

27
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE SEÑALIZACIÓN Y CAMBIO DE VÍAS PARA UN SISTEMA FERROVIARIO"

T E S I S

PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE:
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
(AREA ELECTRICA Y ELECTRONICA)**

**P R E S E N T A
BUCIO VELAZQUEZ MIGUEL ANGEL.**

**DIRECTOR DE TESIS:
ING. EDUARDO RAMIREZ SANCHEZ.**

1 9 7 7



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Agradecimientos

A Dios por dejarme ser.

A mis padres por darme el ejemplo de valor, coraje, sacrificio, decisión y respeto; para conducirme en la vida.

A mis hermanos por luchar por los mismos objetivos.

A mi padrino por su apoyo.

A los Compañeros del C.D.E. por los conocimientos.

A mi asesor con respeto.

A mi entrenador por darme la confianza.

A mis amigos por los buenos momentos.

A mi socio en especial.

Al corredor por la nueva enseñanza.

A mis sobrinos por si algún día la hojean.

A mi Universidad por la oportunidad.

¡G R A C I A S !

INDICE

INTRODUCCION	I
I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
Restricciones del Proyecto 3. Planteamiento 4. Objetivo 5.	
II ARQUITECTURA DEL SISTEMA	6
Diagrama 6. Comunicación 7. Configuración RS232 8. Computadora 11. Adecuacion de voltaje 13. Conversión a Luz 13 . Transmisión por Fibra Optica 15. Conversión A Corriente Eléctrica 15. Demultiplexaje 16. Controladores Remotos 17. Etapa de Potencia 20. Actuadores 21. Sensores 22.	
III ACONDICIONAMIENTO DE LA SEÑAL	24
Diagrama 24. Planteamiento 25. Maxim RS232 26. Transmisión Fibra Optica 28. Actuadores 28. Amplificación 31. Sensores 34. Identificación de trenes 35. Comunicación 37.	
IV DESARROLLO DEL SOFTWARE	40
Planteamiento 40. Programación del Tablero Central 41. Programación de los Controladores 42. Procesos de la Recepción. 44. Tabla de Estados 45. Comunicación 46.	

V	SISTEMA DE COMUNICACION: FIBRA OPTICA	48
	Comunicación 48. Transmisión Analógica 50. Transmisión Digital 52. Ventajas. 53 Transmisión Fibra Optica v.s. Cable Coaxial 54. Fibra Optica. 56.	
VI	MEDICIONES Y RESULTADOS	60
	Resultados 60. Medición 61.	
VII	CONCLUSIONES	64
	APENDICES	
	BIBLIOGRAFIA	

INTRODUCCION

El hombre desde sus orígenes recurrió al intercambio para cubrir algunas de sus necesidades primordiales, con el tiempo éstas fueron en aumento, aunada a la naturaleza de explorador, se genera automáticamente la necesidad de transportación. Con el correr de los años surgieron hombres dedicados a la tarea de proveer de mercancías a sus comunidades.

La transportación en un principio se realizaba a pie con esclavos o por medio de balsas cuando se trataba de río abajo, posteriormente se utilizaron animales de carga. Con la invención de la rueda los sistemas de carga han ido evolucionando hasta nuestros días. La revolución industrial y la producción en serie, generan el incremento en el tráfico de materias primas y básicos para mantener un nuevo tipo de economía, dando origen a los tipos modernos de transporte como son líneas aéreas, camioneras, navieras, y ferroviarias.

La optimización en los medios de transporte reduce de una manera significativa el costo de las mercancías, pues los gastos indirectos representados al trasladar los productos de un lugar a otro, tienen la posibilidad de ser reducidos al manejar un mayor volumen de mercancías.

Los sistemas de transporte se pueden caracterizar por cuatro parámetros principales: **rapidez, alcance, volumen y economía.**

De los sistemas de transportes surge el siguiente cuadro:

transportes	• terrestre	ferroviario sistema de transportistas
	• aéreo	
	• marítimo	

Para resaltar las características del sistema ferroviario sobre los demás sistemas de transportación, lo comparamos mediante la siguiente tabla con cada uno de los demás sistemas.

TIPO	RAPIDEZ	VOLUMEN	ALCANCE	ECONOMIA
FERROCARRIL	**	*****	*****	*****
AVION	*****	****	***	**
BARCO	*	*****	**	***
TRAILER / CAMION	****	***	*****	****

El sistema ferroviario cobra importancia por varias razones, en ellas destacan el volumen de transportación y el bajo costo representado por el uso de este medio. Comparado con las otras maneras comerciales de realizar este tipo de servicio. Sin embargo, se debe analizar y subrayar algunas de las limitaciones del sistema ferroviario en México.

El sistema ferroviario mexicano , en la mayor parte de las trayectorias cuenta con sólo una vía, ésta sirve para la circulación en ambos sentidos con pequeños tramos de vías alternas para dar el paso a los trenes en contrasentido o de mayor velocidad ; sin embargo, se tienen problemas, por no contar con la exacta sincronización de los horarios, provocando con ello retrasos a las máquinas de mayor velocidad que algunas veces transportan pasajeros, reduciendo la posibilidad de su mercado.

Pensando en el tratado de libre comercio firmado en 1994, con los países del Norte de América, surge la inquietud de investigar sobre este tipo de transporte. Nuestros países vecinos cuentan con los sistemas ferroviarios mas modernos del mundo. Con un gran volumen de transportación, lo cuál nos lleva a pensar que el enlace para la transportación se pudiera llevar acabo del mismo modo en nuestro país.

Por otro lado, la comunicación es otro aspecto dentro de la modernización, la cuál se propone en el presente trabajo. El sistema de comunicación a cruceros existente actualmente en Ferrenales, es por medio de la misma vía o por medio de microondas, sin embargo este tipo de enlace tiene algunos problemas, como los de interferencia producidos en dicho tipo de comunicación.

Mencionando el tablero central de la estación de Buenavista, el cual funciona por medio de relevadores, es ahí donde se genera y procesa la información ha enviar a cada uno de los cruceros remotos sin tener la seguridad si es recibida y ejecutada en el crucero. Este sistema presenta algunos problemas, pues con el incremento del tráfico, se producen retrasos, además de la posibilidad de accidentes, por la incertidumbre del mismo.

Aunado con la comunicación de control a los cruceros, proponemos una comunicación capaz de realizar por el mismo medio una comunicación de voz y datos. De este modo, el costo de la inversión se puede recuperar de una manera mas rápida

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

RESTRICCIONES DEL PROYECTO

En platicas sostenidas con el personal de Capacitación de Ferrocarriles nos mencionan de un obstáculo a solucionar. Siendo este, el personal que pudiera quedar a cargo del nuevo sistema (a desarrollar), se mostrará renuente al cambio. Y esto involucra serios problemas por ello se deberá idear un sistema amigable y de fácil manejo para el operador.

El sistema deberá de tener máxima confiabilidad, con esta condición la información manipulada por el operador en el sistema no deberá tener contradicciones, para ello se plantea un software con el fin de analizar la información recibida antes de procesarla, para evitar accidentes, debido a un error humano.

Planteamiento

La propuesta del control se plantea mediante el uso de dispositivos electrónicos de estado sólido ubicado en cada uno de los cruceros en comunicación con un equipo de computo, localizado en una estación central, a su vez estará conectado a una red de monitoreo y supervisión, realizando las veces de tablero Central.

En el sistema propuesto se instalará un microcontrolador en cada crucero con una comunicación constante con la computadora central, tendrá control de los semáforos, los cambios

de vías, además de detectar los carros de ferrocarril observados en el crucero, para tener horarios y ubicación de los carros logrando tener la información de una manera constante el crucero.

Para el diseño se sugiere hacer uso de un prototipo a escala de dos cruces de ferrocarril, representados por un tren eléctrico a escala HO, ayudándonos a tener una idea de un tren real. El tren realizará una ruta con la opción latente de alterar su curso.

Para lograr la visualización de la señales, se deberán construir semáforos, (también a escala) los cuales se encenderán de acuerdo a la información recibida en cada uno de los cruces simulados. El dispositivo colocado en cada uno de los cruces tiene la capacidad de mantener una comunicación full-duplex constante con la estación central (tablero).

Con la información de horarios de salidas y llegadas de las corridas, velocidades promedio de viaje, estados del tiempo; se podrá generar a futuro estadísticas reales, para la posible construcción de descansos ubicados estratégicamente en los tramos de vía, permitiendo así agilizar el sistema a un menor costo de construcción.

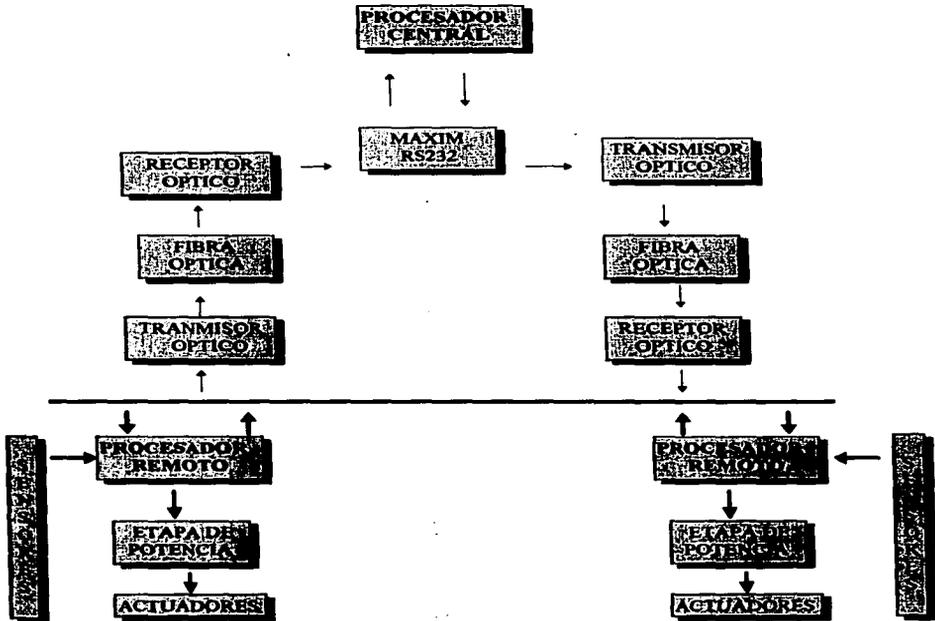
Dentro de este sistema se tiene contemplado hacer un estudio acerca de los diferentes tipos de comunicación así como también de los medios físicos disponibles para realizar un proyecto, el cual justifique ampliamente el uso de la tecnología de la fibra óptica.

OBJETIVO

De lo expuesto en el presente capítulo se desprende el objetivo que se pretende alcanzar en el presente trabajo, siendo éste, la construcción de un prototipo para el control de cambio de vías y señalización de un ferrocarril con dispositivos de estado sólido, con el fin de presentar una alternativa de modernización en este tipo de control a Ferrocarriles Nacionales de México, pues no se ha realizado ninguna modernización y sigue en la etapa de los relevadores.

CAPITULO II

ARQUITECTURA DEL SISTEMA



Con la idea de hacer visual el funcionamiento de la señalización, cambio de vías, detección e identificación de los trenes en una maqueta, involucro hacer pruebas con los dispositivos que se manejan en un tren a escala, además de la fabricación de los semáforos, los cuales desplegarán la información enviada a cada uno de los crueros involucrados, (para efectos demostrativos fueron dos); el diseño de sensores de cambio de vía, así como el uso de detectores de efecto hall para identificar cada uno de los carros.

Para el análisis del sistema propuesto, podemos dividir al sistema de la manera ilustrada en el diagrama, sin olvidar a la integración como un todo, siendo necesarios todos y cada uno de los elementos para el correcto funcionamiento.

Definiendo a grosso modo la arquitectura del sistema, tenemos: un procesador central con un tipo de comunicación full dúplex a estaciones remotas localizadas en cada uno de los crueros, los cuales tienen el control para accionar los actuadores, reciben la información de los sensores y supervisan la ejecución de los comandos desde el puesto central.

Comunicación

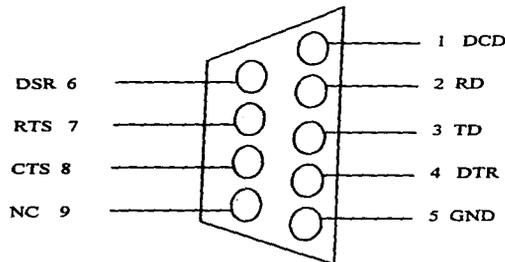
"Las interfaces de nivel físico se utilizan para conectar los dispositivos de usuario a los circuitos de comunicaciones. Para realizar esta importante función, la mayoría de las interfaces de nivel físico describen cuatro atributos. Los atributos *eléctricos* describen los niveles de tensión o de corriente y la *temporización* de los cambios eléctrico que represente a los valores binarios 0 y 1. Los atributos *funcionales mecánicos* describen los conectores y los hilos de la interfaz. Todos los hilos de control, señalización y datos se encuentran generalmente en un mismo cable y unidos a conectores en ambos extremos del mismo. Estos conectores se parecen a los enchufes de corriente, pero las funciones que realizan son diferentes y el aspecto no es exactamente el mismo. Los atributos de procedimiento

describen la función de los conectores y la secuencia de eventos que es necesario efectuar para la transmisión real de datos por la interfaz." II.1

La comunicación del sistema es una comunicación digital que utiliza la fibra óptica como medio físico para su transmisión del puesto central a cada uno de los cruceros remotos. La información a procesar se pone en buffer del puerto serial, de la computadora, la ayuda del puerto serial configurado en modo de transmisión RS232.

Configuración RS232

En un conector mecánico de 9 pines, comúnmente utilizado en los equipos de computo como puerto serial, tienen la siguiente configuración del conector de 9 puntas. Indicando con las siglas de la nomenclatura en idioma ingles.



1. **DCD (DATA CARRIER DETECT)**. Detección de portadora de datos. Esta señal de la interface la indica a la terminal que está recibiendo señales de equipos remotos.
2. **RD (RECEPCION DATA)** . Este es el pin por el cual se reciben los datos
3. **TD (TRANSMIT DATA)**. Por este punto se transmiten los datos.
4. **DTR (DATA TERMINAL READY)** Terminal de datos lista. Señal de control de interface de módem enviada del Equipo terminal de Datos a la PC. Sirve para indicar que esta lista para transmitir datos.
5. **GND (GROUND) COMMON**. Punta de Tierra o referencia común entre el equipo periférico y la computadora.
6. **DSR (DATA SET READY)**. Grupo de datos Lista. Señal de control del equipo periférico de la correcta recepción de los datos.
7. **RTS (REQUEST TO SEND)** Pedido de Envío. Señal de control de la computadora para el puerto serial para indicar que tiene datos para enviar.
8. **CTS (CLEAR TO SEND)** Listo para enviar . Señal de control enviada del equipo periférico a la computadora para avisarle que puede enviar sus datos.^{11.2 2}
9. **NC** No conexionado.

^{11.2} RAD Data Communications, Catalog 800936. pp 135-145

Configuración del Puerto Serial de la Computadora.

Del diagrama 3.1, la primera fase se observa una comunicación entre el procesador central con los módulos remotos, para ello es necesario habilitar el puerto serial de la computadora en un protocolo RS232 A 2400 baudios, por medio de software. La salida serial se define por el COM1, como un puerto con salida pin del tipo DB9, destinado para este fin.

Para las pruebas iniciales enviamos caracteres por el puerto serial, esto con la ayuda del programa "Windows 3.1" en una de sus aplicaciones llamada **terminal** del mismo programa , en las opciones de manipular los parámetro de transmisión, como son: Bit de Paridad, Velocidad de Transmisión, y protocolo de comunicación.

Del diagrama se observa una retroalimentación, sin embargo cabe aclarar que este tipo de control no tiene la necesidad del análisis del control, pues no estamos controlando un proceso, sino realizando acciones aisladas y supervisadas únicamente. El sistema como lo muestra el la fig. III.1 está formado por las etapas de :

ETAPAS

1. COMPUTADORA
2. ADECUACION DE VOLTAJE
3. CONVERSION A LUZ
4. TRANSMISION POR FIBRA OPTICA
5. CONVERSION LUZ A CORRIENTE ELECTRICA
6. DEMULTIPLEXAJE
7. CONTROLADORES REMOTOS
8. ETAPA DE POTENCIA
9. ACTUADORES
- 10.SENSORES

1. COMPUTADORA

En esta etapa se pretende sustituir al tablero de interruptores mecánicos presentes en algunas estaciones, como es el caso de Buena Vista por un equipo de cómputo adecuado para cumplir con algunas restricciones, como son : fácil manejo, seguridad total del sistema, además de desplegar la información necesaria para un trabajo eficiente del operador .

La aportación del equipo de computo está compuesto de dos partes básicamente, tanto los dispositivos físicos que debe reunir unos requerimiento mínimos, como también los programas e instrucciones necesarias, para su operación.

1.1 Software

La información enviada y recibida será procesada por la computadora de donde únicamente se transmitirán **caracteres** a cada uno de los cruceros y de igual manera sólo recibiremos información de este tipo. En la escritura de caracteres pueden surgir errores, por ello se pensó en un programa el cual desplegara la información de una manera gráfica y entendible por medio de **dibujos** representando a los semáforos semejantes a los de un crucero remoto, así como también la dirección como está orientado el cambio de vías. Una vez teniendo estos **iconos** presentes en la pantalla podremos seleccionar con la **ayuda del ratón** la luz del semáforo que se desee alterar.

Además de restringir operaciones lógicas imposibles de realizar, como sería el caso de hacer un cambio de vía y seguir dando el paso al carril deshabilitado , evitando así un posible error.

El programa para el despliegue y control del sistema se desarrollo en lenguaje "C plus ++" , siendo éste un lenguaje de alto nivel con manejo estructuras definidas las cuales se pueden

utilizar para integrar por así decirlo una pantalla lógica. Creando en la pantalla campos activos, en el momento de ser seleccionados por el ratón electrónico estos envían información a cada uno de los cruceros. Y a su vez reciben la información y la despliegan mostrándonos a cada momento y en tiempo real el estado de cada uno de los actuadores del sistema.

1.2 Hardware:

La función del procesador central está soportada por una computadora personal, con características tales como un procesador 486
velocidad de 33 Mhz o superior
Disco Duro de 510 Mbytes
Monitor a color de 24 "
Puerto serial DB9
Puerto paralelo Db 25
Memoria RAM de 4Mb o superior
Ratón
teclado
sistema operativo D O S
paquetería de Windows
lenguaje C plus ++

2. Adecuación de Voltaje

La información procesada por parte de la computadora trabaja a una tensión con valor de +/- 12 volts de DC, mientras el voltaje de operación tanto para la transmisión por fibra óptica y el microprocesador lo hacen a un voltaje de +5 volts de corriente directa. De lo anterior se injiere una manipulación de los valores de Voltaje teniendo cuidado de no perder información.

Para ello primero se usarón compuertas polarizadas en voltaje de 12 volts para poder realizar transmisión , y otra necesaria para el cambio a un valor a 5 V. Investigando el mercado, se encontró un dispositivo con una estructura adecuada para sustituir el uso de las compuertas por un solo dispositivo. de fácil adquisición, pues tiene tanto disponibilidad en el mercado como accesibilidad en el precio. El circuito integrado referido tiene la función de realizar la adecuación del voltaje sin la pérdida de información. Este dispositivo es el maxim232 y cuyas especificaciones están en el anexo II.

3. Conversión a Luz

Empecemos por justificar el uso de la fibra óptica como medio de transmisión para el control de los cruceros. Económicamente representa una inversión inicial mayor a la representada por el uso de cable coaxial u otro medio de comunicación como en el caso de algunos tramos es por la vía misma o el sistema de comunicación rf . Sin embargo este gasto inicial es amortizado por la reducción de potencia necesaria para realizar nuestro enlace, aunado al mínimo mantenimiento requerido en una menor cantidad de equipo. Y comparado con la confiabilidad brindada por este tipo de comunicación. Dicho análisis se lleva a cabo en el capítulo dedicado a Fibra óptica de el presente trabajo.

Para poder enlazar la computadora (tablero de control) con los cruceros por medio de fibra óptica es necesario convertir la señal eléctrica, en una señal luminosa, la cuál transportará la señal a todos y cada uno de los puestos remotos. Para nuestro prototipo se necesitó de una pequeña arquitectura, la cual consiste de un componente electrónico denominado trigger, con la función de generar un disparo de un pulso con la característica de tomar la señal y compararla con los valores de umbral para entregar en la salida un pulso perfectamente definido, siendo recibida la señal por un diodo emisor de luz infrarroja (led) el cual necesita polarizarse a 5v dc. y tener nuestra señal de entrada a este mismo valor utilizado en la mayoría de las compuertas ttl. Sin olvidar la relevancia de los conectores mecánicos necesarios para acoplar la fibra con el diodo emisor de luz, sin embargo es necesario mencionar de la fibra así como de la arquitectura utilizada están propuestas para la realización de un prototipo. Siendo necesario definir para un proyecto mayor, la utilización del tipo de equipo necesario para este tipo de enlace.



DIAGRAMA III.3

Pensando en el tiempo de procesamiento, éste no tiene gran relevancia, puesto que es mucho mayor la velocidad comparada con cualquiera de los vehículos, así como también el tiempo de respuesta de los actuadores de nuestro sistema, (cambios de vía)

4. Transmisión por Fibra Óptica

La fibra óptica utilizada es de tipo del tipo multimodo, con un calibre mayor a la utilizada comúnmente, debido a la fuente de la señal (led), pues esta nos restringe de alguna otra posibilidad.

En el presente trabajo para el desarrollo de un prototipo debemos de hacer algunas consideraciones:

Se consideran despreciables las pérdidas por conexión.

Por las distancias manejadas se discrimina la atenuación posible de nuestra señal.

La potencia manejada por los actuadores, es ilustrativa, y para una posible extrapolación será necesario usar otro tipo de tecnología.

5. Conversión a corriente eléctrica

Una vez enviada la señal es necesario regresar a su estado anterior, el de pulso eléctrico, para esto utilizamos la propiedad de una celda fotoeléctrica que al censar la presencia de luz o ausencia de la misma nos responde con una corriente eléctrica la cual es necesaria acondicionar para volver a tener nuestro estado lógico entre 0 y 5 v. , sin olvidar el funcionamiento completamente digital del sistema no tenemos la necesidad de usar un convertidor digital analógico para regenerar la señal eléctrica recibida

6. Demultiplexaje

Para la identificación de cada crucero y la confirmación por parte de este hacia el puesto de control, hacen obligatorio cerrar el lazo de comunicación, para evitar la intervención en el enlace por parte de otro crucero, hasta el momento de quedar terminada la comunicación. Si no se realizara este procedimiento, pudiera presentarse la situación de activarse varios cruceros en un mismo tiempo, pudiendo recibir las mismas instrucciones, y esto no es conveniente por extrema seguridad.

Recordando que la señal viaja por un solo hilo para todo el sistema es necesario realizar un protocolo para controlar los canales de comunicación, activando o inhibiendo cada uno de estos según corresponda.

Siendo necesario pedirle al crucero nos envíe una señal mientras este tenga comunicación y cese de enviarla en cuanto termine la sesión con el puesto central.

Primeramente se pensó en el uso de compuertas lógicas (and, or, xor), pero se vieron rebasadas, seguido se trató de realizarlo con el uso de un multiplexor activado por un pulso transmitido por el microprocesador del crucero, para dedicarle la línea completa a este usuario. El problema finalmente quedó resuelto por medio de software, tanto en el puesto central como en el crucero.

7. Controladores remotos

Sin perder de vista nuestro objetivo, podemos mencionar al cruceo como la parte medular del sistema, observando en este dispositivo la comunicación y el control de los actuadores en el microprocesador, Debemos tener cuidado para realizar una adecuada elección y no debemos de perder de vista algunas características tales como:

- Disponibilidad en el mercado
- Información acerca del mismo
- Contar con la paquetería de computadora para su programación y simulación
- Velocidad de procesamiento adecuada a las necesidades
- Estructura interna.
- Programación Amigable
- Precio

Con lo anterior se tuvo la opción de elegir entre los productos de tres empresas productoras con distribución en nuestro país siendo éstas: Motorola, Siemens, y Texas Instruments.

Siendo los de Motorola la familia de HC11, de 8 bits.

Los correspondientes a Siemens la familia 8051 de Intel.

Y los de Texas Instruments la familia TMS320.

Después de un estudio detallado dentro de las familias presentadas se optó por un microprocesador de la familia de 8051 de Intel por contar con lo siguiente:

CARACTERISTICAS DEL MICROCONTROLADOR 8031

- Unidad central de proceso (CPU) de 8 bits
- Procesador booleano
- 4 puertos de entrada/salida de 8 bits
- 128 a 256 de memoria RAM en el chip
- 4 u 8 kbytes de memoria ROM de código interno
- 3 contadores temporizadores de 16 bits
- Puerto serial full dúplex
- 5 de interrupción con 2 niveles de interrupción
- Direccionamiento para 64 kbytes de código
- Direccionamiento para 64 kbyte de datos independientes.
- Programable

La decisión de usar este microprocesador se debió en gran parte por su estructura interna la cual satisface todos los requerimientos solicitados, así como también por amabilidad con el usuario respecto a su programación, y aunado a lo anterior, se cuenta en el lugar de trabajo con la herramienta necesaria y el asesoramiento para un mejor aprovechamiento del dispositivo.

Este dispositivo para poderlo emplear es necesario armar una estructura básica constituida por elementos tales como:

- memoria ,
- crystal de cuarzo de 12 MHz
- conjunto de 8 flip-flops
- Dispositivos Pasivos.

La memoria referida, es un dispositivo electrónico de almacenamiento de datos la cual cumple con requerimientos tales, como: espacio de memoria, velocidad de respuesta, voltaje de alimentación, voltaje de programación, salida de 8 bits y direccionamiento de su localidades.

El cristal de cuarzo debe de oscilar a una frecuencia de 12 Mhz. para poder realizar nuestra transmisión y operación del microprocesador y poder alcanzar velocidades de transmisión de 9,600 baudios.

Un conjunto de flip-flop se hace necesario, por tener en el microprocesador un puerto bidireccional, es decir , por el mismo lugar físico pero a distintos tiempos puede entrar o salir información, por la tarea del flip-flop en retener por un tiempo la información del direccionamiento en la memoria.

Los dispositivos pasivos, tales como capacitores y resistencias empleados en la estructura básica, no son excluidos de esta estructura básica por lo que tenemos que hacer mención de estos.

La estructura básica debe interconectar el conjunto de componentes ya mencionados por un medio físico (alambre). Es importante tener la certeza del perfecto funcionamiento de la estructura, por lo que una vez alamburada se deberá probar con un programa simple. Este programa consta de muy pocas instrucciones y es de muy fácil percepción visual.

Una vez teniendo nuestra tarjeta en perfecto funcionamiento, sin ninguna duda, se puede proceder a la programación del dispositivo.

8. Etapa de Potencia

AMPLIFICACION

" Un amplificador es un dispositivo físico cuya función principal es la de generar un aumento fiel de la señal que tiene como excitación, en un circuito electrónico formado por dispositivos BJT (bipolar de juntura) y FET (efecto de campo), por lo general encapsulado en Circuitos Integrados que proporcionan ganancia de voltaje o de corriente. También pueden proporcionar ganancia de potencia, o permitir la transformación de impedancia."^{ii.3}

El amplificador diferencial es un dispositivo de muy alta ganancia que utiliza retroalimentación de voltaje para proporcionar una ganancia estabilizada. El amplificador básico utilizado es en esencia un amplificador diferencial con una ganancia muy alta en circuito abierto (condición de retroalimentación sin señal) así como elevada impedancia de entrada y baja impedancia de salida. Para nuestro propósito utilizamos la propiedad básica de este dispositivo, la cual es la de comparar los valores presentes en la entrada del dispositivo y amplificar dicha diferencia a la salida.

A la salida de nuestro microprocesador no tenemos potencia, sino solo una señal lógica que tendrá que ser adecuada para poder activar cualesquiera de los actuadores, por esto se hace necesario el uso de amplificadores.

^{ii.3} Analisis de Circuitos Electronicos, Boylestad, pp 375.

9. ACTUADORES

Tanto para el *cambio de vías* como para la *señalización*, se necesita simular del modo mas ilustrativo posible por lo cuál utilizamos dispositivos que denominamos actuadores. Dichos dispositivos como su nombre lo indican actúan en función de la señal transmitidas.

SEÑALIZACION

Para la señalización le damos uso a los diodos de emisión de luz, para simular las señales del ferrocarril, ya que con muy poca energía producimos el efecto de semáforos en nuestro prototipo.

En el mercado existen led's de diferentes colores, como lo son verde, rojo y amarillo, pues la única variación es la cubierta que sirve como mica, para darnos el color pues la intensidad esta dada por la corriente.

CAMBIADOR DE VIAS

Para este fin utilizamos un solenoide con las características de operar a 12 Volts, a 20 mA, y con doble polaridad, la cual una es para realizar el cambio de vía y el otro para regresarlo a su estado inicial. Este dispositivo es de los usados por los trenes a escala del Modelo " HO "

10 . SENSORES

Para anular la incertidumbre de la ocurrencia de un evento solo se puede lograr ubicando un testigo el cual observe y comunique al microprocesador local la situación en el crucero.

El sensor de cambio de vías es un dispositivo mecánico con la capacidad de indicar al microcontrolador la posición de como se encuentra el crucero, además de indicar si el cambio se llevo a cabo completamente. Con este dispositivo logramos un grado mayor de confiabilidad a nuestro sistema.

Para poder monitorear el cambio de vías se utilizó un sensor de platino aprovechando el desplazamiento ocurrido cuando se realiza un cambio de vía para hacer contacto a tierra y notificar en la posición ocupada por éste. El sensor se escogió por la conveniencia del espacio, ya que en el prototipo se trabaja a escala. y el espacio para colocar uno de tipo óptico es mayor.

IDENTIFICACION DE TRENES

La localización física de cada uno de los carros de ferrocarril presenta un problema muy serio a resolver, pues la incertidumbre de su posición ocasiona trastornos de tipo administrativo, entre otros.

Para resolver el problema se ha tenido la idea de etiquetar a cada carro, sin perder de vista que dicha etiqueta debe ser resistente, además de una fácil identificación .

Ferrenales tiene dispositivos de tipo mecánico eléctrico que lleva a cabo esta tarea, sin embargo este dispositivo son de importación, además de tener otra desventaja, por el hecho de ser mecánico su funcionamiento necesita un mayor mantenimiento que un de tipo electrónico.

Se propone una etiqueta de tipo magnética para generar la palabra binaria, por lo cual se aprovecha una de las características del magnetismo como es la polaridad de cada elemento magnético. Siendo la convención utilizada la siguiente

POLARIDAD MAGENTICA	NIVEL LOGICO
NORTE	"0"
SUR	"1"

TABLA 3.1

Una vez establecido el tipo de etiqueta es necesario la lectura de la misma. Dicha descodificación se puede realizar de dos maneras, una por medio de la ley de Faraday y la otra puede ser por el efecto Hall.

CAPITULO III

ACONDICIONAMIENTO DE LA SEÑAL

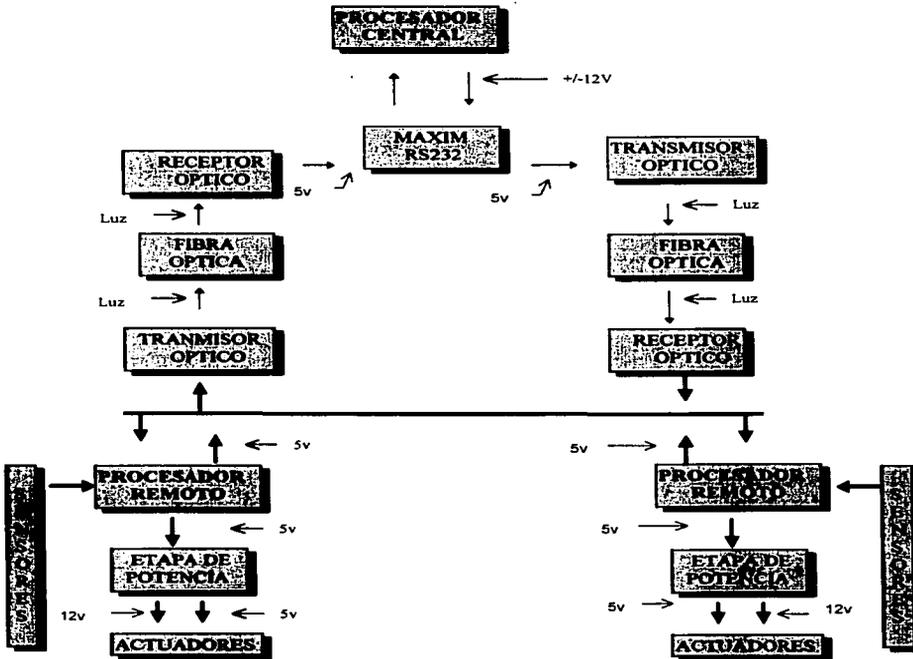


figura 3.1

PLANTEAMIENTO

Las señales manejadas en el prototipo son señales lógicas representadas por niveles de voltaje de 0 y 5 volts. y un nivel de +/- 12 en la comunicación serial RS232.

Analizando las señales tanto en la entrada como a la salida de nuestro microcontrolador, encontramos necesario hacer la manipulación de éstas, para poder ser analizadas y desplegadas por nuestro dispositivo central, así como activar los semáforos y el cambio de vías, con una señal sin potencia para poder realizar esta función.

También debemos considerar la alimentación de corriente directa como una señal, la cual debe reunir las características de este tipo de señal, es decir que sea regulada a un valor fijo y no tenga variaciones significativas.

La corriente continua que se empleó en el proyecto básicamente se encuentra en cuatro niveles de voltaje siendo estos: 0v de nivel de tierra, 5 volts, +12v y -12 v; usando este último para alimentar la supuesta etapa de potencia necesaria para los cambios de vías.

Es importante mencionar que la referencia de tierras para las señales entre tablero central y crucero no tiene trascendencia, pues en este enlace se hizo uso de la fibra óptica. Produciendo un desacoplamiento de impedancias por la transducción a luz, olvidando de referirnos a un mismo valor de diferencia de potencial.

Los cambios de vía y los semáforos utilizados necesitan de mayor corriente y voltaje que la proporcionada por el microprocesador, siendo necesario adecuar la señal para poder operar sin dañar el circuito integrado. Obligando a la creación de una etapa que podemos llamar de potencia, la cual nos proporciona la corriente y voltajes necesarios para operar dichos dispositivos.

Maxim RS232

Empecemos por plantear el problema de la comunicación RS232, el cual es un protocolo que utiliza valores comprendidos entre 12 VDC Y -12 VDC y 0 v para establecer el protocolo de comunicación entre equipos de computadoras personales, para enviar y recibir información por el puerto serial.

El problema radica en el voltaje del microcontrolador y de los dispositivos pues solo manejan valores entre 0 y 5 volts, lo que involucra hacer una traslación del voltaje de DC y posteriormente una adecuación para poder interpretar esta información, y se presentara el mismo problema para la información proveniente del controlador.

Existe un dispositivo en el Mercado denominado Max RS232, con la característica de realizar esta tarea mediante la ayuda de un arreglo de capacitores, capaces de realizar los ajuste para realizar la adecuación sin la necesidad de usar compuertas lógicas.

El MAX RS232, para acoplar la INTERFASE DE RS232 realiza el trabajo, de acondicionar los valores de voltaje necesarios para lograr la comunicación entre el puerto serial de una computadora (PC) y un microprocesador con una polarización de 05 v. Para esto es necesario hacer una conversión de voltajes pues nuestro dispositivo solo genera pulso entre 0 y +5V y la comunicación RS232 utilizado por una pc esta en el orde de +12 y -12 V. Presentándose un problema que se puede solucionar con el empleo del Circuito Integrado MAX232, de la fabrica Maxim. Este dispositivo se encarga de generar voltajes de +10 y - 10 v a partir de una alimentación de +5v, y está diseñado específicamente para producir los niveles de voltajes requeridos para una comunicación con el estándar RS232C, partiendo del nivel lógico TTL. El circuito para lograr su función emplea un arreglo de cuatro capacitores externos, un oscilador interno e interruptores analógicos, Los interruptores quedan abiertos y/o cerrados durante dos fases

a una frecuencia de 16 KHz generados por el oscilador interno del dispositivo. Durante la primera fase se carga uno de los capacitores a + Vcc, para que a la segunda fase se sume el voltaje de este capacitor con el de alimentación y se carguen a +2Vcc los capacitores 2 y 3. Al repetirse la fase 1, se invierte la referencia a tierra de C3 y se carga a C4 con -2Vcc. Y de este Modo generar los niveles logicos que se mencionana para dicha interfase.

Transmisión Fibra Optica

Con la información en un nivel entre 0 y 5 volts se hace la conversión a luz mediante un arreglo de una resistencia y un led para convertir en luz la señal recibida por el Disparador quien realiza la función de asegurar y reajustar la señal en un pulso cuadrado bien definido, tanto en tiempo como en amplitud. De este modo enviar el pulso luminoso. El Disparador (trigger) se polariza con 5v de corriente continua.

Una vez convertida la información en pulsos luminosos la transmisión se lleva acabo por medio de una fibra del tipo multimodo, que cuenta con los conectores para permitir alinear de una manera mas precisa , la fibra con la fuente luminosa (led). Y reducir de una manera significativa las pérdidas producidas por la reflexión interna de la fibra.

La recepción de la luz en el otro extremo de la fibra se realiza mediante un celda fotosensible alojada dentro de un conector el cual espera la conexión con la fibra para evitar que fuentes luminosas externas vicien la información transmitida por este medio. Al recibir el pulso luminoso sufre una excitación que es captada por un transistor para amplificar este pulso , convirtiendo de este modo la luz en pulsos eléctricos con la infomación enviada.

Sin sufrir alteraciones respecto al nivel que permanece en 5 v esta es transmitida fisicamente por un cable de par trenzado en un bus de comunicación al cual están conectados los microcontroladores que al recibir la primera señal la interpretan, y procesan internamente como el

nombre del crucero y en este momento si se encuentra el nombre dentro de los cruceros, éste responde en primera instancia enviando una señal de confirmación, la cual espera ser devuelta para cerrar la comunicación entre el puesto central y el controlador local, seguido de esto inmediatamente el controlador envía la información para que los demás cruceros queden inhibidos para el Puesto Central, hasta que se haya terminado la comunicación con el crucero en cuestión.

Una vez realizada la comunicación, la información recibida es procesada internamente el microcontrolador para activar las salidas correspondientes y es aquí donde se llevan a cabo la amplificación en potencia para realizar físicamente el control y señalamiento que deseamos realizar de una manera remota y confiable.

Actuadores

En el prototipo los semáforos son simulados por pequeños **(leds) diodos emisores de luz**, montados sobre una placa de acrílico con forma de un semáforo a escala, los cuales necesitan de una corriente mayor de la que el microcontrolador pueda brindarle, pues este dispositivo solo esta encargado de procesar la información y está diseñado para entregar solo niveles lógicos con una corriente mínima. Para ello la solución fue muy sencilla pues aprovechando la característica de Colector abierto de una compuerta con la capacidad de manejo de corriente, nos facilita la tarea del uso de un menor numero de dispositivos electrónicos.

Diodos

El diodo, es el mas sencillo de los dispositivo semiconductores pero desempeña un papel vital en los sistemas electrónicos, con sus características que se asemejan en gran medida a las de

un sencillo interruptor. Se encontrara en una amplia gama de aplicaciones, que se extienden desde la mas simple hasta la mas compleja.

"El diodo emisor de luz (led) es, como su nombre lo indica, un diodo que producirá luz visible cuando se encuentre energizado. En cualquier unión p-n polarizada directamente, dentro de la estructura y cerca principalmente de la unión, ocurre una recombinación de huecos y electrones. Esta recombinación requiere que la energía que posee un electrón libre no ligado se transfiera a otro estado. En todas las uniones p-n de semiconductor una parte de esta energía se convertirá en calor y otro tanto en la forma de fotones. En el silicio y el germanio, el mayor porcentaje se transforma en calor y la luz emitida es insignificante. En otros materiales, como el fosforo arsenurio de galio (GaAsP) o el fosforo de galio (GaP), el numero de fotones de la energía luminosa emitida es suficiente para crear una fuente luminosa muy visible. El proceso de producción de luz aplicando una fuente de energía eléctrica se denomina electroluminiscencia."^{iii,1}

De la teoría sabemos que un diodo una vez en la etapa de conducción se comporta como un alambre, siendo necesario limitar la corriente que fluye a través del, par evitar el corto circuito que representa esta situación, esto se soluciona con una resistencia que se conecta en serie entre el Led y la tierra de nuestro sistema. La resistencia se pone de acuerdo a las características de los diodos, y para nuestros propósitos de luminosidad con la corriente limitada a 15 mA. nos resulta un valor comercial de 330 ohms

^{iii,1} Seedra, Adel, Dispositivos Electronicos y Amplificación de Señales, McGraw Hill 1989. pp251.

Cambio de Vías

Este actuador nos representa la verdadera etapa de potencia para generar el movimiento físico de un cambio de Vías, ya que es necesario proporcionar una diferencia de potencial y una corriente suficiente para lograr el efecto de Lenz sobre una pequeña bobina, la cual forma un campo magnético capaz de generar un movimiento ayudado por una palanca para realizar el cambio de Vías físicamente sobre la vía del tren a escala.

Existen varias maneras posibles de realizar la amplificación de nuestra señal, pues se trata de un impulso que excite la bobina en cuestión. La forma más sencilla es mediante el uso de un pequeño relevador de platino, sin embargo se realizó por medio de dispositivos de estado sólido.

Dado que la corriente siempre es demandada por la carga, y con la finalidad de proteger al máximo nuestro microcontrolador, se generó una etapa de preamplificación con la finalidad de nunca demandar por pequeña que sea la corriente al microprocesador.

Esta etapa tiene tres fines: uno la de generar una compuerta lógica para entregar un alto voltaje con umbrales a nuestra consideración, segundo, que en un circuito abierto, no lo interprete como un "1" lógico, teniendo la certeza que solo actuara a nuestra consideración. y por último, el desacople de la etapa de potencia.

Para este fin utilizamos un Amplificador Operación LM612 de Motorola, que tiene una polarización entre 0 y 5 volts. En una configuración de comparador lógico de lazo abierto, y tener a la salida los valores de umbral, que en teoría por no tener retroalimentación sería de infinito, pero como esto no es posible el dispositivo solo entrega el voltaje de alimentación con la corriente suficiente para excitar la base en la etapa de potencia, que actúe de la siguiente manera:

Voltaje Lógico	voltaje de Comparación	voltaje de Salida
"cero"	<2.5 volts	0 volts
"uno"	>=2,5	-5 volts

Tabla 3.1

AMPLIFICACIÓN

"Un sistema amplificador consiste en un transductor recolector de señales, seguido por un amplificador de señal pequeña, un amplificador de señal grande y un dispositivo transductor de salida. La señal del transductor de entrada es, por lo general, pequeña y debe de amplificarse lo suficiente de manera que se pueda utilizar para operar un dispositivo de salida. Los factores de primordial interés en los amplificadores de señal pequeña son, en consecuencia, la linealidad y la ganancia. Puesto que el voltaje y la corriente de la señal del transductor de entrada suele ser pequeña, el valor de la capacidad de manejo de potencia y la eficiencia en potencia son de menor interés. Los amplificadores de voltaje proporcionan una señal de voltaje lo bastante grande para las etapas de amplificadores de señal grande a fin de operar esos dispositivos de salida como altavoces, motores y en nuestro caso el de un solenoide. Un amplificador de señal grande debe operar en forma eficiente y ser capaz de manejar grandes cantidades de potencia (unos cuantos wats)."^{III.2}

^{III.2} Schiling, Donald, Electronic Circuits, Discrete and Integrated Applications of Operational 1981 McGraw Hill

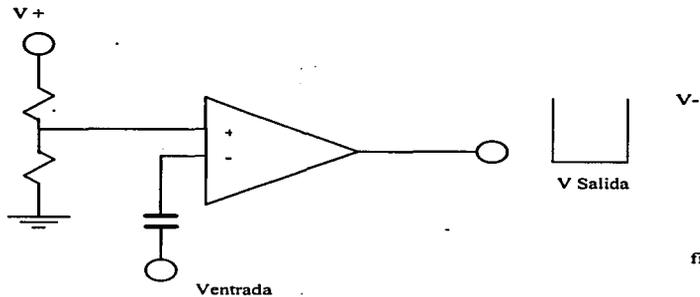


figura 3.2

De este modo tenemos un desacople de nuestra señal para poder entrar a una etapa de potencia sin tener ningún riesgo de demanda de energía a nuestro procesador. Para la etapa de potencia se utilizó un Transistor TIP, diseñado para entregar potencia con la configuración de la figura 3.3.

Por conveniencia se manejan a estos dispositivos como ideales. Consideramos el tiempo de respuesta del diodo volante seleccionándolo de entre varios, esta característica es importante para evitar en todo momento, tengamos corrientes circulando en dirección en inversa en nuestro circuito pudiendo dañar en cualquier elemento, o producir algún extraño en el sistema.

La señal que se genera en el microprocesador es un escalón de tiempo definido, lo que nos hace más simple el uso de un amplificador clase "A".

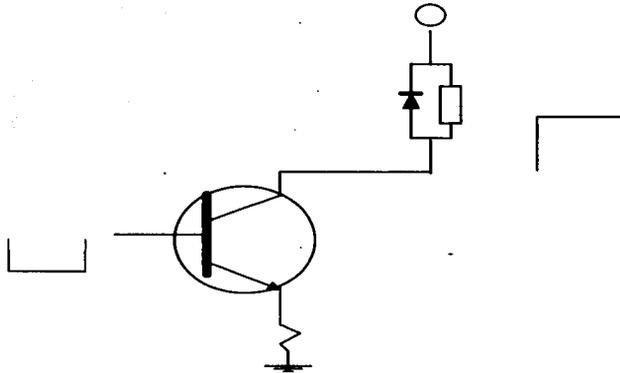


figura 3.3

La conexión de circuito de polarización fija simple puede utilizarse como un amplificador clase A de señal grande. La única diferencia entre este circuito y la versión de señal pequeña considerada antes es que las señales que maneja el circuito de señal grande está en el intervalo de volts y el transistor.

Para amplificar la señal pequeña de nuestro dispositivo se colocó un amplificador operacional convencional con la característica de polarización entre 0 y 12 volts, con lo que

Sensores

Cambio de Vías

Para monitorear el estado de la vía, es necesario conocer si se realizó el movimiento, y si fue completo, ya que de no completarse y darle paso al ferrocarril el cual podría sufrir un descarrilamiento o en otro caso este tomaría un camino erróneo. Trayendo con esto retrasos e incertidumbre en nuestro sistema.

Para ilustrar este sensor en el prototipo, se utilizó un microswitch de contacto, el cual realiza el cambio completo, luego este envía una señal al microprocesador quien entabla la comunicación con el procesador central. Esta señal se conecta a un buffer para proteger al microprocesador, debido a que el puerto es bidireccional, sabiendo que la corriente siempre viaja hacia tierra. Si no se utiliza este buffer el microprocesador corre el peligro inminente de quemar ese puerto, pues se genera un corto circuito.

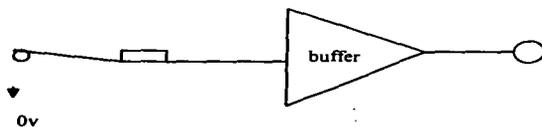


figura 3.4

Identificación de Trenes

Ley de Faraday:

"Si se mueve un conductor a través de un campo magnético de manera que corte las líneas de flujo magnético, se inducirá una tensión en el conductor. Cuanto mayor sea el número de líneas de flujo cortadas por unidad de tiempo o cuanto mayor sea la intensidad del campo magnético, tanto mayor será la tensión inducida en el conductor. Si se mantiene fijo el conductor y se mueve el campo magnético de modo que sus líneas de flujo corten al conductor, existirá el mismo efecto."^{iii.3}

En el diseño de proyectos electrónicos y en general el consumo de energía por parte de un dispositivo a ser utilizado juega un papel muy importante, por lo que se debe de tomar en cuenta el tipo de elementos a utilizar. Por ello es preferible utilizar elementos pasivos.

EFEECTO HALL

Edwin Hall fue el primero en notar el efecto que lleva su nombre, en la Universidad de Johns Hopkins en el año de 1879. El estuvo investigando los efectos de un campo magnético estacionario producían sobre la corriente en una fina y delgada placa de oro. El alcanzó a observar que un pequeño voltaje se generaba cuando una corriente que fluía sobre la delgada placa era sometido a un campo magnético que se orientaba perpendicularmente a la placa.

^{iii.3} Boylestad, Charles, Teoría de Circuitos Eléctricos, McGraw Hill 1995. pp452

El efecto hall es el que crea un pequeño potencial cuando un campo magnético estacionario es puesto perpendicularmente hacia la corriente de electrones o huecos que fluyen en un semiconductor.

Como en la figura . Si la corriente (I) fluye de izquierda a derecha con un flujo magnético (B) en la dirección mostrada, la fuerza (F) aplicada hacia abajo en la mayoría de las carga, entre los huecos o electrones. La carga que corre cerca del colector en la parte inferior de la superficie de el material semiconductor y genera el voltaje de Hall. En un material tipo N, la mayoría de las cargas son electrones y la polaridad del voltaje de Hall vendrá siendo negativo en la parte inferior de la superficie con respecto de la cara superior.

El efecto Hall idealmente es directamente proporcional a el campo magnético externo que lo produce. Es importante hacer notar que este voltaje se ve afectado por las condiciones en las que esta sometido el semiconductor como son el caso de la temperatura, los esfuerzo mecánicos del material y la corriente que en este fluya.

La compañía OPTEK produce una familia de dispositivos sensible a la presencia de un campo magnético, con grandes ventajas, como son estabilidad a los cambios de temperatura, y una respuesta a la presencia de un campo magnético que se amplifica y cuenta con salida de colector abierto que le da la bondad de un excelente acoplamiento con compuertas TTL. Aunado a estas ventaja tiene un bajo consumo de energía para su operación siendo de tan solo de 4 mA.

Para nuestros propósitos se eligió el dispositivo OHM 3131 U, por tener una mayor sensibilidad con respecto a la magnitud de la intensidad del campo magnético.

Con la configuración recomendada por el fabricante se obtiene una señal que no necesita de manipulación electrónica para ser acoplada a la entrada de el microprocesador.

Si un diodo emisor de luz representa una carga y lo consideramos como ideal, entonces tenemos que una vez encendido, la corriente fluirá libremente como si éste fuese un alambre, produciéndose así un corto circuito. Para evitar esta situación se utiliza una resistencia para limitar el paso de la corriente hacia tierra.

En otra parte del proyecto como fue el caso de la potencia suministrada a una bobina, utilizamos un diodo en su función mas elemental, siendo esta la de un diodo volante, el cual permite el paso de la corriente en una dirección y la impide en presencia de una corriente en dirección contraria. Esta aplicación se hizo necesaria puesto que ocupamos una propiedad de electromagnetismo para producir el cambio de energía, (de eléctrica a mecánica) acarreado con ello la corriente de regreso producida por el fenómeno de la ley de Lenz.

Comunicación

La comunicación establecida entre un puesto central y cada uno de los cruceros nos proporciona la ventaja de tener la capacidad de saber el estado que guarda cada uno de los cruceros, y desde el puesto central poder realizar cualquier operación, es decir realizar un cambio de luces o una maniobra en las vías y tener la certeza que ésta se llevó a cabo satisfactoriamente.

Para la comunicación con cada uno de nuestros cruceros se creo un protocolo de comunicación además del empleo de los dispositivos necesario para evitar una contingencia en el bus de comunicación con cada uno de los cruceros. Puesto que establecida la comunicación con uno de los cruceros se cierra y se limita la comunicación con el crucero en cuestión. Mencionando que solo se utilizó una línea dúplex para todo el sistema.

Protocolo de Comunicación:

CARACTER ENVIADO	OPERACIÓN		CARÁCTER ENVIADO	OPERACION
G	IDENTIFICACION DE CRUCERO DE GUADADALAJARA		1	A LA VIA UNO
Q	IDENTIFICACION DE CRUCERO DE QUERETARO		2	A LA VIA DOS
S	CONFIRMACION		V	VERDE
C	CAMBIO DE VIA		A	AMBAR
E	SALIR		R	ROJO

Tabla 3.2

Es importante hacer mención que los cruceros tienen comunicación directa con el puesto central de procesamiento, que en nuestro sistema esta constituido por una P.C. , la cual tiene un programa gráfico en el cual visualmente se observa, el estado de las luces así como la posición del cambio de vías.

Para el enlace físico entre el puesto central y los cruceros se pensó en alambres de par trenzado, pero se optó por utilizar tecnología de punta, la cual nos ofrece una mayor seguridad en nuestro sistema, puesto que un error en la comunicación nos podría traer problemas serios, como los ocasionados por ruido el cual altera la información, con esto se acarrear errores, que desamos reducir totalmente. Para tener la confiabilidad máxima en el prototipo propuesto.

La tecnología de punta referida es la fibra óptica como medio físico de comunicación, puesto que representa muchas ventaja par nuestros propósitos.

De las pocas desventajas por considerar, sería el costo inicial de instalación, el cual se justifica si consideramos que por este mismo medio podemos tener un sistema interno y propio de comunicación en toda la línea ferroviaria, es decir que se le puede dar usos múltiples, tales como línea telefónica, línea de vídeo, datos y la de nuestro interés que es la comunicación directa con los cruceros.

CAPITULO IV

DESARROLLO DEL SOFTWARE

PLANTEAMIENTO

El sistema propuesto está formado por dos tipos de programas diferentes, uno para el procesador central (computadora) y otro para el control de los microprocesadores. En los microprocesadores se ha pretendido elaborar un sistema modular para la programación, por lo cual se crearon subrutinas, que en conjunto forman un programa principal comprensible y de fácil acceso para posibles modificaciones a futuro.

Para el desarrollo del programa se diseñó un algoritmo para señalar todas las variables existentes y su estado inicial, así como también la secuencia lógica que nos lleva a la solución, auxiliándonos de una tabla donde se observa los estados por los cuales deben atravesar las variables.

Una vez concluido el algoritmo podemos seguir adelante con la codificación del programa, auxiliándonos con el set de instrucciones lógicas que especifica el fabricante, para la elaboración del programa que será grabado en el dispositivo de memoria electrónica para ser interpretado por el microprocesador.

PROGRAMACION DEL TABLERO CENTRAL

El despliegue de la información aunado al fácil y seguro manejo de la información jugaron un papel muy importante, dentro del presente trabajo.

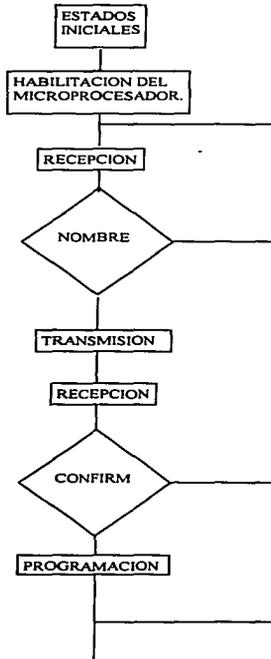
Para crear la pantalla activa en la computadora, nos auxiliamos en subrutinas ya creadas en Lenguaje C Plus++, las cuales definieron los campos activos de la pantalla, para hacer por medio del ratón electrónico la elección de la instrucción que deseamos realizar. Esto es, que una vez seleccionado el objeto virtual (en pantalla) se proceda a presionar el botón derecho del ratón electrónico, y mediante programación se procesa para verificar la entrada y asignarle un carácter que es enviado al puerto serial, para ser transmitido hacia los cruceros. Los cuales procesan este carácter para realizar la instrucción.

Para este proceso tuvimos el apoyo de ingenieros en computación que nos apoyaron en la elaboración del software, es por lo cual el algoritmo y procedimientos no se anexan en el presente trabajo. Sólo los resultados.

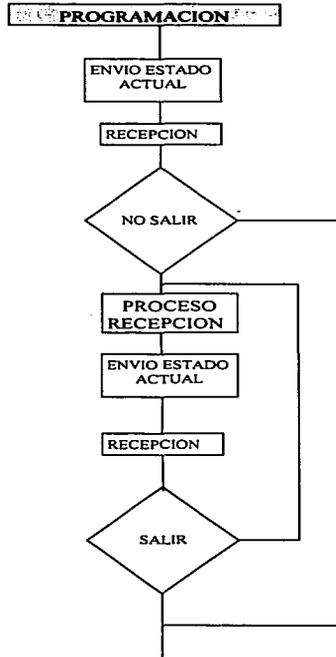
PROGRAMACION DE LOS CONTROLADORES

La programación de los microcontroladores se llevó a cabo de acuerdo a los siguientes diagramas de flujo:

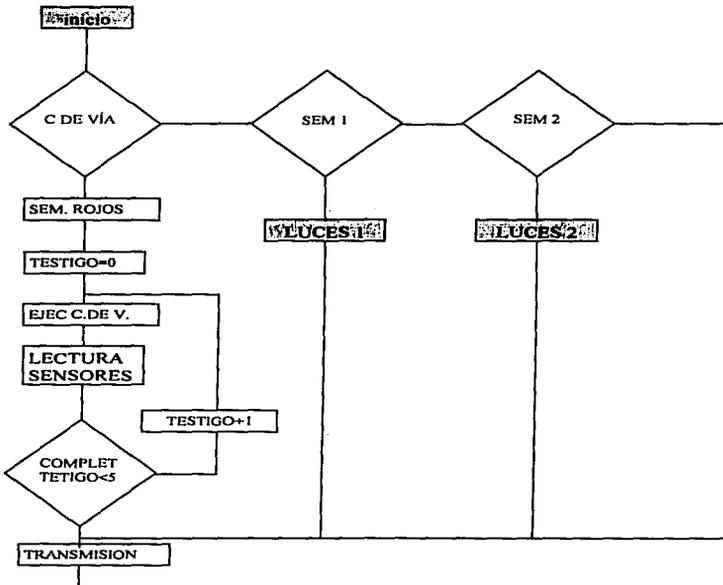
ProgramaPrincipal:



En este primer bloque se muestra la identificación de los cruceros, así como la confirmación del crucero en cuestión, con la finalidad de hacer un proceso redundante. Y evitar una posible falla en el sistema.



PROCESO DE LA RECEPCION



COMUNICACION

Una vez obtenido el conjunto de instrucciones, éste se transcribe en un procesador de texto en una computadora para generar un archivo, el cual deberá ser procesado por un programa ensamblador. Este último nos revisa que no exista error en la escritura, o un mal entendido en la sintaxis que se debe de seguir en cada instrucción.

Una vez pasado por el programa ensamblador, y no habiéndose encontrado error alguno se sigue con la simulación de nuestro programa, y en caso contrario es condición indispensable la detección y corrección del error para poder seguir adelante.

La simulación a la que se somete el programa ya compilado, nos da la ventaja de revisar la secuencia lógica de los estados de nuestra variable y poder detectar la posible falla en el ordenamiento de las instrucciones. Pues es muy común que la variable no se altere y el programa queda encerrado en un ciclo viciado que nos acarrea otro tipo de error que por la simple percepción recurriríamos por otro lado a buscarlo.

Una vez teniendo la confianza que la simulación del programa creado es correcta y coincide con lo planeado, procede hacer uso de otra de las utilerías con la finalidad de convertir nuestro programa en un lenguaje que es entendible para el micro y se vacía en una memoria de tipo ROM; y que es la estipulada en nuestra estructura del micro. Y es en este dispositivo de donde el micro accesa a la información de las instrucciones a realizar en el orden ya establecido.

Por la complejidad de este proceso se ideó la estrategia de seccionar el programa, para poder tener la certeza y confiabilidad que cada una de las partes seccionadas funcionan perfectamente antes de conformar un todo.

Una vez elaborado el programa es necesario el despliegue de nuestra variables para poder visualizar de una manera clara si nuestro sistema es lo suficientemente explícito para su manejo y entendimiento.

El conjunto de instrucciones que forman el programa para ser grabado en la memoria de la estructura del microcontrolador de cada uno de los cruceros, forma parte del apéndice del

presente trabajo. Si se deseará incluir otro crucero en el sistema , éste no presentaría ninguna dificultad ya que en el programa sólo es necesario alterarse el nombre del crucero para poder integrarlo al sistema.

CAPITULO V

FIBRA OPTICA, SISTEMAS DE COMUNICACION

COMUNICACION

La evolución del hombre es un proceso continuo, debido a su naturaleza de inventor y explorador, llevan cada vez más allá sus habilidades y su conocimiento, comenzando desde la economía de la agricultura y a través de la Revolución Industrial hasta la ciencia orientada hacia el siglo XXI.

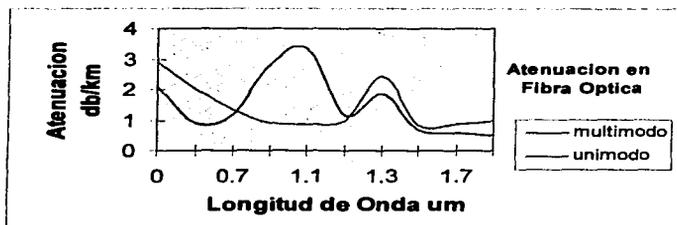
La lucha del hombre por ampliar su conocimiento y su habilidad técnica han desarrollado una sed y una necesidad por obtener cada vez más información. Desde la introducción del chip de silicón el hombre ha sido capaz de generar, procesar y almacenar grandes cantidades de datos. De hecho ha comenzado una revolución en la tecnología de transmisión de datos. Desde este punto de partida radical las comunicaciones eléctricas y electrónicas están destinadas a incrementar en factores de cientos nuestra capacidad para trasladar o mover palabras, imágenes y datos de un lugar a otro.

Existen varios métodos para establecer enlaces de comunicación y transmitir información de un lugar a otro en distancias relativamente cortas se utilizan cables dúplex. Para distancias más largas de redes nacionales el cable coaxial y la fibra óptica cobran importancia. Para comunicaciones transoceánicas y transcontinentales el enlace vía satélite es el más adecuado. Cabe hacer notar que cables coaxiales y fibras ópticas llegan a ser usadas.

Cualquier sistema de comunicación está caracterizado por tres parámetros principales: **rapidez, alcance y volumen.**

Por rapidez entendamos la velocidad a la cual viaja el mensaje, alcance es el rango o distancia efectiva sobre la cual se lleva a cabo la comunicación. Y volumen es el detalle mínimo práctico contenido en el mensaje.

Para darnos una idea de que tan rápido está creciendo la demanda en las telecomunicaciones podemos decir que en los últimos treinta años entre Londres y Nueva York ha crecido 20 veces, pero hay que recordar que sólo es la punta en la pirámide de las telecomunicaciones. Se acerca el momento de las comunicaciones ópticas lleguen a ser un factor importante en servicios locales y que cada casa tenga su propia fibra. Esto es ya un hecho en algunos lugares y puede llegar a ser más ampliamente usado por el incremento en la demanda de servicios de información y el decremento en el costo de sistemas de fibra óptica. Actualmente existe un sistema operando en Tokio que transmite vídeo analógico e información digital a suscriptores domésticos. En Biarritz Francia dos fibras alimentando entre 3 mil y 4 mil hogares será capaz de transmitir dos canales de vídeo un fotófono un canal de estéreo un canal de datos y un canal de teléfono normal en Alemania 350 suscriptores en 7 ciudades serán conectados a una red de dos mil km. de fibra óptica. Dos fibras por casa proveerán el canal de fotófono 3 canales de TV. 24 canales de estéreo y 30 canales telefónicos.



TRANSMISION ANALOGICA

Existen muchos otros tipos de comunicación electrónica como es el caso de la televisión, computadoras etc. todas estas en adición al teléfono. Si nos detenemos a pensar en todas la aerolíneas, bancos, e industrias que están enviando una vasta cantidad de información alrededor del mundo podremos tener una idea del enorme tamaño de la industria de la comunicación.

Hay dos métodos básicos de enlace entre dos puntos, por cable o por transmisión a través del espacio. Los dos toman su importancia en el sistema completo y su uso particular depende de la distancia y el costo.

Las ondas de radio tienden a viajar en línea recta y no pueden penetrar la superficie de la tierra y tampoco pueden seguirla, a manera de extender la comunicación más allá del horizonte, torres de relevo son utilizadas para completar el enlace.

Para decidir entre el cable o el satélite, es necesario ver la distancia de cada enlace. El costo del sistema por cable es efectivo un poco arriba de unos cientos de km. Las fibras ópticas tienen el potencial de aumentar esto hasta cerca de 1000 km. pero más allá de esta distancia el costo se incrementa, para distancias mayores el satélite llega a ser el enlace económico.

Una vez en órbita el satélite, es relativamente fácil establecer el enlace, ya que sólo requiere una estación terrena. Si el enlace llegara a ser por cable el trabajo podría llevar más tiempo, y si es en una ciudad crea mucha inconveniencia por tener que levantar pavimentos y caminos.

FALTA PAGINA

No. 51

TRANSMISION DIGITAL

Se conocen dos métodos de transmitir información la analógica y la digital. La conversión de la señal analógica a digital requiere de tres pasos:

- 1) La señal análoga es muestreada a intervalos regulares, por lo menos 2 veces el ancho de banda de la señal.
- 2) Las magnitudes del muestreo están representadas por dígitos binarios.
- 3) Para cada muestra los pulsos son mandados a la línea.

El oído humano no distingue una señal digital sino que se requiere un transducción que nos regresa a nuestra señal analógica. Y esto se logra mediante la suma de los voltajes que nos representa cada bit de información.

Los datos de una computadora son datos digitales, pero no lo son los que captura una cámara de televisión o un micrófono, esta información es una señal analógica, y que requiere de una conversión a digital.

VENTAJAS

TRANSMISION DIGITAL v.s. TRANSMISIÓN ANALÓGICAS.

Es importante hacer notar las ventajas que tiene la transmisión digital sobre la analógica y estas son: La transmisión digital sólo necesita mantener la secuencia de prendido y apagado de los pulsos de la señal, y en la manera en que recibe los datos los transfiere con toda fidelidad. Mientras que en la analógica se recibe la señal con todas sus variaciones (ruido).

Al pasar nuestra señal digital por una repetidora ésta puede limpiar nuestra señal del ruido que pueda contener y amplificarnos la señal sin sufrir ninguna variación.

Por el contrario una repetidora analógica no tiene una idea para comparar la señal y poderla restaurar fidedignamente. Una repetidora analógica nos puede amplificar la señal pero no la puede limpiar del ruido.

Por la alta demanda de telecomunicaciones corre el peligro de la congestión, particularmente en las largas distancias donde mucha gente y computadoras se necesitan comunicarse al mismo tiempo. Este problema se solucionaría con líneas paralelas pero resultaría muy costoso. La manera más económica como respuesta a esta necesidad resulta ser el multiplexaje en el tiempo, esto es, algunas señales simultáneamente en la misma línea. Para las señales analógicas existe el multiplexaje en la frecuencia. Por ejemplo en las microondas British Telecom tiene un ancho de banda de 8 MHz. En el que acomoda mil canales con un ancho de banda de 8 KHz.

Las ventajas que representa el multiplexaje en el tiempo en una señal digital son muchas como por ejemplo el costo de la circuitería, y por su versatilidad de compatibilidad con los diferentes tipos de sistemas de comunicación.

TRANSMISIÓN FIBRA ÓPTICA v.s. CABLE COAXIAL

La capacidad de transmitir la cantidad de información por una línea, hace notorio la ventaja que tiene la fibra óptica sobre los cables coaxiales. Con una capacidad de 1.7 Mbit /s para el primero v.s. 500 Bit/s que nos da la fibra.

Si se compara la necesidad de transmitir diferentes señales se observa que la T. a colores transmite 70 Mbits/s y el teléfono tan sólo 0.07 Mbits/s.

El cable coaxial puede trabajar con 140 Mbits/s esto significa tan sólo 2 canales de televisión o 2000 líneas telefónicas. Mientras la fibra puede trabajar con 7 u 8 canales de televisión.

Una fibra puede ser más delgada que un cabello, siendo muy flexible, utiliza pulsos de luz para sustituir pulsos eléctricos que se requieren para cable de cobre. Hay cuatro parámetros principales por los cuales es más ventajoso el uso de la fibra sobre el cable de cobre.

1) Los cables coaxiales son usados a gran capacidad a grandes distancias, pero es muy grande el tamaño. Como ejemplo podemos decir que 100 fibras ópticas pueden ser puestas en lugar de un solo cable coaxial.

2) Cada fibra puede llevar más de 500 Mbits/s a comparación de 140 Mbits/s para el cable coaxial. Lo que representa 3,5 veces la capacidad del cable coaxial.

3) La pérdida en la señal puede ser muy pequeña, esto permite que las repetidoras sean espaciadas a grandes distancias y se toma por ejemplo. Un enlace de 220 Km. en el cual un cable coaxial necesitaría alrededor de 100 repetidoras mientras que la fibra óptica, en la misma ruta necesitaría aproximadamente 7.

4) La materia prima del cobre es raro y caro. Un cable coaxial utiliza 30 kg. de Cu por km., en contraste con la materia prima del vidrio que es arena y la cual es común y

además la fibra utiliza muy poca, aproximadamente 12 Km. de vidrio por kilómetro. A la fecha es 10 veces más caro el cable que la fibra.

Con todo y sus protecciones de tendido un Km. de cable coaxial pesa alrededor de una ton., la misma longitud de fibra óptica pesa tan solo 50 kg. Obviamente esto facilita el trabajo haciendo el tendido mucho más fácil.

El cable coaxial no puede ser ubicado muy cerca de otro por que presenta un fenómeno de interferencia mutua "cross talk" el cual provee uno de los límites de la cantidad de datos que se pueden transmitir por cable coaxial. La fibra óptica es inmune a tal efecto.

La fibra óptica es virtualmente inmune a interferencia eléctrica, y por eso puede ser usada para comunicación en ambientes eléctricamente ruidosos, como estaciones de potencia o cabinas de aeronaves.

Desde el punto de vista de seguridad el cable coaxial puede ser interferido sin detección por existir pequeñas fugas. Mientras que la fibra óptica no puede ser tan fácilmente interferida sin perturbar la señal ya que hay que romper el cable o la fibra.

FIBRA ÓPTICA:

HISTORIA, COMPOSICIÓN Y PRODUCCIÓN

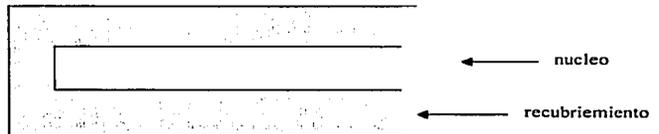
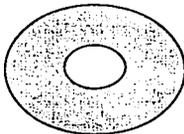
El primer intento para usar luz en la transmisión de sonido se llevó a cabo en 1880 por Alejandro Graham Bell utilizando el fonógrafo, que estaba constituido por Selenio.

La fibra óptica está constituida por dos tipos de cristal y está basado en el principio de 'reflexión interna total'.

Una primera capa de cristal denso está cubierta por una de cristal menos denso. La luz que golpea a el cristal conforme se mueve a través de la fibra es reflejada dentro de la capa, así la luz en 'zig-zag' recorre la fibra por reflexión primero en un lado y después en otro.

En el presente el diodo de GaAs es la base de todas las fuentes luminosas usadas en fibra óptica para comunicación. La luz es generada entre la unión de tipo 'n' con electrones libres y la de tipo 'p' con huecos libres. Cuando se convinan y se neutralizan se genera un fotón de luz. (emisión espontánea).

Un importante desarrollo del LED es el LÁSER. Corriente eléctrica excita al láser para producir luz. El láser ofrece alta potencia y pequeña dispersión de las longitudes de onda para utilizarse con rapidez en enlaces largos pero la corriente de umbral del láser es sensible a la temperatura provocando circuitos de control complejos.



En el extremo receptor la conversión de luz a pulsos eléctricos es por medio de un diodo semiconductor como detector de luz. Cuando un diodo es polarizado en inversa conduce una corriente muy pequeña esto es por que dentro de la región de tipo "p" y tipo "n" han sido agotados los electrones y huecos. Los fotones crean electrones libres (y huecos) en la región de agotamiento, los cuales se mueven en el campo eléctrico provistos por la corriente de Bías y así un pulso de corriente fluye cada vez que un fotón es absorbido.

El factor de atenuación del cristal depende de la longitud de onda. La atenuación total se produce por dos causas por absorción y por dispersión.

a) La absorción es debida a los picos y valles irregulares de la característica de atenuación mostrada en la gráfica de color verde.

b) La dispersión como está mostrada en la curva roja seguiría estando presente aún si todas las absorciones pudieran ser eliminadas, esto representa un límite fundamental a las mejoras en características de atenuación.

La manufactura de la fibra es un proceso de gran precisión. Hay dos métodos básicos:

1. Consiste en la producción de un cristal de alta pureza preformado y a partir de éste se forma la fibra. Para lograr la pureza del preformado un tubo de silicato se someta un proceso químico de vapores de silicón y germanio. Seguidamente es colapsado para hacer el preformado. Entonces es calentado y la fibra se deja caer como un chorro. Es posible ver la capa de alta densidad y la de menor aglutinamiento.

2. Dos rodillos de cristal puro con diferente índice de refracción son introducidos en dos concéntricos tubos. Este es el medio más barato.

El vidrio se asocia con la fragilidad, pero la fuerza de este cristal es casi comparable con la del acero. Sin embargo si la superficie del cristal es agrietada aun microscópicamente el cristal se

fractura fácilmente y la atenuación puede incrementarse notoriamente. Para mantener la fuerza intrínseca las fibras ópticas son inmediatamente cubiertas después de su manufactura con varios polímeros. Esta capa provee de protección contra abrasión o ataque químico. Se da protección adicional cuando un número de fibras son puestas en un mismo cable. 50 fibras pueden ser empaquetadas en un área transversal de 2 mm de diámetro y soportan 200 libras de peso.

La fragilidad puede ser prevenida adicionando elementos de nylon o metal que proporcionan mayor fuerza a la fibra creándole una alma para resistir la tensión de tendido. Ya que los cables largos requieren repetidoras los elementos de metal pueden ser utilizados para llevar energía eléctrica a las repetidoras.

Las uniones deben estar hechas con gran precisión si se quiere mantener la pérdida al mínimo, con una fibra óptica tan delgada como el cabello humano un desalineamiento lateral de tan solo 1/25 produce pérdidas significativas en una fibra multimodal.

Para resumir la fibra óptica es el remplazo para el cable coaxial de cobre en enlaces terrestres u oceánicos. Las fibras ópticas son mucho más pequeñas y ligeras con mucho mayor capacidad para transmitir información a grandes distancias y usando aproximadamente 1/10 de las repetidoras necesitadas para cable coaxial y a una fracción de su costo. La reducción de tamaño y peso son de gran importancia para su manejo y tendido.



CAPITULO VI

MEDICION Y RESULTADOS

RESULTADOS

Se construyó un prototipo, con el objetivo de presentar una alternativa para sustituir la tecnología utilizada hasta el momento en la estación de Buena Vista para el control de Cambio de Vías y señalización.

El proyecto como se planteó en un principio, está totalmente terminado y la segunda etapa como es la de identificación de carros se encuentra en un 90% terminado, sólo faltando por concluir la etapa de visualización en la computadora.

La construcción de la maqueta, necesitó de una ambientación para captar la atención de las personas a quien estuvo dirigido presentar la propuesta. Y de ahí dar el punto de partida para exponer la parte técnica del presente trabajo.

En el tiempo que lleva en operación el prototipo, no ha sufrido averías en sus componentes, llevándonos a suponer un mantenimiento mínimo necesario del presente sistema. Esto es importante mencionarlo como uno de los resultados obtenidos.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

MEDICION

Pensando en el prototipo, podemos utilizar la idea de extrapolación para la factibilidad que representaría llevar al cabo este proyecto. Los resultados arrojados en este proyecto son:

Visualización

El despliegue de la información, en un monitor a color lo hace más atractivo y menos tedioso al operador, generando esto una ventaja aunada a la fácil percepción del objetivo a perseguir.

Operabilidad

La operabilidad está cubierta con la ayuda del ratón electrónico, que por medio de la flecha que se despliega en el monitor, nos da un excelente resultado en el manejo. Evitando errores en las operaciones realizadas. En un futuro éste puede mejorarse por el uso de un monitor con sensor de posición.

CONFIABILIDAD

Por tratarse de un sistema donde las señales fundamentalmente son digitales, tenemos la certeza de que funciona puesto que sí accionamos y no recibimos respuesta inmediata, sabremos de dónde pudo haber ocurrido el desperfecto ofreciendo una seguridad del buen funcionamiento del sistema.

SEGURIDAD

El sistema puede restringir el acceso a la manipulación del sistema, por medio de claves. Y en un futuro. Además de registrar cada uno de los movimientos realizados, pudiendo generar un informe que puede contener hora, movimiento y responsable.

VELOCIDAD

Para poder medir este parametro lo observamos en los tiempos necesarios para la realizacion de una **Transmisión** y el tiempo empleado para obtener un **respuesta**.

TRANSMISION

Como se expuso en el capítulo dedicado a fibra óptica, la comunicación y transmisión se realiza en tiempo real. Y la respuesta en actuadores no afecta el tiempo de procesamiento.

RESPUESTA

Observando el Sistema en general, el tiempo de respuesta que brindamos es excelente, debido a que la respuesta del sistema esta en el orden de milisegundos y la respuesta de actuadores y esta en el orden de segundos.

EFICIENCIA

La eficiencia representada por este proyecto lo podemos observar con la optimización de:

- Tiempo
- Eliminación del riesgo del factor humano
- Resistencia al desgaste y a la Intemperie,
- Uso
- Aumento del Tránsito

Este proyecto se ha probado en incontables ocasiones sin error. Si se redondea en cifras podemos decir que es 99% seguro y eficiente.

INFRAESTRUCTURA

Instalaciones

Equipo de Laboratorio
Equipo de cómputo
Manuales
Instalaciones

Humano:

Asesoría Profesional Calificada
Desarrollo de Ingeniería

Consumibles:

Tren a escala con vías
Electrónica
Accesorios
Material de Pruebas

Económico

El factor económico del presente trabajo, por tratarse de un prototipo podemos ser claros que no llega representar el 1% del valor de un sistema real. Sin embargo podemos hacer un análisis del los insumos desarrollados en el presente trabajos:

Si es necesario darle un coste real, éste representaría alrededor de veinte mil dólares. El planteamiento que se presenta en el presente trabajo.

Optimación en Costos***Humano:***

Este aspecto represento sólo el costo Administrativo del Coordinador del Proyecto, ya que se realizo con personal de Servicios Social.

Instalaciones:

El uso de las instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería, se pueden cuantificar, que si se generan 8 o 10 proyectos similares, y se pudieran concretar 2 estos serían suficiente para recuperar la inversión que representan el uso de los Equipos.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

Para determinar la factibilidad del proyecto es necesario observar de una manera clara los efectos que produce el nuevo sistema sobre lo ya establecido. En nuestros tiempos el probar algunos proyectos para su análisis se puede apoyar en la simulación. Y de ahí extrapolar los problemas y beneficios que presenta el prototipo a un sistema real.

En este caso, se desarrolló la construcción de un prototipo de un sistema a escala para plantear una solución a los problemas planteados al inicio y presentados como los objetivos del presente trabajo.

Por el análisis de los resultados del modelo planteado, podemos concluir que de llevarse a cabo este proyecto tendría grandes alcances y beneficios por los tipos de comunicación que se plantean. Así mismo conociendo el costo real que representaría llevar a cabo podemos plantear la manera de hacerlo atractivo para Ferrenales, proponiendo la división del proyecto en etapas que se podrían elaborar en el siguiente orden :

- 1.Reemplazo del Tablero
- 2.Implantación de los Cruceros
- 3.Instalación de la Fibra Optica, como medio de Transmisión

Con los medios físicos de comunicación, con que cuenta el sistema podríamos por reemplazar en una primera etapa al tablero central por un equipo de cómputo que nos realice las siguientes funciones:

- Despliegue visual del estado de los actuadores en el crucero en análisis
- Almacenamiento en memoria de los movimientos realizados
- Generación de reporte que incluyan: operador, fecha, hora y movimiento realizado
- Bitácora de reportes impresos.

Tendremos que recordar que no tendrá retro-alimentación del crucero, sólo contará con la información del operador, es decir, que tendrá que corroborar la recepción de igual modo como se viene realizando.

Sí esta etapa satisface en un 100% a las autoridades, tendremos la certeza que nuestro sistema es completamente funcional.

Se propone esta primera etapa por ser la etapa que proporciona mucha información y sólo representa el gasto de un equipo de cómputo y poca implementación electrónica.

Teniendo para ambas partes los siguientes beneficios:

Para la Facultad de Ingeniería

- Poder desarrollar el software necesario para realizar las interfaces.

Para Ferrocarriles Nacionales

- de los beneficios a corto plazo de la presente remodelación.
- Generación de reportes y estadísticas en menor tiempo.
- Primer paso para la Automatización del sistema Ferroviario.

Para ambos

- No representa un costo considerable este primer acercamiento

Si resultase atractivo la primera etapa se podría seguir con la implementación de cruceros inteligentes. Esta segunda etapa, involucra la retro-alimentación al sistema por parte del crucero, lo que nos acarrea a tener un sistema de comunicación full-duplex, implicando tener otro canal de comunicación, y que podemos pensar en un sistema de rf. Como una solución bastante económica para seguir adelante con la segunda etapa.

En la segunda etapa es necesario generar el ambiente necesario, para la operación del microprocesador, siendo ésta la de tener de algún modo, un abastecimiento de energía eléctrica, para la alimentación del sistema de control como para el sistema de transmisión de radio frecuencia (rf), propuesto anteriormente.

Aunado al resguardo seguro del equipo. Evitando que éste pueda ser hurtado o dañado.

Si olvidar que sólo se realizaría en pocos puestos en una primera subetapa, y pensando en un tramo de fácil acceso.

Finalmente ,una 3a etapa que contempla la implementación completa de este trabajo. Siendo la instalación de la fibra óptica, en un sistema completo.

Presentándolo de esta manera sería más atractivo para los clientes por los gastos-beneficios que este sistema representa.

Y de acuerdo a la evaluación realizada por algunas autoridades el presente trabajo cumple con el objetivo planteado, y puede ser retomado para seguir adelante.

Este tipo de proyecto es factible y conveniente realizarlo en la UNAM, como un medio de vinculación ESCUELA - INDUSTRIA. Puesto que con personal de Servicio Social, bien encaminado y con los recursos que están presentes en la Facultad de Ingeniería éste puede presentar una opción de generar recursos para la misma con un mínimo de inversión

PROGRAMA FUENTE DEL MICROPROCESADOR
EN LENGUAJE ENSAMBLADOR

;fcc_5.12.91_C.D.E.

CSEG

ORG 0h

```

mov  p3,#0ffh      ; Habilita las señales de rd y wr y
                   ; los timers
mov  tl1,#0f3h     ; Coloca la cantidad de recarga
mov  th1,#0f3h     ; del contador 1 (para 2400 bps)
mov  tmod,#00100000b ; Selecciona el modo(2) como timer
                   ; por software

mov  pcon,#00h
mov  scon,#01010000b ; Puerto serie en modo 1
mov  ie,#00010000b  ; Habilita la interrupción del timer_1 y serie
setb TR1           ; Comienza a correr el timer_1
CLR  P1.1          ; Luz ambar sem 1
CLR  P1.2          ; Luz verde sem 1
CLR  P1.4          ; Luz ambar sem 2
CLR  P1.5          ; Luz verde sem 2
CLR  P1.6          ; Cambia via
CLR  P3.2          ; Cambia via
CLR  P3.6          ; Habilita transmision
CLR  A
CLR  SBUF          ;limpiamos bufer de transmision

```

PRINCIPIO:

ACALL RECIBE ; Invoca subrutina en espera de su nombre

CJNE A,#51H,ESE ; ESPERA SU NOMBRE

AJMP PRINCIPAL

ESE:

CJNE A,#53H,PRINCIPIO

BSY:

```
ACALL RECIBE
CJNE A,#2FH,BSY
AJMP PRINCIPIO
```

ERROR:

```
AJMP OK
```

PRINCIPAL:

```
SETB P3.6
ACALL TRANSMITE ; ENVIA NOMBRE
ACALL RECIBE ; ESPERA CONFIRMACION "S"
CJNE A,#53H,ERROR ; estado de la via del tren
```

OTRAVEZ:

```
JNB P1.7,NO_DE_VIA1
ACALL DOS
LJMP PROGRAMAR
```

NO_DE_VIA1:

```
ACALL UNO
AJMP VIA1
```

aseguramos, de encender luz roja y despues generar el codigo PROGRAMAR:

```
JNB P1.7,VIA1
CLR P1.1
CLR P1.2
SETB P1.0
```

posicionamos el semaforo afectado por el cambio de via.

```
ACALL RECIBE
CJNE A,#52H,AMARILLO
ACALL TRANSMITE
CLR P1.4
CLR P1.5
SETB P1.3
AJMP PROGRAMAR
```

AMARILLO:

CJNE A,#41H,VERDE
ACALL TRANSMITE
CLR P1.3
CLR P1.5
SETB P1.4
AJMP PROGRAMAR

VERDE:

CJNE A,#56H,CAMBIO
ACALL TRANSMITE
CLR P1.3
CLR P1.4
SETB P1.5
AJMP PROGRAMAR

CAMBIO:

CJNE A,#43H,SALIR
ACALL TRANSMITE
CLR P1.1
CLR P1.2
SETB P1.0
CLR P1.4
CLR P1.5
SETB P1.3
SETB P3.2
JB P1.7,\$
CLR P3.2
ACALL UNO
AJMP PROGRAMAR

SALIR:

CJNE A,#2FH,PROGRAMAR
AJMP OK

VIAI:

ACALL RECIBE
CLR P1.4
CLR P1.5
SETB P1.3
CJNE A,#52H,AMARILLO1
ACALL TRANSMITE
CLR P1.1
CLR P1.2
SETB P1.0
AJMP PROGRAMAR

AMARILLO1:

```
CJNE A,#41H,VERDE1
ACALL TRANSMITE
CLR P1.0
CLR P1.2
SETB P1.1
AJMP PROGRAMAR
```

VERDE1:

```
CJNE A,#56H,CAMBIO1
ACALL TRANSMITE
CLR P1.0
CLR P1.1
SETB P1.2
AJMP PROGRAMAR
```

CAMBIO1:

```
CJNE A,#43H,SALIR1
ACALL TRANSMITE
CLR P1.1
CLR P1.2
SETB P1.0
CLR P1.4
CLR P1.5
SETB P1.3
SETB P1.6 ;CAMBIA LA VIA UNO A LA DOS
JB P1.6,$
CLR P1.6
ACALL DOS
AJMP PROGRAMAR
```

SALIR1:

```
CJNE A,#2FH,OTR
AJMP OK
```

OTR:

```
AJMP PROGRAMAR
```

DOS:

```
MOV A,#32H
ACALL TRANSMITE
RET
ENDS
```

PROGRAMA FUENTE DEL MICROPROCESADOR

UNO:

```
MOV A,#31H
ACALL TRANSMITE
RET
ENDS
```

RECIBE:

```
CLR A
CLR RI
JNB RI,$
MOV A,SBUF
CLR RI
CLR SBUF
RET
ENDS
```

TRANSMITE:

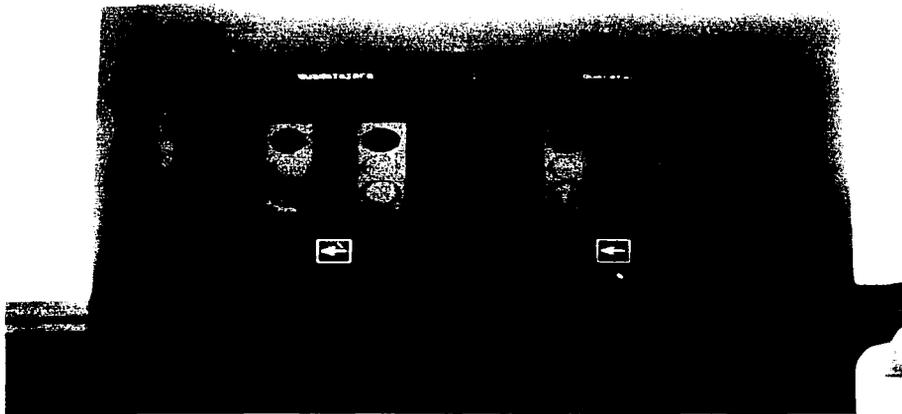
```
CLR TI
MOV SBUF,A
JNB TI,$
CLR TI
CLR SBUF
RET
ENDS
```

OK:

```
MOV A,#4BH
ACALL TRANSMITE
CLR P3.6
AJMP PRINCIPIO
```

END□

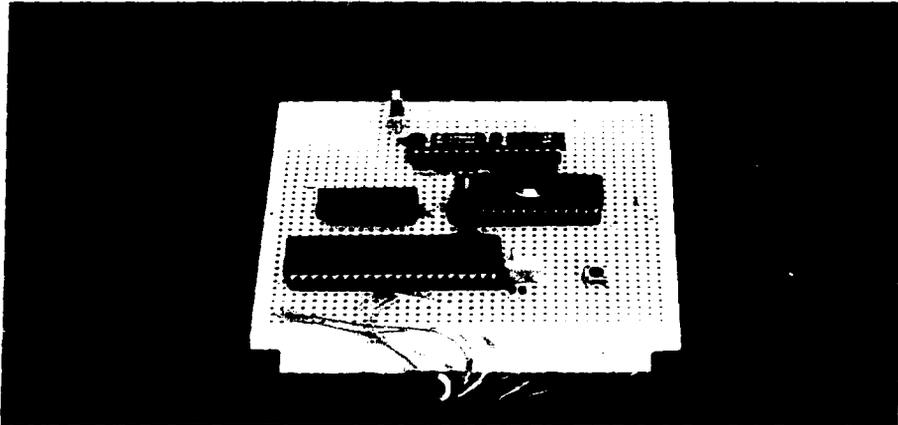
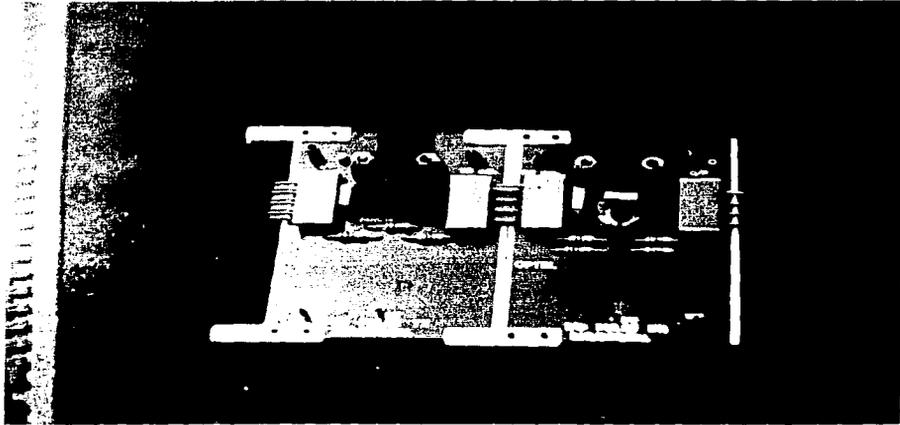
en esta fase el programa no tiene la subrutina de identificación de los trenes. Dicha identificación se plantea mediante el uso de las interrupciones.



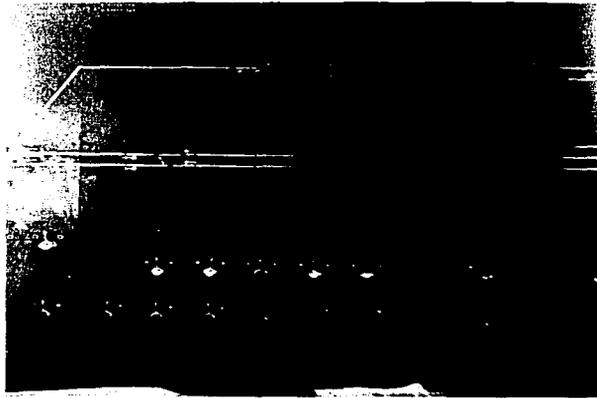
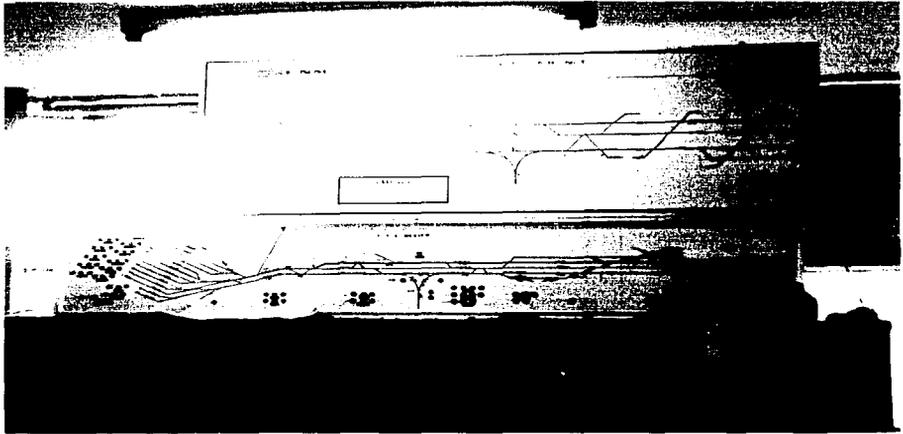
1. DESPLIEGUE EN LA COMPUTADORA DE LA INFORMACION EN EL CRUCERO
2. ASPECTO DEL PROTOTIPO DESARROLLADO



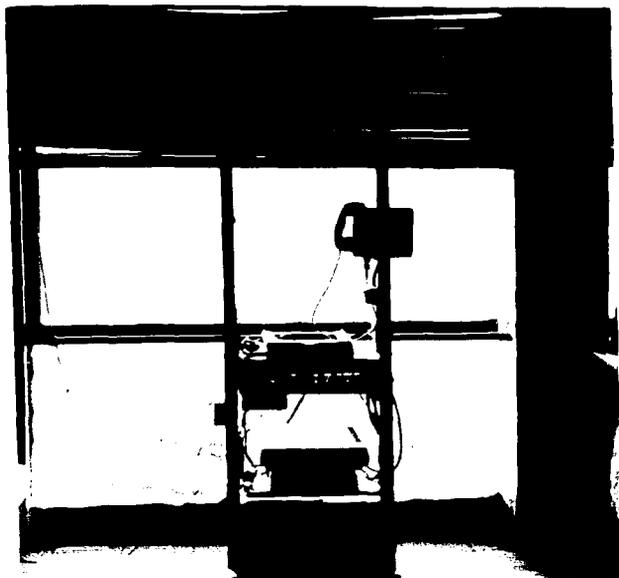
1. DESPLIEGUE EN LA COMPUTADORA DE LA INFORMACION EN EL CRUCERO
2. ASPECTO DEL PROTOTIPO DESARROLLADO



3.- FAREJA DE COMUNICACION DE LA FIBRA OPTICA
4.- FAREJA DEL CONTROLADOR DEL CURCERO



SISTEMA ACTUAL DE FERROCARRILES NACIONALES
5.- TABLERO DE CONTROL.
6.- PALANCAS DE DE CONTROL.



7.- RACK DE COMUNICACIONES ACTUAL DE FERROCARRILES NACIONALES

B I B L I O G R A F I A

- **Morris Mano, M.M., Digital Logi And computer Design, Englewod, Cliffs, N.J. Prentices Hall 1989.**
- **Jardon , Hildeberto, Sistemas de Comunicaciones por Fibras Opticas, Alfa Omega, Mexico 1992.**
- **Seedra, Adel S, Dispositivos Electronicos y Am`plificadorcin de Señales, McGraw- Hill 1989**
- **Harel, Dan, Algorithmics, The Spirit of Computacion, Adison Wesley , publications, 1979.**
- **Schiling, Donald L. Electronic Circuit, Discrete and Integrated Apliation of operational Amplifiers, Mcgraw-Hill 1981, segunda Edición.**
- **Morris Mano, Arquitectura de Computadores, Prentice Hall. 1990.**
- **Black , Uyless, Redes de Computadores, Protocolos, Normas e Interfaces, Adison, Wesley Iberoamericana, 1990 segunda Edición.**
- **Ort Educational Resources, Optical Fiber and Telecommunications,1989, world ORT Union Technical Dept.**
- **RAD, Data Communications, Catalog 800936.**
- **Boylestad, C., Analisis de Circuitos Eléctricos, Mc Graw Hill. 1992 2a Edicion**
- **Boylestad, C. Analisi de Dispositivos Electronicos, McGraw Hill 1993. 3a Edicion.**