cambio era de 105 sucres por dólar (junio de 1985).

El análisis incluye, además de los equipos, como costos de capital a los siguientes rubros: transporte desde el exterior, distribución y almacenamiento, impuestos y derechos de aduana, ganancia de contratistas, obras de ingeniería y entrenamiento. Los costos de comunicaciones incluyen arrendamiento de líneas telefónicas e instalación de nuevos cables para semáforos exclusivamente. Los costos considerados para operación y mantenimiento anuales, varían dependiendo de la cantidad y el tipo de los equipos instalados, la edad del sistema, la disponibilidad de herramientas, piezas de repuesto y personal con conocimiento del sistema. La siguiente tabla resume los costos totales de las diversas alternativas; mas detalles de los mismos se pueden hallar en el anexo C o en la referencia (1).

Tabla 5.4: Resumen de los costos totales (IBI Group)
(millones de sucres)

Costos	ALT 1	ALT 2A	ALT 2B	ALT 3

CAPITAL				
Estimado inferior	1152	1241	1285	1352
Estimado superior	1364	1470	1521	1605
COMUNICACIONES				
Capital	0.0	30.6	43.9	4.2
Anual	0.0	0.0	0.4	7.7
Total equivalente de capital	0.0	30.6	47.7	70.5
OPERACIONES				
Anual-operaciones	6.1	6.4	7.3	11.7
Anual-mantenim.	11.8	13.0	14.2	14.2
Total equivalente de capital	121.9	147.6	163.5	197.0
TOTAL-DISTRIBUCION DE COSTOS				
Capital (promedio)	1257	1355	1403	1478
Anual	17.9	19.3	21.5	25.9
TOTAL-EQUIVALENTE DE CAPITAL				
Estimado inferior	1273	1403	1478	1584
Estimado superior	1485	1632	1714	1838

Donde: ALT 1 mejoramiento de las intersecciones

ALT 2A control maestro en la calle

ALT 2B control maestro centralizado

ALT 3 sistema con computador central

Tomemos por ejemplo la alternativa 2B que fue en ese entonces la señalada como la mas idónea para Quito: el costo promedio total aproximado es de 1596 millones de sucres, que representan unos 15 millones de dólares de los cuales alrededor de 13.5 millones son para bienes de capital es decir equipos y obras civiles; para gastos de operación se destinan unos 200 mil dólares anualmente. Es justo mencionar que, por contraparte, los beneficios calculados son también altos tal como lo veremos a continuación.

5.2.2 Beneficios.

* Para nuestro caso es sumamente difícil determinar cuantitativamente los beneficios que traería consigo la implementación del sistema diseñado, por este motivo hemos de contentarnos con señalar que comparte dentro de ciertos límites algunos de los beneficios que han sido previstos por el estudio de tráfico realizado por el IBI Group, en 1986, del cual tomaremos los resultados para la alternativa 2B.

Los beneficios que se logran por medio de un control moderno de tráfico se pueden dividir en cuantificables y no cuantificables. Entre los primeros están:

✱
Energía: el consumo de energía susceptible de ahorro es el originado en la eliminación de paradas innecesarias y demoras ocasionadas en la red viaria controlada por semáforos. Al respecto se esperaba que el porcentaje de mejoramiento esté alrededor de un 17% anual (que representan unos 5 millones de dólares al año), solo en combustibles.

Reducción de las demoras: se calculó un ahorro del 28% lo cual significa unos 5 millones de hora-vehículo ahorrados por año. Estos ahorros de demoras podrían traducirse en dinero, considerando el tipo de vehículo y su uso específico (automóvil particular, bus, camión, etc.). Para los pasajeros de los vehículos este ahorro puede significar aumento de las horas de productividad.

Contaminación: Se ha estimado que la contaminación de aire en Quito proviene en un 90% de los automotores. Considerando que al salir de velocidad baja o cero, el motor emite mayor cantidad de gases (monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC) y óxidos de nitrógeno (NOx)) que en condiciones de marcha, un menor número de paradas significa también una menor cantidad de gases emitidos. Se estimó que la reducción anual de estos gases sería de unos 5.5 millones de kg de CO, 366.000 kg de hidrocarburos y 117.000 kg de óxidos de nitrógeno. (1)

Accidentes: Ya que un accidente representa no solo daños a la salud sino también daños a la propiedad, un mejoramiento del control de tráfico conlleva una disminución de accidentes y por tanto otro rubro de beneficios asociados. Se conoce que

(referencias 1 y 3) los accidentes correspondientes a colisión por embestida trasera están directamente relacionados con el número medio de paradas en un tramo dado. A este respecto, se calculó una reducción de mas de 200 millones de paradas por año., lo cual representa un ahorro de unos 500 mil dólares al año por accidentes así evitados.

Entre los beneficios no cuantificables están: reducción de atropellamientos, reducción de los excesos de velocidad, reducción del sentimiento de frustración del conductor, reducción de contaminación por ruido y reducción del tránsito por sectores residenciales.

Es así que los beneficios superan a los costos en un sistema de control de tránsito, lo cual sumado a los beneficios sociales que trae, como es la convivencia más armoniosa entre los ciudadanos, hace patente la necesidad que tiene Quito de un control moderno de tráfico vehicular.

CONCLUSION

En este capítulo han quedado evidenciadas dos cuestiones. La primera, que un diseño nacional de un sistema de control de semaforización puede resultar mucho mas barato que uno importado, debido a los muchos gastos que el último conlleva. En segundo lugar, que los beneficios debidos a la modernización del control de tránsito son considerablemente favorables a la elevación del nivel de vida del habitante de la ciudad.

Notas

- 1) IBI GROUP, Estudio de un Sistema de Control de Tráfico para Quito, Informe Final. Capítulo V, Costos de las Alternativas de Control de Tránsito.
- 2) DIRECCION NACIONAL DE TRANSITO, Presupuesto referencia para el proyecto de semaforización en el Centro Histórico de la ciudad de Cuenca, Enero 1994.
- 3) INEC, Instituto Nacional Ecuatoriano de Estadísticas y Censos, Anuario de Estadísticas de Transporte, Quito 1992.
- 4) JAMECO ELECTRONICS, Mail Order Electronics - Worldwide, USA 1993.
- 5) RADIO SHACK, 1994 Catalog.
- 6) TECOMPARTES Electrónica. Quito 1994.

CONCLUSIONES

A continuación citamos las principales conclusiones a las que se ha llegado una vez que el presente trabajo está por concluir; se recogen y generalizan las conclusiones obtenidas en cada uno de los capítulos tratados:

-El tránsito vehicular y peatonal en una ciudad constituye un tema amplio y complejo; sus especialistas, los Ingenieros de Tránsito, son los encargados de elaborar soluciones a los problemas de circulación y seguridad que se suscitan en calles y avenidas. Desde luego, estos técnicos deben contar con los medios tecnológicos adecuados.

✱

-En nuestro país, el estudio del tránsito está muy descuidado y la situación actual del control vehicular es deficiente en muchos aspectos. La labor cumplida por el simple controlador electromecánico, si bien fue de gran valor, actualmente es inadecuada para satisfacer los requerimientos de una gran cantidad de automotores como la que a diario circula en Quito. Tengamos presente que un deficiente sistema de control de tránsito induce a la desobediencia y aumenta la indisciplina social.

-Una solución planificada e integral debe comenzar mejorando las características geométricas de vías y cruces, la adecuada señalización, líneas de carriles en buen estado, esferas de semáforos limpias, etc. obras que seguramente no requieren inversiones muy elevadas y que son, naturalmente, las básicas. De la misma manera es fundamental una legislación de tránsito acorde con los tiempos.

-Ya que el parque automotor en Quito continúa aumentando, y la capacidad de las vías está saturada o por saturarse, es necesario tomar medidas que permitan racionalizar el flujo de vehículos. Tengamos en cuenta que los beneficios de un buen control de tránsito no solo son económicos sino también sociales.

-Dentro de esta situación, el controlador electrónico de semáforo es una respuesta válida a varias necesidades que plantea la actividad diaria de la ciudad, por ejemplo los semáforos para peatones y el control temporizado de las intersecciones.

-Las posibilidades de comunicación del controlador electrónico presentado han sido aprovechadas de la mejor manera, para tratar de integrar estos aparatos dentro de un sistema centralizado de control.

-El sistema diseñado en este trabajo de tesis, incluye las características básicas que debe tener un sistema moderno de control de semáforos. Sin embargo no constituye la última palabra sino mas bien el comienzo de futuras investigaciones sobre este interesante y amplio campo.

-Muchas características pueden ser mejoradas y nuevas capacidades podrán ser desarrolladas, para esto hacen falta recursos económicos y humanos. En un amplio proyecto sobre este tema podrían participar ingenieros de diversas ramas como

electrónicos, eléctricos, de software, de construcciones y, evidentemente, ingenieros y técnicos de tránsito.

-A pesar de que el sistema lo incluye, el detector de carros no es simple y no ha sido implementado en este trabajo. Está por tanto vacante su diseño y tal vez podría considerarse para otro tema de tesis.

-El sistema que ha sido diseñado para controlar a distancia (por medio de un computador) a los semáforos, puede encontrar diversas aplicaciones prácticas en virtud de la versatilidad de los PLC para controlar sistemas eléctricos.

Bibliografía

BYTE, Build a Touch Tone Decoder for Remote Control, Steve Ciarcia, Vol. 6, No. 12, December 1981.

CEAC, Colección, Control Remoto, 1990.

CIFUENTES J, FLORES R, Curso Básico de Controladores Lógicos Programables, EPN Quito, 1990.

CODEX, Motorola, The Basics Book of Data Communications, 4th edition, USA 1992.

COMISION DE TRANSITO DEL GUAYAS, Manual del Conductor, 1993.

CHIPMAN, Líneas de Transmisión, McGraw-Hill, México 1971.

DELGADO E, Controlador Electrónico de Semáforo, Quito 1992.

DIRECCION NACIONAL DE TRANSITO, folleto TM3-Control de Semáforos, Quito 1988.

DIRECCION NACIONAL DE TRANSITO, Semáforos, folleto técnico, Quito 1992.

GREEN LIGHT Traffic Engineering News, Signal Control—a means of Reducing Traffic Noise, SIEMENS, Oct. 1990, pág. 6.

IBI GROUP, Estudio de Prefactibilidad del Sistema de Control de Tráfico para la Ciudad de Quito, Informe Final, Quito 1986.

JORDAN L, CHURCHILL B, Communications and Networking for the IBM PC and Compatibles, Third Edition, Brady Books, USA 1990.

GONZALES N, Sistema Didáctico para Comunicación Serial entre Dos Computadores Personales, Tesis de Grado, EPN Quito 1992.

LINES D, Building Power Supplies, Radio Shack, USA 1990.

MARROQUIN V, Proyecciones de Propietarios de Vehículos y Parque Automotor Liviano del Ecuador, Tesis, Facultad de Ingeniería, Postgrado en Ingeniería de Transporte, PUCE, 1992.

MICROSOFT, Quick Basic for IBM PC and Compatibles, 1987.

QUINTANA A, Sistema de Conversión de Interfaces Serial-Paralelo, Tesis de Grado, EPN Quito 1992.

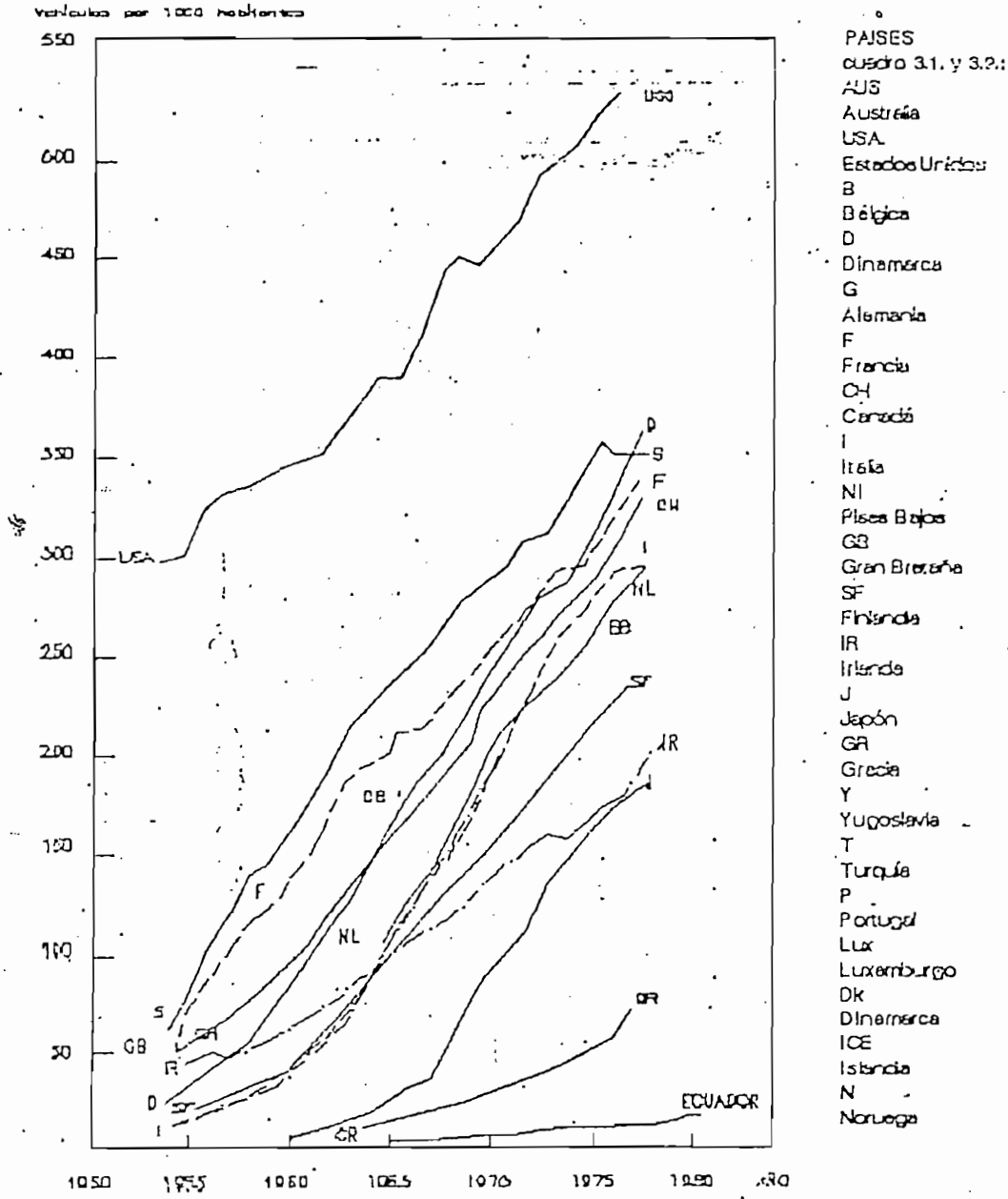
SQUARE D COMPANY, Class 8003 MICRO-1TM Controllers, Bulletin # 30598-779-01A1, USA 1990.

48

ANEXO A
ESTADISTICAS DE TRANSITO

de calcular la tendencia del nivel de propietarios de vehículos es tomar el número de carros por mil de población.

Por consiguiente las series estadísticas de propietarios de vehículos publicadas por diferentes países, variarán ligeramente, dependiendo del tipo de datos básicos utilizados para la construcción de las series de la flota de vehículos y la población.



FUENTE: REPORTE OCDE 1982

FIGURA 3.1. Vehículos por 1000 personas en algunos países OCDE Período 1955-1978

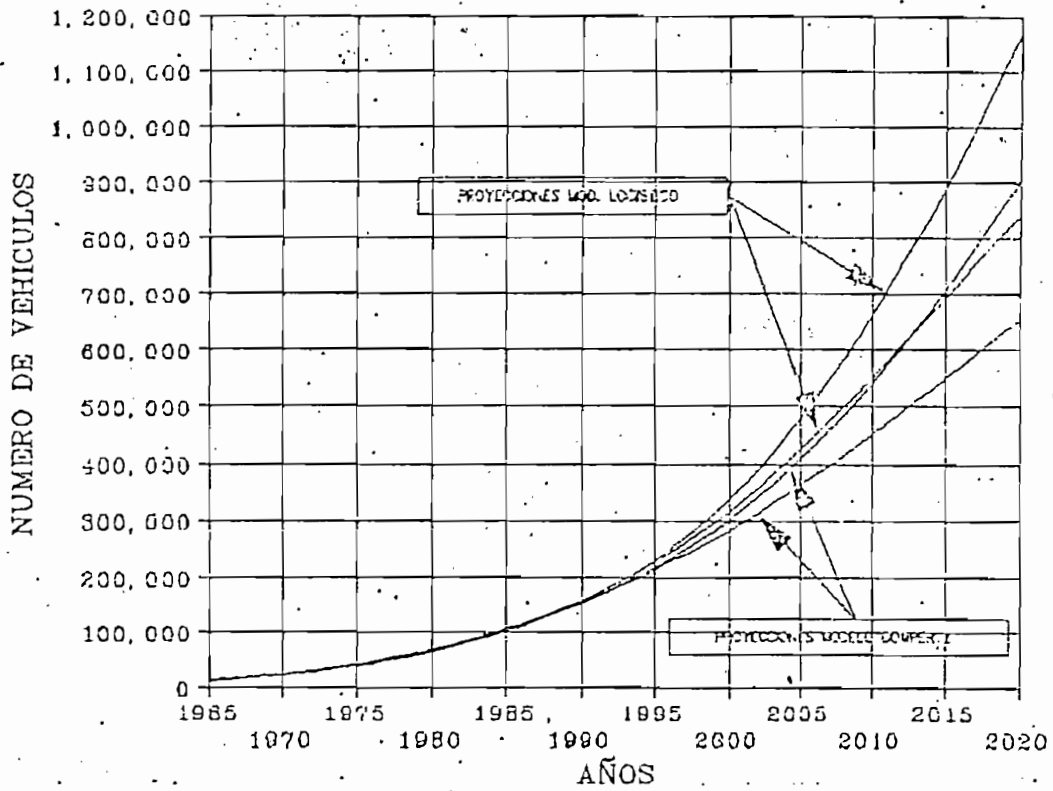


FIGURA 7.13. Proyecciones de Parque Automotor Pichincha S=.4

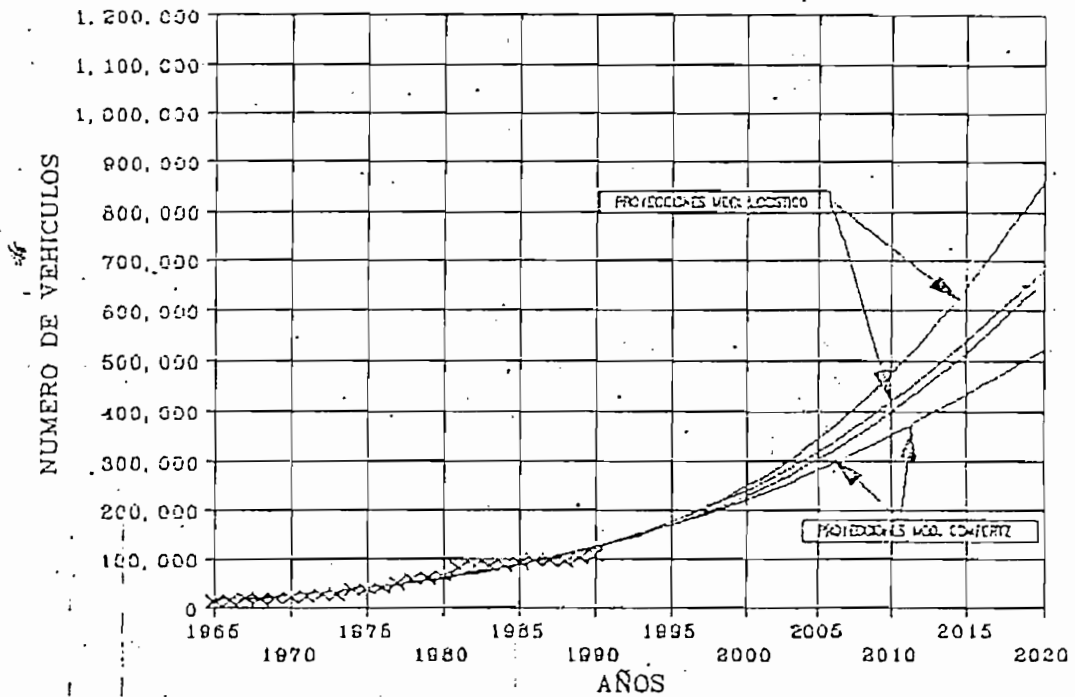


FIGURA 7.14. Proyecciones de Parque Automotor Guayas S=0.4

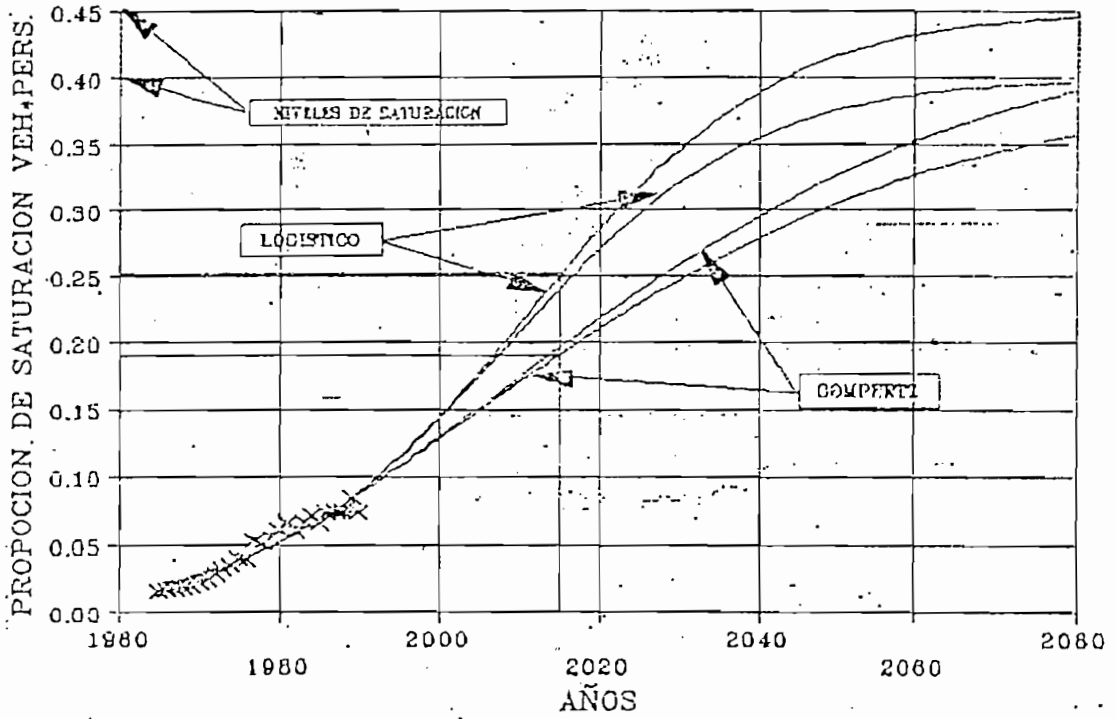


FIGURA 7.7. Proyecciones de Propietarios de vehículos
Provincia de Pichincha

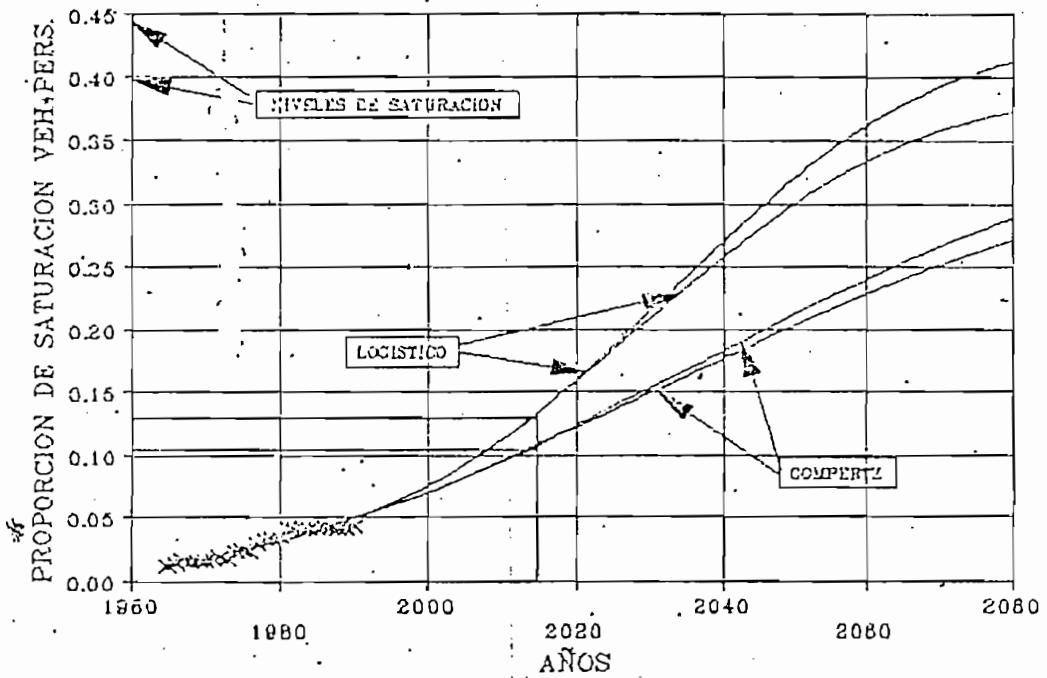


FIGURA 7.8. Proyecciones de Propietarios de Vehículos
Provincia del Guayas

CUADRO 7.6. PROYECCIONES (RESUMEN)

MODELO LOGISTICO NIVEL NACIONAL						
S= 0.4 α= 0.1579222 b=45.538399						
AÑO	POB EXP P1	POB LN P2	P.A.P1 PROYECC. 1	P.A.P2 PROYECC. 2	AÑO t	TASA POS Cl logi
1992	10,067,521	10,178,899	434,253	439,057	27	0.043
1995	10,730,937	10,747,966	547,134	548,003	30	0.051
2000	11,935,195	11,696,411	796,825	780,883	35	0.067
2010	14,764,312	13,593,301	1,616,266	1,488,074	45	0.109
2015	16,421,207	14,541,746	2,237,837	1,981,709	50	0.136
2020	18,264,043	15,490,191	3,029,989	2,569,809	55	0.166
2030	22,593,351	17,387,081	5,163,344	3,973,535	65	0.229
2040	27,548,876	19,283,971	7,991,497	5,513,917	75	0.286
2050	34,573,875	21,180,861	11,409,458	6,989,733	85	0.330
2060	42,769,263	23,077,751	15,373,829	8,295,523	95	0.359
2070	52,907,285	24,974,641	19,965,653	9,424,655	105	0.377
2080	65,448,423	26,871,531	25,370,454	10,416,492	115	0.388

MODELO LOGISTICO NIVEL NACIONAL						
S= 0.45 α= 0.1392536 b=51.172819						
AÑO	POB EXP P1	POB LN P2	P.A.P1 PROYECC. 1	P.A.P2 PROYECC. 2	AÑO t	TASA POS Cl logi
1992	10,067,521	10,178,899	434,585	433,393	27	0.043
1995	10,730,937	10,747,966	548,147	549,017	30	0.051
2000	11,935,195	11,696,411	800,553	784,537	35	0.067
2010	14,764,312	13,593,301	1,840,153	1,510,066	45	0.111
2015	16,421,207	14,541,746	2,287,638	2,025,811	50	0.139
2020	18,264,043	15,490,191	3,124,631	2,650,077	55	0.171
2030	22,593,351	17,387,081	4,290,092	3,301,510	65	0.190
2040	27,948,876	19,283,971	6,581,555	5,921,028	75	0.307
2050	34,573,875	21,180,861	12,458,488	7,632,396	85	0.360
2060	42,769,263	23,077,751	16,987,096	9,166,021	95	0.397
2070	52,907,285	24,974,641	22,230,054	10,493,595	105	0.420
2080	65,448,423	26,871,531	28,339,167	11,635,373	115	0.433

CUADRO 7.6. PROYECCIONES (RESUMEN)

MODELO GOMPERTZ							PROVINCIA DEL PIC-NOCHA						
S=		0.4		k=		0.0287658		b=		3.13			
AÑO	POB EXP P1	POB LN P2	PA-POYP1	PA-POYP2	t	TASA P. Ct GOMPERTZ							
1992	1,864,530	1,862,655	179,859	176,910	27	0.095							
1995	2,039,506	1,996,342	226,805	213,542	30	0.107							
2000	2,369,405	2,219,154	326,748	283,252	35	0.128							
2005	2,752,128	2,441,966	459,719	383,229	40	0.149							
2010	3,196,671	2,664,778	633,679	452,539	45	0.170							
2015	3,713,019	2,887,590	858,096	550,014	50	0.190							
2020	4,312,771	3,110,402	1,144,262	654,366	55	0.210							
2025	5,009,395	3,333,214	1,505,679	764,277	60	0.229							
2030	5,818,552	3,556,026	1,958,535	878,472	65	0.247							
2040	7,850,068	4,001,650	3,220,316	1,115,123	75	0.279							
2050	10,590,875	4,447,274	5,137,911	1,356,497	85	0.305							
2060	14,289,624	4,892,898	8,014,289	1,597,065	95	0.326							
2070	19,277,419	5,338,522	12,290,967	1,833,377	105	0.343							
2080	26,008,026	5,784,146	18,611,825	2,063,603	115	0.357							

MODELO GOMPERTZ							PROVINCIA DEL PIC-NOCHA						
S=		0.45		k=		0.0271578		b=		3.23			
AÑO	POB EXP P1	POB LN P2	PA-POYP1	PA-POYP2	t	Ct GOMPERTZ							
1992	1,864,630	1,862,655	180,422	177,464	27	0.095							
1995	2,039,905	1,996,342	228,106	214,767	30	0.108							
2000	2,369,406	2,219,154	330,272	286,306	35	0.129							
2005	2,752,128	2,441,966	467,290	369,211	40	0.151							
2010	3,196,671	2,664,778	647,969	462,744	45	0.174							
2015	3,713,019	2,887,590	882,846	565,878	50	0.196							
2020	4,312,771	3,110,402	1,184,538	677,399	55	0.218							
2030	5,818,552	3,556,026	2,051,892	920,346	65	0.259							
2040	7,850,068	4,001,650	3,411,401	1,181,291	75	0.295							
2050	10,590,876	4,447,274	5,496,977	1,451,297	85	0.326							
2060	14,288,624	4,892,898	8,648,865	1,723,522	95	0.352							
2070	19,277,419	5,338,522	13,362,919	1,993,275	105	0.373							
2080	26,008,026	5,784,146	20,362,340	2,257,693	115	0.390							

VICTIMAS

Jefatura de: Quito
 Fecha: total Año: 93

HORA	MUERTOS				HERIDOS				TRAUMATICOS				TOTAL
	ADULTOS	ADULTAS	Niños	Niñas	ADULTOS	ADULTAS	Niños	Niñas	ADULTOS	ADULTAS	Niños	Niñas	
0 - 2	6	1			33	15	3		2	2			53
2 - 4	12	1	1		30	7	1	1	1	1			55
4 - 6	5				37	16		1		1		1	61
6 - 8	10	9	1		92	118	19	12	3	3	2	1	201
8 - 10	12	5	3		72	51	17	8		2			173
10 - 12	5	5	6	1	54	110	12	10	1	3			145
12 - 14	6	7	6	1	115	32	21	17	1				110
14 - 16	7	6		6	72	34	27	12	5	1		1	171
16 - 18	20	10	5	1	125	115	24	13	3	5	1	1	256
18 - 20	29	9	3		111	44	22	14	1		1	2	242
20 - 22	15	6	1	2	104	33	18	9	6	5	1	1	201
22 - 24	17	1	1		64	20	6	3	2	1	1	1	117

SERVICIO DEL VEHICULO

Alquiler	42	19	7	2	287	138	59	38	11	11	1	1	602
Particular	63	30	16	5	464	218	97	56	30	20	5	5	1009
Estado	3	2		3	16	4	5	2	2				34
Municipal		1			6	1	1		1				10
Diplomático					5	3		1					9
No Identificado	36	8	4	1	67	24	11	4				2	157

CLASE DEL VEHICULO

Automóvil	211	13	5	1	237	107	59	33	10	15	3	11	511
Bus	23	12	3		183	82	32	23	3	2			363
Busetas - Furgonetas	17	9	3	2	76	40	16	8		1	1		173
Camión	4	3		2	29	13	9	9	1				70
Camioneta	17	6	3	2	141	74	26	15	5	1	1	2	296
Jeep	6	3	2	2	47	21	11	6	5	11			107
Tanquero			1				1		1				3
Trailer	9	5	1	1	16	11	3				1		43
Volqueta	3		1		5	5	3	3	1	1			22
Motocicleta	5	1	1		11	17	2		8				75
Otros					3	1							4
No Identificado	36	8	11	1	67	24	11	4				2	157

CATEGORIA DEL CONDUCTOR

Profesional	35	13	11	2	280	131	67	43	7	6	1	1	597
Sportman	14	6	2	3	205	109	46	25	14	16	3	5	418
Motociclista	2	1			25	15	2		7				52
Sin Credenciales	211	9	4	1	94	45	16	8	6	2	1		210
No Identificado	69	31	10	5	211	88	42	25	3		1	2	517

VICTIMAS

CLASE DE ACCIDENTE	MUERTOS				HERIDOS				TRAUMATICOS				TOTAL
	ADULTOS	ADULTAS	NIOS	NIRAS	ADULTOS	ADULTAS	NIOS	NIRAS	ADULTOS	ADULTAS	NIOS	NIRAS	
Atropello	78	33	20	9	353	166	103	58	2	3		4	551
Caída Pasajero (s)	1		1		20	13	5	4	1				44
Choque	22	6	4	1	179	82	22	17	23	14	11	2	376
Encunetamiento					1		2	2					5
Estrellamiento	15	5			114	53	10	5	4	6	1		226
Rozamiento					3				1	1	1	2	8
Volcamiento	26	13	2	1	171	43	30	13	6				337
Otros	2				2	1	1						6

CAUSAS DE LOS ACCIDENTES

Embriaguez del Conductor	17	4	11	4	137	46	12	9	3	1		3	240
Impericia, Imprudenc. Conduct.	19	11	8	3	170	76	28	22	7	2	4	1	355
Exceso de Velocidad	29	13	2	1	162	83	32	21	21	10		2	366
Mal Rebasamiento - Inv. Carril	3	1	1		32	13	7	2	11	4	1	2	70
Mal Estacionamiento					1	1							2
Encandilamiento					1	1							2
Imprudencia Peatón	19	5	8		94	54	42	19		4			245
Causas Desconocidas	51	17	3	3	125	50	31	16	11				300
Factores Climáticos					35	6	5	3	2	1			52
Mal Estado de la Vía	2	2			12	4	1	1	1	1			24
Salida Animales a la Vía						2							2
Daños Mecánicos	2	7	1		73	52	14	8	1	1	1		160
Casos Fortuitos	1				3								4
Otras Causas	1						1						2

ZONA

Urbana	91	35	16	3	637	324	130	84	30	20	5	5	1.356
Rural	53	25	11	8	208	61	43	17	7	4	1		435

TIPO DE CARRETERA

Asfaltada	1111	60	27	11	845	388	173	101	37	24	6	5	1524
Empedrada													
Afirmada													

DIA DE LA SEMANA

Lunes	17	9	2		162	75	21	19	3	1	1		310
Martes	7	5	2		92	39	21	15	3	3	2	2	201
Miércoles	12	6	3	5	94	43	22	11	4	2			201
Jueves	9	5	2	1	73	24	21	9	9	3		1	157
Viernes	28	9	2	1	121	55	26	18	10	3		3	272
Sábado	51	13	9	3	176	86	34	16	8	10	1	1	409
Domingo	20	13	7	1	127	66	28	14	1	2	1	1	284

Jefatura de: Puerto

ACCIDENTES DE TRANSITO

Mes: Total Año: 93

DIA DE LA SEMANA	ZONA		TOTAL
	URBANA	RURAL	
Lunes	878	124	1002
Martes	577	114	691
Miércoles	868	109	977
Jueves	912	106	1018
Viernes	1.116	123	1239
Sábado	1.080	197	1277
Domingo	640	179	819
HORA			
0 - 2	214	30	244
2 - 4	225	37	262
4 - 6	178	30	208
6 - 8	367	59	426
8 - 10	690	102	792
10 - 12	789	91	880
12 - 14	608	73	681
14 - 16	672	119	791
16 - 18	826	159	985
18 - 20	700	107	807
20 - 22	647	94	741
22 - 24	472	51	523
SERVICIO DEL VEHICULO			
Alquiler	1.704	185	1.889
Particular	11.290	686	11.976
Estado	187	38	225
Municipal	80	5	85
Diplomático	15	6	21
No Identificado	115	32	147
CLASE DEL VEHICULO			
Automóvil	2.789	286	3075
Bus	636	80	716
Busetas - Furgonetas	469	78	547
Camión	274	90	364
Camioneta	1.311	218	1529
Jeep	566	108	674
Tanquero	8	5	13
Tráiler	37	27	64
Volqueta	56	18	74
Motocicleta	119	9	128
Otros	11	1	12
No Identificado	115	32	147

DIRECCION NACIONAL DE TRANSITO
SECCION ESTADISTICA

Jefatura de: Quito

~~Por:~~ Total Año: 93

ACCIDENTES DE TRANSITO

CLASE DEL VEHICULO	CATEGORIA DEL CONDUCTOR					TOTAL
	PROFESIONAL	SPORTMAN	MOTOCICLISTA	SIN CREDENCIALES	NO IDENTIFICADO	
Automóvil	850	1938		106	181	3075
Bus	671	2		16	1	710
Busetas - Furgonetas	1160	116		52	21	1349
Camión	276	111		13	32	364
Camioneta	372	972		83	102	1529
Jeep	159	1137		39	34	1369
Tanquero	11			2		13
Trailer	53	1		3	7	64
Volqueta	55	11		5	10	71
Motocicleta	1	11	90	33		135
Otros	6			11	2	19
No Identificado					117	117

HORA

HORA	PROFESIONAL	SPORTMAN	MOTOCICLISTA	SIN CREDENCIALES	NO IDENTIFICADO	TOTAL
0 - 2	71	132		12	29	244
2 - 4	67	136	3	13	13	262
4 - 6	68	101		14	25	208
6 - 8	208	162	2	16	52	430
8 - 10	386	324	8	21	50	789
10 - 12	105	385	17	31	12	580
12 - 14	284	318	6	22	51	681
14 - 16	310	321	15	35	17	701
16 - 18	112	452	13	56	52	685
18 - 20	314	395	9	35	51	804
20 - 22	233	381	14	35	78	741
22 - 24	153	272	3	29	66	523

DIA

DIA	PROFESIONAL	SPORTMAN	MOTOCICLISTA	SIN CREDENCIALES	NO IDENTIFICADO	TOTAL
Lunes	1146	445	13	17	71	1692
Martes	1126	466	8	38	53	1691
Miércoles	1115	438	14	37	73	1677
Jueves	1110	467	15	38	58	1688
Viernes	1157	592	23	61	106	1939
Sábado	1111	637	7	56	131	1942
Domingo	286	400	8	12	23	729

ZONA

ZONA	PROFESIONAL	SPORTMAN	MOTOCICLISTA	SIN CREDENCIALES	NO IDENTIFICADO	TOTAL
Urbana	2561	3059	84	254	423	6381
Rural	353	386	6	65	117	952

ZONA	CAUSAS DE LOS ACCIDENTES														TOTAL
	Embriaguez del Conductor	Impertencia, Impudencia del Conductor	Exceso de Velocidad	Mal Rebasamiento	Mal Funcionamiento	Encantamiento	Impudencia del Peñon	Causas Desconocidas	Factores Climaticos	Mal Estado de la Via	Salida de Animales a la Via	Daños Mecánicos	Causas Furtivas	Otras Causas	
Urbana	1201	1.986	1.260	876	411	14	251	458	71	52	8	145	29	6	6.391
Rural	124	192	172	131	5	11	27	119	60	16	11	12	15	3	952

TIPO DE CARRETERA															
Asfaltada	1.325	2.148	1.432	1.007	49	8	278	577	131	98	18	157	4	31	7.228
Empedrada															
Afirmada															

DIA DE LA SEMANA															
Lunes	98	338	208	159	8	1	42	88	23	17		30	9	1	1022
Martes	89	331	206	178	6		110	56	23	11	3	29	6	3	991
Miércoles	129	305	186	163	5	2	40	91	14	11	1	24	6		977
Jueves	143	330	206	159	9	1	35	65	21	12	11	27	6		1015
Viernes	248	368	259	139	11	3	116	97	17	15		28	5	3	1220
Sábado	375	323	217	133	4	1	49	108	18	11	3	25	5	2	1277
Domingo	243	178	150	76	6		26	72	15	15	3	21	7	2	819

HORA															
0 - 2	110	39	36	11	3	2	2	26	3	5		5	11	1	217
2 - 4	127	116	29	10	3		2	31	5			7	1	1	212
4 - 6	83	37	40	13	1		8	16	1	3		6			208
6 - 8	54	132	91	58	2		17	42	4	6	1	18	1		426
8 - 10	60	256	158	164	7	1	29	61	8	13	3	27	1	1	792
10 - 12	56	319	205	165	7		34	43	7	10	3	23	7	1	880
12 - 14	48	234	164	116	1		33	45	9	9	2	16	3	1	681
14 - 16	81	272	135	131	2		38	65	24	11	3	23	2		791
16 - 18	119	323	193	151	7		32	71	30	11	3	31	17	1	985
18 - 20	158	239	159	96	10	1	36	58	18	11	2	12	6	1	807
20 - 22	216	177	137	68	5	3	37	58	13	8		13	4	2	741
22 - 24	213	104	85	24	1	1	10	58	9	8	1	6	1	2	523

CATEGORIA DEL CONDUCTOR															
Profesional	481	815	567	629	20	3	118	90	52	26	1	83	22	11	2911
Sportman	783	1.193	613	317	21	11	87	181	65	50	11	66	16	3	3.445
Motociclista	7	11	54	4			11	5		2					90
Sin Credenciales	52	63	71	38	3	1	111	34	7	10	2	19	11	1	319
No Identificado	2	93	97	19	2		55	267	7	10	1	19	2	1	575

VICTIMAS															
SI	161	217	210	39	2	1	231	250	13	15	2	110	11	2	1.217
NO	1164	1.931	1.222	968	17	7	47	327	118	83	16	117	10	9	6.126

DIRECCION NACIONAL DE TRANSITO
SECCION ESTADISTICA

Jefatura de Quito
~~de~~ Total Año: 93.

ACCIDENTES DE TRANSITO

CAUSAS DE LOS ACCIDENTES	CLASE DE LOS ACCIDENTES							TOTAL	
	ATROPELLO	CAIDA PASAJERO (S)	CHOQUE	ENCUETAMIENTO	ESTRELLAMIENTO	ROZAMIENTO	VOLCAMIENTO		OTROS
Embriguez del Conductor	82	2	775		324	97	43	2	1.325
Impericia, Imprudencia Conductor	131	21	1452	3	172	70	25	2	2.178
Exceso de Velocidad	98	2	1093	3	166	37	36		1432
Mal Rebarramiento - Invasión Carril	18		283	1	27	665	13		1007
Mal Estacionamiento			36		10	2		1	49
Encandilamiento			1	2	2	11	2		8
Imprudencia del Peatón	214	11	23		19	1	6	1	245
Causas Desconocidas	197	3	191	2	115	11	53	3	577
Factores Climáticos	3		69	5	25	5	17	7	131
Mal Estado de la Vía	1		33	8	30	1	11	14	98
Salida de Animales a la Vía			6		11		3	5	18
Daños Mecánicos	11		84	1	59	3	26	3	187
Casos Fortuitos	1	1	7		7			28	44
Otras Causas			7		1		2	1	11

Z O N A

Urbana	655	42	3.857	3	832	823	138	41	6.391
Rural	101	3	503	22	129	67	101	26	952

TIPO DE CARRETERA

Asfaltada	756	43	4.360	25	961	890	239	67	7.343
Empedrada									
Afirmada									

DIA DE LA SEMANA

Lunes	113	7	601	5	106	118	31	11	1022
Martes	88	9	636	4	82	141	20	11	991
Miércoles	101	8	559	3	104	156	33	13	977
Jueves	82	3	630	2	115	113	31	10	1018
Viernes	137	7	777	6	150	122	32	8	1239
Sábado	141	3	716	3	234	124	51	5	1277
Domingo	94	8	441	2	170	56	11	7	814

CATEGORIA DEL CONDUCTOR

Profesional	223	39	1709	11	278	567	53	21	2.911
Sportman	167		2.407	9	454	289	84	35	3.445
Motorciclista	18		56		8	2	5	1	90
Sin Credenciales	35	2	134	4	84	25	30	5	319
No Identificado	303	11	54	1	137	7	67	2	575

ANEXO B
HOJAS TECNICAS

24

Definition of Terms

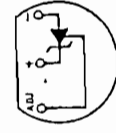
Operating Output Voltage: The voltage appearing across the positive and negative terminals of the device at specified conditions of operating temperature and current.

Un calibrated Temperature Error: The error between the operating output voltage at 10 mV/K and case temperature at specified conditions of current and case temperature.

Connection Diagrams

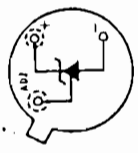
TO-92

Plastic Package



TO-46

Metal Can Package*



* Case is connected to negative pin

Order Number LM335Z or LM335AZ
See NS Package Z03A

Order Number LM135H, LM235H, LM335H, LM135AH, LM235AH or LM335AH
See NS Package H03H

Calibrated Temperature Error: The error between operating output voltage and case temperature at 10 mV/K over a temperature range at a specified operating current with the 25°C error adjusted to zero.

LM555/LM555C Timer

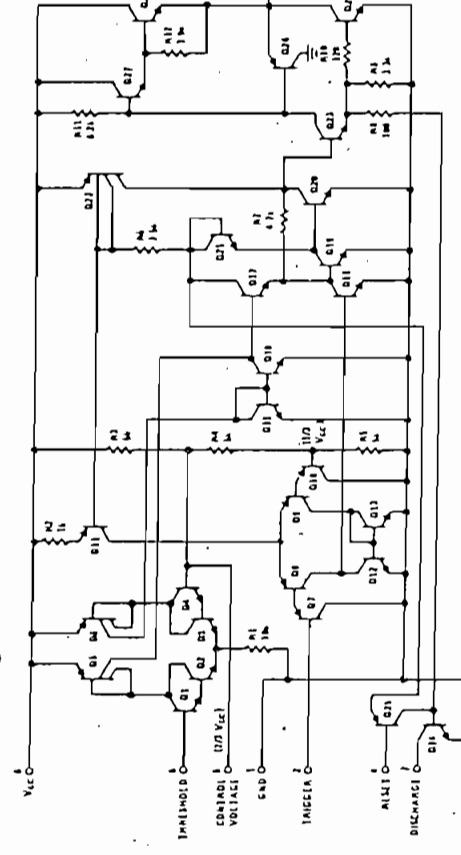
General Description

The LM555 is a highly stable device for generating accurate time delays or oscillation. Additional terminals are provided for triggering or resetting if desired. In the time delay mode of operation, the time is precisely controlled by one external resistor and capacitor. For stable operation as an oscillator, the free running frequency and duty cycle are accurately controlled with two external resistors and one capacitor. The circuit may be triggered and reset on falling waveforms, and the output circuit can source or sink up to 200 mA or drive TTL circuits.

Features

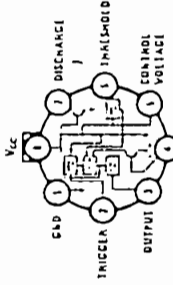
- Direct replacement for SE555/NE555
- Timing from microseconds through hours
- Operates in both astable and monostable modes

Schematic Diagram

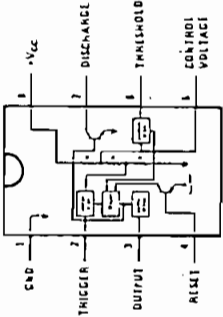


Connection Diagrams

Metal Can Package



Dual-In-Line Package





National Semiconductor

Industrial Blocks

LM567/LM567C Tone Decoder

General Description

The LM567 and LM567C are general purpose tone decoders designed to provide a saturated transistor switch to ground when an input signal is present within the passband. The circuit consists of an I and Q detector driven by a voltage controlled oscillator which determines the center frequency of the decoder. External components are used to independently set center frequency, bandwidth and output delay.

Features

- 20 to 1 frequency range with an external resistor
- Logic compatible output with 100 mA current sinking capability
- Bandwidth adjustable from 0 to 14%

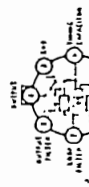
- High rejection of out of band signals and noise immunity to false signals
- Highly stable center frequency
- Center frequency adjustable from 0.01 Hz to 500 kHz

Applications

- Touch tone decoding
- Precision oscillator
- Frequency monitoring and control
- Wide band FSK demodulation
- Ultrasonic controls
- Carrier current remote controls
- Communications paging decoders

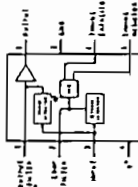
Schematic and Connection Diagrams

Metal Can Package

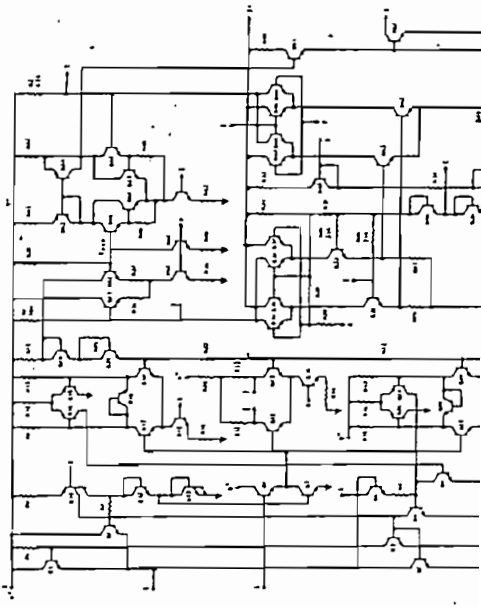


Order Number LM567H or LM567CH
See NS Package H08C

Dual-In-Line Package



Order Number LM567CN
See NS Package N08B



Absolute Maximum Ratings

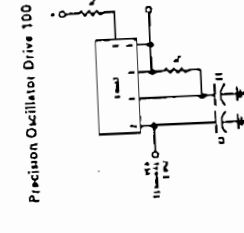
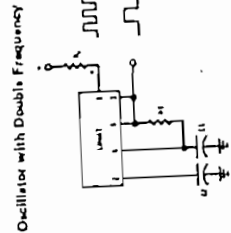
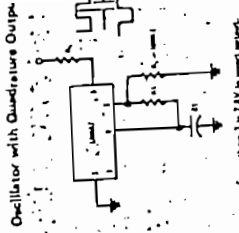
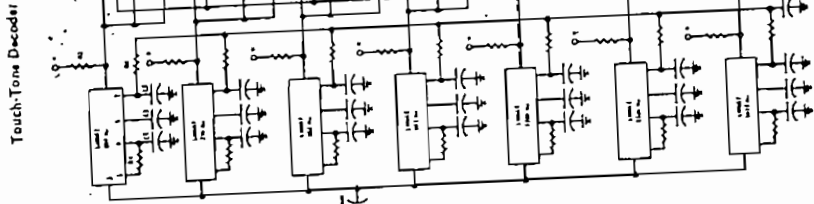
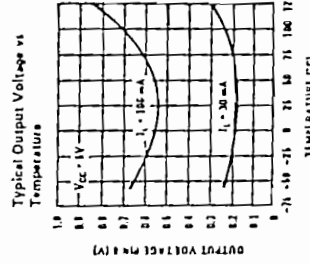
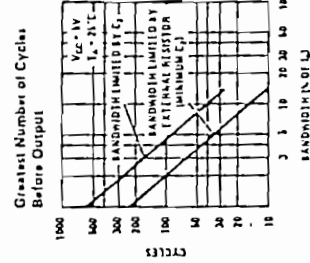
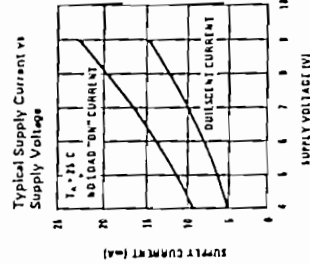
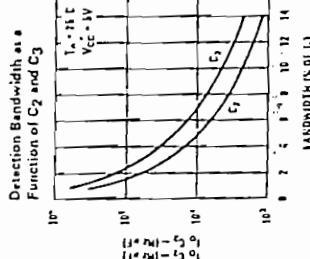
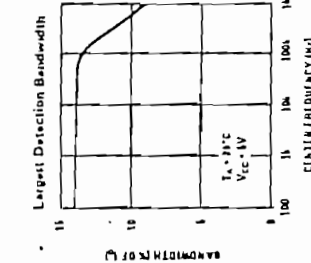
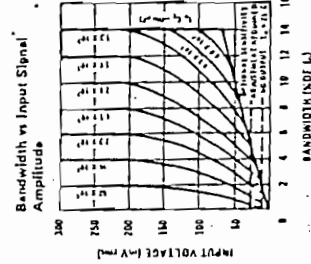
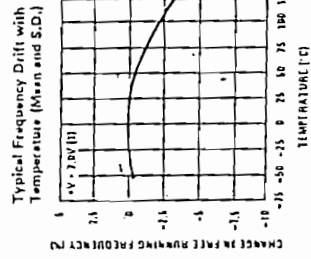
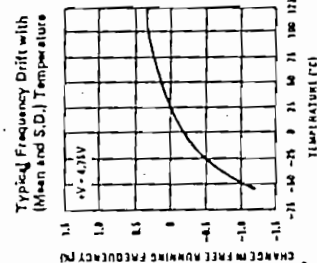
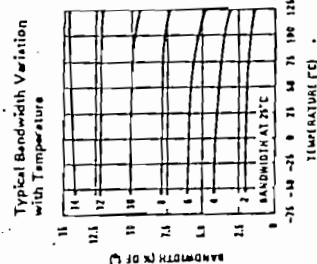
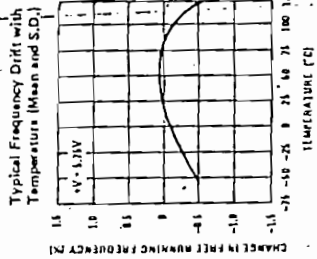
Supply Voltage Pin 10V
Power Dissipation (Note 1) 300 mW
 V_A 15V
 V_B -10V
 V_C +0.5V
 V_D -0.5V
Storage Temperature Range -65°C to +150°C

Electrical Characteristics

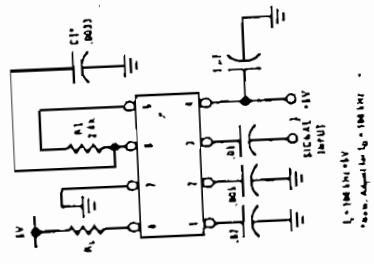
Conditions: $V_{CC} = 15V$, $V_A = 15V$, $V_B = -10V$, $V_C = 0.5V$, $V_D = -0.5V$, $T_A = 25^\circ C$

PARAMETERS	LM567		LM567C	
	MIN	TYP	MAX	TYP
Power Supply Voltage Range	4.75	9.0	9.0	9.0
Power Supply Current		6	8	7
Quiescent		11	13	12
Power Supply Current	18	20	22	20
Active		20	26	20
Input Resistance		15	10	15
Smallest Detectable Input Voltage		10	10	15
Lowest No Output Input Voltage		6	6	6
Lowest Envelope-Detected Signal to Allowed Signal Ratio		-6	-6	-6
Minimum Input Signal to Wideband Noise Ratio	12	14	16	14
Largest Detection Bandwidth		1	2	7
Largest Detection Bandwidth Skew		10.1	0.25	10.1
Largest Detection Bandwidth Variation with Temperature		11	12	11
Largest Detection Bandwidth Variation with Supply Voltage		100	100	100
Highest Center Frequency		35.1 60	35.1 60	35.1 60
Center Frequency Stability		26 ± 140	26 ± 140	26 ± 140
Center Frequency Shift with Supply Voltage		0.5	1.0	0.4
Fastest On-Off Cycling Rate		1,700	1,700	1,700
Output Leakage Current		0.01	25	0.01
Output Saturation Voltage		0.7	0.4	0.7
Output Fall Time		0.6	1.0	0.6
Output Rise Time		30	30	30
		150	150	150

Note 1: The maximum junction temperature of the LM567 is 150°C, while that of the LM567C and LM567 is 175°C. For operation at elevated temperatures, devices in the TO-5 package must be derated based on a thermal resistance of 150°C/W, junction to ambient or 45°C/W, junction to case. For the DIP the device must be derated based on a thermal resistance of 187°C/W, junction to ambient.



AC Test Circuit



Applications Information
The center frequency of the tone decoder to the free running frequency of the V given by

$$f_0 \approx \frac{1}{1.1R_1C_1}$$

The bandwidth of the filter may be the approximation

$$BW \approx 1070 \sqrt{\frac{V_1}{f_0 C_2}}$$

Where:
V₁ = Input voltage (volts rms), V₁ ≤ 5
C₁ = Capacitance at Pin 2 (nF)

- Component values (typ)
- R1 10 kΩ
- R2 10 kΩ
- R3 20 kΩ
- C1 0.1 μF
- C2 10 μF
- C3 10 μF
- C4 10 μF

0.9 V_{IP}
 CLK In 20 MHz
 V_{CC} = 5V

MM53130 DTMF (TOUCH TONE®) Generator

General Description

The MM53130 is a low threshold voltage, ion-implanted, metal-gate CMOS integrated circuit that generates all dual tone multi-frequency (DTMF) pairs required in tone-dialing systems. The 8 audio output frequencies are generated from an on-chip 3.579545 MHz master oscillator. No external components other than the crystal are required for the oscillator. The MM53130 can be powered directly from telephone lines over wide range loop conditions. The device can interface directly to an inexpensive single-contact calculator type keyboard or a standard telephone 2-of-8 keypad (Figure 4). The MM53130 is also capable of accepting binary code inputs for micro-processor-controlled systems applications.

Features

- 3V-8V operating voltage
- On-chip 3.579545 MHz crystal-controlled oscillator
- Tone accuracy better than $\pm 1\%$ without tuning
- Interface with standard 2-of-8 telephone keypad
- Interface with single-contact low cost keypad
- Input signals can be in binary code
- Multikey lockout with/without single tone capability
- On-chip high band and low band tone generators and mixer
- High band pre-emphasis
- Low harmonic distortion
- Open emitter-follower low impedance output
- Separate receiver mute and transmitter mute switch outputs
- Powered directly from the telephone line

Block Diagram

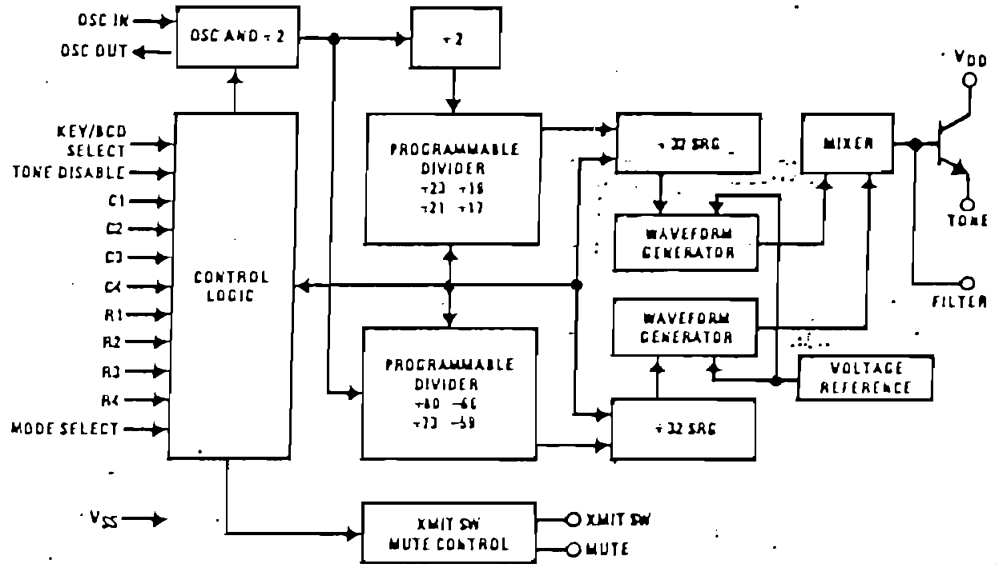


FIGURE 1

* Registered trademark of Bell Telephone

MM53130

Absolute Maximum Ratings

Voltage at Any Pin Except XMT SW and MUTE	$V_{SS} - 0.3V$ to $V_{DD} + 0.3V$
Voltage at XMT SW and MUTE Pins	$V_{SS} - 0.3V$ to $15V$
Operating Temperature Range	$-40^{\circ}C$ to $+70^{\circ}C$
Storage Temperature Range	$-65^{\circ}C$ to $+150^{\circ}C$
$V_{DD} - V_{SS}$	$15V$
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	$300^{\circ}C$

Electrical Characteristics T_A within operating temperature range, $3V \leq V_{DD} \leq 8V$, unless otherwise specified.

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
Input Pull-Up Resistor					
Column and Row Inputs		25	50	90	k Ω
Key/BCD Select		200	650	1000	k Ω
Mode Select		200	650	1000	k Ω
Tone Disable		200	650	1000	k Ω
Input Pull-Down Resistor					
Column and Row Inputs	$V_{DD} = 3V$ $V_{DD} = 8V$	650 200			Ω Ω
Input Voltage Levels					
Logical "1"		80% of V_{DD}		V_{DD}	V
Logical "0"		V_{SS}		20% of V_{DD}	V
Operating Frequency			3.579545		MHz
Output Voltage Swing at Tone Output					
Low Band Alone	$R_L > 1500$		820		mV $\sqrt{2}$
High Band Alone	$R_L > 1500$		1000		mV $\sqrt{2}$
Harmonic Distortion	$R_L > 1500$			-20	dB
Tone Frequency Deviation				1.0	%
Typical Application Output Level V_L (See Figure 5)	$20 < I_L < 100$ mA				
Low Band Tone	$R_L = 1500$		-7		dBV
High Band Tone	$R_L = 1500$		-6		dBV
THD	$f \leq 20$ kHz		4		%
Output Currents					
XMT SW/MUTE	$V_{DD} = 3V$ $V_{OUT} = 2V$	3			mA
Idle Current	$R_L = \infty$, $V_{DD} = 8.0V$ (No Key Depressed)			1	mA
Operating Current	$R_L = \infty$, $V_{DD} = 3.5V$			2	mA
Key Down to Tone Outputting Time (Debounce)			3	4	ms
DC Output	Tone Disable = 0		TRI-STATE*		

Functional Description (Continued)

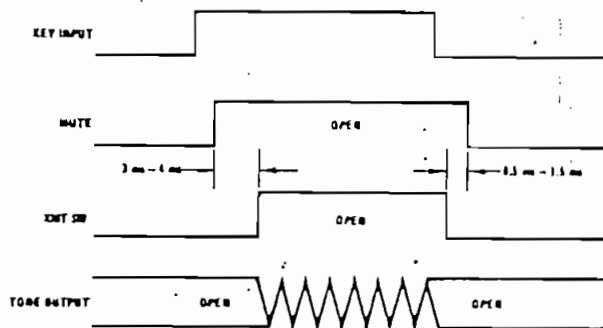


FIGURE 3. Timing Diagram of MUTE and XMT SW in Relation to Key Input and Tone Output

TABLE I. FUNCTIONAL TRUTH TABLE (WITH "MODE SELECT" OPEN)

Key/Binary Select	Tone Disable	Row	Column	Tone Output		XMT SW	MUTE
				Low Band	High Band		
X	0	X	X	0	0	0	0
1	1	One	One	I_L	I_H	1	1
1	1	One	Two or More	I_L	0	1	1
1	1	Two or More	One	0	I_H	1	1
1	1	Two or More	Two or More	0	0	0	0
0	1	Binary	Open	I_L	I_H	1	1
0	1	Binary	C1=0	I_L	0	1	1
0	1	Binary	C2=0	0	I_H	1	1
0	1	X	C1 and C2=0	0	0	0	0

TABLE II. FUNCTIONAL TRUTH TABLE FOR SIGNAL INTERFACE

Keyboard Inputs	Binary Inputs						Frequencies Generated		
	C1	C2	R1	R2	R3	R4	f_L (Hz)	f_H (Hz)	
1	1	Open	Open	0	0	0	1	697	1209
1	2	Open	Open	0	0	1	0	697	1336
1	3	Open	Open	0	0	1	1	697	1477
1	4	Open	Open	0	1	0	0	770	1209
1	5	Open	Open	0	1	0	1	770	1336
1	6	Open	Open	0	1	1	0	770	1477
1	7	Open	Open	0	1	1	1	852	1209
1	8	Open	Open	1	0	0	0	852	1336
1	9	Open	Open	1	0	0	1	852	1477
1	0	Open	Open	1	0	1	0	941	1336
1	.	Open	Open	1	0	1	1	941	1209
1	#	Open	Open	1	1	0	0	941	1477
1	A	Open	Open	1	1	0	1	697	1633
1	B	Open	Open	1	1	1	0	770	1633
1	C	Open	Open	1	1	1	1	852	1633
1	D	Open	Open	0	0	0	0	941	1633
	0	Open		Valid Binary Inputs				I_L	—
	Open	0						—	I_H
	0	0						$1/2 V_{DD}$	$1/2 V_{DD}$

July, 1990

DESCRIPTION

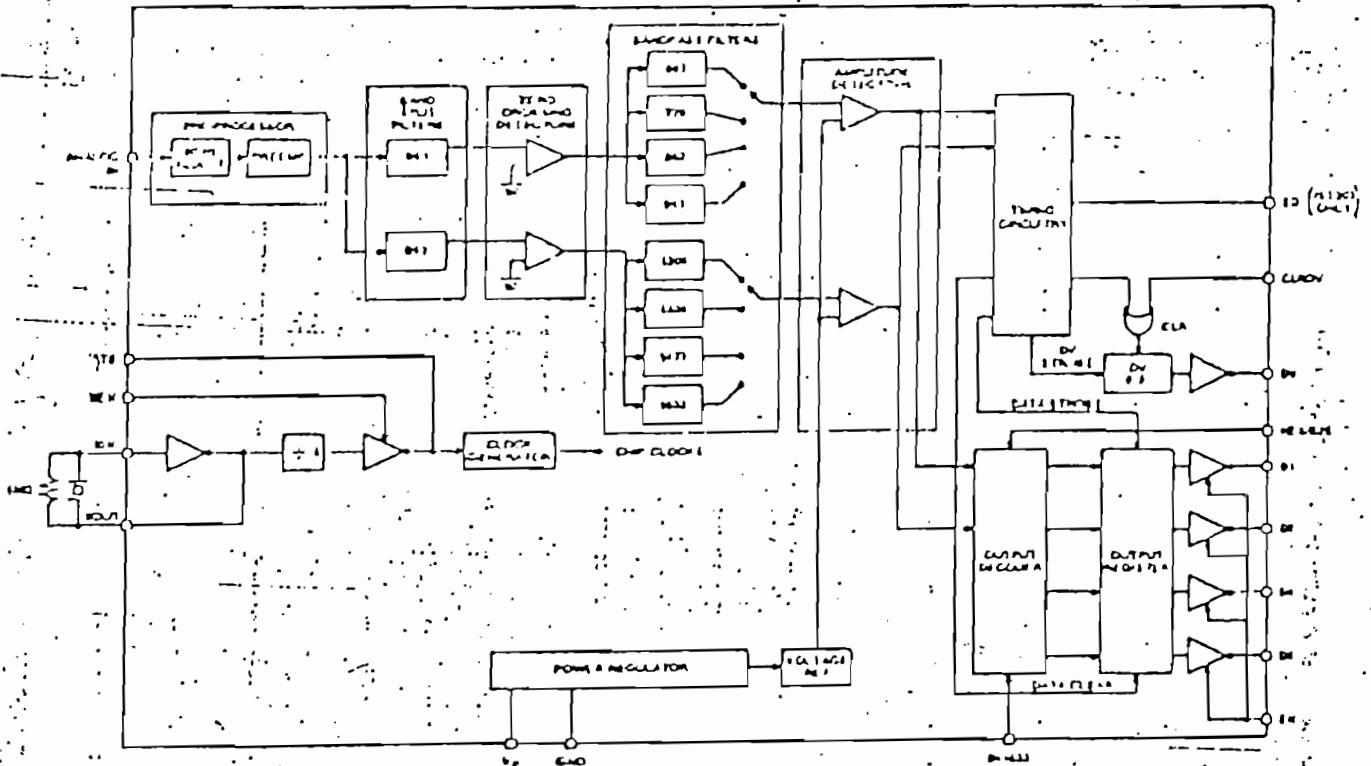
The SSI 75T202 and 75T203 are complete Dual-Tone Multifrequency (DTMF) receivers detecting a selectable group of 12 or 16 standard digits. No front-end pre-filtering is needed. The only externally required components are an inexpensive 3.58-MHz television "colorburst" crystal (for frequency reference) and a bias resistor. Extremely high system density is made possible by using the clock output of a crystal-connected SSI 75T202 or 75T203 receiver to drive the time bases of additional receivers. Both are monolithic integrated circuits fabricated with low-power, complementary symmetry MOS (CMOS) processing. They require only a single low tolerance voltage supply and are packaged in a standard 18-pin plastic DIP.

(Continued)

FEATURES

- Central office quality
- NO front-end band-splitting filters required
- Single, low-tolerance, 5-volt supply
- Detects either 12 or 16 standard DTMF digits
- Uses inexpensive 3.579545-MHz crystal for reference
- Excellent speech immunity
- Output in either 4-bit hexadecimal code or binary coded 2-of-8
- 18-pin DIP package for high system density
- Synchronous or handshake interface
- Three-state outputs
- Early detect output (SSI 75T203 only)

BLOCK DIAGRAM



CAUTION: Use handling procedures necessary for a static sensitive component.

0790 - rev.

4-9

SSI 75T202/203

5V Low-Power

DTMF Receiver

DESCRIPTION (Continued)

The SSI 75T202 and 75T203 employ state-of-the-art circuit technology to combine digital and analog functions on the same CMOS chip using a standard digital semiconductor process. The analog input is pre-processed by 60-Hz reject and band splitting filters and then hard-limited to provide AGC. Eight bandpass filters detect the individual tones. The digital post-processor times the tone durations and provides the correctly coded digital outputs. Outputs interface directly to standard CMOS circuitry, and are three-state enabled to facilitate bus-oriented architectures.

ANALOG IN

This pin accepts the analog input. It is internally biased so that the input signal may be AC coupled. The input may be DC coupled as long as it does not exceed the positive supply. Proper input coupling is illustrated in Figure 1.

The SSI 75T202 is designed to accept sinusoidal input wave forms but will operate satisfactorily with any input that has the correct fundamental frequency with harmonics less than -20 dB below the fundamental.

CRYSTAL OSCILLATOR

The SSI 75T202 and 75T203 contain an onboard inverter with sufficient gain to provide oscillation when connected to a low-cost television "colorburst" crystal. The crystal oscillator is enabled by tying XEN high. The crystal is connected between XIN and XOUT. A 1 MΩ 10% resistor is also connected between these pins. In this mode, ATB is a clock frequency output. Other SSI 75T202's (or 75T203's) may use the same frequency reference by tying their ATB pins to the ATB of a crystal connected device. XIN and XEN of the auxiliary devices must then be tied high and low respectively. Ten devices may run off a single crystal-connected SSI 75T202 or 75T203 as shown in Figure 2.

HEX/B28

This pin selects the format of the digital output code. When HEX/B28 is tied high, the output is hexadecimal. When tied low, the output is binary coded 2-of-8. The table below describes the two output codes.

Hexadecimal					Binary Coded 2-of-8				
Digit	D8	D4	D2	D1	Digit	D8	D4	D2	D1
1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
2	0	0	1	0	2	0	0	0	1
3	0	0	1	1	3	0	0	1	0
4	0	1	0	0	4	0	1	0	0
5	0	1	0	1	5	0	1	0	1
6	0	1	1	0	6	0	1	1	0
7	0	1	1	1	7	1	0	0	0
8	1	0	0	0	8	1	0	0	1
9	1	0	0	1	9	1	0	1	0
0	1	0	1	0	0	1	1	0	1
.	1	0	1	1	.	1	1	0	0
#	1	1	0	0	#	1	1	1	0
A	1	1	0	1	A	0	0	1	1
B	1	1	1	0	B	0	1	1	1
C	1	1	1	1	C	1	0	1	1
D	0	0	0	0	D	1	1	1	1

TABLE 1: Output Codes

SSI 75T202/203

5V Low-Power DTMF Receiver

IN1633

When tied high, this pin inhibits detection of tone pairs containing the 1633 Hz component. For detection of all 16 standard digits, IN1633 must be tied low.

OUTPUTS D1, D2, D4, D8 and EN

Outputs D1, D2, D4, D8 are CMOS push-pull when enabled (EN high) and open circuited (high impedance) when disabled by pulling EN low. These digital outputs provide the code corresponding to the detected digit in the format programmed by the HEX/B2B pin. The digital outputs become valid after a tone pair has been detected and they are then cleared when a valid pause is timed.

DV and CLRDV

DV signals a detection by going high after a valid tone pair is sensed and decoded at the output pins D1, D2, D4, and D8. DV remains high until a valid pause occurs or the CLRDV is raised high, whichever is earlier.

ED (SSI 75T203 only)

The ED output goes high as soon as the SSI 75T203 begins to detect a DTMF tone pair and falls when the 75T203 begins to detect a pause. The D1, D2, D4, and

D8 outputs are guaranteed to be valid when DV is high, but are not necessarily valid when ED is high.

N/C PINS

These pins have no internal connection and may be left floating.

DTMF DIALING MATRIX

See Figure 3. Please make note that column 3 is for special applications and is not normally used in telephone dialing.

	Col 0	Col 1	Col 2	Col 3
Row 0	1	2	3	A
Row 1	4	5	6	B
Row 2	7	8	9	C
Row 3	.	0	#	D

FIGURE 3: DTMF Dialing Matrix

DETECTION FREQUENCY

Low Group f_1	High Group f_2
Row 0 = 697 Hz	Column 0 = 1209 Hz
Row 1 = 770 Hz	Column 1 = 1336 Hz
Row 2 = 852 Hz	Column 2 = 1477 Hz
Row 3 = 941 Hz	Column 3 = 1633 Hz

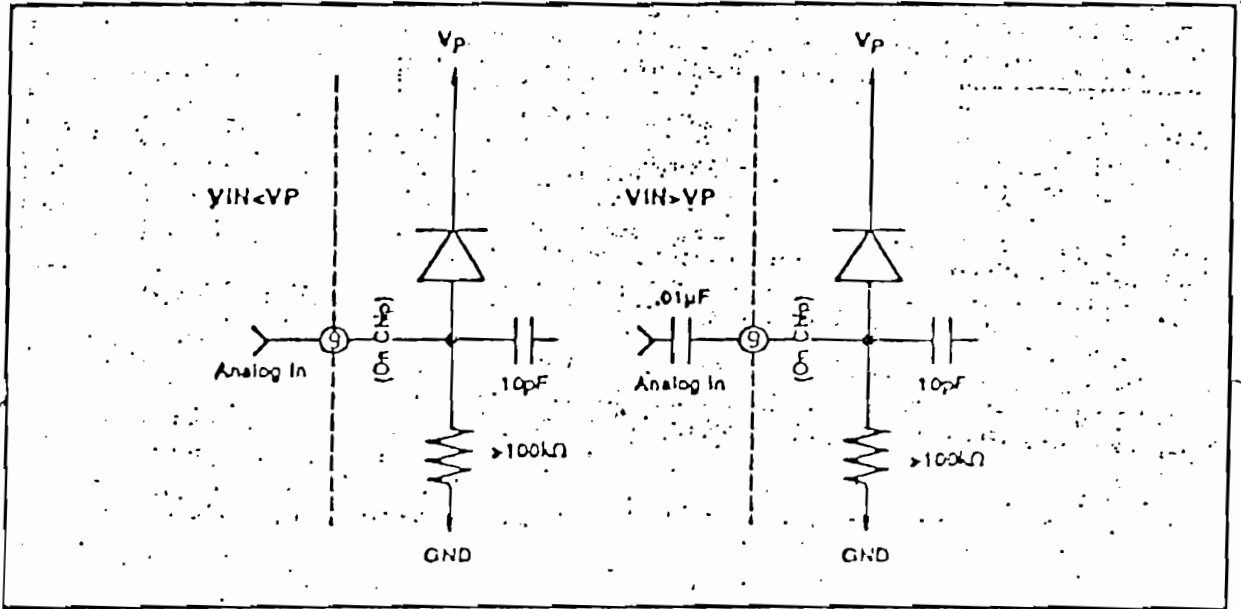


FIGURE 1: Input Coupling

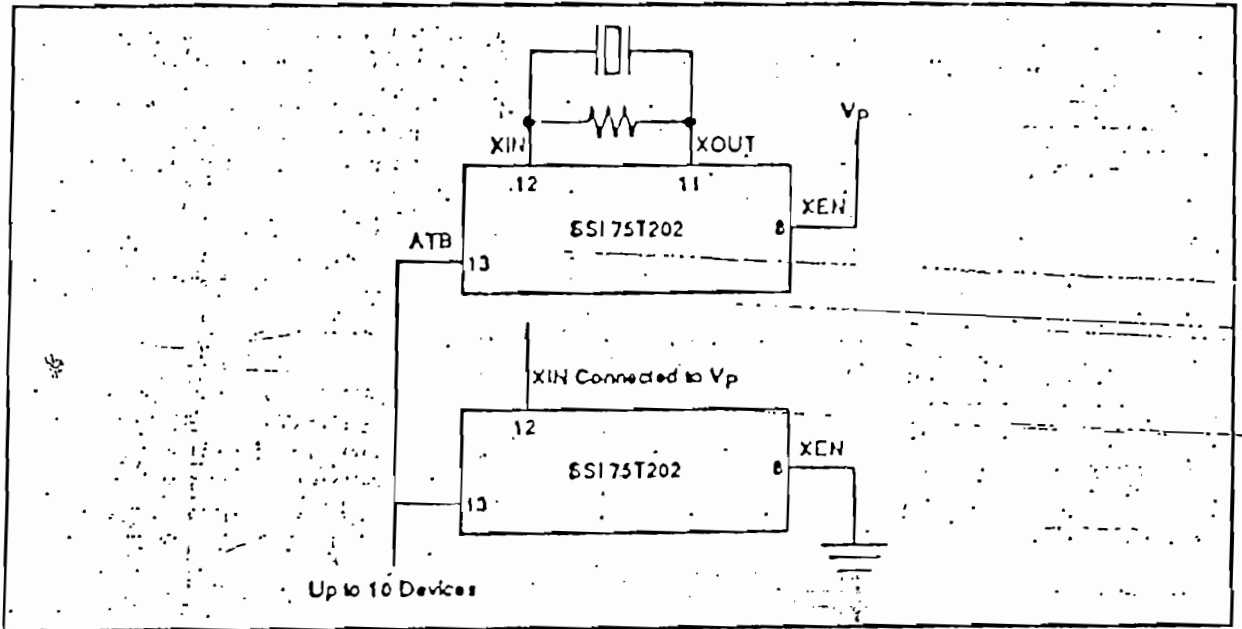


FIGURE 2: Crystal Connections

SSI 75T202/203

5V Low-Power

DTMF Receiver

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

(Operation above absolute maximum ratings may damage the device. All SSI 75T202/203 unused inputs must be connected to V_P or GND, as appropriate.)

PARAMETER	CONDITIONS	RATING
DC Supply Voltage - V_P		+7V
Operating Temperature		-40°C to +85°C Ambient
Storage Temperature		-65°C to +150°C
Power Dissipation (25°C)		65mW
Input Voltage	All inputs except ANALOG IN	($V_P + .5V$) to $-.5V$
ANALOG IN Voltage		($V_P + .5V$) to ($V_P - 10V$)
DC Current Into any Input		$\pm 1.0mA$
Lead Temperature	Soldering, 10 sec.	300°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(-40°C $\leq T_A \leq$ +85°C, $V_P = 5V \pm 10\%$)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Frequency Detect Bandwidth		$\pm(1.5 \pm 1\%)$	± 2.3	± 3.5	% of 10
Amplitude for Detection	each tone	-32		-2	dBm ref. to 600 Ω
Minimum Acceptable Twist	Twist = $\frac{\text{High Tone}}{\text{Low Tone}}$	-10		+10	dB
60-Hz Tolerance				0.8	Vrms
Dial Tone Tolerance	"precise" dial tone			0dB	dB*
T&K OH	MITEL tape #CM 7290		2		hits
Digital Outputs (except XOUT)	"0" level, 400 μA load	0		0.5	V
	"1" level, 200 μA load	$V_P - 0.5$		V_P	V
Digital Inputs	"0" level	0		0.3 V_P	V
	"1" level	0.2 V_P		V_P	V
Power Supply Noise	wide band			10	mV p-p
Supply Current	$T_A = 25^\circ C$		10	16	mA
Noise Tolerance	MITEL tape #CM 7290			-12	dB*
Input Impedance	$V_P \geq V_{IN} \geq V_P - 10$	100k Ω 15pF			

* dB referenced to lowest amplitude tone

SSI 75T202/203
5V Low-Power
DTMF Receiver

SSI 75T202/203 TIMING

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	NOM	MAX	UNITS
t _{on} Tone Time	for detection	40	-	-	ms
	for rejection	-	-	20	ms
t _{off} Pause Time	for detection	40	-	-	ms
	for rejection	-	-	20	ms
t _d Detect Time		25	-	46	ms
t _r Release Time		35	-	50	ms
t _{su} Data Setup Time		7	-	-	μs
t _h Data Hold Time		4.2	-	5.0	ms
t _{cd} DV Clear Time		-	160	250	ns
t _{pw} CLRDV Pulse Width		200	-	-	ns
t _{cd} ED Detect Time		7	-	22	ms
t _{cr} ED Release Time		2	-	18	ms
Output Enable Time	C _L = 50pF, R _L = 1kΩ	-	-	200	ns
Output Disable Time	C _L = 35pF, R _L = 500Ω	-	-	200	ns
Output Rise Time	C _L = 50pF	-	-	200	ns
Output Fall Time	C _L = 50pF	-	160	200	ns

SSI 75T202/203 TIMING (Continued)

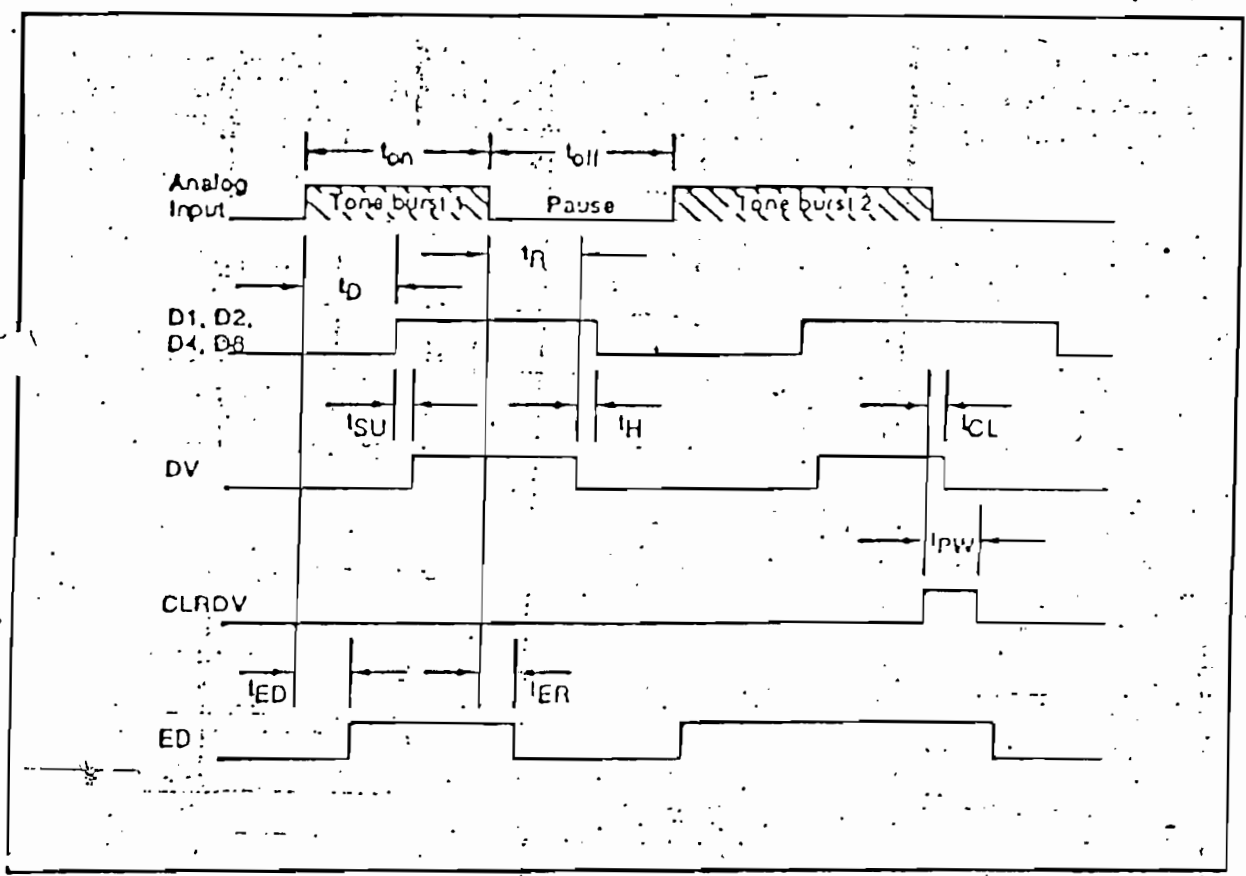


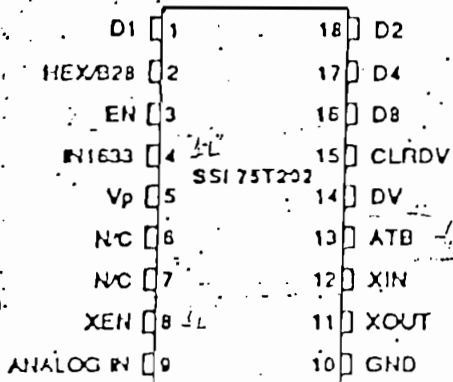
FIGURE 4: Timing Diagram

SSI 75T202/203

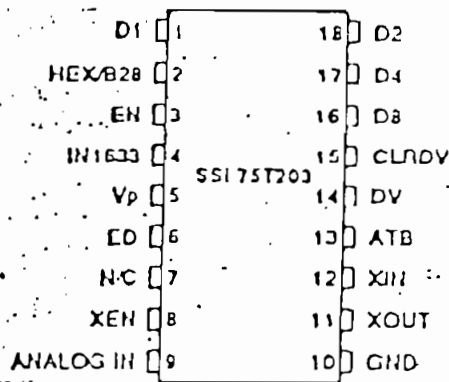
5V Low-Power

DTMF Receiver

PACKAGE PIN DESIGNATIONS (TOP VIEW)



18 - Pin DIP
SSI 75T202



18 - Pin DIP
SSI 75T203

ORDERING INFORMATION

PART DESCRIPTION	ORDER NO.	PKG. MARK
SSI 75T202 18-pin Plastic DIP	SSI 75T202-IP	75T202-IP
SSI 75T203 18-pin Plastic DIP	SSI 75T203-IP	75T203-IP

No responsibility is assumed by Silicon Systems for use of this product nor for any infringements of patents and trademarks or other rights of third parties resulting from its use. No license is granted under any patents, patent rights or trademarks of Silicon Systems. Silicon Systems reserves the right to make changes in specifications at any time without notice. Accordingly, the reader is cautioned to verify that the data sheet is current before placing orders.

Silicon Systems, Inc., 14351 Myford Road, Tustin, CA 92680, (714) 731-7110, FAX: (714) 731-5457



PRELIMINARY

8031/8051/8751 SINGLE COMPONENT 8-BIT MICROCOMPUTER

- 8031 - Control Oriented CPU With RAM and I/O
 - 8051 - An 8031 With Factory Mask-Programmable ROM
 - 8751 - An 8031 With User Programmable/Erasable EPROM
- 4K x 8 ROM/EPROM
 - 128 x 8 RAM
 - Four 8-Bit Ports, 32 I/O Lines
 - Two 16-Bit Timer/Event Counters
 - High-Performance Full-Duplex Serial Channel
 - External Memory Expandable to 128K
 - Compatible with MCS-80[™]/MCS-85[™] Peripherals
 - Boolean Processor
 - MCS-48[™] Architecture Enhanced with:
 - Non-Paged Jumps
 - Direct Addressing
 - Four 8-Register Banks
 - Stack Depth Up to 128-Bytes
 - Multiply, Divide, Subtract, Compare
 - Most Instructions Execute In 1 μ s
 - 4 μ s Multiply and Divide

The Intel[®] 8031/8051/8751 is a stand-alone, high-performance single-chip computer fabricated with Intel's highly-reliable +5 Volt, depletion-load, N-Channel, silicon-gate HMOS technology and packaged in a 40-pin DIP. It provides the hardware features, architectural enhancements and new instructions that are necessary to make it a powerful and cost-effective controller for applications requiring up to 64K bytes of program memory and/or up to 64K bytes of data storage.

The 8051/8751 contains a non-volatile 4K x 8 read only program memory; a volatile 128 x 8 read/write data memory; 32 I/O lines; two 16-bit timer/counters; a five-source, two-priority-level, nested interrupt structure; a serial I/O port for either multi-processor communications, I/O expansion, or full duplex UART; and on-chip oscillator and clock circuits. The 8031 is identical, except that it lacks the program memory. For systems that require extra capability, the 8051 can be expanded using standard TTL compatible memories and the byte oriented MCS-20 and MCS-85 peripherals.

The 8051 microcomputer, like its 8048 predecessor, is efficient both as a controller and as an arithmetic processor. The 8051 has extensive facilities for binary and BCD arithmetic and excels in bit-handling capabilities. Efficient use of program memory results from an instruction set consisting of 44% of one-byte, 41% two-byte, and 15% three-byte instructions. With a 12 MHz crystal, 56% of the instructions execute in 1 μ s, 40% in 2 μ s and multiply and divide require only 4 μ s. Among the many instructions added to the standard 8048 instruction set are multiply, divide, subtract and compare.

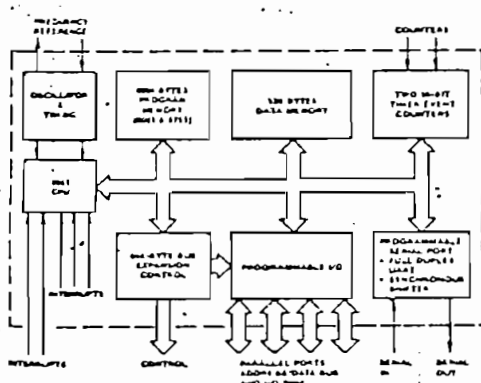


Figure 1.
Block Diagram

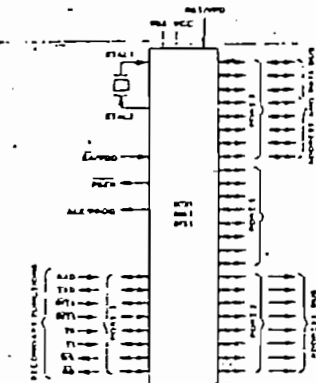


Figure 2.
Logic Symbol

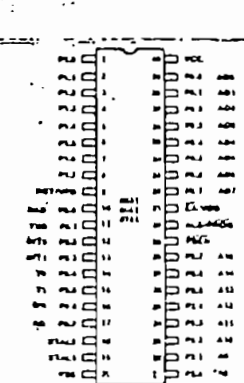


Figure 3. Pin
Configuration

INTRODUCTION

This data sheet provides an introduction to the 8051 family. A detailed description of the hardware required to expand the 8051 with more program memory, data memory, I/O, specialized peripherals and into multiprocessor configurations is described in the 8051 Family User's Manual.

THE 8051 Family

The 8051 is a stand-alone high-performance single-chip computer intended for use in sophisticated real-time applications such as instrumentation, industrial control and intelligent computer peripherals. It provides the hardware features, architectural enhancements and new instructions that make it a powerful and cost effective controller for applications requiring up to 64K-bytes of program memory and/or up to 64K-bytes of data storage. A Block Diagram is shown in Figure 3.

The 8031 is a control-oriented CPU without on-chip program memory. It can address 64K-bytes of external Program Memory in addition to 64K-bytes of External Data Memory. For systems requiring extra capability; each member of the 8051 family can be expanded using standard memories and the byte oriented MCS-80 and MCS-85 peripherals. The 8051 is an 8031 with the lower 4K-bytes of Program Memory filled with on-chip mask programmable ROM; while the 8751 has 4K-bytes of UV-light-erasable/electrically-programmable ROM.

The three pin-compatible versions of this component reduce development problems to a minimum and provide maximum flexibility. The 8751 is well suited for development, prototyping, low-volume production and applications requiring field updates; the 8051 for low-cost, high volume production; and the 8031 for applications desiring the flexibility of external Program Memory which can be easily

modified and updated in the field.

MACRO-VIEW OF THE 8051 ARCHITECTURE

On a single die the 8051 microcomputer combines CPU; non-volatile 4K x 8 read-only program memory; volatile 128 x 8 read/write data memory; 32 I/O lines; two 16-bit timer/event counters; a five-source, two-priority-level, nested interrupt structure; serial I/O port for either multi-processor communications, I/O expansion, or full duplex UART; and on-chip oscillator and clock circuits. This section will provide an overview of the 8051 by providing a high-level description of its major elements: the CPU architecture and the on-chip functions peripheral to the CPU. The generic term "8051" is used to refer collectively to the 8031, 8051, and 8751.

8051 CPU Architecture

The 8051 CPU manipulates operands in four memory spaces. These are the 64K-byte Program Memory, 64K-byte External Data Memory, 384-byte Internal Data Memory and 16-bit Program Counter spaces. The Internal Data Memory address space is further divided into the 256-byte Internal Data RAM and 128-byte Special Function Register (SFR) address spaces shown in Figure 4. Four Register Banks (each with eight registers), 128 addressable bits, and the stack reside in the Internal Data RAM. The stack depth is limited only by the available Internal Data RAM and its location is determined by the 8-bit stack pointer. All registers except the Program Counter and the four 8-Register Banks reside in the Special Function Register address space. These memory mapped registers include arithmetic registers, pointers, I/O ports, interrupt system registers, timers and serial port. 128 bit locations in the SFR address space are addressable as bits. The 8051 contains 128 bytes of Internal Data RAM and 20 SFRs.

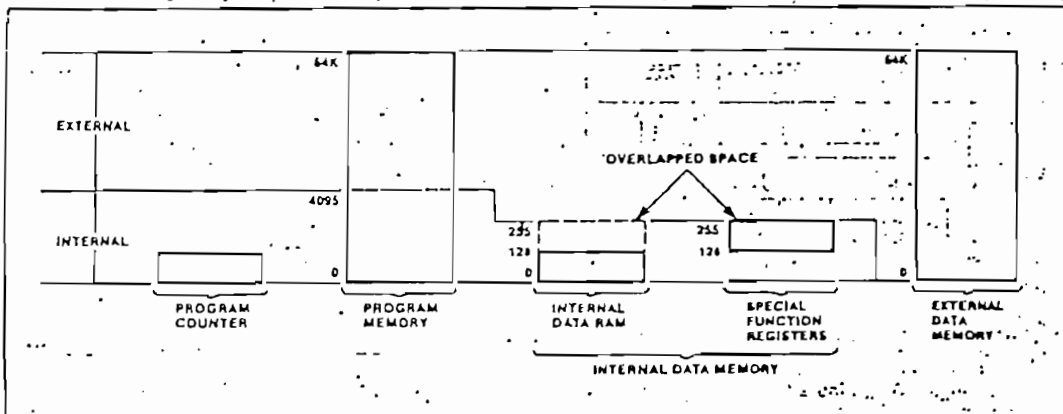


Figure 4. 8051 Family Memory Organization

The 8051 provides a non-paged Program Memory address space to accommodate relocatable code. Conditional branches are performed relative to the Program Counter. The register-indirect jump permits branching relative to a 16-bit base register with an offset provided by an 8-bit index register. Sixteen-bit jumps and calls permit branching to any location in the contiguous 64K Program Memory address space.

The 8051 has five methods for addressing source operands: Register, Direct, Register-Indirect, Immediate and Base-Register- plus Index-Register-Indirect Addressing. The first three methods can be used for addressing destination operands. Most instructions have a "destination, source" field that specifies the data type, addressing methods and operands involved. For operations other than moves, the destination operand is also a source operand.

Registers in the four 8-Register Banks can be accessed through Register, Direct, or Register-Indirect Addressing; the 128 bytes of Internal Data RAM through Direct or Register-Indirect Addressing; and the Special Function Registers through Direct Addressing. External Data Memory is accessed through Register-Indirect Addressing. Look-Up-Tables resident in Program Memory can be accessed through Base-Register- plus Index-Register- Indirect Addressing.

The 8051 is classified as an 8-bit machine since the internal ROM, RAM, Special Function Registers, Arithmetic/Logic Unit and external data bus are each 8-bits wide. The 8051 performs operations on bit, nibble, byte and double-byte data types.

The 8051 has extensive facilities for byte transfer, logic, and integer arithmetic operations. It excels at bit handling since data transfer, logic and conditional branch operations can be performed directly on Boolean variables.

The 8051's instruction set is an enhancement of the instruction set familiar to MCS-48 users. It is enhanced to allow expansion of on-chip CPU peripherals and to optimize byte efficiency and execution speed. Op codes were reassigned to add new, high-power operations and to permit new addressing modes which make the old operations more orthogonal. Efficient use of program memory results from an instruction set consisting of 49 single-byte, 45 two-byte and 17 three-byte instructions. When using a 12 MHz oscillator, 64 instructions execute in 1 μ s and 45 instructions execute in 2 μ s. The remaining instructions (multiply and divide) execute in only 4 μ s. The number of bytes in each instruction and the number of oscillator periods required for execution are listed in the appended 8051 Instruction Set Summary.

On-Chip Peripheral Functions

Thus far only the CPU and memory spaces of the 8051 have been described. In addition to the CPU and memories, an interrupt system, extensive I/O facilities and several peripheral functions are integrated on-chip to relieve the CPU of repetitious, complicated or time-critical tasks and to permit stringent real-time control of external system interfaces. The extensive I/O facilities include the I/O pins, parallel I/O ports, bidirectional address/data bus and the serial port for I/O expansion. The CPU peripherals functions integrated on-chip are the two 16-bit counters and the serial port. All of these work together to greatly boost system performance.

INTERRUPT SYSTEM

External events and the real-time-driven on-chip peripherals require service by the CPU asynchronous to the execution of any particular section of code. To meet the asynchronous activities of these functions to normal program execution, a sophisticated multiple-source, two-priority-level, nested interrupt system is provided. Interrupt response latency ranges from 2 μ s to 7 μ s when using a 12 MHz crystal.

The 8051 acknowledges interrupt requests from five sources. Two from external sources via the INT0 and INT1 pins, one from each of the two internal counters and one from the serial I/O port. Each interrupt vectors to a separate location in Program Memory for its service program. Each of the five sources can be assigned to either of two priority levels and can be independently enabled and disabled. Additionally all enabled sources can be globally disabled or enabled. Each external interrupt is programmable as either level- or transition-activated and is active-low to allow the "wire-or-ing" of several interrupt sources to the input pin. The interrupt system is shown diagrammatically in Figure 5.

I/O FACILITIES

The 8051 has instructions that treat its 32 I/O lines as 32 individually addressable bits and as four parallel 8-bit ports addressable as Ports 0, 1, 2 and 3. Ports 0, 2 and 3 can also assume other functions. Port 0 provides the multiplexed low-order address and data bus used for expanding the 8051 with standard memories and peripherals. Port 2 provides the high-order address bus when expanding the 8051 with external Program Memory or more than 256 bytes of External Data Memory. The pins of Port 3 can be configured individually to provide external interrupt request inputs, counter inputs, the serial port's receiver input and transmitter output, and to generate the control signals used for reading and writing External Data Memory. The generation or use of an alternate function on a Port 3 pin is done automatically by the 8051 as long as the pin

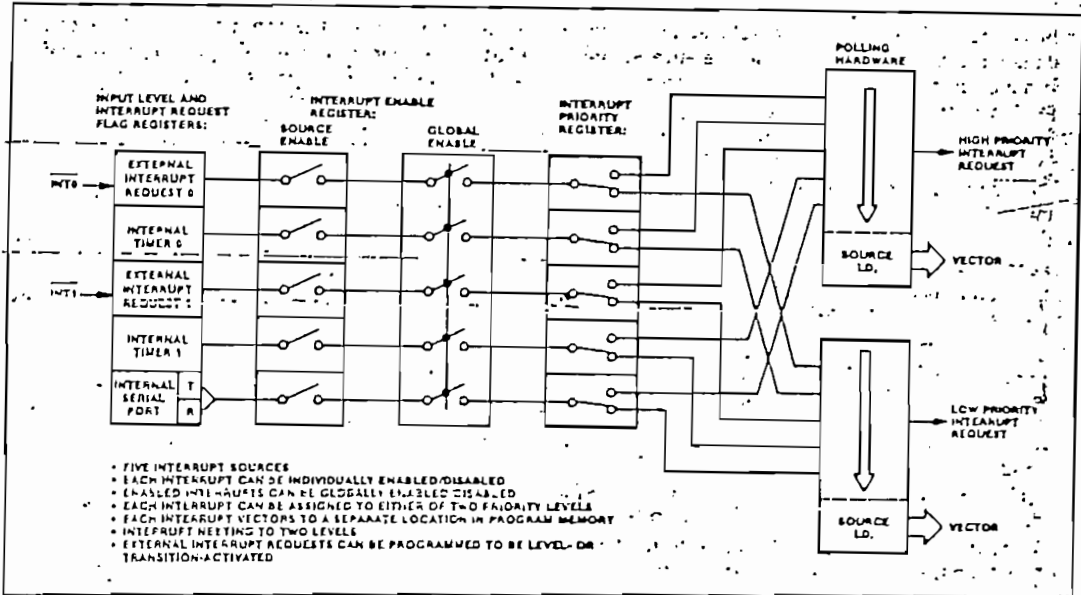


Figure 5. 8051 Interrupt System

is configured as an input. The configuration of the ports is shown on the 8051 Family Logic Symbol of Figure 2.

Open Drain I/O Pins

Each pin of Port 0 can be configured as an open drain output or as a high impedance input. Resetting the microcomputer programs each pin as an input by writing a one (1) to the pin. If a zero (0) is later written to the pin it becomes configured as an output and will continuously sink current. Re-writing the pin to a one (1) will place its output driver in a high-impedance state and configure the pin as an input. Each I/O pin of Port 0 can sink two TTL loads.

Quasi-Bidirectional I/O Pins

Ports 1, 2 and 3 are quasi-bidirectional buffers. Resetting the microcomputer programs each pin as an input by writing a one (1) to the pin. If a zero (0) is later written to the pin it becomes configured as an output and will continuously sink current. Any pin that is configured as an output will be reconfigured as an input when a one (1) is written to the pin. Simultaneous to this reconfiguration the output driver of the quasi-bidirectional port will source current for two oscillator periods. Since current is sourced only when a bit previously written to a zero (0) is updated to a one (1), a pin programmed as an input will not source current into the TTL gate that is driving it if the pin is later written with another one (1). Since the quasi-bidirectional output driver sources current for only two oscillator periods, an internal

pullup resistor of approximately 20K- to 40K-ohms is provided to hold the external driver's loading at a TTL high level. Ports 1, 2 and 3 can sink/source one TTL load.

Microprocessor Bus

A microprocessor bus is provided to permit the 8051 to solve a wide range of problems and to allow the upward growth of user products. This multiplexed address and data bus provides an interface compatible with standard memories, MCS-80 peripherals and the MCS-85 memories that include on-chip programmable I/O ports and timing functions. These are summarized in the 8051 Microcomputer Expansion Components chart of Figure 6.

When accessing external memory the high-order address is emitted on Port 2 and the low-order address on Port 0. The ALE signal is provided for strobing the address into an external latch. The program store enable (PSEN) signal is provided for enabling an external memory device to Port 0 during a read from the Program Memory address space. When the MOVX instruction is executed Port 3 automatically generates the read (RD) signal for enabling an External Data Memory device to Port 0 or generates the write (WR) signal for strobing the external memory device with the data emitted by Port 0. Port 0 emits the address and data to the external memory through a push/pull driver that can sink/source two TTL loads. At the end of the read/write bus cycle Port 0 is automatically reprogrammed to its high

Category	I.D.	Description	Comments	Program Or Data Memory	Crystal Frequency MHz (Max)
I/O Expander		8 Line I/O Expander (Shift Register)	Low Cost I/O Expander		12
Standard EPROMs	2758	1K x 8 450 ns Light Erasable	User programmable and erasable.	P	9
	2716-1	2K x 8 350 ns Light Erasable		P	11
	2732	4K x 8 450 ns Light Erasable		P	9
	2732A	4K x 8 250 ns Light Erasable		P	12
Standard RAMs	2114A	1K x 4 100 ns RAM	Data memory can be easily expanded using standard NMOS RAMs.	D	12
	2148	1K x 4 70 ns RAM		D	12
	2142-2	1K x 4 200 ns RAM		D	12
Multiplexed Address/Data RAMs	8185A	1K x 8 300 ns RAM		D	12
Standard I/O	8212	8-Bit I/O Port	Serves as Address Latch or I/O port.	D	12
	8262	8-Bit I/O Port		D	12
	8283	8-Bit I/O Port	Three 8-bit programmable I/O ports. Serial Communications Receiver/Transmitter.	D	12
	8255A	Programmable Peripheral Interface		D	12
	8251A	Programmable Communications Interface		D	12
Standard Peripherals	8205	1 of 8 Binary Decoder	MCS-60 and MCS-85 peripheral devices are compatible with the 8051 allowing easy addition of specialized interfaces. Future MCS-60/85 devices will also be compatible.	D	12
	8286	Bi-directional Bus Driver		D	12
	8287	Bi-directional Bus Driver (Inverting)		D	12
	8253A	Programmable Interval Timer		D	12
	8279	Programmable Keyboard/Display Interface (128 Keys)		D	12
	8291	GPB Talker/Listener		D	12
	8292	GPB Controller		D ₁	11.7
Universal Peripheral Interfaces	8041A	ROM Program Memory	User programmable to perform custom I/O and control functions	D/P	12/11.7
	8741A	EPROM Program Memory		D/P	12/11.7
Memories with on-chip I/O and Peripheral Functions.	8155-2	256 x 8 330 ns RAM		D	12
	8355-2	2K x 8 330 ns ROM		P	11.6
	8755-2	2K x 8 330 ns EPROM		P	11.6

Compatible MCS-40/85 Components

Figure 6. 8051 Microcomputer Expansion Components

impedance state and Port 2 is returned to the state it had prior to the bus cycle. The 8051 generates the address, data and control signals needed by memory and I/O devices in a manner that minimizes the requirements placed on external program and data memories. At 12 MHz, the Program Memory cycle time is 500ns and the access times required from stable address and PSEN are approximately 320ns and 150ns respectively. The External Data Memory cycle time is 1µs and the access times required from stable address and from read (RD) or write (WR) command are approximately 600ns and 250ns respectively.

TIMER/EVENT COUNTERS

The 8051 contains two 16-bit counters for measuring time intervals, measuring pulse widths, counting events and generating precise, periodic interrupt requests. Each can be programmed independently to operate similar to an 8048 8-bit timer with divide by 32 prescaler or as an 8-bit counter with divide by 32 prescaler (Mode 0), as a 16-bit time-interval or event counter (Mode 1), or as an 8-bit time-interval or event counter with automatic reload upon overflow (Mode 2).

Additionally, counter 0 can be programmed to a mode that divides it into one 8-bit time-interval or

event counter and one 8-bit time-interval counter (Mode 3). When counter 0 is in Mode 3, counter 1 can be programmed to any of the three aforementioned modes, although it cannot set an interrupt request flag or generate an interrupt. This mode is useful because counter 1's overflow can be used to pulse the serial port's transmission-rate generator. Along with their multiple operating modes and 16-bit precision, the counters can also handle very high input frequencies. These range from 0.1 MHz to 1.0 MHz (for 1.2 MHz to 12 MHz crystal) when programmed for an input that is a division by 12 of the oscillator frequency and from 0 Hz to an upper limit of 50 KHz to 0.5 MHz (for 1.2 MHz to 12 MHz crystal) when programmed for external inputs. Both internal and external inputs can be gated to the counter by a second external source for directly measuring pulse widths.

The counters are started and stopped under software control. Each counter sets its interrupt request flag when it overflows (from all ones to all zeros (or auto-reload value)). The operating modes and input sources are summarized in Figures 7 and 8. The effects of the configuration flags and the status flags are shown in Figures 9 and 10.

Serial Communications

The 8051 has a serial I/O port that is useful for serially linking peripheral devices as well as multiple 8051s through standard asynchronous protocols with full-duplex operation. The serial port also has a synchronous mode for expansion of I/O lines using CMOS and TTL shift registers. This hardware serial communications interface saves ROM code and permits a much higher transmission rate than could be achieved through software. In response to a serial port interrupt request the CPU has only to read/write the serial port's buffer to service the serial link. A block diagram of the serial port is shown in Figures 11 and 12. Methods for linking UART (universal asynchronous receiver/transmitter) devices are

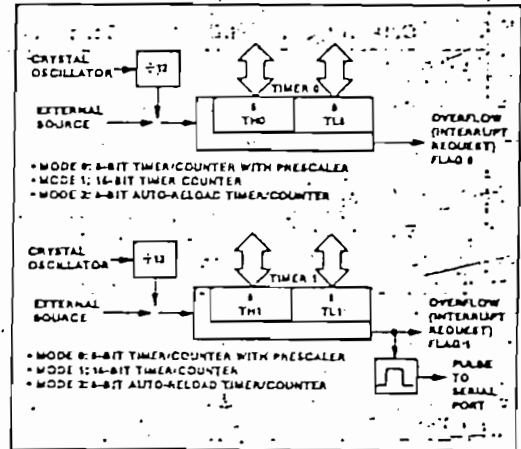


Figure 7. Timer/Event Counter Modes 0, 1 and 2

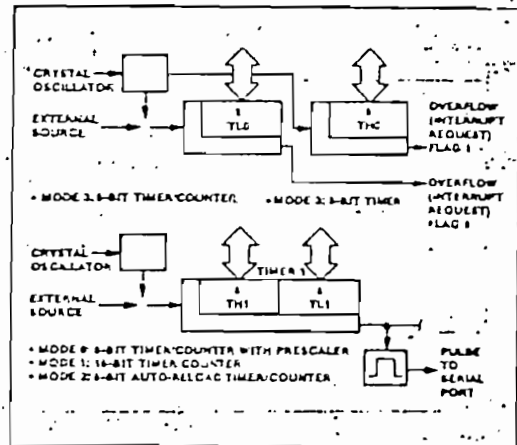


Figure 8. Timer/Event Counter 0 in Mode 3

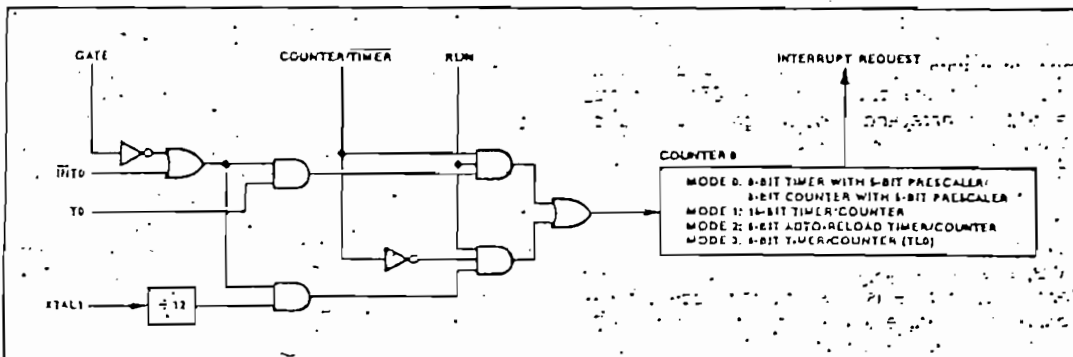


Figure 9. Timer/Counter 0 Control and Status Flag Circuitry

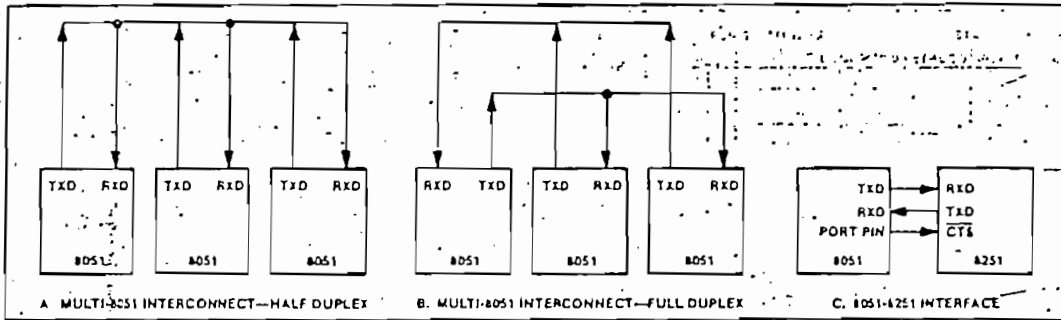


Figure 13. UART Interfacing Schemes

shown in Figure 13 and a method for I/O expansion is shown in Figure 14.

The full-duplex serial I/O port provides asynchronous modes to facilitate communications with standard UART devices, such as printers and CRT terminals, or communications with other 8051s in multi-processor systems. The receiver is double buffered to eliminate the overrun that would occur if the CPU failed to respond to the receiver's interrupt before the beginning of the next frame. Double buffering of the transmitter is not needed since the 8051 can generally maintain the serial link at its maximum rate without it. A minor degradation in transmission rate can occur in rare events such as when the servicing of the transmitter has to wait for a lengthy interrupt service program to complete. In asynchronous modes, false start-bit rejection is provided on received frames. For noise rejection a best two-out-of-three vote is taken on three samples near the center of each received bit.

When interfacing with standard UART devices the serial channel can be programmed to a mode (Mode 1) that transmits/receives a ten-bit frame or programmed to a mode (Mode 2 or 3) that transmits/receives an eleven-bit frame as shown in Figure 15. The frame consists of a start bit, eight or nine data bits and a stop bit. In Modes 1 and 3, the transmission-rate timing circuitry receives a pulse from counter 1 each time the counter overflows. The input to counter 1 can be an external source or a division by 12 of the oscillator frequency. The auto-reload mode of the counter provides communication rates of 122 to 31,250 bits per second (including start and stop bits) for a 12 MHz crystal. In Mode 2 the communication rate is a division by 64 of the oscillator frequency yielding a transmission rate of 187,500 bits per second (including start and stop bits) for a 12 MHz crystal.

Distributed processing offers a faster, more powerful system than can be provided by a single CPU processor. This results from a hierarchy of interconnected processors, each with its own memories and

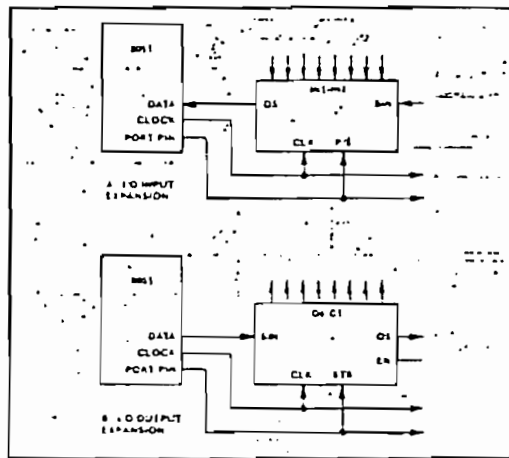


Figure 14. I/O Expansion Technique

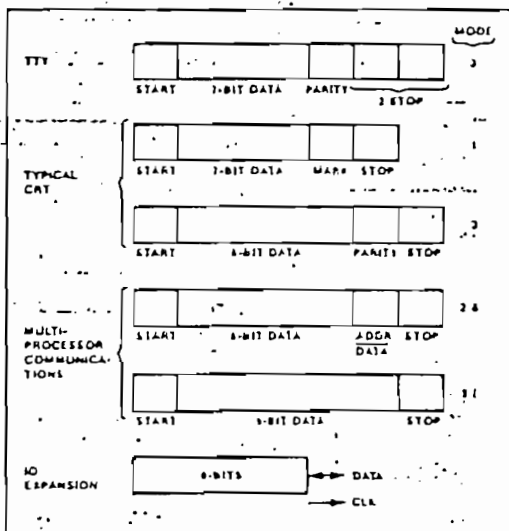
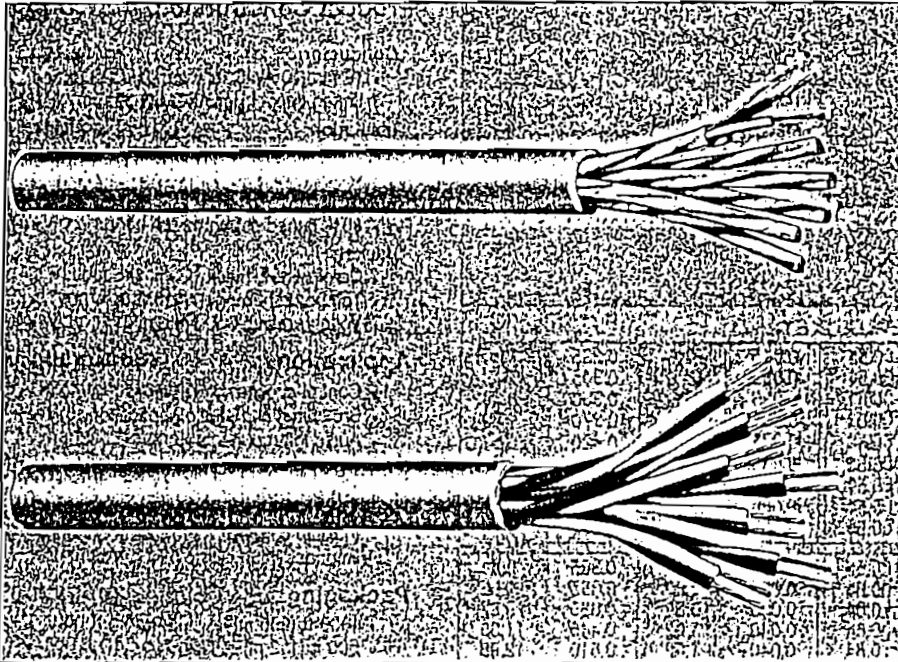
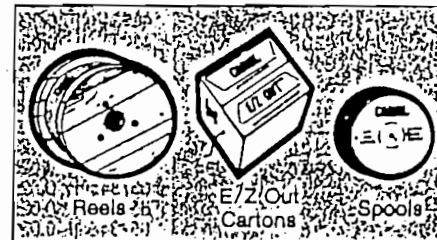


Figure 15. Typical Frame Formats

3 Communication Cable, Multi-Paired



Index	Page
Multi-Paired Unshielded	45-4
Multi-Paired Foil Shielded	50-5
Article 725 Multi-Paired PLCC	49, 5



In many electronic applications, two wires are required to complete circuits; these are often referred to as "balanced arrays" or "twisted pair" constructions.

Paired cable designs find frequent application in circuits requiring circuit-to-circuit isolation from noise, minimization of capacitance unbalances and a reduction of EMI interference currents.

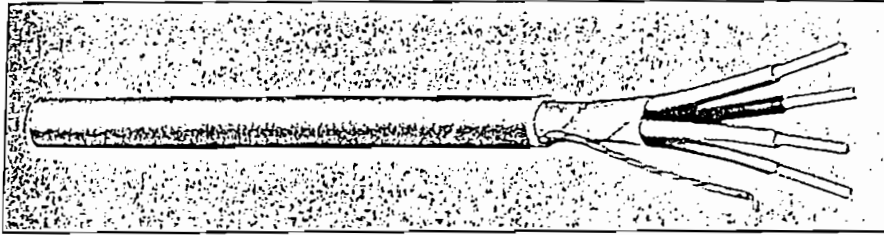
Circuit separation is further enhanced in those designs employing individual circuit shields in concert with an overall shield. These shielding systems are available from Carol in a myriad of combinations to suit the unique needs of the circuit designer.

As with the multiconductor designs, a wide array of insulating and jacketing materials are available to meet specific electronic applications.

CAROL

Multi-Paired Foil Shielded LoCap®

60°C 30 Volts UL 2668



CATALOG NUMBER	NO. OF PAIRS	COND. SIZE	COND. STRAND	NOM. INSULATION THICKNESS		NOM. JACKET THICKNESS		NOM. BUL. O.D.		NOM. CAP. pF/ft		DCR Ω/ft		NOM. IMP. Ω	VEL. OF PROP. %
				INCHES	MM	INCHES	MM	INCHES	MM	A	B	C	D		
C1354	2	22	Solid	0.042	1.07	0.042	1.07	0.385	9.78	8.8	15	17.0	6.3	150	78

A - Conductor to conductor
 B - 1 conductor and other conductors connected to shield
 C - Conductor resistance
 D - Shield resistance

COLOR CODE CHART

NO. OF PAIRS	COLOR
1	Black/Yellow
2	Red/Blue

Product Construction:

Conductor:

- 22 AWG fully annealed solid tinned copper per ASTM B-33
- Twisted pairs

Insulation:

- Premium grade color coded LoCap® foamed polypropylene
- Color code: See chart below

Shield:

- 100% Flexfoil® aluminum/polyester, 25% overlap, foil facing out
- 22 AWG stranded tinned copper drain wire

Jacket:

- PVC, black
- Temperature range: -20°C to +60°C
- Voltage rating: 30 volts (UL)

Applications:

- High speed computer interconnects
- Control circuits
- Industrial equipment

Industry Approvals:

- UL 2668
- Passes VW-1 Vertical Flame Test
- OSHA acceptable

Packaging:

- 1000 ft (305 m)
- 500 ft (152 m)
- Available on spools and bulk reels

UL Recognized Component
 Underwriters Laboratories Inc.



Passes UL VW-1 Flame Test
 Underwriters Laboratories Inc.

OSHA Acceptable
 Occupational Safety and Health Administration

CAROL

Power Limited Circuit Cable Type PLTC

105°C 300 Volts NEC Article 725

Product Construction:

Conductor:

- 22 or 18 AWG fully annealed stranded tinned copper per ASTM B-33
- Twisted pairs

Insulation:

- Premium grade color coded PVC
- Color code: each pair black and red numbered at one inch intervals

Shield:

- 100% Flexfoil® aluminum/polyester, 25% overlap, foil facing out
- 22 AWG stranded tinned copper drain wire

Jacket:

- PVC, chrome gray
- Temperature range: -20°C to +105°C
- Voltage rating: 300 volts

Applications:

- Burglar alarms
- Power limited circuits
- Intercom systems
- Business machines
- Computer interconnects
- Suitably marked for appropriate tray cable installations
- Petro chemical control systems

Features:

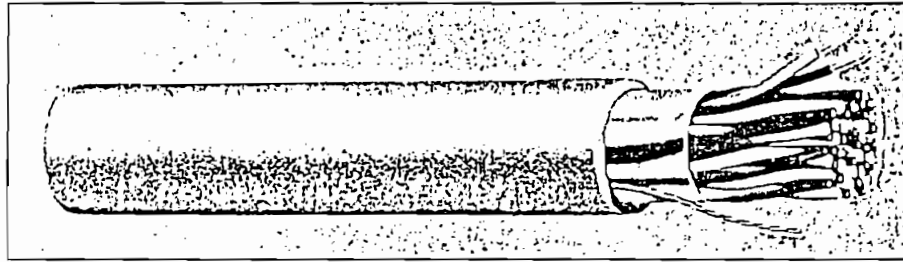
- Superior temperature characteristics
- Robust, highly durable
- Sunlight resistant jacket

Industry Approvals:

- NEC Article 725 Class 2 and 3 Power Limited Circuits
- UL Subject 13, Power Limited Tray Cable
- Recognized Component per UL 2464
- CSA AWM TR-64
- Passes UL 70,000 BTU Flame Test
- OSHA acceptable

Packaging:

- 1000 ft (305 m)
- 500 ft (152 m)
- Available on spools or bulk reels



CATALOG NUMBER	NO. OF PAIRS	COND. SIZE	COND. STRAND	NOM. INSULATION THICKNESS		NOM. JACKET THICKNESS		NOMINAL O.D.	
				INCHES	MM	INCHES	MM	INCHES	MM
C0550	2	22	7/30	0.016	0.41	0.043	1.09	0.310	7.87
C0551	3	22	7/30	0.016	0.41	0.043	1.09	0.326	8.28
C0552	4	22	7/30	0.016	0.41	0.043	1.09	0.353	8.97
C0553	6	22	7/30	0.016	0.41	0.053	1.35	0.425	10.80
C0554	9	22	7/30	0.016	0.41	0.053	1.35	0.488	12.40
C0555	11	22	7/30	0.016	0.41	0.053	1.35	0.536	13.61
C0556	15	22	7/30	0.016	0.41	0.053	1.35	0.594	15.09
C0557	19	22	7/30	0.016	0.41	0.063	1.60	0.631	16.03
C0558	27	22	7/30	0.016	0.41	0.063	1.60	0.741	18.82
C0559	51	22	7/30	0.016	0.41	0.075	1.91	0.950	24.13
<hr/>									
C0560	2	18	16/30	0.016	0.41	0.043	1.09	0.361	9.17
C0561	3	18	16/30	0.016	0.41	0.053	1.35	0.400	10.16
C0562	4	18	16/30	0.016	0.41	0.053	1.35	0.451	11.46
C0563	6	18	16/30	0.016	0.41	0.053	1.35	0.481	12.22
C0564	9	18	16/30	0.016	0.41	0.053	1.35	0.596	15.14
C0565	11	18	16/30	0.016	0.41	0.063	1.60	0.676	17.17
C0566	15	18	16/30	0.016	0.41	0.063	1.60	0.750	19.05

COLOR CODE CHART

NO. OF PAIRS	COLOR
1	Black Red

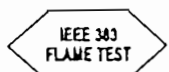


UL Recognized Component
Underwriters Laboratories Inc.



UL Passes UL VV-1
Flame Test
Underwriters Laboratories Inc.

OSHA Acceptable
Occupational Safety and Health
Administration



24

ANEXO C
COSTOS

Tabla 5.1
 Costos de Capital de la Alternativa 1: Mejoramiento de las Intersecciones
 (Millones de sucres)

Componente de Costo	Estimación Inferior		Estimación Superior	
	Costo/Intersección	Total	Costo/Intersección	Total
Costos de Equipo				
Planta Física de Semáforos	0,67	160	0,67	160
Equipo de Control	1,04	250	1,04	250
Mejoramientos Geométricos	0,14	33	0,14	33
Ductos y Cableado	<u>0,10</u>	<u>23</u>	<u>0,10</u>	<u>23</u>
Total	1,95	466	1,95	466
Costos de Instalación				
Planta Física de Semáforos	0,38	91	0,38	91
Equipo de Control	0,27	65	0,27	65
Mejoramientos Geométricos	0,53	128	0,53	128
Ductos y Cableado	<u>0,54</u>	<u>130</u>	<u>0,54</u>	<u>130</u>
Total	1,72	414	1,72	414
Remociones	0,05	12	0,05	12
Total de Costos de Equipo e Instalación	3,72	892	3,72	892
Transporte		5		5
Distribución		47		19
Margen del Contratista		0		134
Dirección de Sistemas		45		0
Impuestos y Derechos de Aduana		0		123
Total de Costos de Construcción	0,40	97	1,17	281
Ingeniería y Contingencias Entrenamiento		148		176
		15		15
Total de Costos de Diseño y Entrenamiento	0,68	163	0,80	191
Suma de Totales	4,80	1.152	5,69	1.364

Tabla 5.2
 Costos Incrementales de Capital de la Alternativa 2A: Sistema de Control Maestro en la Calle
 (Millones de sucres)

Componente de Costo	Estimación Inferior		Estimación Superior	
	Costo/Intersección	Total	Costo/Intersección	Total
Costos de Equipo				
Control Maestro	0,064	15,4	0,064	15,4
Equipo de Comunicaciones	0,106	25,4	0,106	25,7
Ductos y Cableado	0,004	0,9	0,004	0,9
Total	0,174	41,7	0,174	41,7
Costos de Instalación				
Control Maestro	0,011	2,6	0,011	2,6
Equipo de Comunicaciones	0,008	2,0	0,008	2,0
Ductos y Cableado	0,011	2,7	0,011	2,7
Total	0,030	7,3	0,031	7,3
Total de Costos de Equipo e Instalación	0,204	49,0	0,204	49,0
Transporte		0,4		0,4
Distribución		4,2		1,7
Margen del Contratista		0,0		7,4
Dirección de Sistemas		2,5		0,0
Impuestos y Derechos de Aduana		0,0		12,2
Total de Costos de Construcción	0,03	7,1	0,09	21,7
Ingeniería y Contingencias		8,4		10,6
Entrenamiento		25,0		25,0
Total de Costos de Diseño y Entrenamiento	0,14	33,4	0,15	35,6
Suma de Totales	0,37	89,5	0,44	106,3

Tabla 5.4
 Costos Incrementales de Capital de la Alternativa 3: Sistema de Computador Centralizado
 (Millones de sucres)

Componente de Costo	Estimación Inferior		Estimación Superior	
	Costo/Intersección	Total	Costo/Intersección	Total
Costos de Equipo				
Computador Central	0,080	19,3	0,080	19,3
Centro de Control	0,005	1,3	0,005	1,3
Equipo de Comunicaciones	0,337	81,0	0,337	81,0
Ductos y Cableado	0,006	1,5	0,006	1,5
Total	0,428	103,1	0,428	103,1
Costos de Instalación				
Computador Central	0,011	2,7	0,011	2,7
Centro de Control	0,009	2,1	0,009	2,1
Equipo de Comunicaciones	0,022	5,4	0,022	5,4
Ductos y Cableado	0,019	4,5	0,019	4,5
Total	0,061	14,7	0,061	14,7
Total de Costos de Equipo e Instalación	0,489	117,8	0,489	117,8
Transporte				
Distribución		1,0		1,0
Margen del Contratista		10,3		4,1
Dirección de Sistemas		0,0		17,6
Impuestos y Derechos de Aduana		5,9		0,0
		0,0		30,4
Total de Costos de Construcción	0,07	17,2	0,22	53,1
Ingeniería y Contingencias				
Entrenamiento		20,2		25,6
		45,0		45,0
Total de Costos de Diseño y Entrenamiento	0,27	65,2	0,29	70,6
Suma de Totales	0,83	200,2	0,999	241,5

Tabla 5.5.1
 Costos Incrementales de Capital de la Alternativa 4: Sistema de Video/CCTV
 (Millones de sucres)

Componente de Costo	Estimación Inferior		Estimación Superior	
	Costo/Intersección	Total	Costo/Intersección	Total
Costos de Equipo	0,062	14,8	0,062	14,8
Costos de Instalación	0,014	3,3	0,014	3,3
Total de Costos de Equipo e Instalación	0,076	18,1	0,076	18,1
Transporte		0,1		0,1
Distribución		1,5		0,6
Margen del Contratista		0,0		2,7
Dirección de Sistemas		0,9		0,0
Impuestos y Derechos de Aduana		0,0		4,4
Total de Costos de Construcción	0,01	2,5	0,03	7,8
Ingeniería y Contingencias		3,1		3,9
Entrenamiento		7,5		7,5
Total de Costos de Diseño y Entrenamiento	0,04	10,6	0,05	11,4
Suma de Totales	0,13	31,2	0,16	37,3

Tabla 5.5.2
 Costos Incrementales de Capital de la Alternativa 5: Sistema de CMS
 (Millones de sucres)

Componente de Costo	Estimación Inferior		Estimación Superior	
	Costo/Intersección	Total	Costo/Intersección	Total
Costos de Equipo	0,062	93,5	0,062	93,5
Costos de Instalación	0,014	7,7	0,014	7,7
Total de Costos de Equipo e Instalación	0,076	101,2	0,076	101,2
Transporte		0,9		0,9
Distribución		9,3		3,7
Margen del Contratista		0,0		15,2
Dirección de Sistemas		5,1		0,0
Impuestos y Derechos de Aduana		0,0		28,0
Total de Costos de Construcción	0,06	15,3	0,20	47,8
Ingeniería y Contingencias		17,5		22,4
Entrenamiento		7,5		7,5
Total de Costos de Diseño y Entrenamiento	0,10	25,0	0,12	29,9
Suma de Totales	0,236	141,5	0,396	178,9

Tabla 5.6
 Costos de Comunicaciones
 (Millones de sucres)

Rubro	ALT 1	ALT 2A	ALT 2B	ALT 3	ALT 4	ALT 5
Costo de Capital	0	30,6	43,9	4,2	54,5	54,6
Costo Anual	0	--	0,44	7,70	7,70	8,23
Equivalente Costo de Capital	0	30,6	46,9	56,6	106,9	110,7

Tabla 5.7
Costos de Mantenimiento y Operación
(Millones de sucres)

Rubro	ALT 1	ALT 2A	ALT 2B	ALT 3	ALT 4	ALT 5
Operaciones						
Personal de Operaciones	6,1	6,4	7,3	11,7	12,1	12,4
Mantenimiento						
Personal de Mantenimiento	7,9	8,7	9,5	9,5	10,7	11,8
Equipo**	0,9	1,0	1,1	1,1	2,0****	2,3**
Materiales***	3,0	3,2	3,6	3,6	4,3	4,7
Total	11,8	12,9	14,2	14,2	17,0	18,8
Total	17,9	19,3	21,5	25,9	29,1	31,2

* El costo de electricidad (el cual podría ser tan alto como un 75% del costo mostrado arriba) no ha sido incorporado dentro de este análisis ya que este costo debería permanecer virtualmente no-cambiado entre el sistema actual y alguno otro de los cinco alternativas propuestas para el control de tráfico.

** Experiencia operacional ha mostrado que los costos de los equipos constituyen aproximadamente un 8% del total de los costos de mantenimiento.

*** Experiencia operacional ha mostrado que los costos materiales constituyen aproximadamente un 25% del total de los costos de mantenimiento.

**** La incrementada proporción del costo de equipo, hasta un 12%, es debido a camiones elevadores especiales, etc. para los sub-sistemas de CCTV y CMS.

DIAGRAMA 5.1

POSIBLE ESTRUCTURA ORGANIZATIVA Y REQUISITOS DE PERSONAL

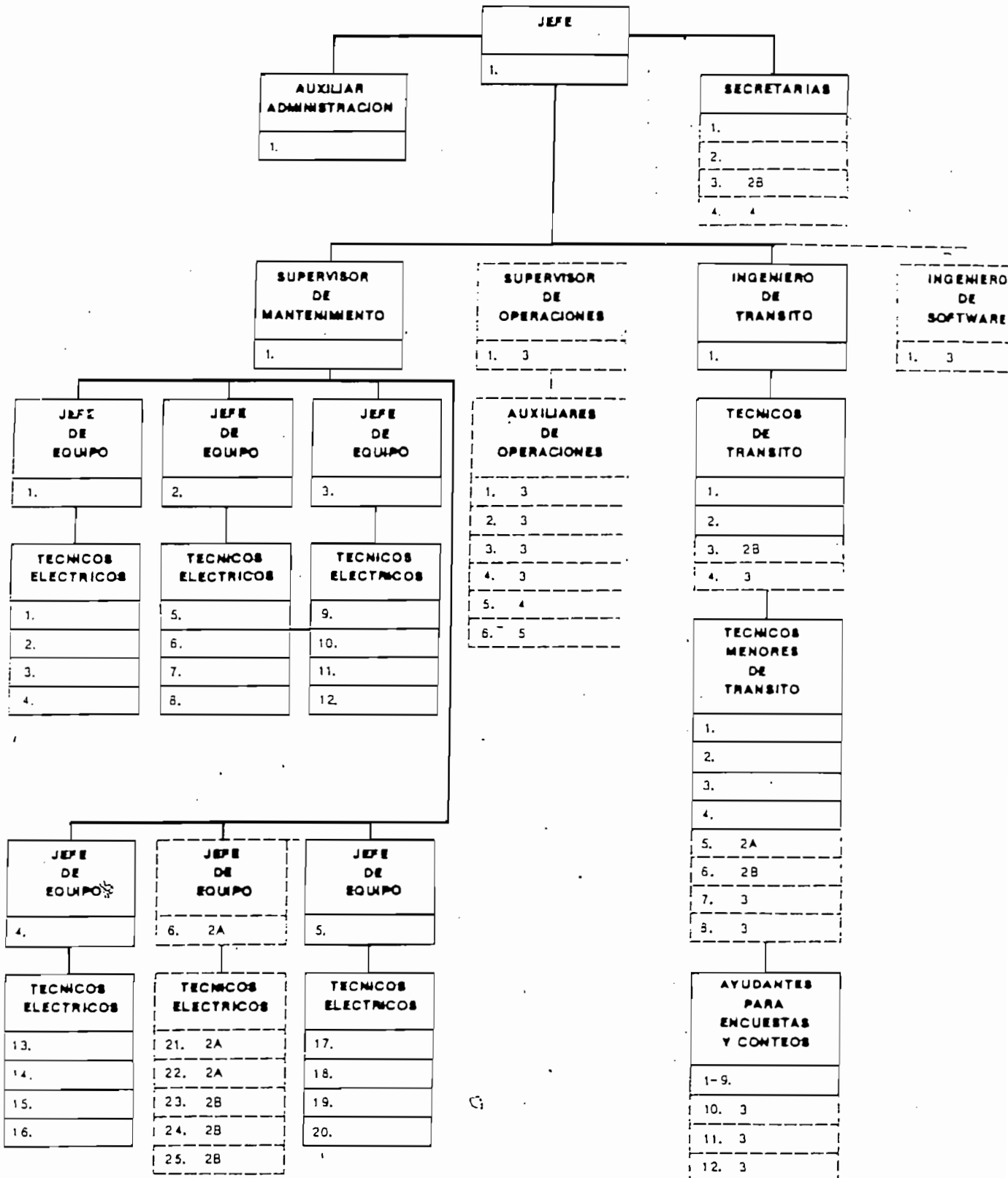


Tabla 6.1
Comparación Beneficio/Costo
(Millones de sucres)

	ALT 1 Mejoramiento de Intersecciones	ALT 2A Maestro en la Calle	ALT 2B Maestro Centralizado	ALT 3 Computadora Central	ALT 4 Sistema de CCIV	ALT 5 Sistema de CHS
COSTOS						
Capital						
Equipos (I/5)	1.152/1.363	1.241/1.470	1.285/1.521	1.352/1.605	1.383/1.642	1.524/1.821
Comunicaciones	0.0	30.6	43.9	4.2	54.5	54.6
Anuales						
Comunicaciones	0.0	0.0	0.4	7.7	7.7	8.2
Operaciones	6.1	6.4	7.3	11.7	12.1	12.4
Mantenimiento	11.8	13.0	14.2	14.2	17.1	18.8
RANGO VALOR PRESENTE DEL COSTO	1.273 - 1.485	1.404 - 1.633	1.478 - 1.714	1.584 - 1.838	1.688 - 1.948	1.847 - 2.144
BENEFICIOS						
Anuales						
Energía	393	542	627	717	717	717
Operacion Veh. Comer.	165	234	274	283	283	283
Accidentes	70	79	84	84	84	84
Demoras de Pasajeros	2.234	3.131	3.641	3.928	3.928	3.928
Valor Presente						
Energía	2.677	3.691	4.270	4.883	4.883	4.883
Operacion Veh. Comer.	1.120	1.595	1.866	1.927	1.927	1.927
Accidentes	477	538	572	572	572	572
Demoras de Pasajeros	15.215	21.325	24.798	26.753	26.753	26.753
VALOR PRESENTE DE LOS BENEFICIOS	19.489	27.149	31.507	34.136	34.136	34.136
VALOR PRESENTE NETO*						
Energía	1.298	2.173	2.674	3.172	3.065	2.888
Operacion Veh. Comer.	2.365	3.711	4.480	5.036	4.928	4.741
Accidentes	2.816	4.270	5.023	5.576	5.467	5.276
Demoras de Pasajeros	18.110	25.631	29.910	32.425	32.318	32.140
RANGO B/C (X:1)						
Energía	1.80 - 2.10	2.26 - 2.63	2.49 - 2.89	2.66 - 3.08	2.51 - 2.89	2.28 - 2.64
Operacion Veh. Comer.	1.56 - 2.98	3.24 - 3.77	3.58 - 4.15	3.71 - 4.30	3.50 - 4.04	3.18 - 3.69
Accidentes	2.88 - 3.36	3.57 - 4.15	3.91 - 4.54	4.02 - 4.66	3.79 - 4.37	3.44 - 4.00
Demoras de Pasajeros	13.12 - 15.31	16.63 - 19.34	18.38 - 21.31	18.57 - 21.55	17.53 - 20.22	15.92 - 18.48
PERIODO DE RECUPERACION (años)*						
Energía	3.56	2.83	2.58	2.45	2.61	2.87
Todos los Beneficios	0.48	0.38	0.35	0.34	0.37	0.40
TASA DE RETORNO (%)						
Energía	26.7 - 32.1	34.4 - 40.9	38.4 - 45.4	42.3 - 50.3	39.8 - 47.2	35.8 - 42.7
Operacion Veh. Comer.	39.3 - 46.7	50.3 - 59.5	56.1 - 66.1	60.0 - 71.3	56.7 - 67.0	51.1 - 60.8
Accidentes	44.5 - 52.9	55.6 - 65.7	61.5 - 72.4	65.2 - 77.5	61.7 - 72.9	55.6 - 66.1
Demoras de Pasajeros	208.6 - 247.1	264.3 - 312.0	294.2 - 346.5	309.4 - 367.4	293.3 - 346.3	265.1 - 315.0
B/C MARGINAL (X:1) (RELATIVO A LA ALT 1)						
	1	1.26	1.39	1.42	1.33	1.22

* B/C = Beneficio/Costo

Tabla 6.1.1
Análisis de Sensibilidad**
Caso D: Precio de Combustible - Suposición de Caso Base (S/ 88.6/Gal.)
Tasa de Cambio - Suposición de Caso Base (1105 - S/ 105)

	ALT 1 Mejoramiento de Intersecciones	ALT 2A Maestro en la Calle	ALT 2B Maestro Centralizado	ALT 3 Computador Central	ALT 4 Sistema de CCIV	ALT 5 Sistema de CMS
COSTOS						
Capital	1.151/1.363	1.241/1.470	1.285/1.521	1.351/1.605	1.382/1.642	1.524/1.821
Comunicaciones	0,0	30,6	43,9	4,2	54,5	54,6
Anuales						
Comunicaciones	0,0	0,0	0,4	7,7	7,7	8,2
Operaciones	6,1	6,4	7,3	11,7	12,1	12,4
Mantenimiento	11,8	13,0	14,2	14,2	17,1	18,8
RANGO VALOR PRESENTE DEL COSTO	1.273 - 1.485	1.404 - 1.633	1.478 - 1.714	1.584 - 1.838	1.688 - 1.948	1.847 - 2.144
BENEFICIOS						
Anuales						
Energía	393	542	627	717	717	717
Operacion Veh. Comer.	165	234	274	283	283	283
Accidentes	70	79	84	84	84	84
Demoras de Pasajeros	2.234	3.131	3.641	3.928	3.928	3.928
Valor Presente	2.677	3.691	4.270	4.883	4.883	4.883
Energía	1.120	1.595	1.865	1.927	1.927	1.927
Operacion Veh. Comer.	477	538	573	572	572	572
Accidentes	15.215	21.325	24.799	26.753	26.753	26.753
Demoras de Pasajeros	19.489	27.149	31.507	34.136	34.136	34.136
VALOR PRESENTE DE LOS BENEFICIOS						
VALOR PRESENTE NETO*						
Energía	1.298	2.173	2.674	3.172	3.066	2.888
Operacion Veh. Comer.	2.365	3.711	4.480	5.036	4.928	4.741
Accidentes	2.816	4.270	5.023	5.576	5.467	5.276
Demoras de Pasajeros	18.110	25.631	29.910	32.425	32.318	32.140
RANGO B/C (X:1)						
Energía	1,80 - 2,10	2,26 - 2,63	2,49 - 2,89	2,66 - 3,08	2,51 - 2,89	2,28 - 2,64
Operacion Veh. Comer.	2,56 - 2,98	3,24 - 3,77	3,58 - 4,15	3,71 - 4,30	3,50 - 4,04	3,18 - 3,69
Accidentes	2,88 - 3,36	3,57 - 4,15	3,91 - 4,54	4,02 - 4,66	3,79 - 4,37	3,44 - 4,00
Demoras de Pasajeros	13,12 - 15,31	16,63 - 19,34	18,38 - 21,31	18,57 - 21,55	17,53 - 20,72	15,92 - 18,48
PERIODO DE RECUPERACION (años)*						
Energía	3,56	2,83	2,58	2,45	2,61	2,87
todos Beneficios	0,48	0,38	0,35	0,34	0,37	0,40
TASA DE RETORNO (%)						
Energía	26,7 - 32,1	34,4 - 40,9	38,4 - 45,4	43,2 - 50,3	39,8 - 47,2	35,8 - 42,7
Operacion Veh. Comer.	39,3 - 46,7	50,3 - 59,5	56,1 - 66,1	60,0 - 71,3	56,7 - 67,0	51,1 - 60,8
Accidentes	44,5 - 52,9	55,6 - 65,7	61,5 - 72,4	65,2 - 77,5	61,7 - 72,9	55,6 - 66,1
Demoras de Pasajeros	208,6 - 247,1	264,3 - 317,0	294,2 - 346,5	309,4 - 367,4	293,3 - 346,3	265,1 - 315,0
B/C MARGINAL (X:1)						
(RELATIVO A LA ALT 1)	1	1,26	1,39	1,42	1,33	1,22

COSTOS		ALI 1	ALI 2A	ALI 2B	ALI 3	ALI 4	ALI 5
Capital		Mejoramiento de Intersecciones	Maestro en la Calle	Maestro Centralizado	Computador Central	Sistema de CCIV	Sistema de CMS
Equipos (I/S)	1.359/1.578	1.467/1.704	1.519/1.763	1.605/1.867	1.642/1.913	1.826/2.145	
Comunicaciones	0,0	30,6	43,9	4,2	54,5	54,6	
Anuales							
Comunicaciones	0,0	0,0	0,4	7,7	7,7	8,2	
Operaciones	6,1	6,4	7,3	11,7	12,1	12,4	
Mantenimiento	11,8	13,0	14,2	14,2	17,1	18,8	
RANGO VALOR PRESENTE DEL COSTO							
	1.481 - 1.700	1.630 - 1.866	1.712 - 1.957	1.838 - 2.100	1.948 - 2.219	2.149 - 2.469	
BENEFICIOS							
Anuales							
Energía	393	542	627	717	717	717	
Operación Veh. Comer.	165	234	274	283	283	283	
Accidentes	70	79	84	84	84	84	
Demoras de Pasajeros	2.234	3.131	3.641	3.928	3.928	3.928	
Valor Presente							
Energía	2.677	3.691	4.270	4.883	4.883	4.883	
Operación Veh. Comer.	1.120	1.595	1.865	1.927	1.927	1.927	
Accidentes	477	538	573	572	572	572	
Demoras de Pasajeros	15.215	21.325	24.799	26.753	26.753	26.753	
VALOR PRESENTE DE LOS BENEFICIOS							
	19.489	27.149	31.507	34.136	34.136	34.136	
VALOR PRESENTE NETO*							
Energía	1.087	1.944	2.436	2.915	2.800	2.575	
Operación Veh. Comer.	2.152	3.479	4.240	4.776	4.659	4.422	
Accidentes	2.602	3.988	4.782	5.315	5.198	4.954	
Demoras de Pasajeros	17.899	25.401	29.672	32.167	32.052	31.827	
RANGO R/C (X:1)							
Energía	1,57 - 1,81	1,98 - 2,27	2,18 - 2,49	2,33 - 2,66	2,20 - 2,51	1,98 - 2,27	
Operación Veh. Comer.	2,23 - 2,56	2,83 - 3,24	3,14 - 3,58	3,24 - 3,71	3,07 - 3,50	2,76 - 3,17	
Accidentes	2,51 - 2,89	3,12 - 3,57	3,43 - 3,92	3,52 - 4,02	3,33 - 3,79	2,99 - 3,44	
Demoras de Pasajeros	11,47 - 13,16	14,55 - 16,66	16,10 - 18,40	16,26 - 18,58	15,39 - 17,52	13,83 - 15,89	
PERIODO DE RECUPERACION (años)*							
Energía	4,11	3,26	2,96	2,82	2,99	3,32	
Todos los Beneficios	0,56	0,44	0,40	0,40	0,42	0,46	
TASA DE RETORNO (X)							
Energía	27,7 - 26,8	29,5 - 34,5	33,0 - 38,4	36,2 - 42,3	34,2 - 39,8	30,2 - 35,7	
Operación Veh. Comer.	33,8 - 39,4	43,4 - 50,4	48,5 - 56,2	51,5 - 60,0	48,8 - 56,7	43,5 - 51,0	
Accidentes	38,3 - 44,7	48,1 - 55,7	53,2 - 61,6	56,1 - 65,3	53,1 - 61,7	47,3 - 55,5	
Demoras de Pasajeros	180,2 - 209,3	228,7 - 264,9	254,8 - 294,6	266,1 - 309,4	252,9 - 293,2	226,0 - 264,5	
R/C MARGINAL (X:1)							
	1	1,42	1,39	1,42	1,34	1,21	

* Basado en el costo promedio

COSTOS	Alt 1	Alt 2A	Alt 2B	Alt 3	Alt 4	Alt 5
	Mejoramiento de Intersecciones	Maestro en la Calle	Maestro Centralizado	Computador Central	Sistema de CCTV	Sistema de CMS
Capital	1.151/1.363	1.241/1.470	1.285/1.521	1.351/1.605	1.382/1.642	1.524/1.821
Equipos (I/S)	0,0	30,6	43,9	4,2	54,5	54,6
Comunicaciones						
Anuales						
Comunicaciones	0,0	0,0	0,4	7,7	7,7	8,2
Operaciones	6,1	6,4	7,3	11,7	12,1	12,4
Mantenimiento	11,8	13,0	14,2	14,2	17,1	18,8
RANGO VALOR PRESENTE DEL COSTO	1.273 - 1.485	1.404 - 1.633	1.478 - 1.714	1.584 - 1.838	1.688 - 1.948	1.847 - 2.144
BENEFICIOS						
Anuales						
Energía	266	367	425	486	486	486
Operacion Veh. Comer.	165	234	274	283	283	283
Accidentes	70	79	84	84	84	84
Demoras de Pasajeros	2.234	3.131	3.641	3.928	3.928	3.928
Valor Presente						
Energía	1.813	2.500	2.892	3.307	3.307	3.307
Operacion Veh. Comer.	1.120	1.595	1.865	1.927	1.927	1.927
Accidentes	477	538	573	572	572	572
Demoras de Pasajeros	15.215	21.375	24.799	26.753	26.753	26.753
VALOR PRESENTE DE LOS BENEFICIOS	18.625	25.958	30.128	32.559	32.559	32.599
VALOR PRESENTE NETO*						
Energía	434	982	1.296	1.596	1.489	1.311
Operacion Veh. Comer.	1.501	2.519	3.101	3.460	3.351	3.164
Accidentes	1.952	3.029	3.645	4.000	3.891	3.699
Demoras de Pasajeros	17.246	24.439	28.532	30.848	30.741	30.564
RANGO B/C (X:1)						
Energía	1,22 - 1,42	1,53 - 1,78	1,69 - 1,96	1,80 - 2,09	1,70 - 1,96	1,54 - 1,79
Operacion Veh. Comer.	1,98 - 2,30	2,51 - 2,92	2,77 - 3,22	2,85 - 3,30	2,69 - 3,10	2,44 - 2,83
Accidentes	2,30 - 2,68	2,84 - 3,30	3,11 - 3,61	3,16 - 3,67	2,98 - 3,44	2,71 - 3,14
Demoras de Pasajeros	12,54 - 14,63	15,90 - 18,49	17,57 - 20,38	17,71 - 20,55	16,72 - 19,29	15,19 - 17,63
PERIODO DE RECUPERACION (años)*						
Energía	5,30	4,21	3,83	3,67	3,90	4,29
Todos los Beneficios	0,51	0,40	0,36	0,36	0,38	0,42
TASA DE RETORNO (%)						
Energía	16,3 - 20,2	22,0 - 26,5	24,8 - 29,7	27,3 - 32,9	25,6 - 30,7	22,7 - 27,5
Operacion Veh. Comer.	29,7 - 35,5	38,5 - 45,6	43,0 - 50,8	45,5 - 54,1	42,9 - 50,8	38,6 - 46,0
Accidentes	35,0 - 41,7	43,8 - 51,9	48,5 - 57,2	50,8 - 60,4	47,9 - 56,7	43,1 - 51,4
Demoras de Pasajeros	199,3 - 236,0	252,7 - 298,2	281,3 - 331,2	295,0 - 350,3	279,6 - 330,2	252,8 - 300,3
B/C MARGINAL (X:1)						
(RELATIVO A LA ALT 1)		1,26	1,39	1,41	1,33	1,21

* Basado en el costo promedio
 ** En millones de Suces

Caso 1: Precio de Combustible - Suposición de Valor Inferior (S/ 60/Gal.)
 Tasa de Cambio - Suposición de Valor Inferior (1\$ US = S/ 140)

	AIT 1 Mejoramiento de Intersecciones	AIT 2A Maestro en la Calle	AIT 2B Maestro Centralizado	AIT 3 Computador Central	AIT 4 Sistema de CCTV	AIT 5 Sistema de CMS
COSTOS						
Capital	1.359/1.578	1.467/1.704	1.519/1.763	1.605/1.867	1.647/1.913	1.876/2.145
Comunicaciones	0,0	30,6	43,9	4,2	54,5	54,6
Anuales						
Comunicaciones	0,0	0,0	0,4	7,7	7,7	8,2
Operaciones	6,1	6,4	7,3	11,7	12,1	12,4
Mantenimiento	11,8	13,0	14,2	14,2	17,1	18,8
RANGO VALOR PRESENTE DEL COSTO	1.481 - 1.700	1.630 - 1.866	1.712 - 1.957	1.838 - 2.100	1.948 - 2.219	2.149 - 2.469
BENEFICIOS						
Anuales						
Energía	266	367	425	486	486	486
Operacion Veh. Comer.	165	234	283	283	283	283
Accidentes	70	79	84	84	84	84
Demoras de Pasajeros	2.234	3.131	3.641	3.928	3.928	3.928
Valor Presente						
Energía	1.813	2.500	2.892	3.307	3.307	3.307
Operacion Veh. Comer.	1.120	1.595	1.865	1.927	1.927	1.927
Accidentes	477	538	573	572	572	572
Demoras de Pasajeros	15.215	21.325	24.799	26.753	26.753	26.753
VALOR PRESENTE DE LOS BENEFICIOS	18.625	25.958	30.128	32.559	32.559	32.599
VALOR PRESENTE NETO*						
Energía	223	752	1.058	1.338	1.224	998
Operacion Veh. Comer.	1.288	2.288	2.861	3.200	3.083	2.846
Accidentes	1.737	2.796	3.403	3.739	3.621	3.378
Demoras de Pasajeros	17.035	24.210	28.294	30.591	30.476	30.251
RANGO B/C (X:1)						
Energía	1,07 - 1,27	1,34 - 1,53	1,48 - 1,69	1,57 - 1,80	1,49 - 1,70	1,34 - 1,54
Operacion Veh. Comer.	1,73 - 1,98	2,19 - 2,51	2,43 - 2,78	2,49 - 2,85	2,36 - 2,69	2,12 - 2,44
Accidentes	2,01 - 2,30	2,48 - 2,84	2,72 - 3,11	2,77 - 3,16	2,62 - 2,98	2,35 - 2,70
Demoras de Pasajeros	10,96 - 12,58	13,91 - 15,93	15,40 - 17,60	15,51 - 17,72	14,68 - 16,71	13,19 - 15,15
PERIODO DE RECUPERACION (años)*						
Energía	6,12	4,85	4,40	4,22	4,47	4,97
Todos los Beneficios	0,59	0,46	0,42	0,41	0,44	0,49
TASA DE RETORNO (%)						
Energía	13,3 - 16,4	18,5 - 22,0	21,0 - 24,8	23,1 - 27,3	21,6 - 25,6	18,7 - 22,6
Operacion Veh. Comer.	25,3 - 29,8	33,1 - 38,6	37,1 - 43,1	39,0 - 45,5	36,9 - 42,9	32,7 - 38,5
Accidentes	30,0 - 35,1	37,8 - 43,9	41,9 - 48,5	43,6 - 50,8	41,2 - 47,9	36,6 - 43,0
Demoras de Pasajeros	172,2 - 199,9	218,7 - 253,2	243,6 - 281,6	253,7 - 293,1	241,1 - 279,5	215,5 - 252,2
R/I MARGINAL (X:1)						
(RELATIVO A LA AIT 1)						
	1	1,26	1,39	1,41	1,34	1,21

Tabla 6.5
Evaluación de las Alternativas

Alternativa	Costo de Capital (S/.000.000)	Costo de Operación Anual (S/.000.000)	Valor Presente Neto (Beneficio Energético) (S/.000.000)	Razon B/C (Energía y Operaciones de Vehículos Comerciales)	Beneficio Energético Anual (S/.000.000)	Beneficios de Demoras Anuales (S/.000.000)	Beneficios de Contaminación Anuales (kg.000.000)	Armazon de Tiempo (Años)	Apoyo Técnico
1. Mejoramiento de las Intersecciones	1.152 -1.364	17,9	1.298	2,56 -2,98	393	2.234	3,99	2}-3}	Tránsito y Eléctrico
2A. Control Maestro en la Calle	1.241 -1.470	19,4	2.174	3,24 -3,77	542	3.131	5,59	2}-3}	Tránsito y Eléctrico
2B. Control Maestro Central	1.285 -1.521	21,9	2.674	3,58 -4,15	627	3.641	6,20	2}-3}	Tránsito y Eléctrico
3. Computador Central	1.352 -1.605	33,6	3.172	3,71 -4,30	717	3.928	7,01	3}-4}	Computador
4. Computador Central Con CCTV	1.382 -1.642	36,8	3.065	3,50 -4,03	717	3.928	7,01	4-5	Computador y Comunicaciones
5. Computador Central Con CCTV y CMS	1.524 -1.821	39,4	2.888	3,18 -3,69	717	3.928	7,01	4-5	Computador y Comunicaciones

Tabla 5.8
Resumen de los Costos Totales
(Millones de sucres)

46

Costos	ALT 1 Mejoramiento de las Intersecciones	ALT 2A Maestro en la Calle	ALT 2B Maestro Centralizado	ALT 3 Computador Central	ALT 4 Sistema de Video/CCTV	ALT 5 Sistema de CMS
Capital						
Estimación Inferior	1.152	1.241	1.285	1.352	1.383	1.524
Estimación Superior	1.364	1.470	1.521	1.605	1.642	1.821
Comunicaciones						
Capital	0,0	30,6	43,9	4,2	54,5	54,6
Anual	0,0	0,0	0,4	7,7	7,7	8,2
Total Equivalente de Capital	0,0	30,6	47,7	70,5	113,1	117,2
Operaciones						
Anual - Operaciones	6,1	6,4	7,3	11,7	12,1	12,4
Anual - Mantenimiento	11,8	13,0	14,2	14,2	17,0	18,8
Total Equivalente de Capital	121,9	147,6	163,5	197,0	222,1	237,3
Total - Distribución de Costos Capital (Promedio) Anual	1.257 17,9	1.355 19,3	1.403 21,5	1.478 25,9	1.512 29,1	1.672 31,2
Total - Equivalente de Capital						
Estimación Inferior	1.273	1.403	1.478	1.584	1.688	1.847
Estimación Superior	1.485	1.632	1.714	1.838	1.948	2.144

DIRECCION NACIONAL DE TRANSITO

DEPARTAMENTO DE PLANIFICACION
SECCION INGENIERIA DE TRANSITO
ENERO / 94

PRESUPUESTO REFERENCIA PARA EL PROYECTO DE SEMAFORIZACION DE 72 INTERSECCIONES EN EL CENTRO HISTORICO DE LA CIUDAD DE CUENCA .

PRESUPUESTO DE LA OBRA CIVIL

CAJAS DE REVISION

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P. TOTAL
Excav. sin clas. a mano	m3	43,50	9.500,00	413.250,00
Desalojo de materiales	m3	50,00	6.000,00	358.000,00
Horm. losa fondo y tapa	m3	23,20	20.000,00	4'640.000,00
Acero de refuerzo	kg	1.450,00	2.500,00	3'625.000,00
Mampostería de ladrillo	m2	319,00	22.500,00	7'177.500,00
Enlucido interior	m2	290,00	8.000,00	2'320.000,00
Revestimiento veredas	m2	58,00	25.000,00	1'450.000,00
T O T A L para 296 cajas				19'983.750,00

ZANJA EN VEREDA O CALZADA

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P. TOTAL
Inst. tubería PVC 3"	m1	8800.00	7500.00	66'000000.00
Excav. por metro lineal	m3	785.00	9500.00	7'457500.00
Desalojo de materiales	m3	1045.00	6000.00	6'270000.00
Relleno suelo selecc.	m3	531.00	30000.00	15'930000.00
Hormigón simple	m3	261.96	290000.00	75'968400.00
Reposición acera o clzda	m2	1047.84	25000.00	26'196000.00
T O T A L para 8800 metros lineales				19'821.900.00

197'821.900

TOTAL DEL COSTO DE LA OBRA CIVIL = S/. 39'805.650,00 SUCRES.
217'805.650.

DIRECCION NACIONAL DE TRANSITO

DEPARTAMENTO DE PLANIFICACION
 SECCION INGENIERIA DE TRANSITO
 ENERO / 94

PRESUPUESTO REFERENCIAL PARA EL PROYECTO DE SEMAFORIZACION DE 72 INTERSECCIONES EN EL CENTRO HISTORICO DE LA CIUDAD DE CUENCA .

ALTERNATIVA 2: PRESUPUESTO DE SEMAFORIZACION QUE INCLUYE COMO EQUIPOS DE CONTROL PLCs (CONTROLADORES LOGICOS PROGRAMABLES).

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P. TOTAL
Tubo galvanizado 4 "	m	444	33.333,00	14'799.852,00
Cable de Semáforos	m	3600	9.500,00	34'200.000,00
Cable # 18	m	6710	400,00	2'684.000,00
PLCs	Global			85'470.034,00
Relays	u	72	35.000,00	2'520.000,00
Cajas para PLCs	u	72	80.000,00	5'360.000,00
Semáforo de 3 luces	u	290	480.000,00	139'200.000,00
Pantalla simples 8"	u	76	18.000,00	1'360.000,00
Abrazaderas 12 "	u	1.160	3.000,00	3'480.000,00
Pernos de 1/2 2 "	u	590	685,00	397.300,00
Remaches 5/32 "	u	2.000	100,00	200.000,00
Focos 69w	u	870	4.000,00	3'480.000,00
Type	u	100	920,00	92.000,00
Rodelas planas 1/2 "	u	580	195,00	113.100,00
Rodelas de presión 1/2	u	580	85,00	49.000,00
T O T A L				293'405286,00

ANEXO D
MANUAL DE TELCOS

* El programa TELCOS.EXE que permite el control por computador del grupo de semáforos de una subred, requiere para su ejecución de un computador IBM PC, XT, AT o compatible, pantallas CGA, EGA o VGA. Los datos generados por las operaciones de control, serán almacenados en disco flexible por lo que se deberá disponer de un drive para el efecto. El programa está realizado para operar con facilidad ya que cuenta con directivas escritas que señalan la acción a ejecutar para continuar o suspender un proceso de control. Un mensaje visualizado en pantalla advertirá al operador de fallas en la comunicación con la UC (TIEMPO DE ENTRADA/SALIDA FUERA) o con los semáforos cuando ninguno de ellos responda (NINGUN SEMAFORO RESPONDE).

Al ingresar al programa, se presentan pantallas para definición de tipo de procesador y resolución de video, a fin de regular la duración de lazos internos de espera y el formato de presentación de la pantalla de gráficos.

MENU PRINCIPAL

Es el punto central de operación del programa TELCOS desde donde se puede acceder en forma ordenada a todas las funciones. Presenta la siguiente pantalla donde se especifican claramente las acciones a ejecutar.

```
=====
II          PROGRAMA DE TELECONTROL DE          II
II          SEMAFORIZACION                      II
=====
```

SELECCIONE TAREA A EJECUTA Y PRESIONE ENTER

- 1: self test
- 2: control manual de vía
- 3: control automático ESTATICO de la vía
- 4: control automático DINAMICO de la vía
- 5: monitoreo de flujo vehicular
- 6: lectura de registro de la vía
- 7: imprimir
- 8: abandonar el programa

CUAL OPCION?

Para acceder a estas funciones basta con presionar el número de orden y ENTER, inmediatamente aparecerá una información correspondiente acerca de la tarea a desempeñar seguida del requerimiento de confirmación S/N?.

1: seltest Tiene por objeto comprobar el estado del enlace mediante la emisión de una señal de prueba, misma que al producir una respuesta, permite decidir si los comandos que se enviarán posteriormente llegarán a su destino, serán reconocidos y ejecutados.

2: control manual de vía Realiza operaciones básicas de control de semáforos ejecutadas por acción manual, sin depender

de la hora, de la fecha o del estado de flujo vehicular.
Consta de las siguientes opciones:

PROGRAMAS PARA CONTROL MANUAL DE VIA

****SELECCIONE EL COMANDO DESEADO****

- A.- PROGRAMA a: Default
- B.- PROGRAMA b: Intermitencia
- C.- ^{15g}PROGRAMA c: Cronometraje1, igual prioridad
- D.- PROGRAMA d: Cronometraje2, prioridad a la principal
- E.- PROGRAMA e: Cronometraje3, prioridad a la secundaria
- F.- PROGRAMA f: Apagado
- G.- PROGRAMA g: Reserva
- H.- Lectura de conteo en sitio
- R.- Retorno al menú principal

PRECEDENTE:

A...R ?

Cabe anotar que los distintos programas de control manual no son sino ejemplos de aplicación; los tiempos de ciclo y repartos de ciclo se pueden programar libremente en cada uno de los controladores de semáforo. La opción denominada "Default" permite regresar al cronometraje que por defecto se instala en el controlador luego de su energización. La opción H referente a "lectura de conteo en sitio" es una opción que puede resultar útil para un cálculo manual del flujo, ya que transfiere incondicionalmente el contenido del contador de autos de la UC al computador. Escogiendo a voluntad el

intervalo de tiempo en que se realiza esta operación, se puede deducir el flujo vehicular.

3: control automático ESTÁTICO de la vía Utiliza las capacidades mostradas en "control manual de vía", pero emitiéndolas de acuerdo a un horario preestablecido. Requiere que el disco flexible esté colocado en el drive, ya que se alista a funcionar sin operador humano. Se cancela con ALT Q.

4: control automático DINÁMICO de la vía Ejecuta los mismos comandos presentados en "control manual de vía", pero basado en una medición previa de flujo que se realiza en intervalos de 15 minutos. También requiere que esté listo el disco flexible en su drive ya que allí almacenará información acerca de las órdenes enviadas y las respuestas recibidas. Mediante ALT Q se cancela este modo de operación y se retorna al menú principal.

5: Monitoreo de flujo vehicular Dedicada al computador únicamente a adquirir datos de flujo vehicular por medio de comunicación directa con la UC. Se cancela con ALT Q. Presenta las siguientes opciones:

MONITOREO DE FLUJO VEHICULAR

1. Monitoreo
2. Operación de lectura solamente
3. Retorno a menú principal

opción 1...3 ?

La opción de "operación de lectura solamente" permite leer un archivo creado por la opción monitoreo, proveyendo de datos medidos de flujo, con fecha, hora y un gráfico de barras flujo vs. intervalo. El eje de las abscisas se divide en forma dinámica en base al número de intervalos de tiempo que posea el archivo, de este modo, se ha marcado con un punto un intervalo de 15 minutos y con una raya pequeña un grupo de 4 intervalos de 15 minutos, es decir una hora. El eje de las ordenadas corresponde a flujo vehicular donde cada raya horizontal de referencia que aparece en el gráfico, equivale a un flujo de 100 vehículos/minuto.

6: lectura de registro de la vía Permite leer el archivo A:\VIAXXX.dat donde están almacenadas todas las órdenes que se han emitido y las respuestas que se han recibido con su fecha y hora correspondientes. Los comandos que aparecen bajo cada página sirven para un adecuado movimiento dentro del archivo, así tenemos que:

 cualquier tecla avanzar una página
 + avanzar 10 páginas
 - retroceder una página
 # ir a última página y salir

7: imprimir Imprime los archivos de datos de vía A:\VIAXXX.DAT o de flujo (por ejemplo A:\MON.DAT), en un formato que, garantizando la integridad de la información, permite un ahorro de papel. En dicho formato por ejemplo la información de respuesta aparecerá como una serie de ceros (0) y unos (1), donde un uno (1) significará que el semáforo

correspondiente a la posición del uno (contando de izquierda a derecha), ha respondido. Por ejemplo 00010000 significa que solo el cuarto semáforo responde a la orden.

8: abandonar el programa cerrará todos los archivos abiertos (datos y puerto serie) y retornará al sistema operativo, abandonando el programa.

ANEXO E
LISTADO DEL PROGRAMA TELCOS

```
DIM W(20)
DECLARE SUB RESPUE (A$, AUTO$)
DECLARE SUB SIND ()
```

```
DEFINT A-Z
DECLARE SUB FILTRO (CADENIN$)
DIM SHARED SN$
DIM V$(3)
DIM W(20)
DIM WW(20)
TYPE ORDEX
    FECHA AS STRING * 15
    HORA AS STRING * 15
    ULPROG AS STRING * 15
    FLUJO AS STRING * 15
END TYPE
DIM UCAX AS ORDEX
```

```
TYPE FLMON
    FECHA AS STRING * 15
    HORA AS STRING * 15
    FLUJO AS INTEGER
END TYPE
```

```
DIM MON AS FLMON
```

```
SETED: CLS 0
LOCATE 5, 35, 1
PRINT "TELCOS1"
LOCATE 6, 35, 1
PRINT "-----"
```

```
LOCATE 11, 25, 1
PRINT "SELECCIONE TIPO DE PROCESADOR"
PRINT
PRINT
PRINT "          1: 8088"
PRINT "          2: 80286"
PRINT "          3: 80386 "
PRINT "          4: Retorno al DOS"
PRINT
PRINT
INPUT "          1...4 "; PROC
```

```
IF PROC = 1 THEN 'CONDICIONES INICIALES DE VELOCIDAD
    TOPE& = 150000
ELSEIF PROC = 2 THEN
    TOPE& = 250000
ELSEIF PROC = 3 THEN
    TOPE& = 350000
ELSEIF PROC = 4 THEN
    GOTO FINAL
ELSE
    GOTO SETED
END IF
```

```
VIDEO: CLS 0 'CONDICIONES INICIALES DE PANTALLA
LOCATE 8, 30, 1
PRINT "SELECCIONE TIPO DE PANTALLA"
PRINT
PRINT
PRINT
PRINT "          1: CGA"
PRINT
PRINT "          2: EGA"
```



```
PRINT "          3: VGA"
PRINT
PRINT "          4: Retorno al DOS"
PRINT
INPUT "          1...4 "; VIEDO
```

```
IF VIEDO = 1 THEN
    SCREEN 2
    X1 = 5
    Y1 = 120
    X2 = 315
    Y2 = 195
ELSEIF VIEDO = 2 THEN
    SCREEN 9
    X1 = 10
    Y1 = 200
    X2 = 630
    Y2 = 342
ELSEIF VIEDO = 3 THEN
    SCREEN 11
    X1 = 10
    Y1 = 225
    X2 = 630
    Y2 = 470
ELSEIF VIEDO = 4 THEN
    GOTO FINAL
ELSE
    GOTO VIEDO
```

```
END IF
```

```
INICIO: SN$ = ""
INIC:  CLS 0
VIEW PRINT 1 TO 25
PRINT
PRINT 'SN$
```

```
PRINT "          ====="
PRINT "          ||          PROGRAMA DE TELECONTROL DE          ||"
PRINT "          ||          SEMAFORIZACION          ||"
PRINT "          ====="
```

```
PRINT
PRINT
PRINT
PRINT
```

```
PRINT "          SELECCIONE TAREA A EJECUTAR Y PRESIONE ENTER"
```

```
PRINT
PRINT
```

```
PRINT "          1: self test"
PRINT "          2: control manual de via"
PRINT "          3: control automatico ESTATICO de la via"
PRINT "          4: control automatico DINAMICO de la via"
PRINT "          5: monitoreo de flujo vehicular"
PRINT "          6: lectura de registro de la via"
PRINT "          7: imprimir"
PRINT "          8: abandonar el programa"
```

```
PRINT
PRINT
```

```
INPUT "          CUAL OPCION? ", sel
```

```
SELECT CASE sel
```

```
CASE 1
```

```

LOCATE 12, 1, 1
PRINT "ESTE PROGRAMA EMITIRA UNA SENAL A LA UC, PARA QUE ESTA A SU VEZ"
PRINT "VERIFIQUE LA RESPUESTA DE LOS CONTROLADORES DE SEMAFORO"
PRINT "SIN QUE ESTO LES SIGNIFIQUE ALGUN CAMBIO PROGRAMA;"
PRINT "DE ESTE MODO SE COMPROBARA EL ESTADO DEL ENLACE"
PRINT
PRINT
PRINT "ACEPTA S/N? "
CALL SIND
IF SN$ = "N" THEN
    GOTO INIC
END IF
IF SN$ = "n" THEN
    GOTO INIC
END IF
CLS 0

SELF$ = "ON"
MANDO$ = "7"
PROG$ = "SELFTEST"
FOR JJ = 1 TO 3
CLOSE
GOTO EMITE
TEST: V$(JJ) = MODEMIN$
NEXT JJ
CLOSE
SELF$ = "OFF"
MANDO$ = ""

IF (V$(1) = CHR$(0) AND V$(2) = CHR$(0)) AND V$(3) = CHR$(0) THEN
CLS 0
LOCATE 12, 1, 1
PRINT "          FALLA EN ENLACE: NINGUN SEMAFORO RESPONDE"
BEEP: BEEP: BEEP
GOTO VAYA
END IF

SIGA: IF V$(1) = V$(2) THEN 'RUTINA PARA COMPROBAR ENLACE
CLS 0
LOCATE 12, 1, 1
PRINT "          ENLACES OK"
ELSEIF V$(2) = V$(3) THEN
CLS 0
LOCATE 12, 1, 1
PRINT "          ENLACES OK"
ELSEIF V$(1) = V$(3) THEN
CLS 0
LOCATE 12, 1, 1
PRINT "          ENLACES OK"

ELSE

CLS 0
LOCATE 12, 1, 1
PRINT "          ENLACE CON SEMAFOROS DEFECTUOSO"

END IF

VAYA: LOCATE 19, 1, 1
PRINT "          Pulse una tecla para continuar"
LOCATE 17, 1, 1

```

```
DO
LOOP UNTIL INKEY$ <> ""
GOTO INIC
```

```
CASE 2
IN: CLS 0
LOCATE 5, 22, 1
PRINT "PROGRAMAS PARA CONTROL MANUAL DE VIA"
PRINT "
```

```
LOCATE 9, 22, 1
PRINT " **SELECCIONE EL COMANDO DESEADO**"
PRINT
PRINT
PRINT "      A.- PROGRAMA a: Default"
PRINT "      B.- PROGRAMA b: Intermitencia"
PRINT "      C.- PROGRAMA c: Cronometraje1, igual prioridad"
PRINT "      D.- PROGRAMA d: Cronometraje2, prioridad a la principal"
PRINT "      E.- PROGRAMA e: Cronometraje3, prioridad a la secundaria"
PRINT "      F.- PROGRAMA f: Apagado"
PRINT "      G.- PROGRAMA g: Reserva"
PRINT "      H.- Lectura de conteo en sitio"
PRINT "      R.- Retorno al menu principal"
PRINT
PRINT "                                PRECEDENTE: "; PROG$
PRINT
INPUT "      A ... R ?      ", PROG$
SELECT CASE PROG$
```

CASE "A"

```
ETIA: CLS 0
PRINT
PRINT "                                POR DEFECTO"
LOCATE 8, 20, 1
PRINT "Este programa regresara a default."
PRINT
PRINT
PRINT "                                CICLO = 18 SEGUNDOS"
PRINT "                                todo rojo          = 1 s."
PRINT "                                principal verde     = 6 s."
PRINT "                                principal amarilla  = 3 s."
PRINT "                                todo rojo          = 1 s."
PRINT "                                secundaria verde    = 4 s."
PRINT "                                secundaria amarilla = 3 s."
PRINT
PRINT
PRINT "                                acepta S/N"
CALL SINO
IF SN$ = "N" THEN
    GOTO IN
END IF
IF SN$ = "n" THEN
    GOTO IN
END IF
CLS 0
AA: MANDO$ = "4"
```

CASE "B"

```
ETIB: CLS 0
LOCATE 12, 15, 1
PRINT "El sistema verde es amarillo intermitente"
```

```

PRINT "
CALL SIND
IF SN$ = "N" THEN
  GOTO IN
END IF
IF SN$ = "n" THEN
  GOTO IN
END IF
CLS 0
BB: MANDO$ = "8"

```

```

CASE "C"
ETIC: CLS 0
PRINT
PRINT "          IGUAL PRIORIDAD"
LOCATE 8, 15, 1
PRINT "Este programa accionara el cronometraje siguiente:"
PRINT
PRINT
PRINT "          CICLO = 28 SEGUNDOS"
PRINT "          todo rojo      = 1 s."
PRINT "          principal verde  = 10 s."
PRINT "          principal amarilla = 3 s."
PRINT "          todo rojo      = 1 s."
PRINT "          secundaria verde  = 10 s."
PRINT "          secundaria amarilla = 3 s."
PRINT
PRINT
PRINT "          acepta S/N"
CALL SIND
IF SN$ = "N" THEN
  GOTO IN
END IF
IF SN$ = "n" THEN
  GOTO IN
END IF
CLS 0
CC: MANDO$ = "1"

```

```

CASE "D"
ETID: CLS 0
PRINT
PRINT "          PRIORIDAD A LA PRINCIPAL"
LOCATE 8, 15, 1
PRINT "Este programa pondra el cronometraje siguiente ..."
PRINT
PRINT
PRINT "          CICLO = 34 SEGUNDOS"
PRINT "          todo rojo      = 2 s."
PRINT "          principal verde  = 18 s."
PRINT "          principal amarilla = 4 s."
PRINT "          todo rojo      = 2 s."
PRINT "          secundaria verde  = 5 s."
PRINT "          secundaria amarilla = 3 s."
PRINT
PRINT
PRINT "          acepta S/N"
CALL SIND
IF SN$ = "N" THEN
  GOTO IN
END IF
IF SN$ = "n" THEN
  GOTO IN

```

```
DD:      END IF
          CLS 0
          MANDO$ = "2"
```

```
ETIE:    CASE "E"
          CLS 0
          PRINT
          PRINT "                PRIORIDAD A LA SECUNDARIA"
          LOCATE 8, 15, 1
          PRINT "Este programa pondra el siguiente cronometraje"
          PRINT
          PRINT
          PRINT "                CICLO = 42 SEGUNDOS"
          PRINT "                todo rojo      = 2 s."
          PRINT "                principal verde   = 10 s."
          PRINT "                principal amarilla = 4 s."
          PRINT "                todo rojo      = 2 s."
          PRINT "                secundaria verde  = 19 s."
          PRINT "                secundaria amarilla = 5 s."
          PRINT
          PRINT
          PRINT "                acepta S/N"
          CALL SINO
          IF SN$ = "N" THEN
              GOTO IN
          END IF
          IF SN$ = "n" THEN
              GOTO IN
          END IF
          CLS 0
EE:      MANDO$ = "3"
```

```
ETIF:    CASE "F"
          CLS 0
          PRINT
          PRINT "                APAGADO"
          LOCATE 12, 16, 1
          PRINT "PRECAUCION: Este programa apagara los semaforos"
          PRINT
          PRINT
          PRINT "                Acepta S/N"
          CALL SINO
          IF SN$ = "N" THEN
              GOTO IN
          END IF
          IF SN$ = "n" THEN
              GOTO IN
          END IF
          CLS 0
FF:      MANDO$ = "5"
```

```
ETIG:    CASE "G"
          CLS 0
          PRINT
          PRINT "                SIN USO"
          LOCATE 12, 35, 1
          PRINT "Este programa..."
          LOCATE 15, 35, 1
          PRINT "Acepta S/N"
          CALL SINO
          IF SN$ = "N" THEN
              GOTO IN
```

```

        IF SN$ = "n" THEN
            GOTO IN
        END IF
        CLS 0
GG:      MANDO$ = "6"

* CASE "H"
ETIH:   CLS 0
        LOCATE 12, 1, 1
        PRINT "Este programa solicitara cuenta de vehiculos:.."
        PRINT "Acepta S/N"
        CALL SINO
        IF SN$ = "N" THEN
            GOTO IN
        END IF
        IF SN$ = "n" THEN
            GOTO IN
        END IF

        CLS 0
        CLOSE #1
        OPEN "COM2: 300,N,8,1,DS,CS,CD,OP ." FOR RANDOM AS #1 LEN = 1028
        PRINT #1, "U"
        LOCATE 12, 35, 1
        PRINT "POR FAVOR ESPERE"
        R% = 0
        DO
            R% = R% + 1
        LOOP UNTIL R% > TOPE%

        X$ = INPUT$(1, #1)
        Y$ = INPUT$(1, #1)
        X = ASC(X$)
        Y = ASC(Y$)
        IF Y = 0 THEN
            Z% = X
        ELSE
            Z = 255 * Y + X
        END IF
        VAR1$ = TIME$
        VAR2$ = DATE$
        CLS 0
        LOCATE 12, 1, 1
        PRINT "Fecha: "; VAR2$, "Hora: "; VAR1$
        PRINT
        PRINT "CONTEO =      "; Z%; "      Vehiculos"
        PRINT STRING$(80, "_")
        CLOSE
        LOCATE 20, 40, 1
        PRINT "PRESIONE TECLA PARA CONTINUAR"
        DO
        LOOP UNTIL INKEY$ <> ""

        GOTO IN

        CASE "R"
ETIR:   GOTO INIC

        CASE ELSE
        IF PRDG$ = "a" THEN
            GOTO ETIA
        ELSEIF PRDG$ = "b" THEN

```

```

        GOTO ETIC
        ELSEIF PROG$ = "d" THEN
        GOTO ETID
        ELSEIF PROG$ = "e" THEN
        GOTO ETIE
        ELSEIF PROG$ = "f" THEN
        GOTO ETIF
        ELSEIF PROG$ = "g" THEN
        GOTO ETIG
        ELSEIF PROG$ = "h" THEN
        GOTO ETIH
        ELSEIF PROG$ = "r" THEN
        GOTO ETIR
        ELSE
        GOTO IN
    END IF

```

```
END SELECT
```

```
EMITE: OPEN "COM2:300,N,8,1,DS,CS,OP" FOR RANDOM AS #1 LEN = 256
```

```
REINT: PRINT #1, MANDO$; 'ENVIO DEL CHARACTER
```

```

    CLS 0
    LOCATE 12, 22
    PRINT " MANDO EMITIDO, ESPERE RESPUESTA"
    R% = 0
    DO 'LAZO PARA ESPERAR LLEGADA DE RESPUE
    R% = R% + 1
    LOOP UNTIL LOC(1) <> 0 OR R% > TOPE% 'LAZO PARA ESPERAR LLEGADA DE
    IF R% > TOPE% THEN 'RESPUESTA O DECLARAR FALLA
    CLS 0
    LOCATE 15, 10, 1
    PRINT "TIEMPO DE ENTRADA/SALIDA FUERA, NO HAY ENLACE CON LA UC"
    ALAR = 1
    GOTO AUX
    END IF

```

```

    CLS 0
    LOCATE 20, 1, 1
    PRINT "PROGRAMA ACTIVADO: "; PROG$

```

```

'CHEQUEO DE LOS DATOS RECIBIDOS DESDE EL MODEM
'SI HAY CARACTERES ESPERANDO
'CAPTURARLOS E IMPRIMIRLOS EN PANTALLA

```

```
IF NOT EOF(1) THEN
```

```

'LOC (1) DA EL NUMERO DE DATOS ESPERANDO EN EL BUFFER DEL PUERTO
MODEMIN$ = INPUT$(LOC(1), #1)
A$ = MODEMIN$
FILTRO MODEMIN$ ' ELIMINA LINE FEED Y BACKSPACE
IF SELF$ = "ON" THEN
    GOTO TEST
END IF

```

```

PRINT
PRINT

```

```
PRINT
CALL RESPUE(A$, AUTO$)
FOR II = 1 TO 8
  WW(II) = W(II)
NEXT II
```

```
LOCATE 23, 1, 1
PRINT "Almacenando en disco, espere"
```

```
FECHA$ = DATE$
```

```
OPEN "A:\VIAXXX.DAT" FOR RANDOM AS #2 LEN = LEN(UCAX)
NUMREG = LOF(2) \ LEN(UCAX)
  UCAX.FECHA$ = DATE$
  UCAX.HORA$ = TIME$
  UCAX.ULPROG$ = PROG$
  UCAX.FLUJO$ = A$
NUMREG = NUMREG + 1
```

```
* PUT #2, NUMREG, UCAX
CLOSE #2
```

```
END IF
```

```
IF DINAMICO$ = "SI" THEN
  GOTO DIDAM
END IF
```

```
IF AUTO$ = "SI" THEN
  T& = 0
  DO
    T& = T& + 1
  LOOP UNTIL T& > 300000
  CLOSE
  GOTO AUTO
END IF
LOCATE 23, 1, 1
PRINT "
```

```
AUX: LOCATE 25, 1, 1
PRINT TAB(45); "PRESIONE UNA TECLA PARA CONTINUAR"
```

```
DO
  TEC$ = INKEY$
  IF ALAR = 1 AND MA = 1 THEN
    BEEP
  END IF
LOOP UNTIL TEC$ <> ""
ALAR = 0
MA = 0
```

```
IF TEC$ = "*" THEN
  GOTO REINT
END IF
CLOSE
```

```
GOTO INICIO
```


CASE 6

'PROGRAMA DE lectura de ALMACENAMIENTO

CLS 0

LOCATE 12, 10, 1

PRINT "ESTE PROGRAMA LEERA EL REGISTRO DE VIA A:\VIAXXX.DAT"

LOCATE 14, 10, 1

PRINT "DE MODO QUE SE PUEDAN CONOCER LAS OPERACIONES DE CONTROL"

LOCATE 16, 10, 1

PRINT "EFECTUADAS, LA FECHA, LA HORA Y LA RESPUESTA RECIBIDA"

LOCATE 18, 18, 1

PRINT "ACEPTA S/N"

CALL SIND

IF SN\$ = "N" THEN

GOTO INIC

END IF

IF SN\$ = "n" THEN

GOTO INIC

END IF

CLS 0

PRIN: OPEN "A:\VIAXXX.DAT" FOR RANDOM AS #1 LEN = LEN(UCAX)

NUMREG = LOF(1) \ LEN(UCAX)

FOR N = 1 TO NUMREG

CLS 0

PRINT "LECTURA DE DATOS DE VIAXXXXX"

PRINT "-----"

GET #1, N, UCAX

Z\$ = UCAX.FLUJDO\$

V = ASC(Z\$)

K = 0

DO

K = K + 1

W(K) = V MOD 2

V = V \ 2

LOOP WHILE V > 2

W(K + 1) = V MOD 2

W(K + 2) = V \ 2

PRINT "FECHA: "; UCAX.FECHA\$

PRINT "HORA: "; UCAX.HORA\$

PRINT "PROGRAMA EJECUTADO: "; UCAX.ULPROG\$

PRINT "-----"

PRINT "RESPUESTAS INDIVIDUALES:"

FOR K = 1 TO 8

IF W(K) = 1 THEN

PRINT " S"; K; ": SI"

ELSE

PRINT " S"; K; ":no"

END IF

NEXT K

FOR K = 1 TO 9

W(K) = 0

NEXT K

PRINT

PRINT "PAGINA "; N; "DE "; NUMREG

PRINT

```
PRINT " + : Avanzar 10 paginas "  
PRINT " - : Retroceder una pagina "  
PRINT " # : Ir a ultima pagina y salir"
```

```
DO  
SIGA$ = INKEY$  
LOOP UNTIL SIGA$ <> ""
```

```
IF SIGA$ = "+" THEN  
    N = N + 9  
ELSEIF SIGA$ = "-" THEN  
    IF N > 1 THEN  
        N = N - 2  
    END IF  
ELSEIF SIGA$ = "#" THEN  
    N = NUMREG - 1  
ELSE  
END IF
```

```
NEXT N  
PRINT STRING$(80, " ")  
PRINT "Presione ENTER para ir a menu principal"  
PRINT "Presione cualquier tecla para continuar leyendo registro"
```

```
CLOSE #1
```

```
DO  
TECH$ = INKEY$  
LOOP UNTIL TECH$ <> ""  
IF TECH$ = CHR$(13) THEN  
GOTO INIC  
END IF  
GOTO PRIM
```

```
✱
```

```
CASE 3
```

```
CLS 0  
MA = 1  
LOCATE 7, 1, 1  
PRINT "SEGUN LA HORA DEL COMPUTADOR,"  
PRINT "SE CAMBIARAN LOS PROGRAMAS"  
PRINT "DE CONTROL DE VIA, DE ACUERDO AL"  
PRINT "SIGUIENTE HORARIO:"  
PRINT  
PRINT " 21:45:00 DEFAULT"  
PRINT " 08:00:00 CRONOMETRAJE 1: prior principal"  
PRINT " 10:00:00 CRONOMETRAJE 2: igual prior"  
PRINT " 12:30:00 CRONOMETRAJE 3: prior secundaria"  
PRINT " 14:00:00 CRONOMETRAJE 2: igual prior"  
PRINT " 18:00:00 CRONOMETRAJE 1: prior principal"  
PRINT " 19:30:00 DEFAULT"  
PRINT " 21:30:00 INTERMITENCIA"  
PRINT " 23:00:00 APAGADO"  
PRINT
```

```
PRINT "Acepta S/N"  
CALL SINO  
IF SN$ = "N" THEN  
GOTO INIC  
END IF  
IF SN$ = "n" THEN  
GOTO INIC  
END IF
```

```

A$ = ""
LOCATE 12, 1, 1
PRINT "INSERTE DISKETTE EN EL DRIVE A"
PRINT
PRINT "Pulse tecla para continuar"
DO
LOOP UNTIL INKEY$ <> ""

```

```

AUTO: CLS 0
QUITAR$ = CHR$(0) + CHR$(16) 'VALOR DE INKEY$ PARA ALT+Q
LOCATE 16, 1
PRINT STRING$(80, "-")
LOCATE 18, 1
PRINT "HORARIO:"
PRINT "      06:00:00   DEFAULT"
PRINT "      08:00:00   CRONOMETRAJE 1: prior principal"
PRINT "      10:00:00   CRONOMETRAJE 2: igual prior"
PRINT "      12:30:00   CRONOMETRAJE 3: prior secundaria"
PRINT "      14:00:00   CRONOMETRAJE 2: igual prior"
PRINT "      18:00:00   CRONOMETRAJE 1: prior principal"
PRINT "      19:30:00   DEFAULT"
PRINT "      21:30:00   INTERMITENCIA"
PRINT "      23:00:00   APAGADO"

LOCATE 25, 1
PRINT TAB(30); "PRESIONE ALT Q PARA SALIR";
VIEW PRINT 1 TO 15 'IMPRESIONES SOLO ENTRE LINEAS 1 Y 15

```

```

AUTO1: AUTO$ = "SI"
HORA$ = TIME$
LOCATE 1, 60, 1
PRINT HORA$
LOCATE 10, 25, 1
PRINT "funcionando en modo automatico"
IF A$ = "" THEN
GOTO RECIEEN
END IF
XX = ASC(A$)
KK = 0
DO
    KK = KK + 1
    WW(KK) = XX MOD 2
    XX = XX \ 2
LOOP WHILE XX > 2

WW(KK + 1) = XX MOD 2
WW(KK + 2) = XX \ 2

```

```

RECIEEN: PRINT "      ULTIMA RESPUESTA OBTENIDA: ";
FOR I = 1 TO 6
PRINT WW(I);
NEXT I
IF HORA$ = "23:11:00" THEN
VIEW PRINT 1 TO 25
PROG$ = "A"
GOTO AA
ELSEIF HORA$ = "22:20:00" THEN
VIEW PRINT 1 TO 25
PROG$ = "D"
GOTO DD
ELSEIF HORA$ = "21:47:00" THEN

```

```

PROG$ = "C"
GOTO CC
ELSEIF HORA$ = "21:48:00" THEN
VIEW PRINT 1 TO 25
PROG$ = "E"
GOTO EE
ELSEIF HORA$ = "21:49:00" THEN
VIEW PRINT 1 TO 25
PROG$ = "C"
GOTO CC
ELSEIF HORA$ = "21:50:00" THEN
VIEW PRINT 1 TO 25
PROG$ = "D"
GOTO DD
ELSEIF HORA$ = "21:51:00" THEN
VIEW PRINT 1 TO 25
PROG$ = "A"
GOTO AA
ELSEIF HORA$ = "22:49:00" THEN
VIEW PRINT 1 TO 25
PROG$ = "B"
GOTO BB
ELSEIF HORA$ = "22:13:00" THEN
VIEW PRINT 1 TO 25
PROG$ = "F"
GOTO FF

```

```
END IF
```

```

TECLAIN$ = INKEY$ 'CHEQUED DEL TECLADO
IF TECLAIN$ = QUITAR$ THEN 'SALIR DEL PROGRAMA
GOTO IRSE
END IF

```

```
GOTO AUTO1
```

```

IRSE:  AUTO$ = "NO"
        PROG$ = ""
        VIEW PRINT 1 TO 25
        CLOSE
        MA = 0
        *GOTO INIC

```

```
CASE 5
```

```

VOLV:  CLS 0
        LOCATE 5, 20, 1
        PRINT "MONITOREO DE FLUJO VEHICULAR"
        LOCATE 12, 1, 1
        PRINT "                1. Monitoreo"
        PRINT
        PRINT "                2. Operacion de lectura solamente "
        PRINT
        PRINT "                3. Retorno a menu principal"
        PRINT
        INPUT "                opcion 1 ... 3 "; SEC
        SELECT CASE SEC

```

```
CASE 1
```

```

        CLS 0
        LOCATE 12, 1, 1
        PRINT "CADA CIERTO INTERVALO, SE EMITIRA LA ORDEN CORRESPONDIENTE"

```

```

PRINT "UN LUGAR PARA EL EFECTO Y SE DISPONDRÁ LA OPCIÓN DE GRÁFICO"
PRINT
PRINT "Acepta S/N"
CALL SINO
IF SN$ = "N" THEN
GOTO VOLV
END IF
IF SN$ = "n" THEN
GOTO VOLV
END IF
ING: CLS 0
PRINT
LOCATE 12, 1, 1
PRINT "INGRESE EL NOMBRE DEL ARCHIVO DONDE SE ALMACENARÁN"
PRINT "LOS RESULTADOS DE ESTA OPERACIÓN"
PRINT
INPUT ; DIREC$
PRINT
PRINT
PRINT "USTED INGRESÓ: "; DIREC$
PRINT
PRINT "ES CORRECTO S/N"
PRINT
CALL SINO
IF SN$ = "N" THEN
GOTO ING
END IF
IF SN$ = "n" THEN
GOTO ING
END IF

CLS 0
QUITAR$ = CHR$(0) + CHR$(16) 'VALOR DE INKEY$ PARA ALT+Q
M = 0
NUEV: CLOSE
OPEN "COM2: 300,N,8,1,DS,CS,CD,DP " FOR RANDOM AS #1 LEN = 1028
PRINT #1, "U"
LOCATE 12, 20, 1
PRINT "MONITOREANDO FLUJO: ESPERE"
LOCATE 21, 20, 1
PRINT "Presione ALT Q para CANCELAR"

R% = 0
DO
R% = R% + 1
LOOP UNTIL R% > TOPE%

X$ = INPUT$(1, #1)
Y$ = INPUT$(1, #1)
X = ASC(X$)
Y = ASC(Y$)
IF Y = 0 THEN
Z% = X
ELSE
Z% = 255 * Y + X
END IF

STD% = Z%

BI5% = TIMER + 15 'LAZO DE ESPERA DE 15 MINUTOS
M = M + 1
DO

```

```

IF TECLAIN$ = QUITAR$ THEN 'SALIR DEL PROGRAMA
CLOSE
GOTO VOLV
END IF
A& = TIMER
VIEW PRINT 1 TO 4
PRINT "                # de intervalos (15 min c/u): "; M
PRINT "                Intervalo en curso: "; (100 - 100 * ((B15& - A&) \ 15)); "%"

-VIEW PRINT 1 TO 25
LOOP UNTIL A& >= B15&    'LAZO...

```

```
CLOSE
```

```

OPEN "COM2: 300,N,8,1,DS,CS,CD,OP " FOR RANDOM AS #1 LEN = 1028
PRINT #1, "U"
LOCATE 12, 20, 1
PRINT "MONITOREANDO FLUJO: ESPERE"
R& = 0
DO
R& = R& + 1
LOOP UNTIL R& > TOPE&

```

```

X$ = INPUT$(1, #1)
Y$ = INPUT$(1, #1)
X = ASC(X$)
Y = ASC(Y$)
IF Y = 0 THEN
Z% = X
ELSE
Z% = 255 * Y + X
END IF
FLUX% = (ABS(Z% - STOX)) \ 15
CLS 0
LOCATE 24, 20, 1
PRINT "Flujo durante intervalo"; M; ": "; FLUX%; " veh/min"
PRINT "-----"
CLOSE

```

```

OPEN DIREC$ FOR RANDOM AS #3 LEN = LEN(MON)
NUMREG = LOF(3) \ LEN(MON)
MON.FECHA = DATE$
MON.HORA = TIME$
MON.FLUJO = FLUX%
NUMREG = NUMREG + 1

PUT #3, NUMREG, MON
CLOSE #3
GOTO NUEV

```

```

CASE 2
CLS 0
LOCATE 12, 1, 1
PRINT "INGRESE NOMBRE DEL ARCHIVO A SER LEIDO"
PRINT
INPUT DIREC$

```

```

CDNT: OPEN DIREC$ FOR RANDOM AS #3 LEN = LEN(MON)
NUMREG = LOF(3) \ LEN(MON)
VIEW PRINT 1 TO 14
CLS 0
FOR N = 1 TO NUMREG
PRINT "LECTURA DE DATOS DE MONITOREO VIAXXXXX"

```

```

GET #3, N, MON
PRINT "FECHA: "; MON.FECHA
PRINT "HORA: "; MON.HORA
PRINT "FLUJO OBTENIDO: "; MON.FLUJO; "VEHICULOS/MINUTO"
PRINT "-----"
PRINT
PRINT " PAGINA "; N; "DE "; NUMREG
PRINT
PRINT "          PRESIONE:   Cualquier tecla avanzar una pagina"
PRINT "          + : Avanzar 10 paginas "
PRINT "          - : Retroceder una pagina "
PRINT "          # : Ir a ultima pagina y salir"

```

```

DO
SIGA$ = INKEY$
LOOP UNTIL SIGA$ <> ""

```

```

VIEW (X1, Y1)-(X2, Y2)
WINDOW (0, 0)-(NUMREG, 300)
PSET (0, 0)
LINE -(NUMREG, 0)
PSET (0, 0)
LINE -(0, 300)

```

```

XIN = 0
XFIN = NUMREG
DX = (XFIN - XIN) / (NUMREG - 1)

```

```

FOR K = 1 TO 3
FOR L = 0 TO NUMREG * NUMREG
PSET (L * DX / 10, K * 100)
NEXT L
NEXT K

```

```

FOR J = 0 TO NUMREG STEP 4
PSET (J * DX, 1)
PSET (J * DX, 2)
PSET (J * DX, 3)
PSET (J * DX, 4)
PSET (J * DX, 5)
PSET (J * DX, 6)
PSET (J * DX, 7)
PSET (J * DX, 8)
PSET (J * DX, 9)
NEXT J

```

```

FOR J = 1 TO NUMREG
PSET (J * DX, 3)
NEXT J

```

```

X = XIN + (N - 1) * DX
Y = MON.FLUJO
PSET (X + DX / 10, Y)
LINE -(X - DX / 10, Y)
PSET (X + DX / 10, Y)
LINE -(X + DX / 10, 0)
PSET (X - DX / 10, Y)
LINE -(X - DX / 10, 0)

```

```

IF SIGA$ = "+" THEN
N = N + 9
ELSEIF SIGA$ = "-" THEN

```

```

        N = N - 2
        END IF
    ELSEIF SIGA$ = "#" THEN
        N = NUMREG - 1
    ELSE
        END IF
NEXT N

PRINT STRING$(80, "_")
PRINT "Presione ENTER para ir a menu principal"
PRINT "Presione cualquier tecla para continuar leyendo registro"

```

```
CLOSE #3
```

```

DO
TECH$ = INKEY$
LOOP UNTIL TECH$ <> ""
IF TECH$ = CHR$(13) THEN
CLS 0
GOTO INIC
END IF
GOTO CONT

```

```

CASE 3
GOTO INIC

```

```

CASE ELSE
GOTO VOLV
END SELECT

```

```

CASE 7
LOCATE 12, 20, 1
CLS 0
LOCATE 12, 10, 1
PRINT "ALISTE LA IMPRESORA Y PULSE TECLA PARA CONTINUAR"
DO
LOOP UNTIL INKEY$ <> ""

```

```
IMPX: CLS 0
```

```

QUITAR$ = CHR$(0) + CHR$(16)
LOCATE 8, 30, 1
PRINT "IMPRIMIR"
LOCATE 15, 1, 1
PRINT "          1: DATOS DE CONTROL DE VIA"
PRINT
PRINT "          2: DATOS DE FLUJO"
PRINT
PRINT "          3: Retorno a Menu Principal"
PRINT
INPUT "          1...3 "; IMPRI

```

```
IF IMPRI = 1 THEN
```

```
MAIM: CLS 0
```

```

OPEN "A:VIAXXX.DAT" FOR RANDOM AS #1 LEN = LEN(UCAV)
NUMREG = LOF(1) \ LEN(UCAV)
PRINT
PRINT "          IMPRESION DE DATOS DE VIA"
LOCATE 12, 1, 1
PRINT "NUMERO TOTAL DE DATOS EXISTENTE = "; NUMREG
PRINT
INPUT "Imoresion desde dato #"; NUM1

```



```
INPUT "          hasta dato#"; NUM2
```

```
IF NUM1 > NUMREG OR NUM2 > NUMREG THEN
```

```
CLS 0
```

```
LOCATE 12, 38, 1
```

```
PRINT "ERROR"
```

```
CLOSE
```

```
GOTO MAIM
```

```
END IF
```

```
CLS 0
```

```
LOCATE 12, 1, 1
```

```
PRINT "ACCION: IMPRIMIENDO DATOS DE VIAXXXXX"
```

```
PRINT "-----"
```

```
PRINT
```

```
PRINT "NUMERO TOTAL DE DATOS A IMPRIMIR: "; ABS(NUM1 - NUM2)
```

```
PRINT
```

```
LOCATE 17, 1, 1
```

```
PRINT "transfiriendo dato #"
```

```
LOCATE 20, 23, 1
```

```
PRINT "Presione ALT Q si desea CANCELAR pero habra que"
```

```
LOCATE 21, 23, 1
```

```
PRINT "reinicializar la impresora"
```

```
LPRINT "          DATOS DE VIAXXX"
```

```
FOR N = NUM1 TO NUM2
```

```
LOCATE 17, 22, 1
```

```
PRINT N
```

```
DEX$ = INKEY$
```

```
IF DEX$ = QUITAR$ THEN
```

```
GOTO SALIMPRI
```

```
END IF
```

```
GET #1, N, UCAX
```

```
Z$ = UCAX.FLUJO$
```

```
V = ASC(Z$)
```

```
K = 0
```

```
DO
```

```
    K = K + 1
```

```
    W(K) = V MOD 2
```

```
    V = V \ 2
```

```
LOOP WHILE V > 2
```

```
W(K + 1) = V MOD 2
```

```
W(K + 2) = V \ 2
```

```
LPRINT
```

```
LPRINT "#"; N
```

```
LPRINT "    FECHA: "; UCAX.FECHA$
```

```
LPRINT "    HORA: "; UCAX.HORA$
```

```
LPRINT "    PROGRAMA EJECUTADO: "; UCAX.ULPROG$
```

```
LPRINT "    RESPUESTAS:";
```

```
FOR K = 1 TO 8
```

```
LPRINT W(K);
```

```
NEXT K
```

```
FOR K = 1 TO 9
```

```
W(K) = 0
```

```
NEXT K
```

```
NEXT N
```

```
SALIMPRI:   CLOSE #1
```

```
ELSEIF IMPRI = 2 THEN
```

```

PRINT
PRINT "                IMPRESION DE DATOS DE FLUJO VEHICULAR"
LOCATE 12, 1, 1
PRINT "INGRESE NOMBRE DEL ARCHIVO A IMPRIMIR"
PRINT
INPUT DIREC$

OPEN DIREC$ FOR RANDOM AS #3 LEN = LEN(MON)
NUMREG = LOF(3) \ LEN(MON)
CLS 0
LOCATE 12, 1, 1
PRINT "ACCION: IMPRIMIENDO DATOS DE FLUJO VIAXXX"
PRINT
PRINT "NUMERO TOTAL DE DATOS A IMPRIMIR: "; NUMREG
PRINT
LOCATE 17, 1, 1
PRINT "transfiriendo dato #"
LOCATE 20, 23, 1
PRINT "Presione ALT Q si desea CANCELAR pero habra que"
LOCATE 21, 23, 1
PRINT "reinicializar la impresora"

LPRINT "                DATOS DE FLUJO VIAXXX"
FOR N = 1 TO NUMREG
LOCATE 17, 22, 1
PRINT N
DEX$ = INKEY$
IF DEX$ = QUITAR$ THEN
GOTO SALIMPRI
END IF
GET #3, N, MDN

LPRINT "#"; N
LPRINT "        FECHA: "; MON.FECHA
LPRINT "        HORA: "; MON.HORA
LPRINT "        FLUJO OBTENIDO: "; MON.FLUJO; "VEHICULOS/MINUTO"
NEXT N

ELSEIF IMPRI = 3 THEN
CLOSE
GOTO INIC
ELSE
GOTO IMPX
END IF
CLS 0
LOCATE 12, 15, 1
PRINT "TRANSFERENCIA COMPLETADA"
LOCATE 15, 15, 1
PRINT "presione una tecla para continuar"
DO
LOOP UNTIL INKEY$ <> ""
CLOSE
GOTO INIC

CASE 4

CLS 0
LOCATE 12, 20, 1
PRINT "Este programa CONTROLARA DINAMICAMENTE la via"
LOCATE 13, 20, 1
PRINT "de modo que el comando emitido corresponda a la"
LOCATE 14, 20, 1
PRINT "lectura previa de flujo"
LOCATE 15, 20, 1

```

```
CALL SINO
IF SN$ = "N" THEN
  GOTO INIC
END IF
IF SN$ = "n" THEN
  GOTO INIC
END IF
```

```
CLS 0
LOCATE 12, 25, 1
PRINT "inserte diskette en el drive A"
LOCATE 14, 25, 1
PRINT "pulse una tecla para continuar"
DO
* LOOP UNTIL INKEY$ <> ""
```

```
DINAMICO$ = "SI"
QUITAR$ = CHR$(0) + CHR$(16) 'VALOR DE INKEY$ PARA ALT+Q
M = 0
DIDAM: CLS 0
CLOSE
OPEN "COM2: 300,N,8,1,DS,CS,CD,DF " FOR RANDOM AS #1 LEN = 1028
PRINT #1, "U"
LOCATE 11, 20, 1
PRINT "MODO AUTOMATICO DINAMICO"
LOCATE 12, 20, 1
PRINT "MONITOREANDO FLUJO: ESPERE"
LOCATE 13, 20, 1
PRINT "FLUJO PERIODO ANTERIOR: "; FLUX$
LOCATE 14, 20, 1
PRINT "PROGAMA EMITIDO: ", PROG$
IF A$ = "" THEN
  GOTO RECE
END IF
```

```
XX = ASC(A$)
KK = 0
DO
  KK = KK + 1
  WW(KK) = XX MOD 2
  XX = XX \ 2
LOOP WHILE XX > 2
```

```
WW(KK + 1) = XX MOD 2
WW(KK + 2) = XX \ 2
RECE: LOCATE 15, 20, 1
PRINT "RESPUESTA OBTENIDA: ";
FOR I = 1 TO 8
  PRINT WW(I);
NEXT I
LOCATE 21, 20, 1
PRINT "Presione ALT Q para CANCELAR"
```

```
R$ = 0
DO
  R$ = R$ + 1
LOOP UNTIL R$ > TOPE$
```

```
X$ = INPUT$(1, #1)
Y$ = INPUT$(1, #1)
X = ASC(X$)
Y = ASC(Y$)
```

```

?% = Y
ELSE
Z% = 255 * Y + X
END IF

STO% = Z%

41
B15& = TIMER + 15 'LAZO DE ESPERA DE 15 MINUTOS
M = M + 1
DO
TECLAIN$ = INKEY$ 'CHEQUEO DEL TECLADO
IF TECLAIN$ = QUITAR$ THEN 'SALIR DEL PROGRAMA
CLOSE
DINAMICO$ = "NO"
VIEW PRINT 1 TO 25
GOTO INIC
END IF
A& = TIMER
VIEW PRINT 1 TO 4
PRINT " # de intervalos (15 min c/u): "; M
PRINT " Intervalo en curso: "; (100 - 100 * ((B15& - A&) \ 15)); "%"

VIEW PRINT 1 TO 25
LOOP UNTIL A& >= B15& 'LAZO...

CLOSE

OPEN "COM2: 300,N,8,1,DS,CS,CD,OP " FOR RANDOM AS #1 LEN = 1028
PRINT #1, "U"
R& = 0
DO
R& = R& + 1
LOOP UNTIL R& > TOPE&

X$ = INPUT$(1, #1)
Y$ = INPUT$(1, #1)
X = ASC(X$)
Y = ASC(Y$)
IF Y = 0 THEN
Z% = X
ELSE
Z% = 255 * Y + X
END IF
FLUX% = (ABS(Z% - STO%)) \ 1 '15 min = 1 hora
CLOSE

IF FLUX% <= 5 THEN
PROG$ = "B"
GOTO BB
ELSEIF FLUX% > 10 AND FLUX% <= 15 THEN
PROG$ = "A"
GOTO AA 'DEFAULT
ELSEIF FLUX% > 15 AND FLUX% <= 20 THEN
PROG$ = "C"
GOTO CC 'IGUAL PR
ELSEIF FLUX% > 20 AND FLUX% <= 25 THEN
PROG$ = "D"
GOTO DD 'PRIOR PRINC
ELSEIF FLUX% > 25 THEN
PROG$ = "E"
GOTO EE 'PRIOR SEC.

```

```
CLOSE
GOTO FINAL
```

```
CASE ELSE
```

```
GOTO INIC
```

```
END SELECT
```

```
FINAL:  CLOSE
        END
```

```
DEFINT A-Z
```

```
SUB FILTRO (CADENIN$) STATIC 'CON VARIABLE LOCAL
```

```
DO      'RECODIFIQUE CARACTER DE BACKSPACE
```

```
    RETORNO1 = INSTR(CADENIN$, CHR$(8))
```

```
    IF RETORNO1 THEN
```

```
        MID$(CADENIN$, RETORNO1) = CHR$(29)
```

```
    END IF
```

```
LOOP WHILE RETORNO1
```

```
DO      'BUSCA LINE FEEDS Y LOS REMUEVE
```

```
    LNFD = INSTR(CADENIN$, CHR$(10))
```

```
    IF LNFD THEN
```

```
        CADENIN$ = LEFT$(CADENIN$, LNFD - 1) + MID$(CADENIN$, LNFD + 1)
```

```
    END IF
```

```
LOOP WHILE LNFD
```

```
END SUB
```

```
DEFINT A-Z
```

```
SUB RESPUE (A$, AUTO$)
```

```
DIM W(20)
```

```
X = ASC(A$)
```

```
IF X = 0 THEN
```

```
END IF
```

```
K = 0
```

```
DO
```

```
    K = K + 1
```

```
    W(K) = X MOD 2
```

```
    X = X \ 2
```

```
LOOP WHILE X > 2
```

```
W(K + 1) = X MOD 2
```

```
W(K + 2) = X \ 2
```

```
FOR I = 1 TO 8
```

```
    IF W(I) = 1 THEN
```

```
        PRINT "SEMAFORO"; I; ":      OK"
```

```
    ELSE
```

```
        PRINT "SEMAFORO"; I; ":      ?"
```

```
    END IF
```

```
IF X = 0 THEN
PRINT "NINGUN SEMAFORO RESPONDE"
BEEP: BEEP: BEEP
END IF
IF AUTO$ <> "SI" THEN
PRINT
PRINT "
ELSE
PRINT "OPERACION EN MODO AUTOMATICO"
END IF
```

* = Re-emitiť

```
END SUB
```

```
DEFINT A-Z
SUB SIND
```

```
DO
SN$ = INKEY$
IF SN$ = "S" THEN EXIT DO
IF SN$ = "N" THEN EXIT DO
IF SN$ = "s" THEN EXIT DO
IF SN$ = "n" THEN EXIT DO
LOOP
```

```
END SUB
```