



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE DETECCION BASADO EN EL ANALISIS DE ONDAS  
DE PRESION, CON UN ENFOQUE HACIA LA SEGURIDAD.**

TESIS

Presentada a la Junta Directiva de la  
Facultad de Ingeniería

por

**Freddy Armando Velásquez Girón**

Al conferírsele el Título de  
INGENIERO EN ELECTRONICA

Guatemala, Marzo de 1996

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

08

T(3694)

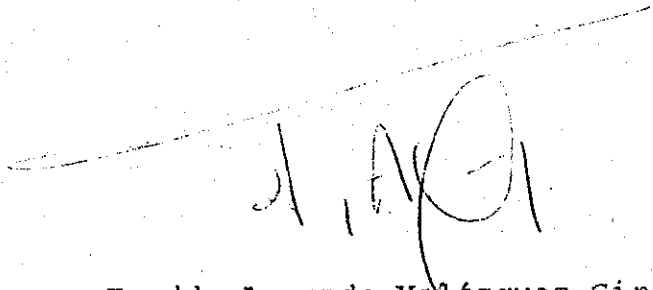
C.4

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presenté a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN BASADO EN EL ANALISIS DE ONDAS DE PRESION, CON UN ENFOQUE HACIA LA SEGURIDAD.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica-Eléctrica con fecha 24 de abril de 1995.



Freddy Armando Velásquez Girón



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podszueck
VOCAL I	Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra
VOCAL II	Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
VOCAL III	Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez
VOCAL IV	Br. Fernando Waldemar de León
VOCAL V	Br. Pedro Ignacio Escalante
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González López

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podszueck
EXAMINADOR	Ing. Julió César Solares Peñate
EXAMINADOR	Ing. Francisco Javier Rivera Canek
EXAMINADOR	Ing. Luis Alfonso Muralles Calderón
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González López

Guatemala, 14 de Septiembre de 1995.

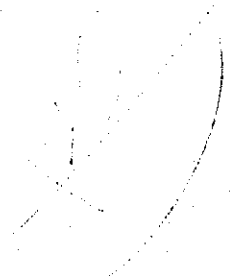
Ingeniero Julio César Solares  
Coordinador del Area de Electrónica  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ingeniero Solares

Por este medio, quiero hacer de su conocimiento que he revisado completamente el trabajo de tesis del Sr. **Freddy Armando Velásquez Glrón**, titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE DETECCION BASADO EN EL ANALISIS DE ONDAS DE PRESION, CON UN ENFOQUE HACIA LA SEGURIDAD**. Puedo concluir que la misma llena los objetivos propuestos en el anteproyecto de tesis.

Por lo tanto, el autor de esta tesis y yo, como su asesor, nos hacemos responsables por el contenido y conclusiones de la misma,

atentamente



Ing. Luis Enrique Lima Guzmán  
Asesor.



**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

Guatemala, 9 de noviembre de 1995

Señor Director  
Ing. Edgar F. Montúfar Urizar  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Facultad de Ingeniería, USAC.

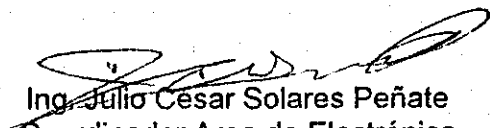
Señor Director:

Por este medio me permito dar aprobación al trabajo de tesis titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN BASADO EN EL ANALISIS DE ONDAS DE PRESION, CON UN ENFOQUE HACIA LA SEGURIDAD**, desarrollado por el estudiante **Freddy Armando Velásquez Girón**, ya que considero que cumple con los requisitos establecidos.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarlo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. Julio César Solares Peñate  
Coordinador Area de Electrónica

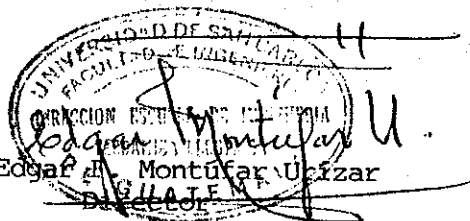


**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de  
conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de  
Area, al trabajo de tesis del estudiante, Freddy Armando Velásquez  
Girón, titulada: **Diseño de un sistema de detección basado en el  
análisis de ondas de presión, con un enfoque hacia la seguridad,**  
procede a la autorización del mismo.



Ing. Edgar A. Montúfar Ujizar

Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

Guatemala, 29 de noviembre de 1,995



**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al trabajo de tesis: **Diseño de un sistema de detección basado en el análisis de ondas de presión, con un enfoque hacia la seguridad, del estudiante Freddy Armando Velásquez Girón, procede a la autorización para la impresión de la misma.**

IMPRIMASE:

Ing. Julio Ismael González Podszueck

Decano

Guatemala, 27 de febrero de 1,996.



*Dedicado a Margarita...*



## Indice General.

LISTA DE ILUSTRACIONES	i
GLOSARIO	ii
INTRODUCCION	iv
CAPITULO 1: CONCEPTOS Y DEFINICIONES	
1.1 Sistema de seguridad	1
1.2 Seguridad integral	3
1.3 Protección contra robo e incendio	4
1.3.1 Protección contra robo	4
1.3.2 Protección contra incendio	4
1.3.2.1 Causas de los incendios	4
1.4 Sistema de seguridad electrónico integral	5
1.4.1 Cómo funciona el sistema de seguridad electrónico integral	5
1.4.2 Control electrónico dedicado	8
1.4.2.1 Programación de zonas	10
1.4.2.2 Operaciones del sistema	11
1.5 Dispositivos de detección	13
1.5.1 Detectores de movimiento.	13
1.5.2 Detectores fotoeléctricos	14
1.5.3 Detectores térmicos	14
1.5.4 Detectores de humo	14
1.5.5 Detectores de impactos	15
1.5.6 Contactos magnéticos	15
1.6 Análisis de redes de alarma	15
1.7 Limitaciones y precauciones generales de un sistema de seguridad electrónico	17
CAPITULO 2: TEORIA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD INTEGRAL.	
2.1 Descripción general	19
2.2 Principio de funcionamiento	21
2.3 Estructura del sistema	22

2.3.1	Sensor	22
2.3.2	Computadora e <u>interface</u>	23
2.3.3	Programa de control	23
2.4	Criterios de reconocimiento y respuesta	24
2.4.1	Análisis de señales por descomposición espectral	24
2.4.2	Intensidad	25
2.4.3	Tiempo de duración	25
2.4.4	Frecuencia de señales	26
CAPITULO 3: DISEÑO DE SENSOR.		
3.1	Descripción general	27
3.1.1	Fuente de voltaje	27
3.1.2	Transductor	27
3.1.3	Filtro activo pasabajos	28
3.1.4	Regulador de voltaje	28
3.2	Criterios de diseño	28
3.3	Modelo matemático	30
3.4	Desarrollo del diseño	30
CAPITULO 4: ANALISIS DE DATOS.		
4.1	Descripción general	34
4.2	Análisis de <u>señal</u>	34
4.2.1	Teorema de muestreo	34
4.2.2	Conversión analógica-digital por aproximaciones sucesivas	35
4.2.3	Análisis espectral	37
4.2.4	Transformada de Fourier discreta	38
4.3	Análisis estadístico	40
4.3.1	Característica de acumulación	40
4.3.2	Característica de discriminación de frecuencias	42
CAPITULO 5: DISEÑO DE INTERFASE Y PROGRAMA DE CONTROL.		
5.1	Descripción general	43
5.2	Análisis y estructura de <u>interface</u>	43
5.3	Estructura de funcionamiento	44
5.4	Requerimientos del sistema	44
5.5	Desarrollo modular y "top down"	46

5.6	Diagramas de flujo	47
5.7	Análisis de algoritmos relevantes	47
5.7.1	Módulo de muestreo y almacenamiento	48
5.7.2	Módulo de procesamiento y análisis	48
5.7.3	Módulo de detección y respuesta	48
CAPITULO 6: EVALUACION TECNICO-ECONOMICA PARA EL SISTEMA.		
6.1	Introducción	56
6.2	Parámetros de evaluación	56
6.3	Análisis económico de costos al instalar el sistema	56
CAPITULO 7: EJEMPLOS DE APLICACION.		
7.1	Ejemplo de aplicación 1	62
7.2	Ejemplo de aplicación 2	71
APENDICE No. 1: ALGORITMOS DESARROLLADOS PARA LENGUAJE PASCAL, PARA PUNTOS RELEVANTES.		78
CONCLUSIONES.		v
RECOMENDACIONES.		vi
REFERENCIAS.		vii
BIBLIOGRAFIA.		viii

## Lista de Ilustraciones.

Figura		página
No. 1:	Sistema de seguridad integral	6
No. 2:	Control 4110 ADEMCO	9
No. 3:	Teclado 6127SP	12
No. 4:	Sistema de seguridad integral	20
No. 5:	Diagrama de bloques del sensor	29
No. 6:	Transductores	29
No. 7:	Diagrama de diseño de sensor	31
No. 8:	Respuesta ideal normalizada de un filtro	32
No. 9:	Gráfica de discriminación de frecuencias	41
No. 10:	Diagrama de interface	45
No. 11:	Estructura funcional del sistema	49
No. 12:	Diagrama de flujo para el módulo de muestreo y almacenamiento	50
No. 13:	Diagrama de flujo para el módulo de procesamiento y análisis	51
No. 14:	Diagrama de flujo para el módulo de detección y respuesta	53
No. 15:	Sistema de seguridad	63
No. 16:	Vista de la instalación del sistema	64
No. 17:	Sistema CCTV	68
No. 18:	Diagrama de conexiones para el sistema	69
No. 19:	Vista de bóveda.	70
No. 20:	Central de comunicaciones	73
No. 21:	Diagrama de conexiones para el Micro 4B	74
No. 22:	Diagrama de conexiones	75

## Glosario.

ADC: Convertidor Analógico Digital; circuito integrado con la capacidad de convertir una señal de voltaje analógica hacia una señal digital.

ADEMCO: Alarm Device Manufacturation Company; fabricante de equipo de seguridad.

Amplificador: es un circuito electrónico compuesto básicamente por transistores, por lo general, encapsulados en un circuito integrado que proporciona ganancia de voltaje o corriente.

Central de Alarmas o Central Receptora de Alarmas: lugar donde se concentran todas las llamadas de paneles, cuentan con la infraestructura necesaria para atender emergencias y prestar el auxilio necesario en cada caso.

CRA: Central Receptora de Alarmas (ver descripción anterior).

Downloading: programación remota de paneles de alarma a través de un programa de computadora y un módem conectado a una línea telefónica.

DTF: Transformada Discreta de Fourier; este es un método matemático y que puede ser fácilmente programado en una computadora.

EEPROM: Tipo de memoria especial que puede ser borrada eléctricamente.

Estación Central o EC: ver Central Receptora de Alarmas.

FCC: Comisión Federal de Comunicaciones; esta es una agencia del Gobierno de los Estados Unidos encargada de regular las radio

comunicaciones.

Ignífugo: materiales especiales que brindan protección contra incendios o tienden a minimizar sus efectos.

Inflamable: materiales con tendencia a encender levantando llamas.

NFPA: Asociación Nacional de Protección contra el fuego; agencia gubernamental de los Estados Unidos.

Periférico: elemento de un sistema de tratamiento de información que es distinto de la unidad central y sirve esencialmente para comunicar con el exterior.

Policarbonato: material irrompible transparente utilizado en blindajes; según su grosor puede soportar ataques con arma de fuego.

SPSP: Referido al tipo de contactos de un relay; significa simple polo simple tiro.

Uploading: lectura remota de paneles de alarma a través de un programa de computadora y un módem conectado a una línea telefónica.

## Introducción.

Hoy en día existen lugares donde por la actividad que desarrollan deben tener niveles de seguridad altos; esto sumado al incremento de la delincuencia en nuestra sociedad pone en evidencia la necesidad de desarrollar nuevos sistemas de seguridad.

El principal objetivo de la investigación realizada fue lograr el desarrollo de esta innovadora técnica de detección, a través de las ondas de presión existentes en el medio ambiente, y de las cuales se extrae importante información que puede en determinado momento contribuir a evitar un robo.

En la actualidad las computadoras han logrado un gran poder de cálculo y almacenamiento de datos, por lo cual resulta idóneo la implementación hacia los sistemas de seguridad y muy especialmente en nuestro caso.

En el capítulo No 1, se presenta una visión general de cómo funcionan los sistemas de seguridad; en los siguientes capítulos, se presenta la teoría de funcionamiento, así como el desarrollo del diseño del sistema, y en el último, se presentan dos ejemplos de aplicación.

El conocimiento básico de la teoría de Fourier, así como del teorema de muestreo son suficientes para entender la teoría de funcionamiento del sistema.

El sistema se considera práctico y realizable, aunque no resulta aplicable en todos los casos. Su presencia en un sistema incrementa indudablemente el nivel de seguridad brindado.

## Capítulo 1

### Conceptos y definiciones.

#### 1.1. Sistema de seguridad.

Es todo tipo de protección que pueda aplicarse como prevención ante los peligros ajenos a la propia construcción, y que puedan afectar el sitio o lugar donde se encuentra instalado, para lograr la efectividad del mismo, esto supone prever las principales contingencias que pueden presentarse, para tomar las medidas apropiadas y evitar su aparición y, en todo caso, combatirlos para anularlos o disminuir los daños que puedan ocasionar.

Básicamente, estos peligros pueden dividirse en dos grandes grupos: los que afecten al posible allanamiento de morada por parte de intrusos, con ánimo de robar, o los que se refieran a la declaración de un incendio y que el fuego se propague, y ocasione graves daños.

Otros peligros que también causan daños, ya sea por falta de previsión en las instalaciones de ciertos servicios y su deficiente mantenimiento, o por negligencia de los propios usuarios, son por ejemplo: consecuencias generadas por descargas electroatmosféricas, con el riesgo de electrocución, y los escapes de gas en la red de alimentación o en los propios aparatos consumidores de esta energía: cocinas, termo-calentadores, calefactores, etc.

Estos sistemas pueden ser de tipos muy variados, desde muy sencillos hasta muy sofisticados. En muchos casos, se puede encontrar más de uno en el lugar o sitio protegido, por ejemplo:

- Perros guardianes.
- Puertas de acceso reforzadas, con varios puntos de anclaje y cerradura de cilindro de alta seguridad.
- Acristalamiento de seguridad, con placas de policarbonato.
- Enrejado de ventanas de tal forma que eviten el paso de una persona.
- Detectores de intrusos y alarmas contra robo.
- Cajas fuertes empotrables o adosables.
- Tratamiento preventivo antifuego de las estructuras soportantes por medio de recubrimientos ignífugo.
- Compartimentación y pantallas cortafuego. Para limitar el avance del fuego; es recomendable reducir grandes espacios en



secciones de menor tamaño, independientes entre sí.

- Puertas cortafuego. Aseguran una resistencia al fuego, de 30 a 90 minutos.
- Sistemas antipánico, que son un tipo de cierres herméticos para puertas de evacuación en casos de emergencia, que ofrecen la particularidad de poderse abrir con facilidad cuando la situación así lo requiera.
- Señalizaciones.
- Regulación de la salida de gases y humos por medio de dispositivos de ventilación.
- Detectores de gases y humos.
- Extinguidores de fuego.
- Hidrantes.
- Lámparas de emergencia.
- Extractores de humos.
- Detectores de fugas de gas propano.
- Cercas perimetrales.
- Protección de muros con alambre de cuchillas.
- Bolones de pánico.
- Circuitos cerrados de televisión.
- Alarmas de piscina. Estas deben activarse si una persona o mascota cae al agua.
- Detectores de metales.
- Controles de acceso, por medio de códigos, huellas digitales, voz, video, etc.
- Sistemas de detección e identificación de explosivos y narcóticos.
- Sistemas de transmisión vía teléfono de circuito cerrado de televisión.
- Sistema de acceso. Programa de seguridad con varias funciones. Permite vigilar las entradas y salidas de personal dentro del lugar.
- Guardias de seguridad y centinelas.
- Entradas automáticas por medio de códigos, llaves, o tarjetas.
- Paralizadores a base de gas o electricidad.
- Cercos electrificados.
- Detectores de impactos y golpes.
- Discriminadores de audio.
- Conexión a tierra de instalaciones eléctricas o incorporación de un cuadro de mando y protección, evitando riesgos de electrocución, quemaduras o incendio.
- Pararrayos.

## 1.2. Seguridad Integral.

El concepto de seguridad Integral comprende tanto los medios de protección adecuados a cada lugar, como la aplicación inmediata de soluciones cuando se plantea un problema concreto. Básicamente, la prevención constituye sólo la primera parte de la cuestión, porque cuando alguien intenta robar o se declara un incendio, por ejemplo, a pesar de las precauciones que se hayan tomado para evitarlo, lo que se necesita es contar con ayuda inmediata.

Para ello, los sistemas de seguridad deben estar conectados con organismos que puedan prestar dicha ayuda; con la estación de policía próxima al domicilio afectado: en el caso de intento o consumación de robo, hay que acudir al cuerpo de bomberos, si se produce un incendio, o con un centro hospitalario, si lo que se necesita es urgente asistencia médica. El sistema de seguridad integral debe preocuparse tanto por evitar el accidente, como de poner en acción los medios para palearlo y localizar a las personas ausentes, propietarios o familiares, para avisarles lo que sucede.

Un servicio tan completo puede correr exclusivamente a cargo del interesado, pero por supuesto, siempre que su capacidad económica se lo permita. Funcionan compañías de servicios especializados en alta seguridad, en la cual el interesado puede concertar cita, y así facilitar la obtención del servicio, con gastos relativamente moderados, mediante abonos.

Estas compañías cuentan con la infraestructura necesaria para prestar los servicios de instalación y mantenimiento de sistemas de seguridad, realizando estudios técnicos y detallados para cada caso sobre el sistema que se va instalar. Adicionalmente prestan servicios de monitoreo, así como recepción se señales de emergencia realizados en centrales de alarma, con lo cual logran respuesta a emergencias en el menor tiempo posible.

El mantenimiento y prueba constante de estos sistemas es un factor decisivo para mantener en perfecto estado de funcionamiento, y garantiza la respuesta correcta del mismo durante una situación de emergencia. Por esta razón, las compañías programan pruebas periódicas y constantes de los sistemas.

### 1.3. Protección contra robo e incendio.

#### 1.3.1 Protección contra el robo.

El objetivo que se persigue, fundamentalmente en los sistemas de prevención contra el robo, no es otro que dificultar el allanamiento de la vivienda contra extraños; decimos dificultar en vez de imposibilitar, porque resulta aventurado suponer que existen métodos tan perfectos que impidan absolutamente la entrada en una casa contra la voluntad de sus dueños.

Indudablemente, los sistemas de seguridad tienen un elevado poder disuasorio, tanto más ostensible cuanto más completo y espectacular sea. Los amigos de lo ajeno buscan, ante todo, un trabajo fácil, por lo que en la mayoría de los casos, el ladrón que encuentra demasiadas complicaciones para violar una puerta o ventana, suele abandonar el empeño y probar suerte con otra vivienda. En los casos en que el lugar se almacenen valores de cualquier tipo (efectivo, mobiliario, mercaderías, objetos de arte, documentos valiosos, bienes materiales, etc.), el ladrón puede encontrar en ello una fuerte motivación para violar el sistema de seguridad, con lo cual hay más posibilidad de que lo logre, si posee conocimientos sobre el funcionamiento o características del sistema de seguridad instalado.

#### 1.3.2 Protección contra incendio.

La protección contra el fuego tiende a evitar, por una parte, el riesgo que es capaz de provocar un incendio y por otra, limitar los daños que pudieran haber resultado como consecuencia del mismo.

Para conseguir el primer objetivo, deben extremarse las precauciones en todo cuanto suponga posibilitar la aparición de causas favorables al inicio del mismo. En el caso de presentarse y no siendo posible sofocarlo con los medios disponibles, la acción protectora deberá retardar su propagación, para dar tiempo a que acudan los bomberos y actúen en consecuencia.

##### 1.3.2.1 Causas de los incendios.

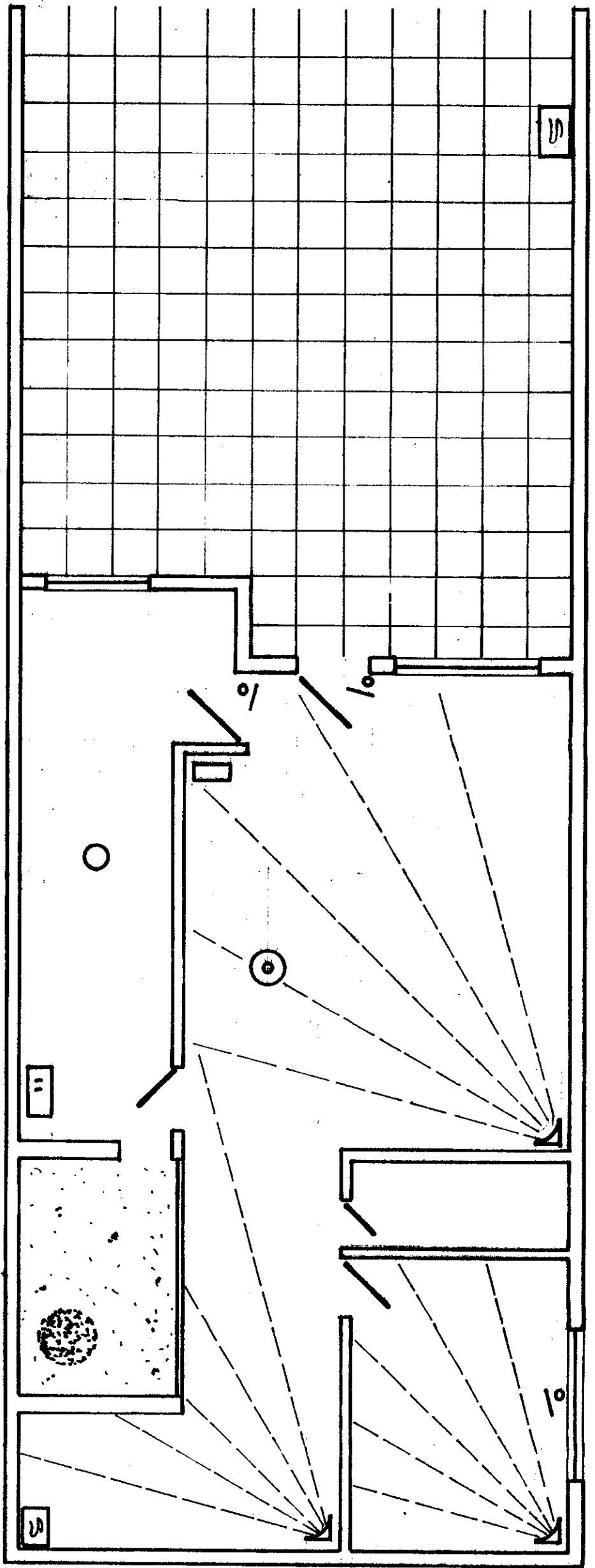
Salvo rarísimas excepciones, un fuego tiene su origen en causas imputables a negligencia o descuido, o sea a fallos humanos. Citemos algunas de ellas:

- Un fósforo encendido que se arroja imprudentemente al suelo.
- La punta sin apagar de un cigarrillo.
- Un cortocircuito consecuencia de una anomalía en la instalación eléctrica, cuyos cables pueden recalentarse y fallar en su capa aislante.
- La presencia de líquidos o productos fácilmente inflamables cercanos a puntos capaces de generar o almacenar altas temperaturas.
- Quema de fuegos artificiales, sin tomar las debidas precauciones.
- Velas que no se apagan oportunamente.
- Los transformadores caseros que se utilizan, a menudo son sometidos a una sobrecarga que provoca un sobrecalentamiento del aparato.
- Un rayo en la antena exterior de la televisión, aunque sea una causa poco frecuente, también debe considerarse.
- Un fuerte calor radiante, como por ejemplo, el que pueda desprender una tubería de calefacción demasiado próxima a un revestimiento inflamable de fácil combustibilidad, si no está protegido con un recubrimiento de material anticalórico e ignífugo, es susceptible de provocar el inicio de una combustión del tipo denominado "llama libre".
- Pequeños electrodomésticos de cocina tales como: batidora, licuadora, parrilla, tostador, etc., que se dejan conectados a la corriente durante toda la noche.
- Las estufas de llama encendidas durante la noche, mientras los usuarios están durmiendo, o durante su ausencia.
- El hollín de la chimenea de humos, las grasas acumuladas en la parte trasera del horno, un recalentamiento en cualquier conducción metálica.

#### 1.4. Sistema de seguridad electrónico integral.

##### 1.4.1. Cómo funciona el sistema de seguridad electrónico integral.

Fundamentalmente, la protección se presta durante las 24 horas del día, ininterrumpidamente, tanto en días laborables como festivos. El sistema ofrece la detección inmediata de cualquier emergencia que se produzca en la vivienda o lugar protegido, con independencia de que los usuarios estén o no en ella y se hallen despiertos o durmiendo. Además, se ofrece la posibilidad de que



SIMBOLOGIA

☐	PANEL DE CONTROL	☐	TECLADO
○	SEN TEMPORATURA	☐	SIRENA
∞	MAGNÉTICO		
⊙	SENSOR DE HUMOS		
∟	SENSOR MOVIMIENTOS		

SISTEMA DE SEGURIDAD INTEGRAL

REFEREN 495F

PLANO DE UBICACIÓN

DISEÑO: FREVEL

1

1

los afectados reciban rápidamente el tipo de ayuda que necesiten en cada caso, con la garantía de obtener asistencia y colaboración hasta que el problema se haya resuelto.

La forma más rápida y sencilla de activar la alarma y solicitar ayuda es, sin duda alguna, pulsar un botón en lugar de recurrir al teléfono. El sistema proporciona al abonado un teclado especial, provisto de un botón distinto para cada clase de emergencia. Cualquier persona que descubra la emergencia puede pulsar el botón correspondiente, de forma que el sistema ubica inmediatamente quién es el que solicita ayuda y qué clase de solución debe poner en marcha. Los medios de protección aparecen reunidos en la figura No. 1, un módulo dispuesto en el exterior de la vivienda o lugar, así como etiquetas adhesivas para puertas y ventanas, indican claramente que la vivienda dispone de un sistema de protección altamente eficaz; es la forma más sencilla de disuadir a los posibles intrusos.

Si alguien intenta forzar las puertas o las ventanas, los sensores detectan la maniobra; la señal llega inmediatamente a la central de alarmas y la ayuda se pone en marcha. Además, uno o varios detectores captan cualquier movimiento en el interior de la vivienda.

El equipo dispone, adicionalmente, de un detector de humo. La central de alarma recibe directamente la alarma en cuanto se produzca una concentración sospechosa de humo. La ayuda llega rápidamente, muchas veces antes de que los usuarios se hayan enterado del peligro.

Al mismo tiempo que envían la señal de emergencia a la central de alarmas, los sensores y detectores activan una sirena interior; de manera que si los habitantes de la casa todavía no han advertido el problema, sabrán que la ayuda está en marcha.

En el momento de instalar un sistema de Seguridad Integral en colaboración con una empresa especializada con este tipo de servicio, el abonado puede indicar que además de la policía o los bomberos, se avise a un familiar específico, algún amigo de confianza o al médico. Cuando el abonado salga de vacaciones o de viaje, la empresa toma nota de dónde puede localizarle en caso de emergencia, siguiendo sus propias instrucciones. Las computadoras de la central de alarmas conservarán y actualizarán todos los datos según las instrucciones recibidas, y en cada ocasión proporcionarán exactamente el tipo de ayuda que cada cual haya decidido.

La gama de productos electrónicos existentes en este campo es tan amplia y especializada, sumado a los nuevos productos que

son puestos a nuestro alcance, hacen que una investigación al respecto resulte muy extensa. Por esta razón se enumeran los principales y de uso común.

#### 1.4.2. Control electrónico dedicado.

Estos equipos se instalan como parte del sistema de seguridad, y tienen la función de analizar todas las señales que le llegan provenientes de diferentes módulos (sensores de movimiento, teclados, etc.), y reaccionar según las diferentes condiciones que se presentan, por ejemplo: reportarse diariamente a su estación central, conectar las sirenas para dar aviso de condiciones anormales, reportar mal funcionamiento, etc.

Cumplen las normas indispensables que se exigen en una instalación de seguridad, manteniendo un elevado nivel de prestaciones, al mismo tiempo ofrecen una gran facilidad y sencillez de manejo para el usuario.

Entre las características que deben ofrecer, se pueden mencionar las siguientes:

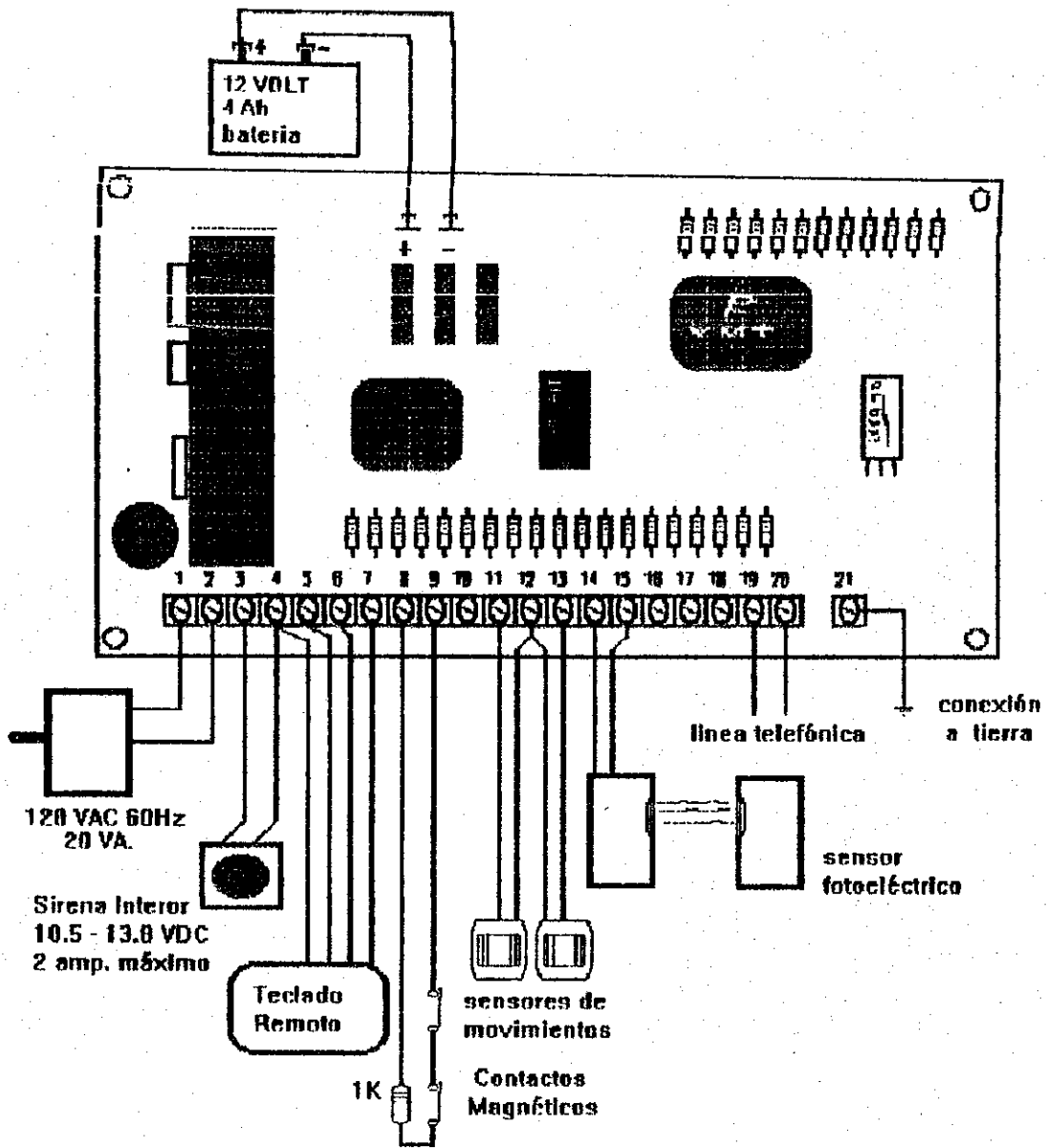
- Una zona de alarma instantánea, una temporizada ajustable.
- Batería de respaldo.
- Salida para sirenas exterior e interior.
- Salida para transmisor telefónico.
- Autoprotección de líneas, 24 horas.

En las siguientes páginas, se analiza el funcionamiento de un sistema típico, que describe en detalle las características del modelo ADEMCO 4110, de control electrónico a base de microprocesador muy utilizado en nuestro medio, bastante sofisticado, resultado útil en pequeñas aplicaciones como: locales comerciales, viviendas, agencias bancarias, etc.

En la figura No. 2, se puede apreciar un esquema de conexiones para este control. Entre sus características básicas se encuentran las siguientes:

- Sistema basado en microprocesador.
- Soporta hasta 6 zonas o sectores cableados programables. (cada zona o circuito identifica e individualiza el o los dispositivos ahí conectados).
- El control puede ser fácilmente programado desde cualquiera de las consolas o teclados de usuario.
- Las opciones de programación y los códigos de reporte son almacenados en memoria no volátil, borrable eléctricamente (EEPROM); esto garantiza que la unidad pueda ser reprogramada, y

Figura No. 2: Control 4110 ADEMCO



**Terminales y conexiones**

1 & 2:	Entrada de AC (16.5 VAC 20 VA).	14 & 15:	Zona 5
3:	Salida de alarma (+), 12 VDC 2 amp máximo.	15 & 16:	Zona 6
4:	Terminal negativa (-), retorno de salida de alarma y salida auxiliar.	17 & 18:	Linea telefónica Salida.
5:	Salida de + 12 VDC, para consola y sistema.	19 & 20:	Linea telefónica Entrada.
6 & 7:	Transmisión de datos para consolas.	21:	Tierra física.
8 & 9:	Zona 1.		
9 & 10:	Zona 2.		
11 & 12:	Zona 3		
12 & 13:	Zona 4.		

/frevel 95



que no se pierda información durante eventos de corte total de energía (de la red y batería de respaldo).

- Adicionalmente, el control puede ser programado remotamente (DOWNLOADING) o leída su programación remotamente (UPLOADING) por medio de una computadora y un módem HAYES, a través de las líneas telefónicas.

- El control puede usar hasta 4 consolas o teclados de usuario, del modelo 6127SP de ADEMCO (ver figura No. 3).

- El control soporta hasta 3 códigos secundarios, que pueden ser asignados únicamente por el código maestro. Cada código se compone de 4 números, y debe ser único y personal para el usuario.

- El sistema está provisto con capacidad de comunicación (con una Estación Central), siempre que existan líneas telefónicas.

- Función de pánico en consola (Presionar los botones \* y #, simultáneamente durante 3 segundos).

- Función de coacción. Esta se genera cuando el usuario es obligado a desactivar o activar su sistema. En este caso el usuario debe ingresar un código de coacción que activa o desactiva el sistema pero envía una señal hacia una Estación Central.

La característica de individualización de dispositivos o sectores, por medio de separación de circuitos o zonas, resulta de un gran valor para reportar diferentes condiciones de alarma a una Estación Central (EC); a continuación, se detallan las características de estas zonas.

Zonas 1 a 6: zonas programables cableadas, supervisadas por resistencia de final de línea (EOLR), posibilidad de utilización de sensores de contactos secos normalmente cerrados (NC) o normalmente abiertos (NO), respuesta normal entre 300-500 milisegundos. Respuesta rápida (entre 10-15 milisegundos) opcional programable para zona 3.

Zona 7: condición de pánico en consola, funciona 24 horas al día, programable para alarma silenciosa, audible, etc.

Zona 8: condición de coacción.

Zona 9: condición antimanipulación; se genera cuando alguien no autorizado trata de manipular el sistema o cualquier dispositivo.

#### 1.4.2.1 Programación de zonas.

Cada zona cableada de la 1 a la 6, puede ser programada para

cualquiera de los siguientes tipos de alarma.

- Zona de robo retardada: el zumbador del teclado se activará anunciando el tiempo de entrada; una vez concluido este tiempo sin que el sistema sea desactivado, se genera una alarma.
- Zona de robo interior: todas las zonas interiores poseen un retardo de salida cuando se activa el sistema. Todas las zonas interiores poseen un retardo de entrada si primero es activada una zona retardada. Si la primera zona activada no es retardada, se generará inmediatamente un ciclo de alarma.
- Zona de robo periférica: este tipo de zona generará inmediatamente un ciclo de alarma al activarse el sistema.
- Zona de Fuego 24 horas: este tipo de zona está siempre activa al generarse alguna condición de alarma detectada por algún sensor. La señal auditiva o visual será diferente a la de robo. Las zonas de fuego no pueden ser anuladas en ninguna circunstancia.
- Zona de alarma 24 horas: este tipo de zona está siempre activa, independientemente del estado del control. Las opciones de programación incluyen señal audible o silenciosa, con o sin envío de código a la central receptora.

Todas las zonas de robo pueden ser programadas con las siguientes opciones:

- Recuperación: al seleccionar esta opción se generará un código de recuperación que se enviará a la central receptora, una vez que haya terminado el tiempo de sirena.
- Campana: al seleccionar esta opción, el zumbador del teclado emitirá un sonido de una duración de 1 segundo, al desactivar el sistema si una zona ha sido violada.
- Retardo en la transmisión: con esta opción seleccionada, la marcación de los números de teléfonos programados, no se realizará hasta pasados 15 segundos después de que se haya producido la condición de alarma.

#### 1.4.2.2. Operaciones del sistema.

- Activación en modo total: el control sólo podrá activarse si todas las zonas están preparadas. Se encenderá una indicación "ARM" y el usuario deberá salir a través de una zona programada como retardada. Para activar el control se debe introducir un

Figura No. 3: Teclado 6127SP

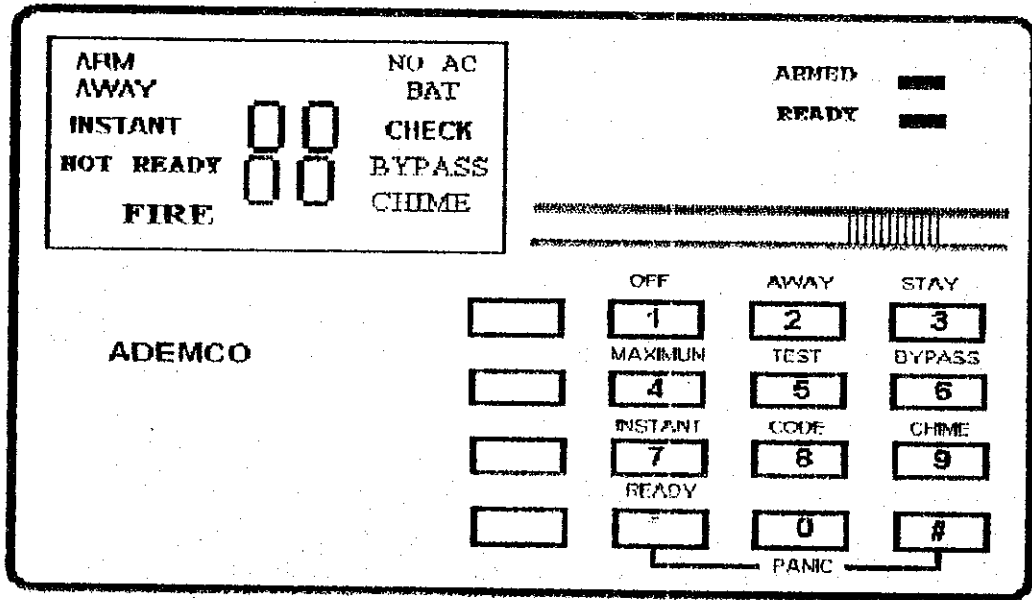


Tabla No. 1: Funciones del Sistema

Función del sistema	Secuencia de teclas	ejemplo código 1010	Indicación en pantalla
Desactivación del sistema	[código de usuario] [1]	[1] [0] [1] [0] [1]	
Activación en modo total	[código de usuario] [2]	[1] [0] [1] [0] [2]	ARM AWAY
Activación en modo habitado	[código de usuario] [3]	[1] [0] [1] [0] [3]	ARM STAY
Activación en modo habitado instantáneo	[código de usuario] [7]	[1] [0] [1] [0] [7]	ARM INSTANT
Activación en modo máximo	[código de usuario] [4]	[1] [0] [1] [0] [4]	ARM AWAY
Modo de prueba del sistema	[código de usuario] [5]	[1] [0] [1] [0] [5]	varias según caso
Anulación de zona	[código de usuario] [6] [zona] [1] [0] [1] [0] [6] [1] BYPASS # de zona		
Activación en modo campana	[código de usuario] [9]	[1] [0] [1] [0] [9]	CHIME
Pánico	[*] [#] simultáneamente	[*] [#]	ninguna
Asignación de usuario	[código maestro] [0] [número de usuario] [código]	[1] [0] [1] [0] [0] [2] [1] [2] [3] [4]	

\* En todas las secuencias de teclas se muestra un ejemplo referido al código maestro 1010

/revel 95

código de usuario programado.

- Activación en el modo habitado: en este modo, el sistema se activará excluyendo todas las zonas interiores.

- Activación en el modo instantáneo: el control se activará con todas las zonas inmediatas, incluyendo las zonas que por su programación tengan algún retardo de tiempo.

- Activación en el modo habitado-instantáneo: este tipo de activación reúne todas las características de los anteriores, es decir; el sistema no tendrá retardos de tiempo y se excluyen todas las zonas interiores.

- Desactivación del sistema: es la anulación de cualquier modo de activación de los antes descritos, y se realiza por la simple introducción de un código de usuario.

En la tabla No. 1, se muestra la secuencia de teclas que deben presionarse para obtener diferentes operaciones del sistema.

### 1.5. Dispositivos de detección.

Su función es determinar condiciones anormales o peligrosas en el lugar en que se encuentren instalados. Existe gran cantidad de ellos, por ejemplo: contactos magnéticos, detectores fotoeléctricos, detectores de movimiento, detectores de humos, detectores de fuga de gas, detectores de ruptura de vidrio, etc.

Aquí sólo describiremos los más utilizados; se describen sus características básicas, y principio de funcionamiento.

#### 1.5.1. Detectores de movimiento.

Los detectores de movimiento son aparatos especialmente diseñados para alertar sobre la presencia de personas, dentro de un rango que se considera la zona de seguridad. Este tipo de aparatos actúan como vigilantes, y captan cualquier movimiento que pueda producirse dentro del sector. El sistema se instala fácilmente y por su diversidad de aplicaciones, ofrece múltiples soluciones. Puede conectarse al sistema de seguridad, disparar una sirena o la luz de alarma, encender la luz del garaje sin necesidad de bajar del automóvil, iluminar escaleras y sótanos sin accionar el interruptor, conectar la luz del vestíbulo o de las ventanas cuando se acerque una persona a la entrada, etc. El único inconveniente que ofrece el sistema es que puede poner en marcha los dispositivos de emergencia por una

falsa alarma, al denunciar el paso de algún animal.

Basan su funcionamiento en el hecho de que el cuerpo humano emite calor y se encuentra en movimiento (una persona atravesando una habitación); el dispositivo básicamente es un detector de rayos infrarrojos (calor) y que utiliza lentes especiales que le permiten hacer una distinción entre objetos emisores fijos y móviles.

#### 1.5.2. Detectores fotoeléctricos.

Estos detectores trabajan enviando un haz de luz invisible (usualmente infrarrojo) desde el transmisor al receptor. Un intruso es detectado cuando interrumpe este haz de luz. Son clasificados según la distancia máxima a la que puede colocarse el transmisor y el receptor; son comunes los siguientes rangos: 100, 150, 200, 250 y 500 pies.

Estas pueden crear barreras de detección, y son ideales para funcionamiento en exteriores aun en condiciones de lluvia y nieve. Estos necesitan de una fuente de potencia externa para funcionar.

#### 1.5.3. Detectores térmicos.

Estos son regidos por un termostato, se disparan cuando la temperatura ambiente rebasa el nivel preestablecido, que por término medio suele ser el de los 58 °C, con una fluctuación máxima de  $\pm 4$  °C. Son aparatos muy ligeros (pesan menos de 200 gramos), provistos de una carcasa de material plástico de diseño atractivo y moderno. Apenas consumen energía en situación de reposo y acostumban a instalarse en el techo. Sus rangos de cobertura llegan por lo regular a los 35 metros cuadrados.

#### 1.5.4. Detectores de humo.

Estos tienen la función de detectar el enrarecimiento del aire como consecuencia del fuego y la emisión de humos; suelen funcionar por la activación de isótopos radioactivos o efecto fotoeléctrico; sus rangos de cobertura son más amplios que los detectores térmicos, bastará un aparato para cubrir superficies iguales o menores a 80 metros cuadrados. Superada dicha área, conviene disponer de un detector cada 60 metros cuadrados. Para distancias lineales, por ejemplo, las que puedan deparar un largo pasillo de menos de tres metros de anchura, corresponderá un

aparato cada 11.5 metros.

#### 1.5.5. Detectores de impactos.

Estos aparatos están diseñados para detectar golpes o vibraciones en muros o vidrios, y deben ser colocados directamente en la superficie que se desea proteger. Estos dispositivos tienen la característica de tener tiempos de respuesta muy pequeños y el control deberá estar capacitado con una zona de respuesta rápida (alrededor de 20 milisegundos).

#### 1.5.6. Contactos magnéticos.

Este tipo de detector es de funcionamiento muy sencillo y no requiere de ningún tipo de fuente de energía para funcionar.

Es común utilizarlo en puertas. Básicamente es un interruptor que abre o cierra un circuito eléctrico, y depende de la posición en que se encuentre la puerta, en la cual se coloca un imán que activa o desactiva el interruptor. En principio no existe límite en el número de contactos magnéticos que una instalación de seguridad pueda tener. Sin embargo, y como tanto los conectores como las conexiones suponen un gasto en material y en trabajo para disimular la instalación, el sentido común indicará en qué puntos es conveniente colocar un detector y en qué otros deberá considerarse como superfluo.

#### 1.6. Análisis de redes de alarma.

Resulta indispensable que los sistemas de alarma puedan comunicarse en caso de emergencia o simplemente para reportarse con una estación central receptora de alarmas.

La comunicación se realiza directamente desde el control en el cual se han programado los números telefónicos de la estación central; el control espera a que la estación central conteste la llamada y le envía un número de abonado y un código del estado en que se encuentre el sistema; este código puede reportar las siguientes condiciones:

- Corte de energía eléctrica.
- Batería de respaldo descargada.
- Alarma de robo.
- Alarma de incendio.

- Activación o desactivación del sistema.
- Condición de pánico.
- Coacción, forzar desactivación o activación del sistema.
- Anulación de zonas cableadas.
- Prueba del sistema.
- Etc.

Existen diferentes formatos de transmisión entre los que podemos mencionar.

- Estándar: en el formato estándar, se transmite un mensaje formado por 3 ó 4 dígitos para el código de cliente, seguido de un código de evento de un dígito.

Ejemplos: 123 3 6 6548 2.

- Ampliado: en el formato ampliado (también conocido como Universal o Expandido), se transmiten dos bloques de información:

El primero incluye el mensaje de alarma y un carácter de ampliación.

El segundo repite el carácter de ampliación como código de acontecimiento antes del código de identificación de zona.

Ejemplos: 123 3 333 1 6 4312 E EEEE 7.

- Parcialmente ampliado: en el formato parcialmente ampliado, se transmite una señal estándar para una condición de alarma y un mensaje ampliado para las recuperaciones y otras condiciones del sistema.

Ejemplo: condición de alarma 853 1, Recuperación 853 E EEE 1.

Un modelo común de receptora digital de alarmas es el modelo 685 de ADEMCO, con las siguientes características:

- Acepta la mayoría de formatos en la misma línea telefónica de ingreso.
- Almacena hasta 26 señales de alarma por línea.
- Ampliable hasta 8 líneas, procesando señales simultáneamente.
- Emite mensajes (fuego, robo, etc.), tanto en pantalla como en una impresora.
- Hasta nueve horas de autonomía de funcionamiento, a través de la batería de respaldo.
- Almacena hasta 113 mensajes.
- Reloj interno.
- Monitorea de líneas telefónicas cada 10 minutos.

Esta central cumple con las normas y regulaciones de FCC (Federal Communication Comision), y con el normas de la NFPA (National Fire Protection Association, Batterymarch Park, Quincy, MA 02269). Ha sido certificada para trabajo como: estación central de monitoreo de alarmas de robo y fuego por UL.

#### 1.7. Limitaciones y precauciones generales de un sistema de seguridad electrónico.

Los sistemas de seguridad electrónicos son altamente confiables, pero pueden no trabajar en todas las condiciones. Los sistemas de seguridad no brindan total protección sobre la vida o propiedades. Los sistemas de seguridad no pueden ser sustitutos del cuidado o precauciones.

Todos los usuarios deberían obtener un seguro de acuerdo con sus niveles de vida y propiedades. Instalar un sistema de seguridad no puede ser sustituto de un seguro. Tener un sistema de seguridad instalado lo puede hacer elegible para obtener cuotas reducidas al contratar un seguro.

Las causas más comunes para que un sistema de seguridad no trabaje apropiadamente son:

- No realizar pruebas periódicas del sistema.
- El mantenimiento y reparaciones no sean realizadas por personal calificado.

Sólo profesionales calificados deben instalar, reparar y mantener el sistema. Las pruebas periódicas deben realizarse con base en instrucciones del fabricante.

Los equipos están hechos de partes complejas que requieren pruebas, servicio y reparación. Después de años de uso, el equipo de seguridad probablemente necesitará ser reemplazado.

Los equipos de seguridad electrónicos no trabajan sin una fuente de poder. En los equipos de seguridad electrónicos, existen dos fuentes de poder: baterías y la red eléctrica. En estos casos, existen las siguientes limitaciones:

- Los sistemas que trabajan por medio de baterías no funcionan si las baterías están: muertas, descargadas o instaladas incorrectamente.
- Un incendio puede provocar que el sistema eléctrico falle antes de que la alarma se produzca.
- Intrusos pueden desconectar la fuente de poder eléctrica. Un sistema sin batería de respaldo no funciona cuando la



electricidad falla o es desconectada.

Las líneas telefónicas son empleadas para enviar señales de alarma hacia una Estación Central, el fuego puede causar fallas en las líneas telefónicas.

Los intrusos pueden crear interferencia o cortar las líneas telefónicas para evitar que estas señales sean enviadas o recibidas.

Las alarmas sonoras, como sirenas o campanas, pueden no alertar a las personas en algunos casos como los siguientes:

- Cuando no son conectadas correctamente, puestas en un lugar incorrecto o produzcan un sonido débil.
- El sonido puede no ser escuchado debido al ruido provocado por equipos de sonido o radios, aire acondicionado, u otros equipos que generen ruido.
- Cuando las personas se encuentren en un sueño profundo o tengan problemas que limiten su capacidad auditiva.

Sólo las pruebas periódicas del sistema de seguridad puede garantizar que las señales son enviadas y recibidas.

Estas recomendaciones están basadas en publicaciones de Security Industry Association (SIA), Santa Monica, California 90405.

## Capítulo 2.

Teoría de funcionamiento del sistema de seguridad integral.

### 2.1. Descripción general.

El concepto de funcionamiento se basa en el análisis por descomposición de frecuencias, tiempo de duración e intensidad de la señal recibida, esto lleva a la identificación de patrones que permiten determinar si se ha dado una condición anormal en el sector o zona protegida.

Está compuesto en su forma básica por el sensor, interface con la computadora, computadora, programa de control y sistemas de respuesta. Ver figura No. 4.

El sistema de detección por medio de ondas de presión funciona con base en el análisis de características definidas de las señales recibidas.

Un análisis completo de las características de la señal recibida hacen indispensable la utilización de un procesador poderoso y rápido.

El funcionamiento típico es de la siguiente forma: cuando una señal es detectada, se muestrea; una vez concluida, se determina tiempo de duración, contenido espectral e intensidad.

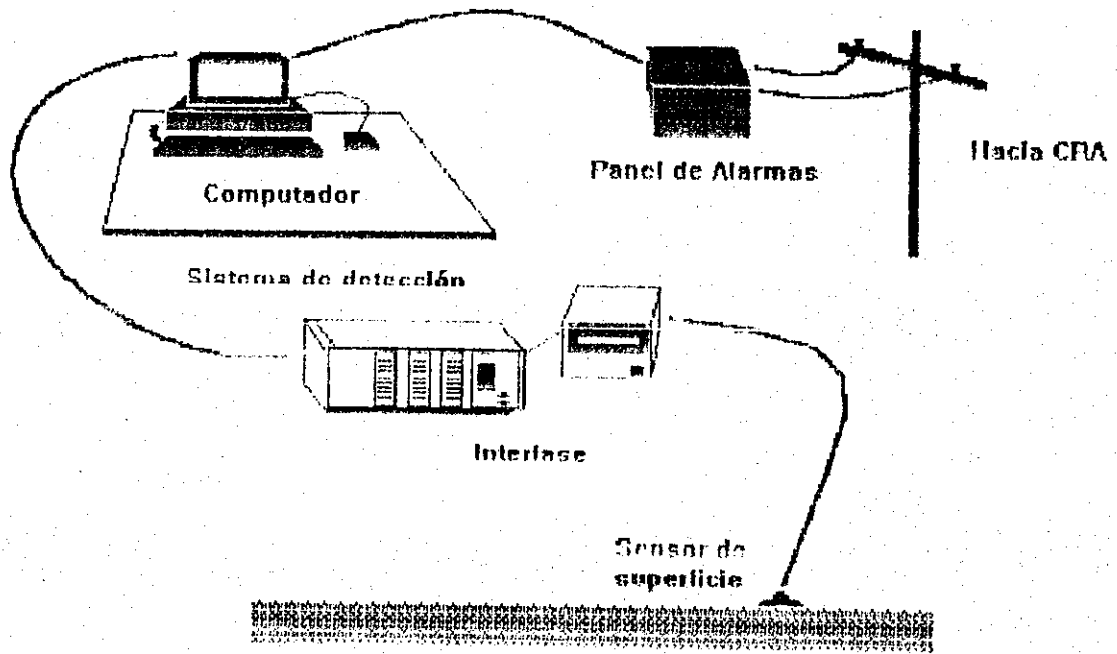
En el proceso de análisis, se toman en cuenta estas características donde se pueden presentar diferentes casos, por ejemplo, el siguiente:

- Señal de poca duración, muy intensa, única y con gran contenido espectral. Pudiera delatar una explosión o disparo.
- Una vez realizado el proceso de reconocimiento, se puede llegar a establecer si se ha generado una condición de riesgo o peligrosa, para tomar las acciones para solucionarla o reducir los daños que pueda provocar. Esto queda a cargo de los sistemas de respuesta.

A continuación se describe un ejemplo de aplicación (ver detalles ejemplo de aplicación No.1 en el capítulo No.7):

- La zona sobre la cual se encuentra instalado el sistema de protección es una bóveda donde se encuentran almacenados valores. El sistema de detección se encuentra conectado a un panel de control electrónico (ver capítulo No.1 sección 1.4.2.); el sistema de seguridad adicionalmente cuenta con un sistema de

Figura No. 4: Sistema de Seguridad Integral



Estructura básica del sistema.

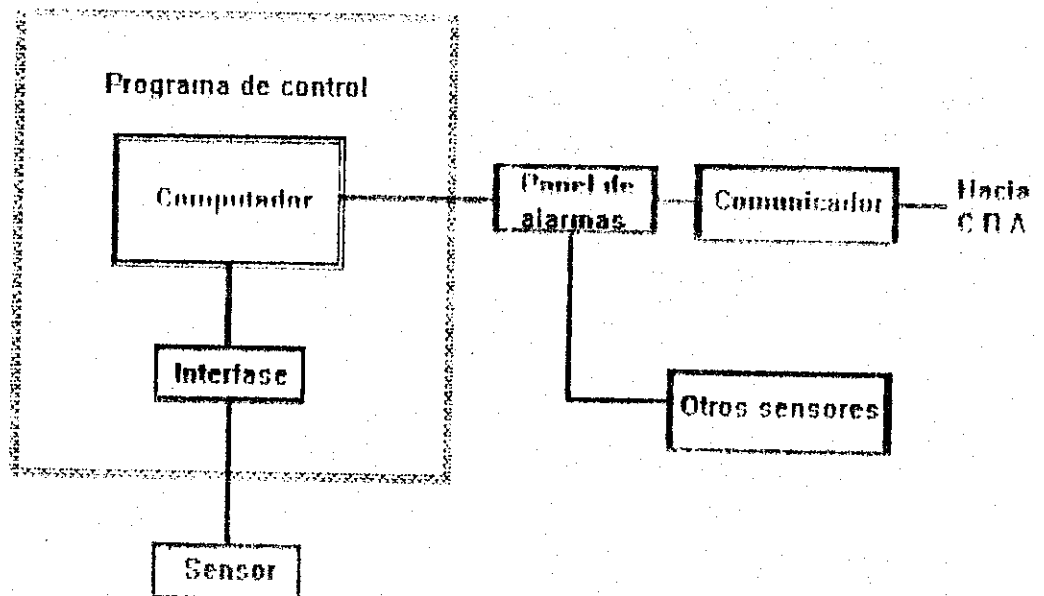


Diagrama de bloques del sistema.

circuito cerrado de televisión, con capacidad de grabación, instalado en un centro de control; adicionalmente se cuenta con otros tipos de detectores por ejemplo: detectores de humo, movimiento, etc.

El procedimiento de funcionamiento de este sistema es de la siguiente forma: una vez generada una condición de alarma en el sistema de detección, inmediatamente se emite una señal hacia el sistema de circuito cerrado de televisión para que inicie grabación en las cámaras instaladas; también se procede a enviar un aviso audible y visual al operador del sistema en la pantalla de la computadora, adicionalmente se emite una señal de alarma al panel de control, y éste envía un mensaje hacia la Central Receptora de Alarmas, informado sobre la condición existente en el área protegida.

Los operadores del sistema toman las acciones necesarias para prestar ayuda inmediata para la solución del problema.

## 2.2. Principio de funcionamiento.

Una persona al caminar, un automóvil en movimiento, un cristal al romperse, un muro al ser golpeado o impactado, un arma al ser disparada, un objeto al caer; estos y muchos otros eventos generan ondas sonoras, con características definidas. El origen del sonido es un movimiento vibratorio, producido por cuerpos en movimiento.

La propagación de la onda sonora necesita uno o varios medios elásticos interpuestos entre la fuente sonora y el receptor. Generalmente el aire es el que sirve de medio elástico en cuyo caso la velocidad de propagación es del orden de 340 metros/segundo a 20° C. Pero también los sólidos y los líquidos transmiten los sonidos. Por ejemplo, los nadadores debajo del agua oyen. Se puede oír la llegada de un tren o de un automóvil, pegando el oído en el riel o en la carretera.

El sistema de detección utiliza la característica de análisis de ondas sonoras provenientes del medio ambiente. Características como el contenido espectral, la intensidad, así como el tiempo de duración y la cantidad de veces que se presente, son tomadas en cuenta.

Es indispensable disponer de un medio de transducción entre el medio ambiente y el sistema de detección. Es necesario también disponer de un procesador con la suficiente velocidad, capacidad de cómputo y almacenamiento de datos para realizar la

tarea de detección, análisis y reconocimiento de una manera eficiente.

El objetivo del análisis es llegar a determinar condiciones anormales, que puedan llevar a situaciones de riesgo, e informar para poder tomar las acciones necesarias para solucionar la situación.

### 2.3. Estructura del sistema.

El sistema debe muestrear señal del medio ambiente, procesar y analizar, con el fin de determinar sus características (por ejemplo: contenido espectral, intensidad, tiempo de duración, cantidad de veces que haya ocurrido, etc.) y lograr su reconocimiento.

Para el proceso, es indispensable contar con un medio de transducción entre el medio ambiente y el sistema de análisis, así como de un sistema con gran capacidad de almacenamiento y manejo de información, lo que hace idóneo el uso de una computadora, los medios de respuesta brindarán una acción inmediata ante cualquier tipo de situación presentada (p.e: planificación de acciones a tomar en determinadas circunstancias, procedimientos establecidos, planes de contingencias, etc).

La estructura funcional del sistema está compuesta de los siguientes bloques (ver figura No.4).

#### 2.3.1 Sensor.

Tiene la función de recibir señales del medio ambiente y transformarlas a pulsos eléctricos para su posterior análisis. La característica más importante que debe cumplir es linealidad entre la señal de entrada y salida; esto es que cuando se generen incrementos de señal en la entrada deben generarse incrementos proporcionales en la señal de salida a cualquier valor que tenga ésta.

El tipo de señal que recibe son ondas de presión u ondas sonoras transmitidas por el medio (aire o sólidos), El tipo de sensor debe cumplir la tarea de recibir, amplificar y filtrar las señales recibidas; básicamente se consideran dos tipos de sensor aplicables:

A. Sensor Piezoeléctrico: éste recibe las ondas y se deforma generando un voltaje proporcional a la deformación generada. Su

tamaño puede ser muy pequeño y altamente confiable, y puede ser fácilmente disimulado.

B. Sensor capacitivo: éste basa su funcionamiento en la variación de la capacitancia al recibir la onda de presión que causa una deformación proporcional en el capacitor. Esta variación en la capacitancia puede ser medida y es proporcional a la intensidad de la onda recibida.

### 2.3.2 Computadora e Interface.

La computadora básicamente está compuesta por la unidad central de proceso (CPU), y periféricos (por ejemplo: monitor, teclado, medios de almacenamiento, etc).

La interface es necesaria debido a la señal proporcionada por el sensor es de tipo analógico; es indispensable digitalizarla y conformarla para su análisis y procesamiento en la computadora.

En su diseño, se incluyen decodificadores, convertidor analógico digital, registros, etc. Tiene la capacidad de muestrear la señal entregada por el sensor, así como la manipulación de otros dispositivos por ejemplo: generar señales para paneles de alarma, o control de circuitos cerrados de televisión.

### 2.3.3 Programa de control.

Tiene las funciones de muestreo, análisis, proceso, identificación y almacenamiento de las señales recibidas, así como responder a las condiciones de alarma.

Existen muchos lenguajes de programación bajo los cuales se puede desarrollar, por ejemplo: BASIC, PASCAL, C, etc. En el Apéndice No 1, se encuentran desarrolladas las rutinas relevantes para el lenguaje TURBO PASCAL de BORLAND INC. Versión 6.0, debido a su flexibilidad y facilidad de manejo, que permite una programación modular, así como valiosas herramientas de depuración y optimización del código generado.

El tipo de rutinas especializadas que se implementan son las siguientes:

- Muestreo de señales.
- Manejo de archivos de almacenamiento.
- Manejo de pantallas gráficas.

- Análisis y procesamiento de datos.
- Manejo matemático (transformada de Fourier).
- Comparación de características.
- Manejo de criterios de reconocimiento.
- Interacción con el usuario.
- Respuesta a condiciones de alarma.

#### 2.4. Criterios de reconocimiento y respuesta.

Algunas de las condiciones que el sistema puede llegar a determinar son las siguientes:

- a- Señal de poca duración, muy intensa, única y de gran contenido espectral; pudiera delatar un disparo o explosión.
- b- Señal con frecuencias bajas y altas, corta duración; pudiera delatar cristales cuando son rotos.
- c- Señal constante y con gran contenido espectral; pudiera delatar interferencia sobre el sistema.
- d- Señales intensas, frecuentes y de contenidos bajos de frecuencias; pudieran delatar una perforación sobre estructuras o paredes.
- e- Señales de larga duración, que puede delatar algún tipo de actividad sobre el área o zona protegida.
- f- Señal sin armónicos de intensidad media-baja, de frecuencia 60 Hertz, pudiera tratarse de balastos ruidosos en lámparas fluorescentes cercanas; en este caso debe ignorarse la señal.
- g- Señales esporádicas de amplitud y duración aleatorias; pudiera tratarse de un ambiente ruido.
- h- Ausencia de señal durante períodos prolongados de tiempo. Daño en el sensor o sabotaje en el sistema.

Los criterios básicos tomados se presentan en la siguiente sección.

##### 2.4.1. Análisis de señales por descomposición espectral.

Según la teoría de Fourier (ver capítulo No.4), toda señal puede ser analizada por su espectro de frecuencias.

Los eventos aquí analizados producen ondas de presión de las cuales se puede obtener su contenido espectral. El sistema identifica ventanas de frecuencias típicas para estos eventos y es el medio de reconocimiento de los mismos.

En la tabla No.2, se resumen algunos eventos y el ancho de banda en la cual se concentra la mayor de frecuencias que lo forman.

Tabla No.2

Evento	Rango de frecuencia
Voz humana	0 - 3 KHz
Descargas atmosféricas	Contiene teóricamente todas las frecuencias.
Funcionamiento de motores de combustión interna (arranque por bujías)	Contiene teóricamente todas las frecuencias.
Instrumentos musicales	producen tonos fijos con contenidos armónicos.

La comparación de estos rangos de frecuencia con la señal obtenida del sensor resulta ser el medio de identificación y reconocimiento utilizado por el sistema.

#### 2.4.2. Intensidad.

Señales intensas provenientes del sensor delatan eventos muy cercanos o condiciones fuera de lo normal. Es indispensable considerar una característica de acumulación de señal, para evitar que el sistema sea activado algún ruido fuerte proveniente del exterior.

#### 2.4.3. Tiempo de duración.



Otro criterio de análisis es la duración de una señal; las señales prolongadas pueden incurrir en situaciones de riesgo.

#### 2.4.4. Frecuencia de señales.

Las señales repetitivas constantemente pueden ser determinantes para la generación de un ciclo de alarma. Esto puede significar realización constante de una acción, por ejemplo: perforaciones en muros.

## Capítulo 3.

### Diseño de sensor.

#### 3.1. Descripción general.

Existen muchos tipos de sensores aplicables con diferencias en efectividad, rentabilidad y costo, pero todos ellos tienen un propósito: informarle al sistema de análisis cuando ocurre algo anormal.

El sensor debe tomar ondas de presión del medio ambiente y convertirlas en señales eléctricas para poder ser analizadas por el sistema; esta señal eléctrica debe ser filtrada, y amplificada de modo que pueda ser utilizada por el sistema. En la figura No. 5, se muestra el diagrama de bloques para el sensor.

##### 3.1.1. Fuente de voltaje.

Su función es entregar potencia al sistema para que funcione, una de sus principales características es de mantener la alimentación de voltaje aún en condiciones de corte de energía eléctrica durante un tiempo razonable, y una vez restablecido el servicio eléctrico, se recargan las baterías de respaldo.

##### 3.1.2. Transductor.

Su función es convertir las señales tomadas del ambiente a señales eléctricas; opera con señales muy pequeñas y tiene una relación lineal entre la entrada y salida.

**Transductor piezoeléctrico:** los materiales cristalinos, como el cuarzo, producen fem cuando están expuestos a un esfuerzo. Esta propiedad se utiliza en transductores piezoeléctricos, donde un cristal se ubica entre una base sólida y un elemento sumador de fuerza. Una fuerza aplicada desde el exterior entra a través de su apertura de presión a la parte superior del cristal. Esta produce una fem a través del cristal proporcional a la magnitud de la presión aplicada (ver figura No. 6).

**Transductor capacitivo:** la capacitancia de un condensador de placas paralelas y dieléctrico de aire está dada por:

$$C = \epsilon_0 \times A / d \quad [\text{Faradios}].$$

donde A = área de cada placa [m<sup>2</sup>]

d = distancia entre las placas [m]

$\epsilon_0 = 9.85 \times 10^{-12}$  [F/m]

Puesto que la capacitancia es inversamente proporcional al espaciamento entre las placas paralelas, cualquier variación en d origina una correspondiente variación en la capacitancia. Este principio se aplica al transductor capacitivo. Una fuerza aplicada a un diafragma que funciona como placa de un capacitor simple, cambia la distancia entre el diafragma y la placa estática.

### 3.1.3. Filtro activo pasabajos.

Este dispositivo limita la cantidad de frecuencias que ingresan al sistema, un filtro activo utiliza además un amplificador para la ganancia de voltaje; éste impide el paso de frecuencias altas que pudieran existir.

### 3.1.4. Regulador de voltaje.

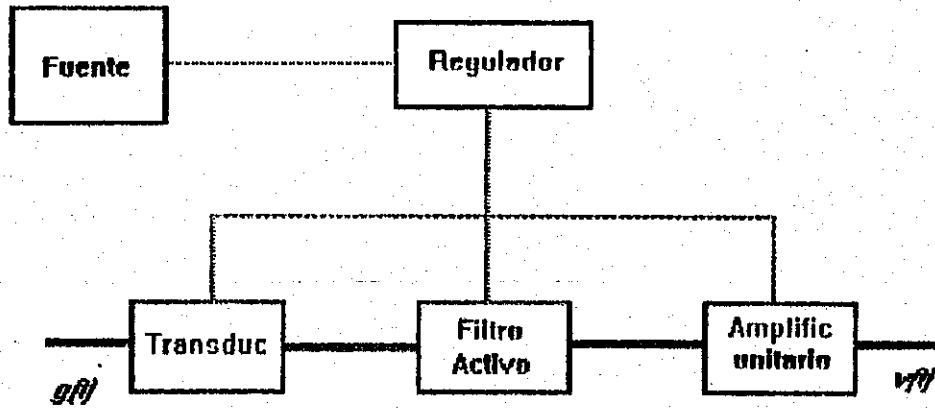
Debido a la presencia de circuitos integrados en el sensor, ruido en la fuente, así como voltaje de rizado proveniente del rectificador, el posible alejamiento físico entre el sensor y la fuente de voltaje, es necesaria la presencia de reguladores de voltaje. Estos entregan un voltaje regulado fijo positivo o negativo dentro de un intervalo de corrientes de carga.

## 3.2. Criterios de diseño.

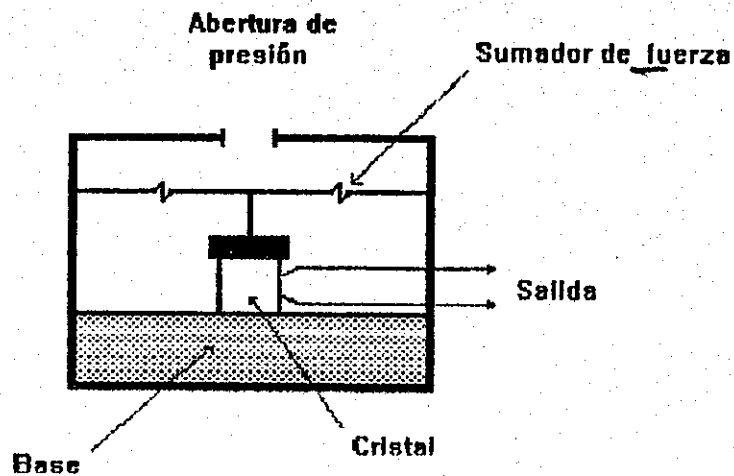
Los siguientes criterios deben ser tomados en cuenta para el desarrollo del diseño:

- Ancho de banda: 0 - 3 kilohertz.
- Voltaje de salida del transductor: 10 milivoltios máximo.
- Voltaje de salida del sensor: 5 voltios máximo pico a pico.
- Velocidad de muestreo: 6 Khz mínimo.
- Distancia máxima entre sensor e interface: 10 metros.
- Funcionamiento aún en condiciones de corte de energía eléctrica durante un tiempo razonable.

**Figura No. 5: Diagrama de bloques del sensor.**



**Figura No. 6: Transductores.**



**Elementos de un transductor piezoeléctrico**

### 3.3. Modelo matemático.

La presentación del modelo matemático se hará para cada parte involucrada.

Transductor: en este dispositivo es indispensable que exista una linealidad entre la señal de entrada y la de salida.

$$v(t) = k \times g(t) \quad [\text{voltios}]$$

donde  $v(t)$  es el voltaje generado,  $k$  es una constante de proporcionalidad y  $g(t)$  es la señal de entrada al transductor.

Filtro activo pasabajos: un filtro pasabajos de primer orden que utiliza un resistor y un capacitor como el de la figura No.7. tiene una pendiente práctica de 20 dB por década, como se muestra en la figura No.8, la ganancia de voltaje de bajo de la frecuencia de corte es constante.

$$A_v = 1 + R_{of}/R_{ol}$$

a una frecuencia de corte

$$f_{oh} = 1 / (2 \pi R_1 C_1) \quad [\text{hertz}]$$

Un filtro ideal proporciona una salida constante a partir de  $\omega$  hasta la frecuencia de corte  $f_{oh}$  y no deja pasar ninguna señal arriba de la frecuencia de corte ver figura No.8.

### 3.4. Desarrollo de diseño.

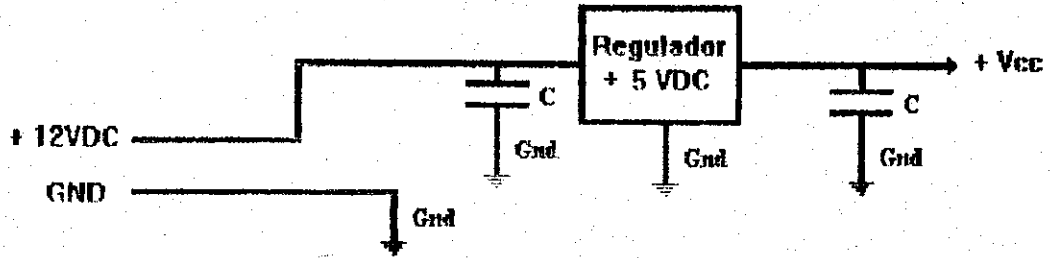
A continuación, se presentan los valores de diseño para el regulador de voltaje, para el filtro pasabajos y para la fuente de poder ver las figuras No.7 y No.8 respectivamente, obtenidos a partir de las ecuaciones arriba descritas, el listado de componentes recomendados esta en base a la facilidad de obtención de dispositivos, y su alta confiabilidad:

Fuente regulada.

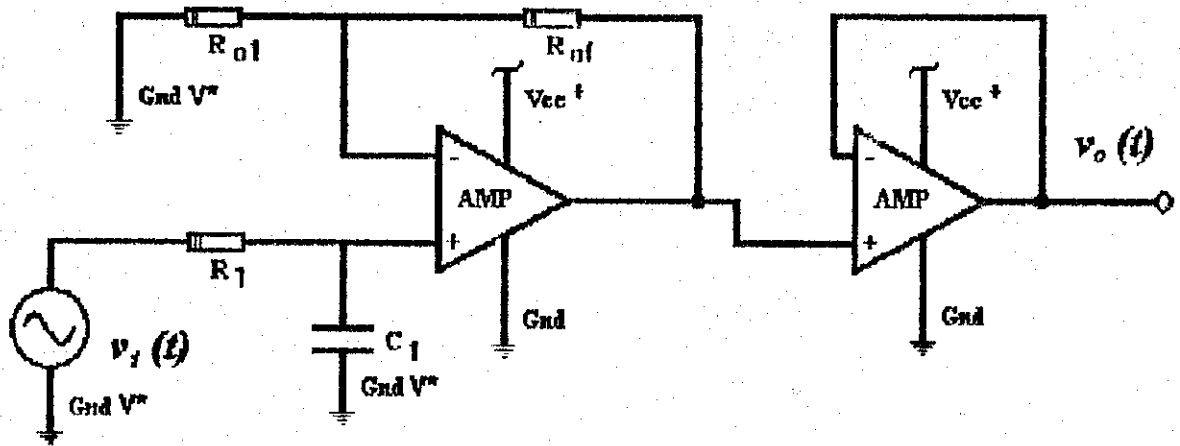
Regulador +5 VDC: LM 7805.

Regulador -5 VDC: LM 7905.

Figura No. 7: Diagrama de diseño de sensor.



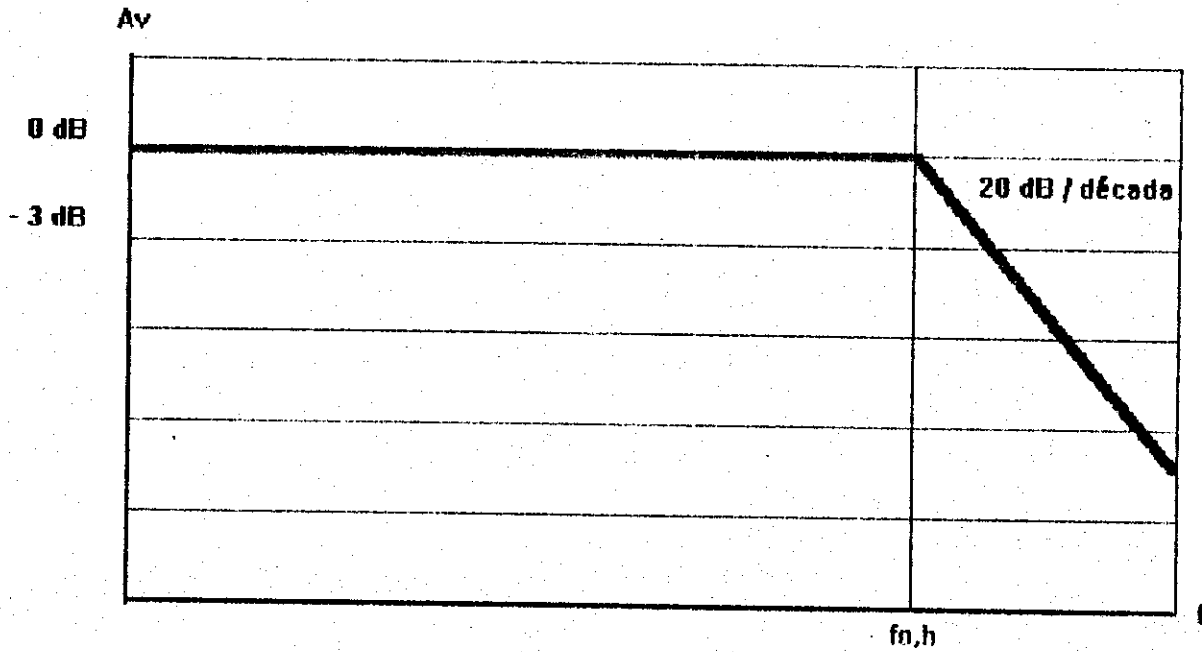
Regulador de voltaje



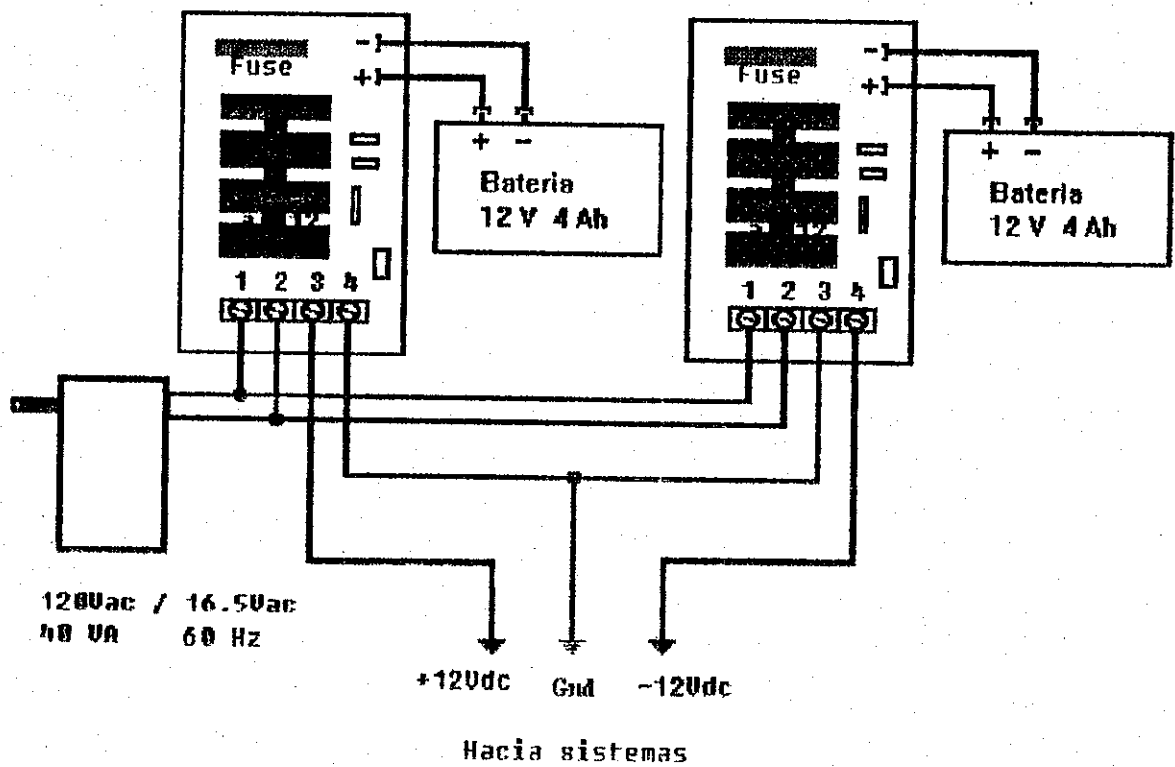
Gnd V: Punto de referencia virtual con valor de 2.5 voltios proviene de la interface.

Filtro activo pasabajos

Figura No. 8: Respuesta ideal normalizada de un Filtro Pasabajos.  
 figura no. 8. respuesta ideal normalizada de un Filtro Pasabajos.



Fuente de Poder



capacitores : 1 microfaradio 16 VDC.

Filtro Pasabajos.

R<sub>01</sub> : 1 K ohm.  
R<sub>0f</sub> : 250 K ohm.  
R<sub>1</sub> : 1 K ohm.  
C<sub>1</sub> : 53 picofaradios.  
AMP : ECG 1458 u otro equivalente.

Fuente ininterrumpida de voltaje:  
Equipo recomendado

Fuente: ALTRONIX 612 12 VDC 1 Amp.  
con cargador de batería.

Batería: YUASA 12 VDC 4 Ah, mínima.

Transformador: Revere 120 Vac / 16.5 Vac clase 2.

\* Los datos anteriores fueron obtenidos de las siguientes fuentes:

- Consultando directamente los catálogos
- Catálogo de productos 1995 Saltex (ver bibliografía).



## Capítulo 4.

### Análisis de Datos.

#### 4.1. Descripción General.

La señal tomada del medio ambiente debe ser analizada para obtener la información que se desea. Esto comprende los siguientes pasos: filtrado, muestreo, conversión analógica-digital, y análisis espectral; cada uno de estos pasos es importante y en este capítulo se estudiara la teoría de funcionamiento de los más importantes.

Otro aspecto que se ha de considerar durante el análisis es un tratamiento estadístico de las señales de alarma generadas, lo cual permite identificación de condiciones recurrentes que generen falsas alarmas en el sistema; adicionalmente permite la creación de historiales de alarmas o problemas detectados en el sistema.

#### 4.2. Análisis de señal.

El objetivo de este análisis es estudiar el fundamento sobre el cual se basa el funcionamiento del sistema; toda señal que ingresa al sistema debe pasar por las etapas de muestreo, conversión analógica-digital, y estudio del espectro de la señal; en las siguientes páginas, se presenta brevemente un análisis de tipo matemático de las etapas más importantes.

##### 4.2.1. Teorema de muestreo.

Las señales que portan información deben ser asequibles, ya sea en forma analógica o en forma digital o discreta. Habría que determinar qué condiciones son necesarias para convertir una señal analógica en discreta, o viceversa, sin perder información. Como un criterio para conseguir esto, debe insistirse en que es posible reconstruir en su totalidad la señal original por medio de filtros.

El enlace entre la señal analógica y la señal discreta correspondiente es proporcionado por lo que se conoce como teorema del muestreo. Este teorema se puede enunciar en forma simple como una señal de banda limitada de valor real sin

componentes espectrales por encima de una frecuencia  $B$  Hz, que se determina en forma unívoca por sus valores equidistantes en intervalos no mayores que  $1/(2B)$  segundos.

Esta es una condición suficiente para que una señal analógica pueda ser totalmente reconstruida a partir de un conjunto de muestras discretas equidistantes en el tiempo.

La validez del teorema del muestreo se puede demostrar por medio de la propiedad de convolución en frecuencia de la transformada de Fourier. Una demostración matemática rigurosa se puede encontrar en Introducción a los Sistemas de Comunicación, F.G. Stremler; ver bibliografía.

En la práctica, no se puede alcanzar el potencial total del teorema del muestreo; y las expresiones anteriores sirven como topes superiores del desempeño real. El primer compromiso que se debe enfrentar es que no se pueden construir filtros pasabajas ideales. Si la característica del filtro tiene una pendiente finita en los bordes, las componentes de frecuencia de las réplicas espectrales se pueden transmitir a través del filtro aunque se satisfaga el teorema del muestreo. Por esta razón, en los sistemas prácticos se sobremuestra.

Una segunda razón por la que no se puede alcanzar el potencial máximo del teorema del muestreo viene del hecho que una señal limitada en el tiempo nunca es estrictamente de banda limitada. Cuando dicha señal se muestrea, siempre existirá un inevitable traslape de componentes espectrales. Al reconstruir la señal, los componentes de frecuencia originales localizadas por encima de la mitad de la frecuencia de muestreo aparecerán por debajo de este punto y serán transmitidas por el filtro pasabajas. Esto se conoce como alias y el resultado es la distorsión de la señal. Los efectos del alias se pueden combatir haciendo una labor de filtrado tan buena como sea posible antes del muestreo y tomando muestras a tasas mayores que la del teorema de muestreo.

#### 4.2.2. Conversión analógica-digital por aproximaciones sucesivas.

Un método de conversión analógico-digital muy efectivo es el de aproximación sucesiva que es la implantación electrónica de una técnica llamada regresión binaria.

Supongamos que para determinar el valor de un número se permite hacer estimaciones. Cada estimación se ha de evaluar y

hay que saber si la estimación fue 1) igual o menor o 2) mayor que el número por determinar. Los valores máximo y mínimo del número posible también se conocen.

Consideremos como ejemplo, que el número por determinar está entre 0 y 511. La mejor opción inicial es el número entre los extremos, idealmente, es 256; supongamos que el número por determinar es el 499. El número es mayor que 256 y esta información se obtiene. Se sabe ahora que la cantidad por determinar está entre 256 y 511; de nuevo la mitad del intervalo es la mejor alternativa : 384. El número por determinar aún es mayor; así el siguiente intervalo de estimaciones será 384 a 511, para lo cual el punto medio es 448. El número desconocido es mayor que éste, y el siguiente intervalo de cifras posibles va de 448 a 511 con un punto medio igual a 480. El número aún es mayor que éste, lo que lleva al siguiente intervalo de posibilidades; 480 a 511, con punto medio igual a 496. Nuevamente el número es mayor y el siguiente intervalo va de 496 a 511, donde el punto medio es el 504. Por primera vez el número desconocido es menor y el intervalo para la siguiente estimación va de 496 a 504, con 500 como punto medio. El número es menor que esta estimación, lo que deja un intervalo de posibilidades de 496 a 500. El resultado del punto medio es el 498 y el número desconocido es mayor. El último intervalo va de 498 a 500 con un punto medio igual a 499. Esta es la novena estimación y se sabe que el número es menor que 500, según la séptima aproximación y mayor que 499 según el resultado de la octava, por lo tanto; el número debe ser el 499. A continuación, se presenta una sinopsis tabular de las aproximaciones y los resultados.

Tabla No. 3

Estimación	Resultado
256	Menor o igual que
$256 + 128 = 384$	Menor o igual que
$384 + 64 = 448$	Menor o igual que
$448 + 32 = 480$	Menor o igual que
$480 + 16 = 496$	Menor o igual que
$496 + 8 = 504$	Mayor que
$496 + 4 = 500$	Mayor que

496 + 2 = 498  
498 + 1 = 499

Menor o igual que  
Correcto

---

#### 4.2.3 Análisis espectral.

Existen métodos matemáticos para calcular el espectro de una señal, si la señal se reduce a una ecuación matemática o a un conjunto de puntos dato. El método matemático más directo es la transformada de Fourier. Una señal que se pueda representar como una ecuación, una gráfica o un conjunto de puntos dato, donde la variable independiente es el tiempo y puede ser transformada en otra ecuación, gráfica o conjunto de puntos dato donde la variable independiente es la frecuencia. La transformación produce el espectro de la forma de onda. Si una señal se transforma en un conjunto de puntos dato matemáticos mediante la digitalización de una señal analógica, se puede programar una computadora digital para obtener la transformada de Fourier, con la cual se calcularía el espectro de la forma de onda. El método para calcular el espectro se llama algoritmo. Si se utilizan algoritmos muy especializados, el tiempo de retraso a partir de que ocurre la señal y la obtención del espectro puede ser largo.

Una muestra de la señal por analizarse se digitaliza mediante cualquier método apropiado de conversión analógica-digital. El resultado de esta conversión de números digitales que representan la amplitud de la onda de entrada como una función del tiempo, sobre un tiempo específico se almacena en memoria y el espectro se calcula a partir de este conjunto de datos. Nótese que el espectro se puede calcular en cualquier tiempo después de realizar la conversión analógica digital; en vista de que la computadora requiere una cantidad finita de tiempo para calcular el espectro, la presentación ocurre poco después de que se presenta la onda de entrada. A pesar de que el método es potencialmente poderoso, hay algunas limitaciones inherentes a la técnica. La primera, es que la transformada de Fourier no es una transformada continua verdadera, sino que produce una transformada de resolución finita. Esto significa que el espectro sólo se encuentra en intervalos específicos. La naturaleza del espectro sólo es inferible entre los intervalos. Por lo general, la naturaleza de la onda que va a analizarse permite hacer una simple interpolación entre líneas discretas del

espectro. Sin embargo, para algunas formas de onda esta consideración produce resultados erróneos.

El rango de frecuencia a la entrada al sistema se debe restringir a no más de un medio de la frecuencia de muestreo, para prevenir la generación de componentes espectrales espurias llamadas componentes ocultas. Este requisito es similar a cualquier sistema muestreado, excepto que las componentes ocultas sean completamente visibles en la presentación del espectro.

La resolución de la conversión analógica-digital afecta la calidad del cálculo del espectro. Mientras más fina sea la resolución de la conversión digital de los datos, más exacta será la presentación del espectro calculado.

#### 4.2.4. Transformada de Fourier discreta.

El aumento en la utilización de métodos digitales para ayuda en los cálculos y para aplicaciones de procesamiento de señales ha provocado un interés creciente en una versión discreta de la transformada de Fourier. Este tema se analiza aquí en forma breve, con particular interés en la relación entre las transformadas de Fourier discreta y continua.

Sea la representación de una secuencia de  $N$  muestras uniformemente espaciadas sobre el intervalo  $(0, NT)$  la siguiente:

$$f(kT) = f(0), f(T), f(2T), \dots, f[(n-1)T].$$

La transformada de Fourier discreta (DFT: discrete Fourier Transform) se define como la secuencia de  $N$  muestras de valor complejo en el dominio de la frecuencia dada por la ecuación [I]; donde  $\Omega = 2\pi/(NT)$ . Nótese que  $\Omega T = 2\pi/N$  y  $\Omega$  y  $T$  no aparecen en forma explícita en la DFT. Estos parámetros son sólo factores de escala para interpretar los resultados y no son necesarios en los pasos del cálculo.

Al utilizar aproximaciones numéricas a la transformada de Fourier, es necesario restringir el intervalo de observación a un valor finito. Por tanto, definamos la función truncada  $f(t)$  en términos de  $f(t)$  por la ecuación [II].

La transformada de Fourier,  $F(w)$ , de esta función truncada, está dada por la ecuación [III].

Haciendo los cambios de variable  $w$  por  $n\Omega$ ,  $t$  por  $kT$ ,  $dt$  por  $T$ , la ecuación [III] se puede aproximar por [IV].

$$[I] \quad F_D(n \Omega) = \sum_{k=0}^{N-1} F(kT) e^{(j\Omega T)k} \quad n=0,1,\dots,N-1,$$

$$[II] \quad f(t) = \begin{cases} f(t) & 0 \leq t < NT \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

$$[III] \quad F(w) = \int_0^{NT} f(t) e^{(jw)t} dt$$

$$[IV] \quad F(n\Omega) \cong \sum_{k=0}^{N-1} f(kT) e^{-j\Omega kT} T.$$

$$[V] \quad F(w) \Big|_{w=n\Omega} \cong T F_D(n\Omega)$$

De las ecuaciones [II] y [IV], se demuestra la ecuación [V]. Una comparación con la transformada de Fourier continua muestra que las dos son análogas si (1) la señal  $f(t)$  se trunca en el intervalo  $(0, NT)$ ; (2) dentro de este intervalo la señal  $f(t)$  está disponible como una secuencia de  $N$  valores igualmente espaciados; y (3) el intervalo se extiende en forma periódica dando lugar a frecuencias armónicas discretas  $\omega_n = 2\pi n/(NT)$ . Notemos que la segunda condición implica que los espectros de frecuencia calculados son periódicos con período  $N$ .

#### 4.3. Análisis estadístico.

La capacidad de registro todo tipo de eventos del sistema, brindan la oportunidad de realizar análisis detallados de las alarmas generadas con identificación de patrones recurrentes, con el fin de evitar al máximo la generación de falsas alarmas.

Cada evento debe ser registrado en una base de datos donde se deben detallar las siguientes características:

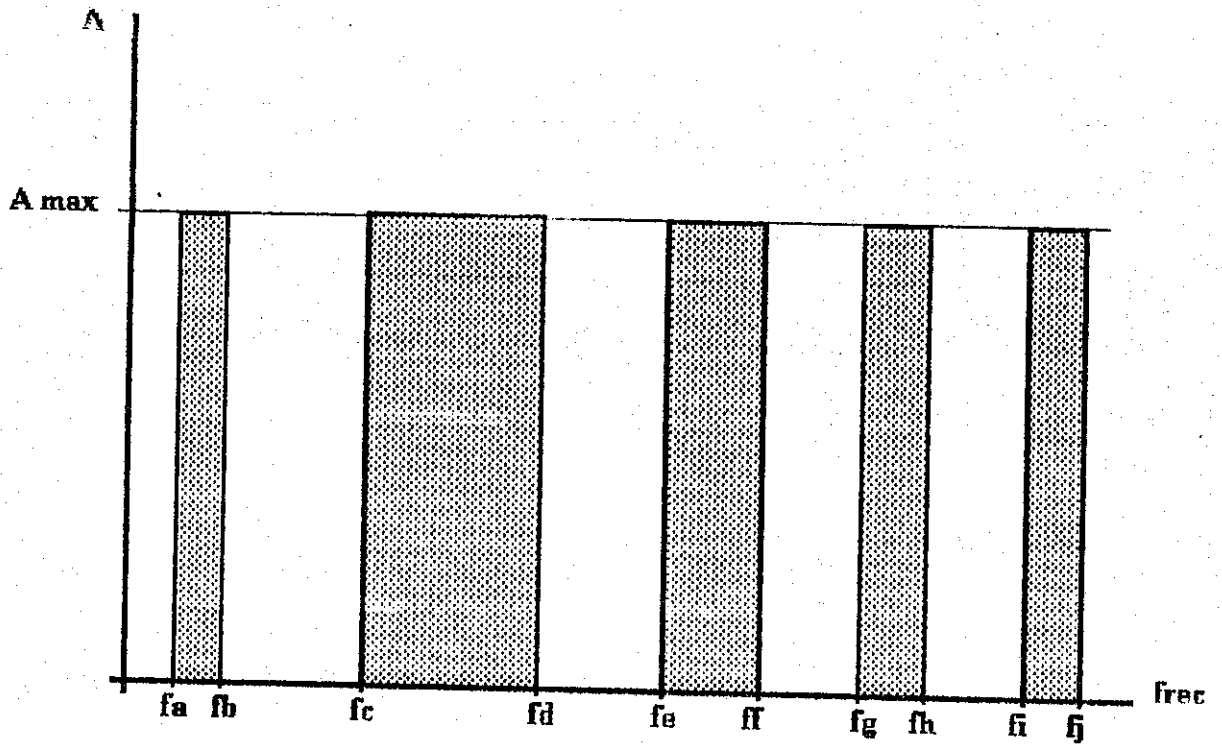
- Fecha.
- Hora de inicio.
- Hora de término.
- Tiempo de duración.
- Tipo de evento.
- Información adicional.
- Respuesta del sistema.

La estructura de esta base de datos permite el estudio de las señales de alarmas y las condiciones que las han generado; es ésta la característica más valiosa del sistema. La presentación de esta información al usuario es importante donde se debe considerar la posibilidad de búsquedas de datos de forma condicional. El sistema, una vez ha detectado la presencia de una señal, tomará una muestra, realizando un análisis espectral de la misma; seguidamente tomará una nueva muestra, repetirá el análisis, y así sucesivamente hasta que la señal desaparezca o se reduzca bajo un determinado nivel (que será fijado por la sensibilidad del sistema).

##### 4.3.1. Característica de acumulación.

La característica de acumulación evita que el sistema sea activado por eventos esporádicos o casuales provenientes del

Figura No. 9: Gráfica de discriminación de frecuencias.



$f_a - f_b$ : rango permitido

$f_b - f_c$ : rango no permitido

$f_c - f_d$ : rango permitido

$0 - f_j$ : Ancho de Banda

$A_{max}$ : Amplitud máxima permitida.



mismo medio ambiente y cuya duración sea mínima (pe: descargas electroatmosféricas, arranque de automóviles cercanos, etc).

El objetivo de evaluación de esta característica es la identificación de señales prolongadas y constantes, lo que indican actividad cercana al área protegida; esta puede generar una condición de alarma según el horario de actividades de la zona (pe: digamos si se presenta en horas de la madrugada).

#### 4.3.2. Característica de discriminación de frecuencias.

Esta Característica permanece activa siempre (sin importar horarios); su función es la identificación de frecuencias fuera de lo normal en la señal analizada, que indica acontecimientos fuera de lo normal y que puedan incurrir en situaciones de riesgo; el manejo estadístico de esta característica es indispensable debido a que sólo un análisis completo de las frecuencias presentes en la señal llevarán al sistema a identificar su medio ambiente.

Aquí se deben determinar los rangos de frecuencias permitidas y no permitidas con base en largos tiempos de muestreo de señales provenientes del medio ambiente específico, durante la fase de instalación y pruebas del sistema. Mientras más largo sea la fase de pruebas mas completa será la información que se puede obtener del medio ambiente.

Debido a que parte de los eventos que se va registrar tendrá un alto contenido armónico de frecuencias, el análisis de esta característica no se puede realizar por el simple hecho de que se presente una frecuencia en un determinado rango, sino por la cantidad de veces que se presente durante todo el evento; esto será determinado por la sensibilidad del sistema, mientras mayor sea la sensibilidad menor cantidad de veces necesitará presentarse la frecuencia para activar el sistema (ver figura 9).

## Capítulo 5.

### Diseño de interface y programa de control.

#### 5.1. Descripción general.

Esta parte dota al sistema de capacidad de análisis y respuesta, con base en el estudio de la información obtenida, la cual se compara con patrones preestablecidos y se determina la respuesta del sistema.

Debido a la gran cantidad de información obtenida, el sistema deberá responder en forma eficiente a las diferentes condiciones generadas; esto implica alcanzar ciertas velocidades de muestreo, y procesamiento de datos, así como una determinada capacidad de almacenamiento de datos.

La velocidad de funcionamiento del sistema queda determinada principalmente por la velocidad a la que trabaje el procesador central y del tipo de procesador que se trate; actualmente este no resulta ser un problema, debido a que en el mercado aparecen constantemente procesadores más veloces y mejores que sus versiones anteriores, a precios cada vez menores.

#### 5.2. Análisis y estructura de interface.

La característica más importante en el diseño de la interfase se basa en la conversión analógico-digital de la señal analizada; deben tomarse en consideración los siguientes requerimientos:

- Velocidad de muestreo: mínima 6 Khz.
- Resolución del convertidor analógico digital: 8 bits o más.
- Capacidad de muestreo de señales positivas y negativas. -
- Tiempo de conversión: 100 microsegundos o menos.
- Error de conversión máximo permitido:  $\pm 1$  LSB.

Existen muchos tipos de convertidores para este propósito; entre algunas selecciones que se pueden hacer se encuentran:

ADC0801 - ADC0817;

ADC1001 - ADC1080;

ADC1210 - ADC1280;

y muchos otros que cumplen con las especificaciones mínimas requeridas. La mejor recomendación que se puede hacer al respecto

es la de investigar en el mercado los productos ofrecidos, ya que constantemente aparecen nuevos convertidores con características mejoradas que sus versiones anteriores.

El diagrama de diseño de la interfase se encuentra en la figura No.10; ésta incluye también la circuitería de respuesta compuesta por relés de contactos secos SPST, los cuales pueden acoplarse a cualquier panel de alarmas (ver capítulo No.1), para poner en funcionamiento el sistema de alarmas.

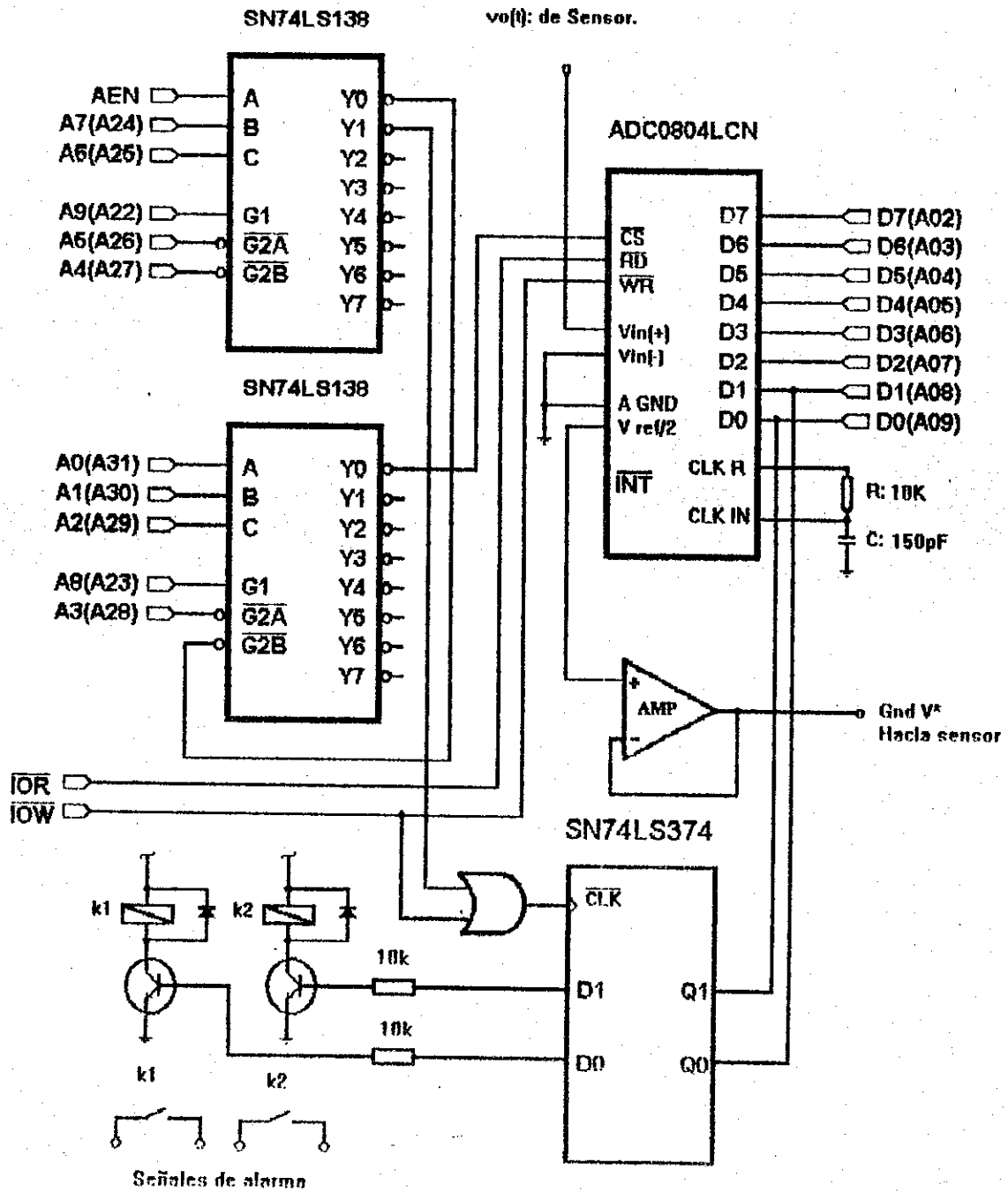
La demás circuitería presentada corresponde a los decodificadores; su función es la de reconocer cuando el procesador va a solicitar información o cuando va a enviar información hacia la interfase, específicamente en los puertos \$0300 Hex y \$0301 Hex.

### 5.3. Estructura de funcionamiento.

Debido a los tiempos de cálculo y análisis de señales recibidas la estructura funcional propuesta se compone básicamente de tres módulos o etapas (dos corresponden a la puesta en marcha del sistema y la tercera durante su funcionamiento); la primera etapa tiene el objetivo de recopilar información detallada sobre el medio ambiente; siempre que exista alguna señal arriba del nivel de ruido ambiental, el sistema tomará una muestra de aproximadamente un segundo y la que posteriormente será almacenada en algún medio no volátil (pe: disco duro); esta etapa es recomendable que sea lo más larga posible (un mes); la segunda consiste en el procesamiento y análisis de la información generada, básicamente obtención de la transformada directa de Fourier (TDF), que es una representación del espectro de frecuencias de la señal y la normalización de los valores representativos. Durante la tercera etapa, el sistema analiza muestras de señales que exceden cierto nivel y las compara con los patrones preestablecidos, para determinar si existe condición de alarma o no, debe existir un registro de todo tipo de evento generado, lo que permite encontrar fallas recurrentes, así como tener un registro del funcionamiento del sistema.

### 5.4. Requerimientos del sistema.

Figura No. 10: Diagrama de Interface



Para un desarrollo eficiente, se recomienda la utilización del siguiente equipo de cómputo y programas especializados:

- Procesador Intel 486 DX, equivalente (Cyril 486DLC, American Megatrends 486 DLC, Hewlett-Packard vectra 486, etc).
- Coprocesador matemático.
- Velocidad de sistema 66 Mhz o mayor.
- 4 MegaBytes de Ram.
- Fuente de Poder de 200 watt mínimo.
- BIOS AMI o PHOENIX
- Por lo menos 4 slots completos ISA disponibles.
- Sistema operativo DOS 6.2 Microsoft o superior.
- Disco Duro de capacidad mediana de Almacenamiento (270 MegaBytes), con por lo menos 20 MegaBytes libres.
- Disketera de alta densidad 1.44 Megabytes.
- Teclado estilo AT.
- Un puerto paralelo.
- Un puerto serial.
- Monitor a colores o monocromo (EGA, VGA).
- Impresora paralela Epson FX o compatible de matriz de puntos.
- Fuente de poder de respaldo (UPS) de 500 watt o mayor con independencia de 2 horas o más.
- Borland Pascal versión 6.0.

Estas recomendaciones sobre el equipo de cómputo se realizan debido a que no todas las computadoras personales son creadas iguales; muchas computadoras personales dicen ser compatibles 100% con la norma IBM, pero no son completamente compatibles.

#### 5.5. Desarrollo modular y "top-down".

En diseño de programas se utilizan diversas técnicas para lograr que el código que conforma un programa sea lógicamente correcto, eficiente, fácil de comprender y mantener. Entre las diferentes técnicas, se incluyen el diseño descendente (top-down), la programación modular y el código estructurado. Existen otras como el diseño ascendente. El diseño modular implica dividir una tarea de programación en otras más pequeñas que, esencialmente, se pueden escribir y depurar por separado para después ser integradas en un solo programa. Por otra parte,

el diseño descendente es una metodología de programación que comienza con una proposición abstracta a muy alto nivel del problema que se desea resolver y termina con un algoritmo bastante detallado que puede llevarse a cabo en un lenguaje de programación. Básicamente, estos conceptos representan ideas y enfoques que son independientes del lenguaje de programación utilizado. Las técnicas están relacionadas con la forma en que se deben diseñar los programas y para entenderlas no es necesario conocer perfectamente un determinado lenguaje de programación.

#### 5.6. Diagramas de flujo.

La figura No.11 presenta una la estructura básica del sistema; la cual se compone de tres módulos funcionales; el resto del capítulo se dedica al estudio del funcionamiento de estos módulos y a consideraciones de diseño el capítulo termina con los algoritmos desarrollados para lenguaje Pascal de Borland versión 6.0; este lenguaje de programación presenta características únicas de depuración, revisión, escritura, y prueba de programas realizados, que lo hace idóneo para el desarrollo del sistema en él.

Estos programas son la base para el funcionamiento del sistema; otras muchas opciones y funciones propuestas principalmente en el capítulo 4, pueden ser implementadas a ellos según las necesidades y requerimientos que sobre el se tengan, en realidad se pueden llegar a desarrollar funciones de gran complejidad, que se basan en el análisis de la información recopilada.

Las figuras No.12, No.13 y No.14 son los diagramas de flujo para los tres módulos funcionales básicos mencionados anteriormente, y presentan la estructura básica de funcionamiento. En todos los módulos, se incluye una pantalla de seguridad que resulta indispensable y evita el uso por personas no autorizadas del sistema (no es posible hacer funcionar el sistema si no se conoce el código de acceso).

#### 5.7. Análisis de algoritmos relevantes.

Los algoritmos que se presentan a continuación constituyen el principio de funcionamiento del sistema; en ellos se implementan las funciones básicas sobre las cuales se sustenta el

funcionamiento de todo el sistema.

#### 5.7.1. Módulo de muestreo y almacenamiento.

Este módulo tiene la función de capturar información proveniente de medio ambiente y almacenarla; la información es captada en forma de muestreo cada  $T$  segundos; este período debe ser lo suficientemente pequeño para poder cumplir con el teorema del muestreo, que restringe el tipo de muestreo que debe realizarse a intervalos fijos y constantes (ver capítulo No. 4).

Debido al ruido ambiental generado, es necesario establecer un nivel de referencia sobre señales que sobrepasen este valor, que se tomarán en cuenta para el análisis (ver figura No.12).

Una vez terminado el muestreo de la señal (aproximadamente por 1 segundo), la muestra debe ser almacenada para su posterior análisis; en el diagrama se propone crear archivos con nombres DAX.VEL; el espacio de memoria ocupado por cada archivo es de 6,004 bytes; los primeros cuatro bytes reciben un código especial generado por el programa que lo distingue de cualquier otro tipo de archivo.

La creación de los mil archivos ocuparán un espacio total de 5.73 Megabytes de información, y se debe reservar este espacio de memoria en el medio de almacenamiento.

#### 5.7.2. Módulo de procesamiento y análisis.

La principal función de este módulo es el análisis de los datos obtenidos en la anterior etapa; el proceso básicamente consiste en obtener la transformada directa de Fourier de la muestra analizada, normalizar los valores obtenidos y crear un nuevo archivo para su posterior evaluación DAX.FRE; debido a la gran cantidad de operaciones matemáticas que se debe realizar en esta parte es indispensable que el código generado sea lo más corto y eficiente posible, deben tomarse en cuenta las siguientes consideraciones:

Deben realizarse como mínimo (para 6000 muestras) 36 millones de multiplicaciones para convertir cada archivo, lo que implica una gran cantidad de tiempo de cálculo, razón por la cual es necesaria la utilización de un coprocesador matemático durante los cálculos y que el tiempo de cálculo se reduzca al mínimo.

#### 5.7.3. Módulo de detección y respuesta.

Figura No. 11: Estructura Funcional del Sistema.

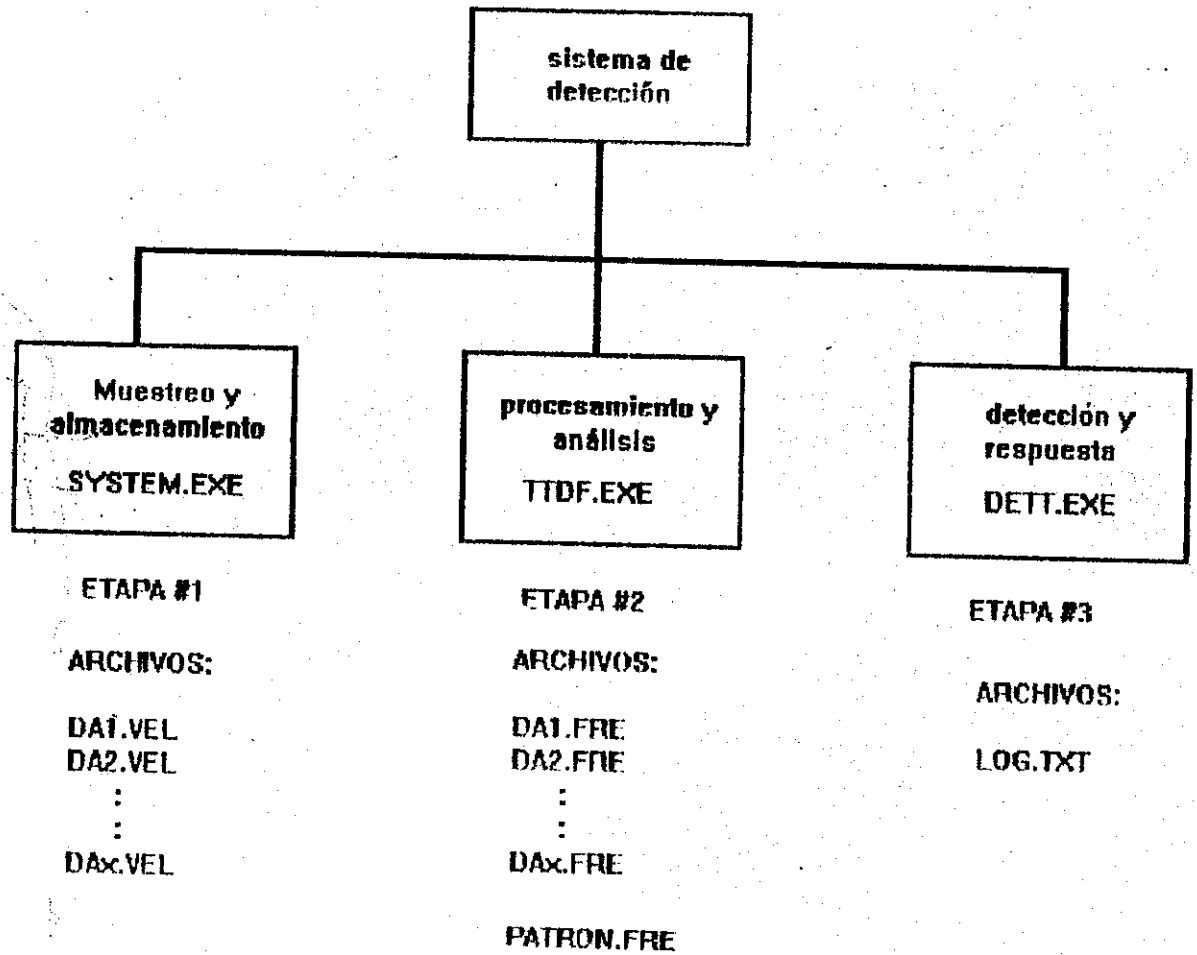




Figura No. 12: Diagrama de Flujo para el módulo de muestreo y almacenamiento

REF: SYSTEM.EXE

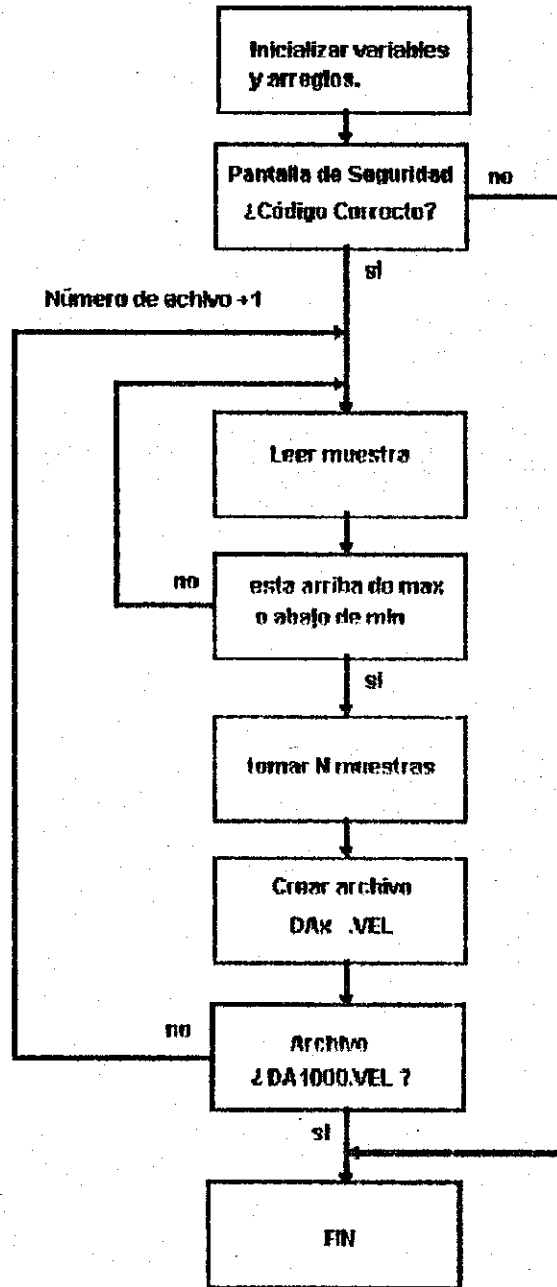
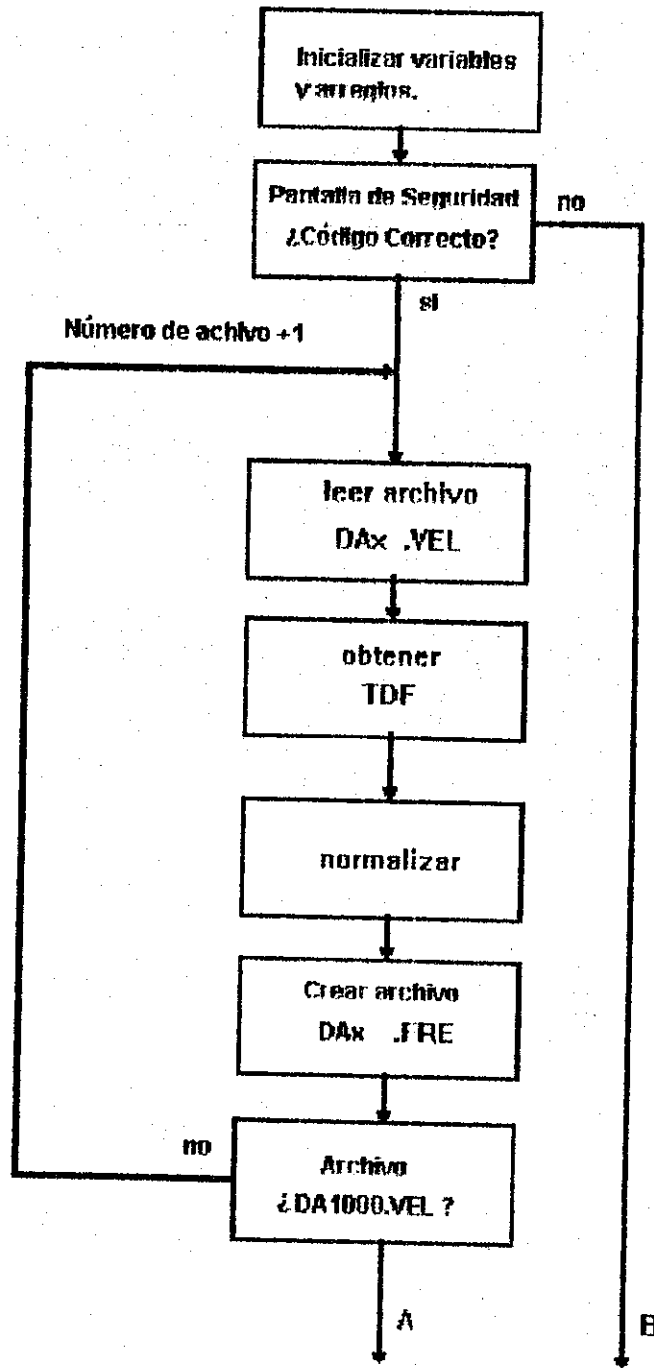
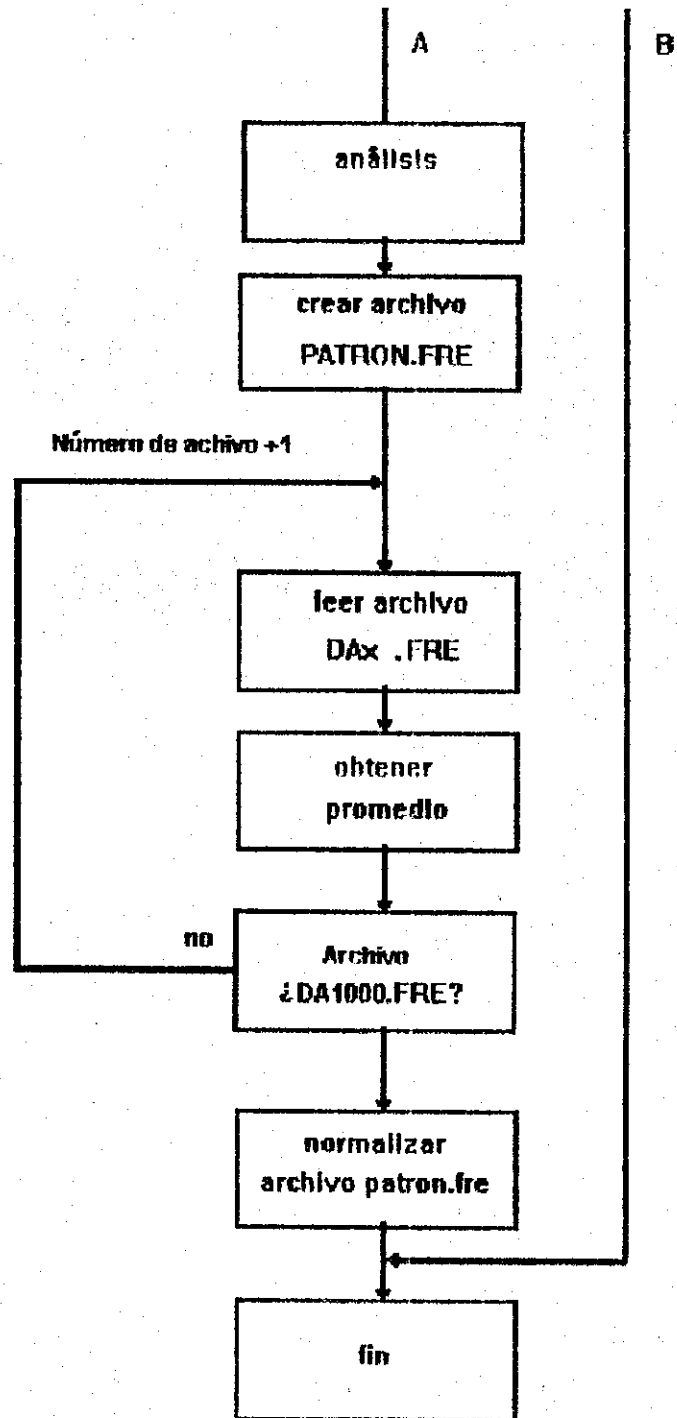


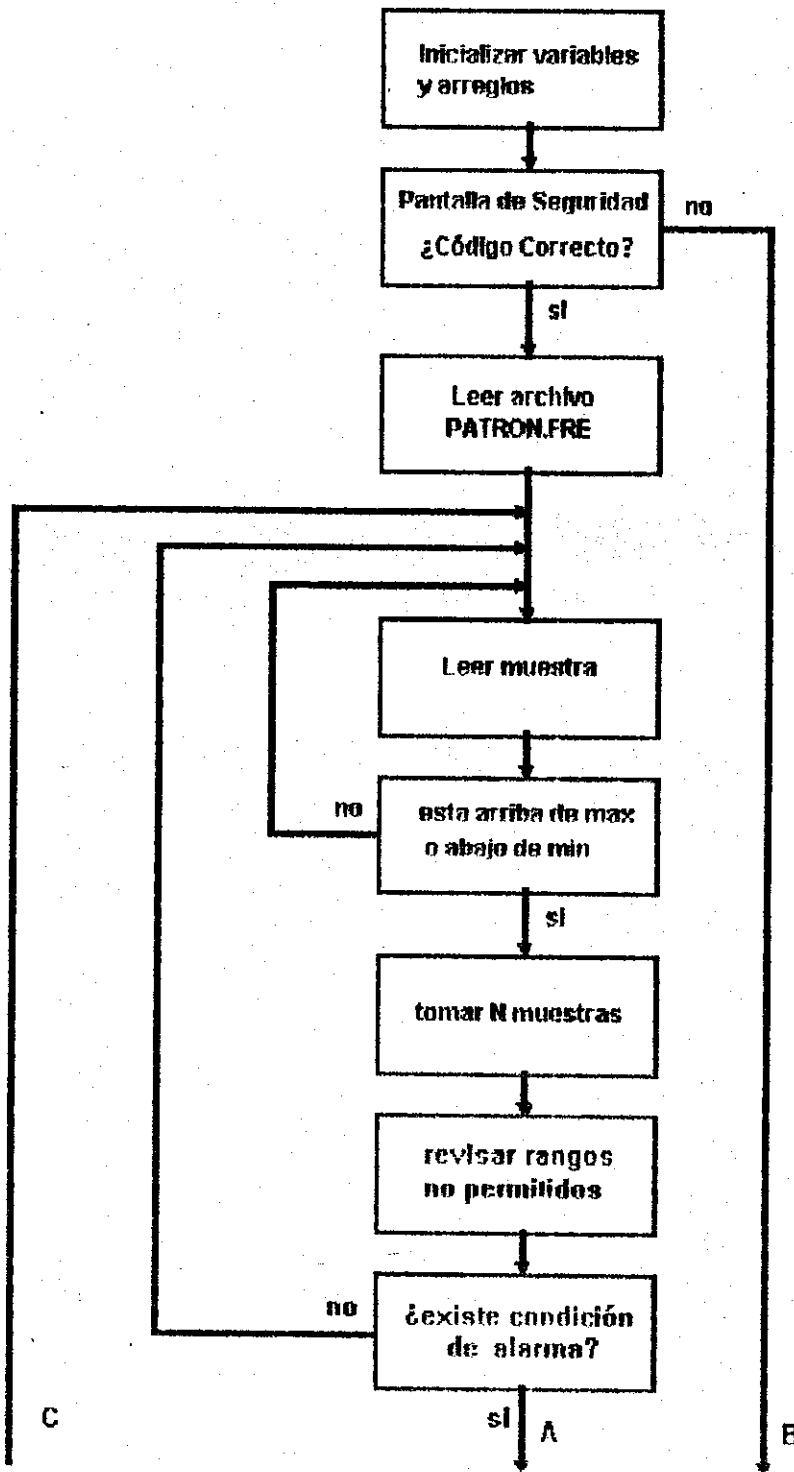
Figura No. 13: Diagrama de flujo para el módulo de procesamiento y análisis

REF: TDF.EXE

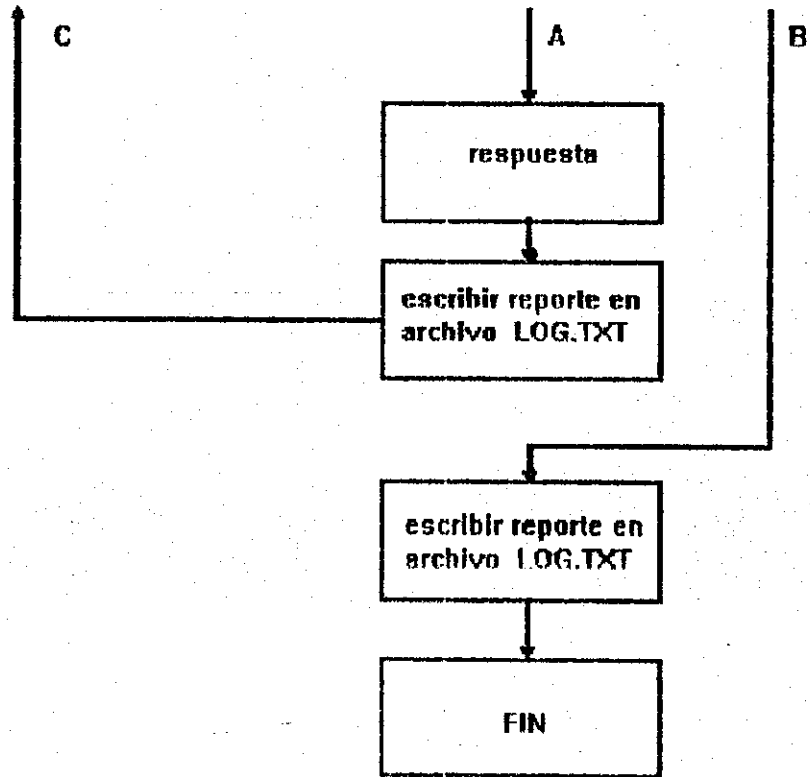




**Figura No.14: Diagrama de flujo para el módulo de detección y respuesta**



REF: DETT.EXE



Este módulo funcional está destinado para recibir señales y analizarlas y así responder a las diferentes condiciones que pudieran presentarse. Básicamente su análisis lo realiza con base en el archivo PATRON.FRE en el cual se encuentran las frecuencias que se consideran normales o estables y las que se consideran anormales o esporádicas (ver figura No.9); éstas no deben exceder un cierto límite (suficiente para que el sistema no se active por señales esporádicas o de muy corta duración); al sobrepasar este límite, se genera un ciclo de alarma y el sistema responde a esta condición. Un ciclo de alarma genera una activación de aproximadamente un segundo en los relés de alarma (ver figura No.10), además de un reporte en el archivo LOG.TXT, donde se establece la fecha, la hora y el tipo de evento que se generó, inmediatamente después el sistema se ha reestablecido para continuar con el análisis de señales obtenidas.

## Capítulo 6.

### Evaluación técnico-económica para el sistema.

#### 6.1. Introducción.

Este capítulo pretende presentar una evaluación en la cual se tomen en cuenta tanto consideraciones técnicas como económicas sobre la implementación de un sistema como el propuesto en esta tesis, a fin de definir los casos y rangos de aplicación.

Cabe señalar que una completa y detallada evaluación entre diversas opciones de inversión en un determinado proyecto, debe ser realizada para cada caso en particular, de acuerdo con la totalidad de características del proyecto, condiciones económicas de la empresa responsable de la obra, etc.

#### 6.2. Parámetros de evaluación.

Los parámetros considerados de importancia para esta evaluación son:

- a. Parámetros técnicos o de funcionamiento: estos determinan el nivel de protección y funcionamiento esperado que se tendrá al emplear el sistema.
- b. Parámetros económicos: éstos determinan los costos de inversión, operación y mantenimiento al instalar el sistema.

#### 6.3. Análisis económico de costos al instalar el sistema.

Para realizar el análisis económico de costos referente a la instalación y puesta en marcha del sistema, se utilizó información obtenida del mercado local basado en tres distribuidores diferentes del equipo requerido, los cuales corresponden a valores actualizados hasta mediados del año 1995.

Los costos se clasifican en:

- a. Costos de materiales.
- b. Costos de desarrollo y mano de obra.

Los costos de materiales para la instalación y puesta en marcha del proyecto principalmente en lo que se refiere a equipo de cómputo tienden a variar mucho dependiendo de marcas, país donde se compra, establecimiento donde se adquiere el equipo, y asistencia que se ofrezca con el equipo, o políticas comerciales de los fabricantes. Lo más razonable en la adquisición del equipo parece ser un plan de financiamiento a 12 meses, y una garantía de 1 año sobre fallas en el equipo. Debido a las causas mencionadas anteriormente, los resultados del análisis económico pueden llegar a ser muy diferentes de los aquí obtenidos. A continuación, se detallan estos costos.

Tabla No. 4: Costos promedios de materiales para el mercado local basados en 3 diferentes distribuidores.

Descripción	costo quetzales
- Procesador Intel 486 DX2. Coprocesador Matemático. Velocidad de sistema 66 Mhz.	Q 3,680.51
- 4 MegaBytes de Ram.	Q 1,380.28
- Fuente de poder de 200 watt.	Q 261.15
- Disco duro con capacidad de almacenamiento 270 Megabytes Seagate.	Q 1,483.81
- Disketera de alta densidad 1.44 Megabytes.	Q 380.11
- Teclado estilo AT.	Q 139.20
- Tarjeta Multipuerto.	Q 63.80
- Monitor a colores VGA 14" y tarjeta VGA.	Q 1,465.19
- Gabinete minitorre	Q 185.60
- Impresora de matriz de puntos 80 columnas	Q 1,523.87
- Unidad de fuente de poder (UPS) 500 VA.	Q 1872.74
- Interfase (materiales)	Q 2,000.00



- Cables y conectores	Q 200.00
<hr/>	
Total	Q 14,636.26

Los costos de desarrollo y mano de obra incluyen básicamente el desarrollo de programas de control y análisis, desarrollo y construcción de interface, e instalación y puesta en marcha del sistema. Estos tienden a variar dependiendo de muchos factores y deberán ser analizados detalladamente para cada caso en particular.

Basado en experiencia personal y consideraciones propias, así como tomando en cuenta las siguientes circunstancias: el desarrollo del programas e interfase debe realizarse por un ingeniero en electrónica (tomando en cuenta los conocimientos especializados que deben aplicarse), donde se considera que está disponible la computadora descrita con anterioridad y que en ella se realizará el desarrollo y pruebas del sistema, El costo de desarrollo de programa e interface está compuesto básicamente por las horas-ingeniero (alrededor de 200), y queda de la siguiente forma:

Tabla No.5: Costos de desarrollo y mano de obra

Descripción	Costo Quetzales
- Desarrollo de programas e interface aproximadamente 1 mes	Q 14,636.26
- Costo de mano de obra para instalación y puesta en marcha	Q 2,000.00
- Otros (*)	Q 1,000.00
<hr/>	
Total	Q 17,636.26

\* por ejemplo: compra de materiales que puedan dañarse o quemarse durante la instalación del sistema, algún trabajo de albañilería que sea necesario durante la instalación del sistema, gastos de pintura de paredes o gastos imprevistos.

---

Es importante mencionar el que costo de desarrollo de programas e interface puede ser distribuido entre el número total de sistemas que se construirán, y reducen así el costo total del sistema.

En resumen tenemos lo siguiente:

- Costo de materiales:	Q 14,636.26
- Costo de desarrollo:	Q 14,636.26
- Costo de mano de obra:	Q 2,000.00
- Otros	Q 1,000.00

---

Costo total de inversión  
inicial: Q 32,272.52

En el párrafo anterior, se calculó el monto total para la instalación y puesta en funcionamiento del sistema; este costo inicial corresponde económicamente a una inversión inicial. El criterio más acertado sobre la decisión de instalar o no el sistema es el monto de la inversión vrs. el monto de los valores que se quieren proteger.

Este sistema tiene un tiempo de vida útil, durante el cual se espera que proteja en forma adecuada, luego, debido a muchos factores como son: el avance tecnológico, desarrollo de nuevos sistemas, etc. es necesario reemplazar el sistema; debido a todo esto es razonable estimar este tiempo de vida útil en diez años.

Para poder realizar una comparación económica entre las opciones de protección, es menester calcular el costo anual de cada opción, ya que los tiempos de vida útil y los costos calculados pueden variar. La herramienta económica para este tipo de evaluaciones es la denominada evaluación económica por costo anual.

Para la instalación del sistema, se tienen los siguientes

datos:

Inversión inicial (P): Q 32,272.52  
Vida útil (n): 10 años  
Valor de rescate (R): Q 0.00

No se espera ningún valor de rescate debido que al final de su vida útil, aunque los equipos se encuentren en condiciones de funcionamiento, su valor se habrá depreciado completamente debido a que el mercado habrá superado tecnológicamente las características y funciones del equipo.

Para encontrar el costo anual, se distribuye la inversión inicial en el período de vida útil del sistema por medio de una serie de anualidades, para una tasa interna de retorno dada. El factor de recuperación de capital permite obtener estas anualidades; dicho factor se calcula como sigue:

$$CFR = i * (1+i) / ((1+i)^n - 1)$$

donde

CFR: Factor de recuperación de capital  
i: Tasa interna de retorno anual en p.u.  
n: vida útil en años.

El costo anual se obtiene al multiplicar la inversión o costo inicial por el factor de recuperación de capital.

$$CA = P * CFR$$

donde

CA: Costo anual  
P: Inversión inicial  
CFR: Factor de recuperación de capital

Una tasa interna de retorno promedio "i" del 15% anual se ha tomado para el cálculo del costo anual de la instalación y puesta en marcha; sustituyendo los datos anteriores para el caso específico, se tiene:

$$CFR = (0.15 * (1+0.15)) / ((1+0.15)^{10} - 1)$$

$$\text{CFR} = 5.663987 \times 10^{-2}$$

y el costo anual:

$$\text{CA} = \text{Q } 32,272.52 * 5.663987 \times 10^{-2}$$

$$\text{CA} = \text{Q } 1,817.91$$

Este resulta ser el factor de comparación económico entre diferentes opciones y permite hacer un análisis económico global del sistema.

Del análisis anterior, resulta importante resaltar que la inversión resulta justificable siempre y cuando el costo total del sistema de seguridad sea menor que el valor de lo que se protege. Supongamos por ejemplo que la inversión total en el sistema de seguridad alcanza los Q 100,000.00, entonces el valor total de lo que protege debe superar ampliamente este rango.

## Capítulo 7.

### Ejemplos de aplicación.

#### 7.1. Ejemplo de aplicación 1.

En esta sección, se muestra un ejemplo de aplicación para un caso típico, una agencia bancaria de tamaño mediano en la cual ya existe un sistema de seguridad instalado y se desea implementar el sistema de detección por medio de ondas de presión, como protección adicional a los detectores ya existentes (sensores de movimiento, de temperatura, interruptores magnéticos, etc).

Debido a que la bóveda de seguridad se almacenan gran cantidad de valores, la inversión en la instalación del sistema queda justificada.

En la figura No. 15, se puede apreciar un plano de la construcción, en este lugar se usan algunos de los sistemas o sensores discutidos en el capítulo No. 1.

En la figura No. 16, se presenta un diagrama de ubicación de dispositivos; esta figura presenta una idea clara del sistema existente.

El sistema tiene las siguientes características (ver figura No. 15):

- 1- Control Electrónico 4110 de ADEMCO (capítulo No. 1 sección 1.4.2.) instalado en la bóveda.
- 2- Detectores de impactos, montados en cielo, piso y paredes de la bóveda tipo ADEMCO 11 WH (capítulo No. 1 sección 1.5.5.).
- 3 y 4- Contactos magnéticos tipo ADEMCO 7490 (capítulo No. 1 sección 1.5.6.) y detector térmico tipo CHEMETRON CC 601 para 58 grados centígrados (capítulo No. 1 sección 1.5.3.) en puerta de la bóveda.
- 5- Botones de pánico tipo ADEMCO 270 u otros dispositivos anti-asalto, colocados convenientemente (escritorios, cajeros, etc.).
- 6 y 7- Contacto magnético en la puerta del cajeros automáticos y puerta de acceso controlado.
- 8- Contactos magnéticos e interruptores de coacción en puerta del frente y trasera, así como consolas de manejo del sistema tipo ADEMCO 6127 SP.
- 9- Cámaras de video tipo BURLE TC 952 blanco y negro y lente 8

Figura No. 15: Sistema de Seguridad

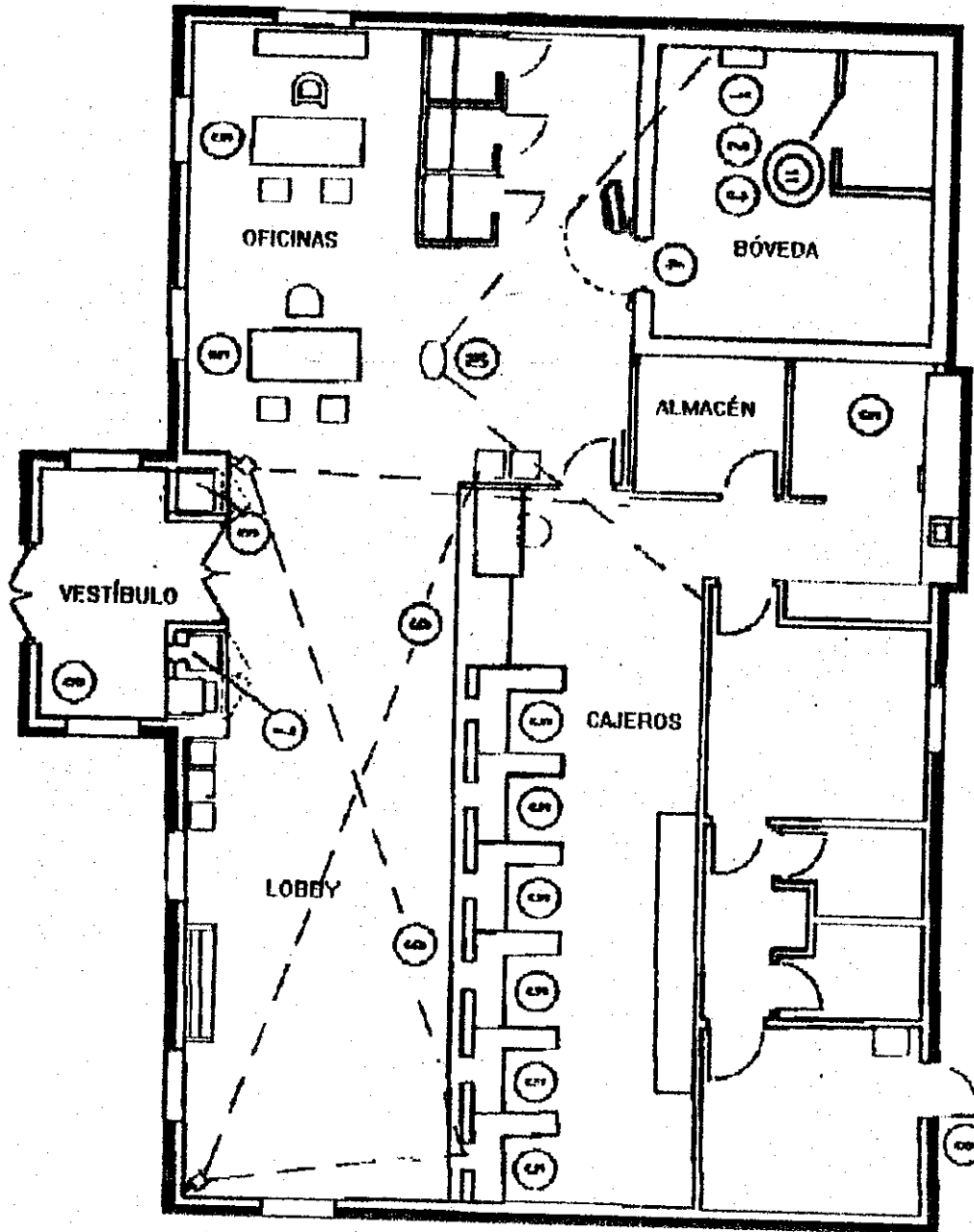
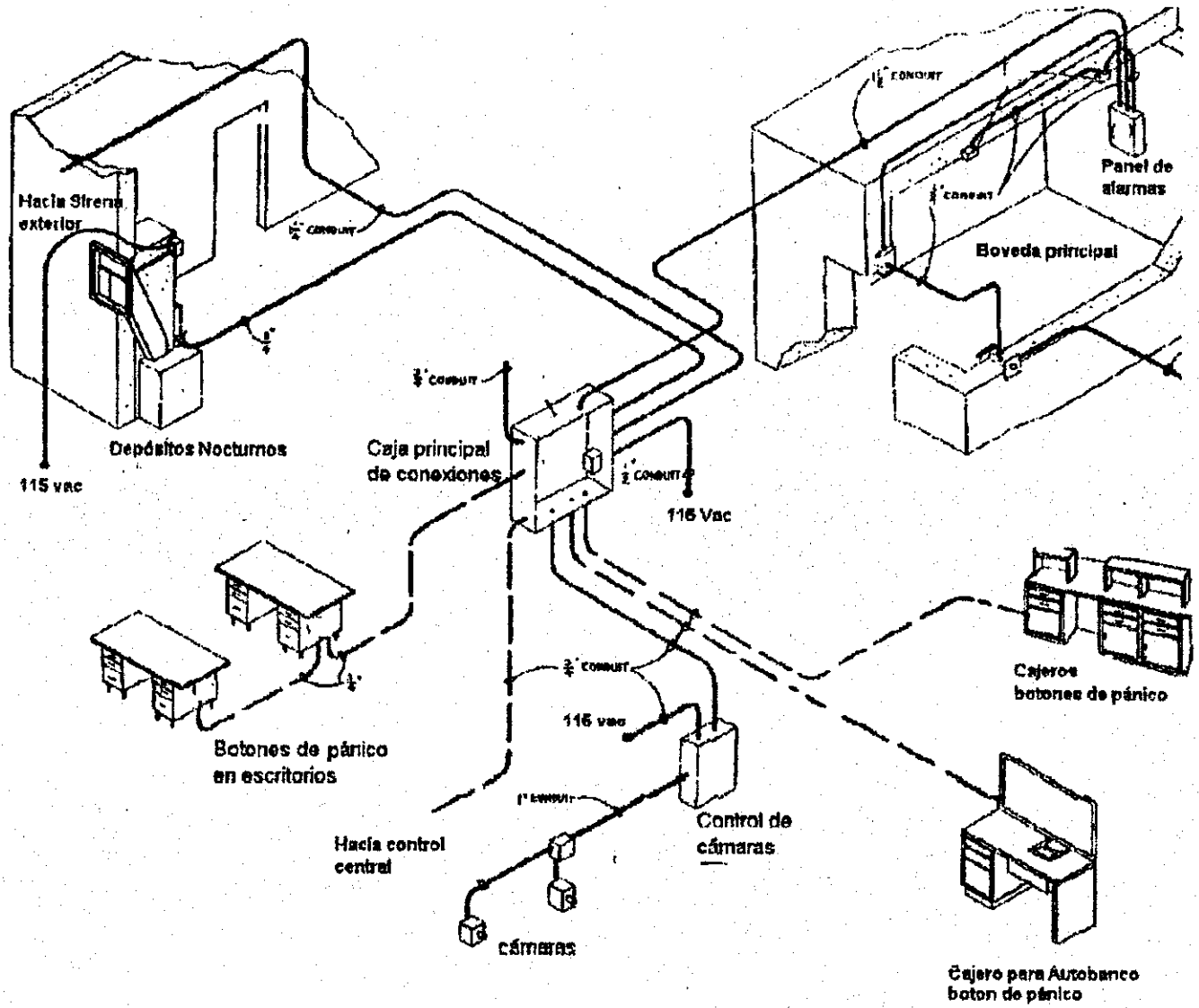


Figura No. 16: Vista de la instalación del sistema.



milímetros tipo RAINBOW o similar, montadas en diferentes puntos del edificio parqueo, puertas de elevadores, etc.

10- Detectores de movimientos tipo ROKONET RK 7001 PC (capítulo No. 1 sección 1.5.1.)

11- Analizador de ondas de presión, que se va a instalar en la bóveda del banco (ver capítulos 2-5).

12- Monitores blanco y negro 9 pulgadas tipo BURLE TC-1909; éstos se encuentran instalados en el cuarto de control.

13- Monitor blanco y negro 19 pulgadas tipo PANASONIC PA-19, usado como monitor principal, ubicado en cuarto de control.

14- Multiplexor de video ROBOT MV16, con capacidad de manejo de cámaras blanco y negro (ver detalles más adelante).

15- Sirena exterior tipo ADEMCO 720, 115 decibelios montadas en gabinetes metálicos con interruptores de antimanipulación en diferentes puntos del edificio.

El funcionamiento del sistema es de la siguiente forma en condiciones normales: cuando el banco se cierra, el encargado de la agencia deberá activar el sistema de alarma por medio de ingreso de su código personal; una vez realizado esto él tendrá 30 segundos para salir.

Transcurrido el tiempo de salida, el sistema reconocerá cualquier evento en los sensores como una alarma, a la cual debe responder activando las sirenas y comunicándose con su Central Receptora de Alarmas. El procedimiento de apertura del banco es de la siguiente forma: una vez abierta la primera puerta, el encargado deberá ingresar su código personal en los siguientes 30 segundos; si esto no se realiza, el sistema pasa a condición de alarma.

Los botones de pánico están ocultos en escritorios donde pueden ser activados durante un asalto; estos activan el sistema de alarma pero no se genera ninguna señal visual o sonora.

En todos los dispositivos, existen interruptores antimanipulación; estos tienen la función de generar alarma cuando algún dispositivo es abierto.

Entre las características del sistema de circuito cerrado de televisión podemos mencionar:

- Multiplexión de señales de video provenientes de las cámaras instaladas en los diferentes puntos del edificio; esta característica permite presentar 16, 9, 4 o 2 imágenes de las cámaras en un monitor principal.
- Opción de presentar secuencialmente las imágenes de video; esta opción permite ver las imágenes de las cámaras una tras otra en el monitor principal, manteniendo la imagen un tiempo programable



de 1 a 45 segundos.

- Posibilita el uso de un monitor auxiliar que puede destinarse a diferentes funciones; por ejemplo, mantener siempre la imagen de una cámara específica.
- Presenta y graba simultáneamente 16 imágenes de video, en un solo monitor y en una sola videograbadora.
- Característica de Multiplexión dinámica por división de tiempo; esta característica prioriza las imágenes de las cámaras a grabar, según la cantidad de movimiento que exista en dicha imagen.
- Capacidad de grabación y reproducción simultánea (usando dos videograbadoras: una de grabación y la otra en reproducción de cintas de video).

La figura No. 17 presenta un diagrama de la estructura del circuito cerrado de televisión.

En el edificio, existe un cuarto de control con blindaje en el cual se ubican monitores de video, radiotransmisores, teléfonos, armamento, y equipo de control; este es ocupado por guardias las 24 horas del día.

En el cuarto de control del edificio, debe ubicarse físicamente la computadora de análisis, la cual estará dedicada a esta tarea; este resulta ser el lugar más apropiado debido al blindaje del lugar protege contra ataques con arma de fuego o incendios, así como la presencia constante de personal de seguridad.

En esta computadora, deben llevarse registros e informes de todas las actividades del sensor de ondas de presión, así como de las alarmas generadas.

En el capítulo No.6, se encuentra una lista del equipo de cómputo recomendado para el análisis de las señales provenientes del sensor.

En el diseño del sistema de seguridad, se pretende que el sistema de detección por análisis de ondas de presión al generar una alarma realice grabaciones de imágenes de video de las cámaras localizadas en la bóveda y lugares cercanos; las conexiones a deben realizarse directamente del sistema de detección hacia el multiplexor de video ver figura No. 18; el funcionamiento es muy sencillo cuando se genera una condición de alarma, cambia el estado del relay K2; esto genera condición de alarma en el ROBOT MV16 el cual realiza grabaciones de las cámaras No. 4, 5 y 6; que son las directamente relacionadas con la bóveda. El ROBOT MV16 también hará una indicación visual en el monitor principal de la alarma existente desplegando los

siguientes mensajes "ALARM 4", "ALARM 5", "ALARM 6".

En la figura No. 18, también se muestran las conexiones del sistema hacia el panel de alarmas ya instalado, el sensor queda instalado en la zona No. 5 del panel de alarmas entre los terminales No. 14 y 15, ver figura No. 2. el sistema por medio de la activación del relay K1, pone en condición de alarma al panel de alarmas.

El sensor de superficie piezoeléctrico (ver capítulo No.3) debe colocarse en algún lugar de la bóveda del banco, lo más al centro posible, para lograr un rango de cobertura uniforme, que se considera el área de protección del sensor. El rango de cobertura será afectado por la misma construcción del lugar alterando su patrón de cobertura. En la figura No. 19, se puede apreciar la construcción de la bóveda y las posibles ubicaciones para el sensor; también los posibles patrones de recepción para señales provenientes del medio ambiente; el cable de conexiones entre el sensor y la computadora debe ser del tipo blindado, para evitar interferencias; esto se logra por medio de una conexión a tierra de los blindajes de los cables y equipos.

Este sensor provee una protección puntual; esto quiere decir que el área de cobertura es pequeña razón por la cual sólo debe usarse en lugares críticos.

Con la adición del sistema de detección basado en el análisis de ondas de presión al sistema de seguridad ya existente, se incrementa el grado de protección contra robo de la bóveda del banco de la siguiente forma:

- a. Se incrementa ostensiblemente el poder disuasorio debido a lo complejo del sistema; esto se puede lograr permitiendo que circule algún tipo de información sobre las nuevas características del sistema de seguridad.
- b. El análisis de ondas de presión permite identificar los casos descritos en el capítulo No. 2, sección 2.4.

El equipo descrito anteriormente queda sujeto a las limitaciones expuestas en el capítulo No. 1, sección 1.7; éstas deben ser tomadas en cuenta para su correcto funcionamiento.

Un aspecto final que se ha de considerar son los beneficios que pueden obtenerse al elevar el nivel de seguridad, como lo son reducción de cuotas en seguros contra robo; lo que conlleva a una reducción en los costos de operación del banco compensando de esta forma parte de la inversión realizada en adicionar el sistema de detección propuesto.

Figura No 17: Sistema de CCTV

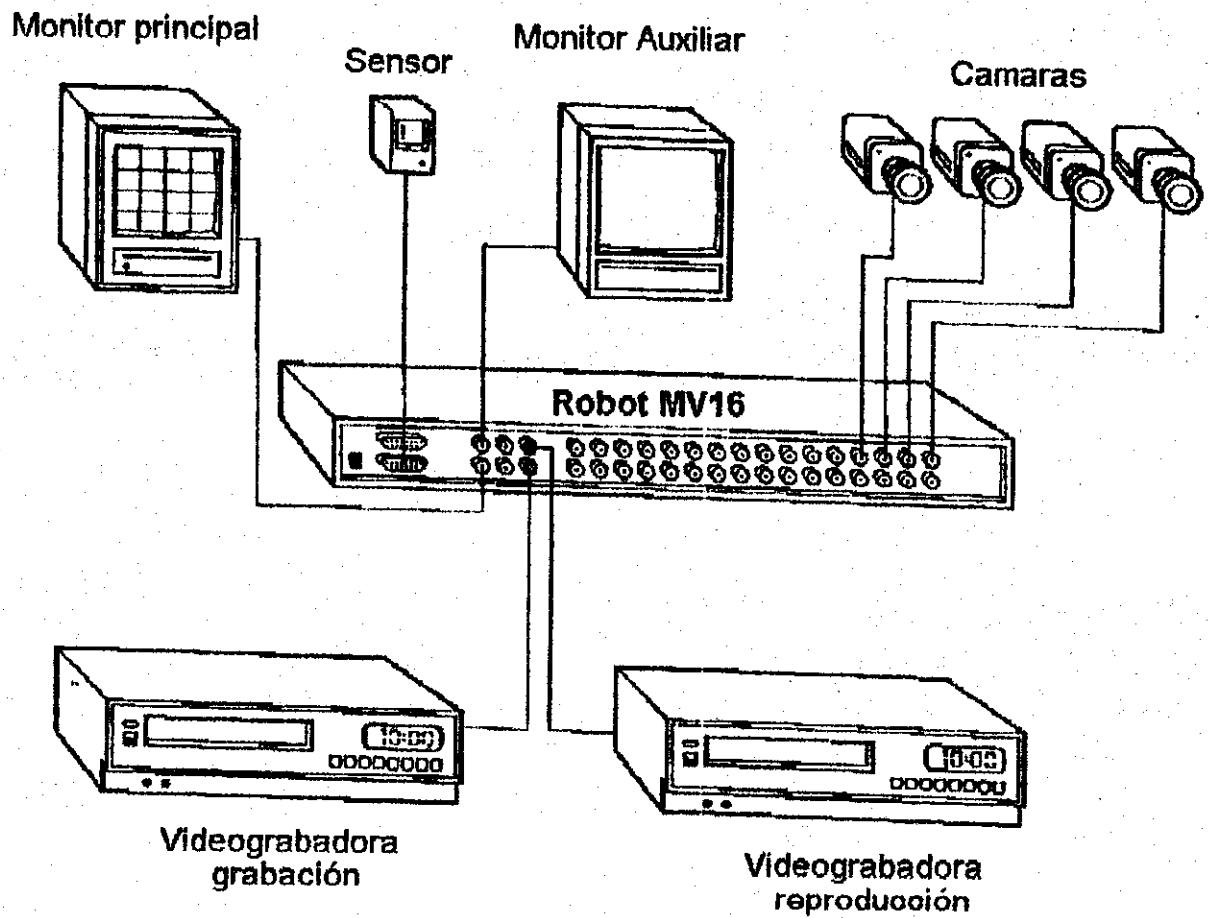
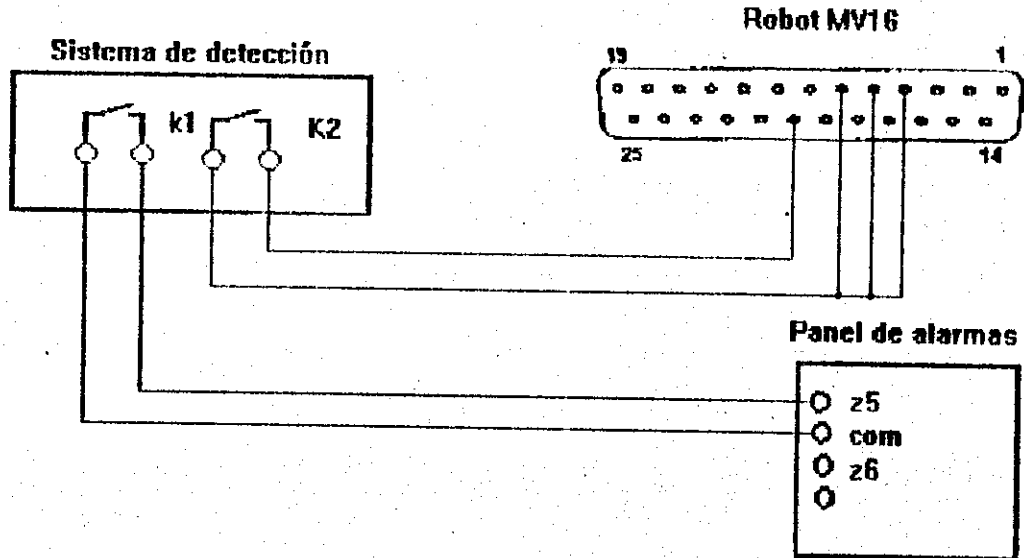


Figura No. 18: Diagrama de conexiones para el sistema



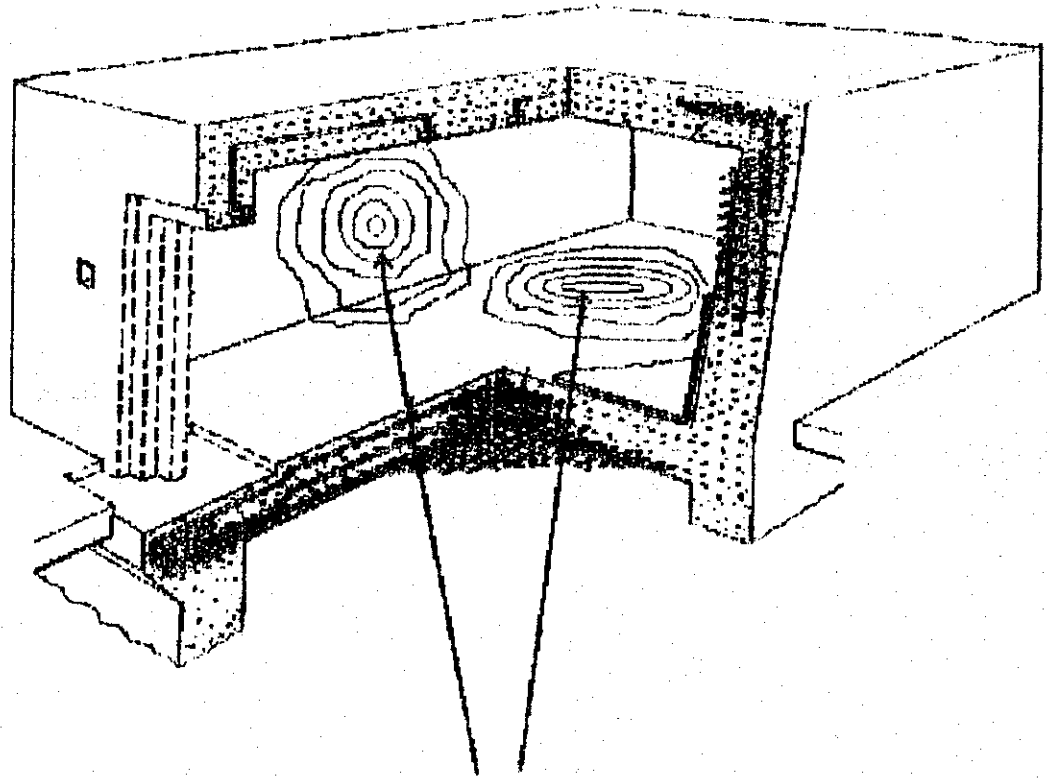
Distribución del conector de alarmas para el ROBOT MV16.

Pin #	Pin Assignment	Pin #	Pin Assignment
1	Alarm input 1	14	Alarm input 14
2	Alarm input 2	15	Alarm input 15
3	Alarm input 3	16	Alarm input 16
4	Alarm input 4	17	Reserved
5	Alarm input 5	18	Ground
6	Alarm input 6	19	Ground
7	Alarm input 7	20	Ground
8	Alarm input 8	21	Reserved
9	Alarm input 9	22	Alarm hold input
10	Alarm input 10	23	Alarm output NC
11	Alarm input 11	24	Alarm output common
12	Alarm input 12	25	Alarm output NO
13	Alarm input 13		

Table 2, Alarm Connector Pin Assignments

Fuente: manual ROBOT MV16.

**Figura No.19 : Vista de bóveda.**



**Puntos adecuados para  
ubicar sensor**

**En la figura se muestra los posibles patrones de recepción del sensor así como el área de seguridad.**

## 7.2. Ejemplo de aplicación 2.

En este caso, se considera la siguiente situación ficticia; existe un centro de comunicaciones donde se realizan radio transmisiones; la importancia que esto representa se debe ver considerando los siguientes criterios: el valor material de los equipos que se encuentran ahí resulta alto por su especialización, debido al trabajo que realiza esta central de comunicaciones; su valor estratégico se vuelve incalculable superando ampliamente el valor material del equipo; una falla en las comunicaciones provoca pérdidas incalculables e impredecibles hacia sus usuarios; esto justifica ampliamente la inversión al realizar una instalación de seguridad para protección del centro de comunicaciones, ver figura No. 20.

Debido a la alta vulnerabilidad de las líneas telefónicas que van a ser cortadas (debido a que los cables se encuentran expuestos en parte de su recorrido); esta acción anula la posibilidad de recibir auxilio durante una emergencia y la alarma se vuelve local únicamente; es deseable en esta instalación contar con un sistema de respaldo inalámbrico para comunicación a la central receptora de alarmas.

Los aspectos que se deben tomar en cuenta son los siguientes:

- a. Debido a que todo el equipo de comunicaciones se encuentra instalado en un solo cuarto de comunicaciones (ver figura No.20), es en este punto donde se concentra la mayor cantidad de sensores (detectores de humo, de temperatura, de movimiento, etc), así mismo es aquí donde se ubicará también el sensor de ondas de presión; el equipo opera en condiciones de autonomía, ya que no requiere operadores y sólo se consideran mantenimientos periódicos de los mismos, por lo cual en el cuarto de comunicaciones no deben permanecer personas, solamente cuando en situaciones de emergencia sea necesario o durante períodos de mantenimiento.
- b. En el local, también existe un cuarto de seguridad que es donde debe estar el personal encargado de tal función; este sitio es el apropiado para la colocación del panel de alarmas, computadora de análisis y otros equipos de seguridad.
- c. En las antenas de transmisión se colocan bardas perimetrales, así como detectores fotoeléctricos (ver capítulo No.1, sección 1.5.4).

El funcionamiento del sistema de seguridad es de la

siguiente forma:

- a. El cuarto de comunicaciones es de acceso restringido; cualquier activación de sensores en esta área genera una condición de alarma y únicamente se desconecta esta área durante períodos de mantenimiento al equipo.
- b. Existen también botones de pánico que pueden activarse durante asaltos o en casos de emergencia, los cuales no generan indicaciones visuales o auditivas, pero sí envían señales a la Central Receptora de Alarmas.
- c. Al igual que en el caso anterior, en la computadora de análisis, debe llevarse registro de todas las actividades generadas por un sensor de ondas de presión.
- d. En todos los dispositivos, existen interruptores antimanipulación; estos tienen la función de generar alarma cuando algún dispositivo es abierto.
- e. Las comunicaciones con la Central Receptora de Alarmas se llevan a cabo de dos formas: a través de las líneas telefónicas existentes y también por medio de radio comunicación; estas transmisiones pueden reportar desde una batería del control descargada hasta alarmas de robo o incendio (ver Capítulo No. 1).

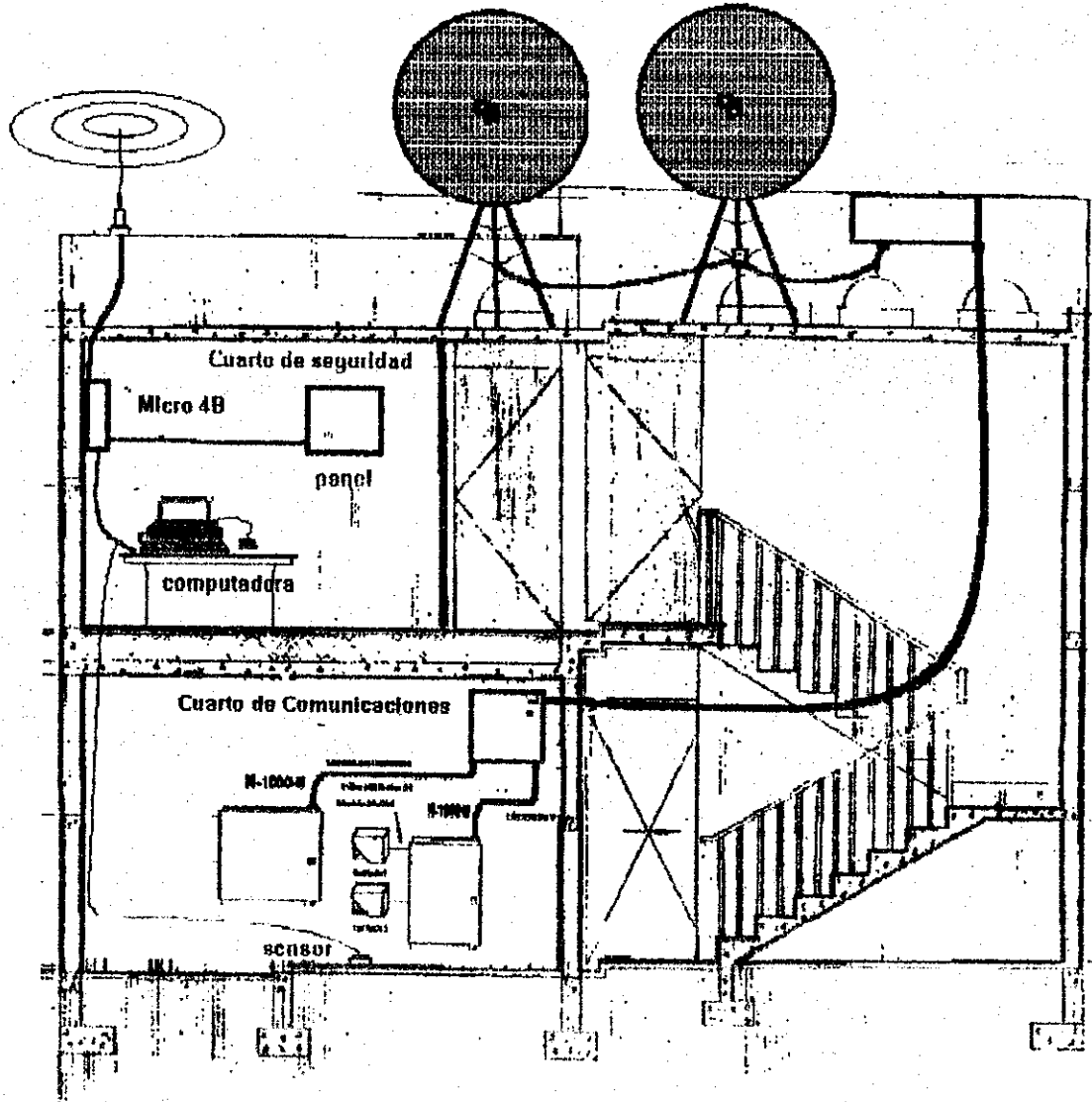
El sistema cuenta con el equipo convencional: detectores de humos, interruptores magnéticos, detectores de movimientos, etc.; adicionalmente se cuenta con el sistema de detección basado en el análisis de ondas de presión, lo que provee una seguridad integral al centro de comunicaciones.

El lugar elegido para la colocación del sensor de superficie piezoeléctrico es indudablemente el cuarto de comunicaciones (lugar crítico) su ubicación física debe ser lo más al centro posible del cuarto para lograr una cobertura uniforme y permitir que todos los equipos queden adentro del área de seguridad (ver figura No. 19).

El equipo elegido en esta instalación es el siguiente:

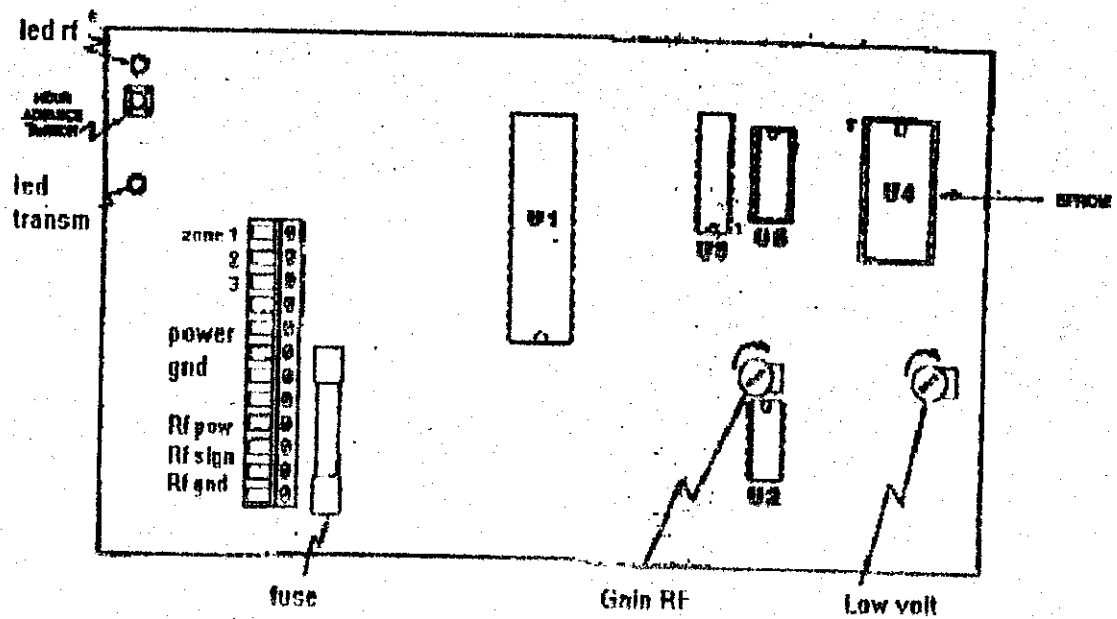
- Control 4110 ADEMCO (ver capítulo No.1)
- Consola 6127 SP ADEMCO (ver figura No. 3).
- Contactos magnéticos 4190 ADEMCO o equivalente.
- Detector de movimiento 998 ADEMCO o equivalente.
- Detector de humos de ionización BK1412B SYSTEM SENSOR.
- Termostato CC601 (58 grados centígrados) CHEMETRON.
- Batería Yuasa 12V 4Ah.
- Sirena 702 Ademco; 115 decibelios.
- Fotocelda Visonic IRE 200, 200 pies de cobertura en exterior.

Figura No. 20: Central de Comunicaciones





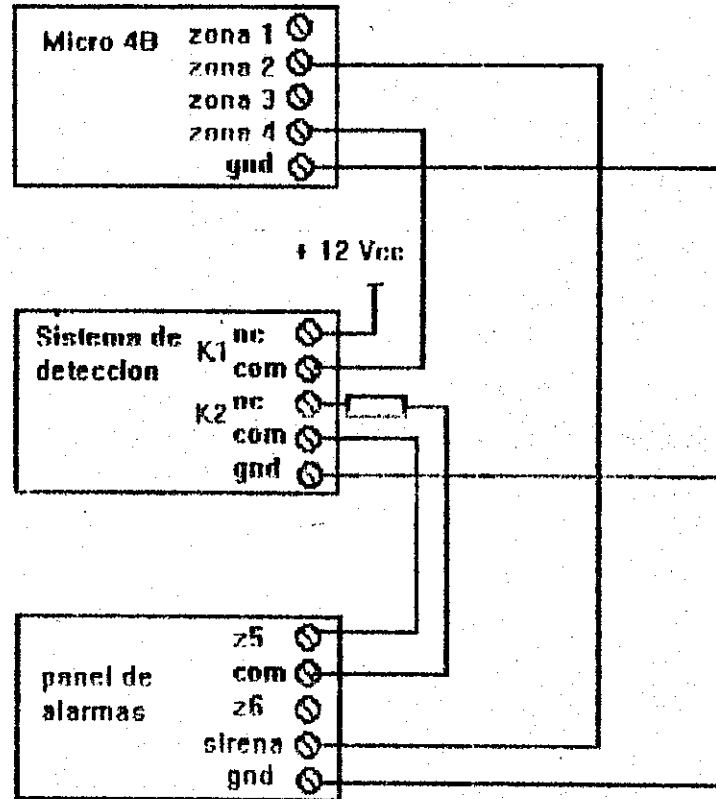
**Figura No 21: Diagrama de Conexiones  
Para el Transmisor MICRO 4B de Seabord.**



**Micró - 4B BOARD LAYOUT**

**Fuente: Manual de Instrucciones Seabord Systems.**

Figura No. 22: Diagrama de Conexiones



El equipo de computo recomendado se puede ver en el capítulo No. 6, así como una idea del costo que pueda llegar ha tener.

El equipo elegido como respaldo de comunicaciones vía radio elegido es el siguiente: Transmisor MICRO 4B (transmisor de alarmas vía radio); éste resulta compatible con las redes de radio-alarma instaladas en Guatemala, fabricado por SEABORD ELECTRONICS COMPANY; y con las siguientes características de interés:

Distancia máxima entre receptor y transmisor (rango de cobertura): 30 Millas en condiciones óptimas; esta distancia puede verse reducida debido a muchas circunstancias (altura de montaje de la antena, geografía del terreno, interferencia, etc).

Rango de frecuencia: 150 - 170 MHz (VHF) y 450 - 470 MHz (UHF).

Velocidad de transmisión de datos: 300 baudios.

Número de alarmas: cuatro zonas de alarma, una zona de pruebas, una zona de batería baja, y una zona para restablecimiento.

Señal de activación: pulso positivo de 300 milisegundos mínimo.

Duración de mensaje: aproximadamente 15 segundos.

Potencia de salida en radiofrecuencia: 2-3 vatios ajustables.

Intervalo automático de pruebas: ninguno; 1,4,8,12,24,48,72 horas.

Voltaje de alimentación: 13.8 VDC.

Consumo: 170 - 200 mA en estado de espera; 1.2 amperios transmitiendo.

En la figura No. 21, se puede ver la tarjeta del transmisor con la identificación de sus conexiones; en la figura No. 22, se pueden ver las conexiones entre el transmisor, el sistema de detección y el panel de alarmas; la zona 2 del transmisor MICRO 4B queda destinada para las alarmas convencionales provenientes del panel de alarmas, y la zona 4 queda destinada para las alarmas provenientes del sistema de detección tratado en esta tesis.

Al igual que en el ejemplo anterior, el adiconamiento del sistema de detección basado en el análisis de ondas de presión logra incrementar el nivel de seguridad del lugar de la siguiente forma:

- Se incrementa ostensiblemente el poder disuasorio debido a lo complejo del sistema; esto se puede lograr permitiendo que circule algún tipo de información sobre las nuevas características del sistema de seguridad.
- El análisis de ondas de presión permite identificar los casos descritos en el capítulo No. 2, sección 2.4.

El equipo descrito anteriormente queda sujeto a las

limitaciones expuestas en el capítulo No. 1, sección 1.7; éstas deben ser tomadas en cuenta para su correcto funcionamiento.

Al igual que en el ejemplo anterior, el principal beneficio de la instalación del sistema de seguridad es obtener cuotas reducidas al contratar seguros contra daño en el equipo de comunicaciones, reduciendo así los costos de funcionamiento del centro de comunicaciones.

Existen otros beneficios que se obtienen al invertir en un sistema como el aquí propuesto, por ejemplo: reacción inmediata al existir concentraciones de humo en el lugar y alertando inmediatamente al personal de seguridad, control del acceso al cuarto de comunicaciones, con lo que se minimiza el riesgo del error humano, etc.

## Apéndice No. 1.

Algoritmos desarrollados para Lenguaje Pascal, para puntos relevantes.

MODULO No.1:

```
program SYST(input,output);
```

```
{ programa de análisis para señales por arriba de un nivel de
ruido ambiental definido en MIN MAX, cada señal que es recibida
se toman N muestras a intervalos constantes de tiempo; la
variación de la velocidad de muestreo se realiza en AJUSTE
la muestra tomada se almacena en un archivo definido por:
DAX .VEL; adicionalmente se presenta una gráfica de la muestra
obtenida .
}
```

```
uses crt,dos,graph;
```

```
Const
```

```
    serie1 = 221; serie2 = 065; serie3 = 221; serie4 = 065;
Pass = '12345';
ajuste = 60;
N = 6000;
MAX = 135; MIN = 120;
```

```
var
```

```
    x,num_arc : word;
    i         : longint;
muestra      : array [0..N] of byte;
nom_arc      : string;
archivo      : file of byte;
```

```
    serie     : byte;
password     : string;
op           : char;
salida      : boolean;
```

```
grDriver : Integer;
grMode   : Integer;
ErrCode  : Integer;
```

```
temp      : real;
magnitud  : longint;
```

```
Procedure graficas;
```

```
var
```

```
    j: integer;
```

```

begin
  grDriver := Detect;
  InitGraph(grDriver,grMode,'');
  ErrCode := GraphResult;
  if ErrCode = grOk then
    begin
      { Do graphics }
      setcolor(15); setbkcolor(0); SetFillStyle(solidfill,1);
      Bar(2, 40, 637, 316);
      rectangle(0,36,638,320);
      setcolor(10);
      for i:=1 to 625 do
        begin
          magnitud:=0;
          for j:=1 to 9 do
            begin
              magnitud:=magnitud+muestra[9*i+j];
            end;
          temp:=magnitud/9;
          magnitud:=trunc(temp);
          line(5+i,316-magnitud,6+i,316-magnitud);
        end;
      outTextXY( 140, 20, '          Gráfica de Muestra Obtenida
      '); setcolor(12);
      outTextXY( 140,440, '          FREVEL 1995
      '); delay(3000);
      CloseGraph;
    end
  else
    WriteLn('Graphics error:',
            GraphErrorMsg(ErrCode));
end;

```

```

Procedure Manarr;
var
  j      : longint;

begin
  i:=0;
  repeat
    port[$0300]:=0;
    for j:=1 to ajuste do begin end;
    i:=i+1;
    muestra[i]:=port[$0300];
  until i=N;
end;

```

```

Procedure Crear_archivo;
var

```

```

j      : longint;
text   : string;
tmp    : string;

begin
  num_arc := num_arc+1;
  str(num_arc, text);
  nom_arc := 'C:/SDP/DATA/'+'DA'+text+'.'+'VEL';
  assign(archivo, nom_arc);
  rewrite(archivo);
  serie:=serie1;
  write(archivo, serie);
  serie:=serie2;
  write(archivo, serie);
  serie:=serie3;
  write(archivo, serie);
  serie:=serie4;
  write(archivo, serie);
  for j:=1 to N do
    write(archivo, muestra[j]);
  close(archivo);
end;

```

Procedure Iniciar;

```

begin
  clrscr;
  writeln('-----');
  writeln('Sistema de Análisis Version 1.0');
  writeln('');
  writeln('Programa de Estudio');
  writeln('REF: 950704');
  writeln('');
  writeln('FREVEL 1995');
  writeln('-----');
  TextColor(LightRed+Blink);
  gotoXY(30,15);writeln('PLEASE INPUT PASSWORD');
  password:=''; op:=' ';
  gotoXY(38,18);writeln('XXXXX');
  for i:=1 to 5 do
    begin
      gotoxy(37+i,18);
      repeat
        op:=UPCASE(readkey);
      until (op='0') or (op='1') or (op='2') or (op='3')
or (op='4') or (op='5') or
        (op='6') or (op='7') or (op='8') or (op='9');
      password := password+op;
      gotoxy(38,18);writeln('XXXXX');
    end;
  if pass <> password then begin clrscr; writeln('Program

```

```

Abort'); halt(1); end;
      clrscr;
end;

begin
  num_arc:=0; x:=0; i:=0; password:='';
  for i:=0 to N do
    muestra[i]:=0;
  iniciar;
  salida:= false;
  op := ' ';
  repeat
    Port[$300]:=0;
    for i:=1 to ajuste do begin end;
    muestra[0]:=port[$300];
    if (muestra[0] > MAX) or
      (muestra[0] < MIN) then
      begin
        manarr;
        crear_archivo;
        graficas;
      end;
    until num_arc = 1000;
end.

```

Modulo No.2:

Program Transf\_Fourier (input,output);

uses

crt,dos;

{Programa para la obtención de la transformada Directa de Fourier a partir del arreglo muestra de 6000 posiciones y por medio de:

$$F_d(n\Omega) = \sum_{k=0}^{N-1} f(kt) \exp [ (-j 2\pi nk) / N ]$$

para n=0,1,2,...,N-1

Donde N : número de muestras

n : Posición de la muestra

f(kT) : valor de la muestra

Donde la ecuación anterior se puede trabajar de la siguiente forma:

$$Re = \sum_{k=0}^{N-1} f(kt) \cos (2\pi nk/N)$$

$$Im = \sum_{k=0}^{N-1} - f(kt) \sen (2\pi nk/N)$$



```

      k=0
Fd(n $\Omega$ ) = Re + jIm
}

Const
  N = 6000;
  pass = '12345';
Var
  Re, Im      : real;
  k, nu, i    : integer;
  muestra      : array [0..N] of byte;
  temp       : word;
  TDF_MO     : array [0..N] of longint;
  TDF_MOBY   : array [0..N] of byte;
  TDFTM      : real;

  num_arc    : longint;
  nom_arc    : string;
  archivo    : file of byte;

  serie1, serie2, serie3, serie4 : byte;
  password   : string;
  op         : char;

Procedure transf;
begin
  for nu:=0 to N-1 do
    begin
      Re:= 0;
      Im:= 0;

      for k:=0 to (N-2) do
        begin
          temp:= muestra[nu];
          Re:= Re + temp*sin(2*pi*nu*k/N);
          Im:= Im - temp*cos(2*pi*nu*k/N);
        end;

      TDFTM := SQRT(Re*Re + Im*Im);
      TDF_MO[nu]:= ROUND(TDFTM);
      if (nu mod 100) = 0 then
        begin
          GotoXY(50,0);
          writeln(NU div 100, '
          %');
          end;
        end;
      end;

Procedure Iniciar;

```

```

begin
  clrscr;
  writeln('-----');
  writeln('Sistema de Analisis Version 1.0');
  writeln('');
  writeln('Programa de Analisis');
  writeln('REF: 950706');
  writeln('FREVEL 1995');
  writeln('-----');
  TextColor(LightRed+Blink);
  gotoxy(30,15);writeln('PLEASE INPUT PASSWORD');
  password:=''; op:=' ';
  gotoxy(38,18);writeln('XXXXX');
  for i:=1 to 5 do
    begin
      gotoxy(37+i,18);
      repeat
        op:=UPCASE(readkey);
        until (op='0') or (op='1') or (op='2') or (op='3')
or (op='4') or (op='5') or
        (op='6') or (op='7') or (op='8') or (op='9');
      password := password+op;
      gotoxy(38,18);writeln('XXXXX');
    end;
  if pass <> password then begin clrscr; writeln('Program
Abort'); halt(1); end;
  clrscr;
  textcolor(15);
end;

Procedure Open_arc;
var
  j : longint;
  text : string;
  tmp : string;
  Inter: byte;
begin
  str(num_arc,text);
  nom_arc:= 'C:/SDP/DATA/'+ 'DA'+text+'.'+'VEL';
  assign(archivo,nom_arc);
  reset(archivo);
  read(archivo,serie1,serie2,serie3,serie4);
  if (serie1 = 221) and
    (serie2 = 065) and
    (serie3 = 221) and
    (serie4 = 065) then
    begin
      clrscr;
      writeln('OK : ',nom_arc);
    end;
end;

```

```

                                for j:=1 to N do
                                    begin
                                        read(archivo,inter);
                                        muestra[j]:=inter;
                                    end;
                                end;
                                end;
                                close(archivo);
                                end;

```

```

Procedure Close_arc;

```

```

var
    j      : longint;
    text   : string;
    tmp    : string;
    inter  : byte;

begin
    str(num_arc,text);
    nom_arc:= 'C:/SDP/OUT/'+ 'DA'+text+'.'+'FRE';
    assign(archivo,nom_arc);
    rewrite(archivo);
    serie1:= 221; serie2:= 065; serie3:= 221; serie4:= 065;
    write(archivo,serie1,serie2,serie3,serie4);
    writeln('OK : ',nom_arc);
    for j:=1 to N-1 do
        begin
            inter:=TDF_MOBY[j];
            write(archivo,inter);
        end;
    close(archivo);
end;

```

```

Procedure normal;

```

```

var
    j,k      : longint;
    mayor    : longint;
    valt     : real;
    valtlo   : longint;
    pat      : byte;

begin
    mayor:=1;
    for j:=2 to N-1 do
        if (TDF_MO[MAYOR] < TDF_MO[j]) then mayor:=j;
    for j:=1 to N-1 do
        begin
            valt:= 255*(TDF_MO[j]/TDF_MO[MAYOR]);

```

```

        valtlo:=trunc(valt);
        pat:=0;
        for k:=1 to valtlo do
            pat:=pat+1;
            TDF_MOBY[j]:=pat;
        end;
    end;
end;

begin
    num_arc:=0;
    iniciar;
    repeat readln(num_arc); until num_arc <> 0;
    open_arc;
    transf;
    normal;
    close_arc;
end.

```

Modulo No.3:

Program DETEX(input,output);

uses

crt,dos;

const

```

    N = 6000;
    pass = '12345';
    MAX = 135; MIN = 120;
    rango = 10;
    ajuste = 75;

```

var

```

    archivo          : file of byte;
    log              : file of string;
    patt             : array [1..600] of boolean;

```

```

    Re,Im           : real;
    k,nu,i          : integer;
    muestra          : array [0..N] of byte;
    temp            : word;
    TDF_MO          : array [0..N] of longint;
    TDF_MOBY        : array [0..N] of byte;
    TDFTM           : real;
    alarm           : boolean;
    sal             : boolean;
    count           : integer;
    op              : char;
    password        : string;

```

Procedure Iniciar;

```

var
  i          : integer;
  op         : char;
  password   : string;
begin
  clrscr;
  writeln('-----');
  writeln('Sistema de Análisis Version 1.0');
  writeln(' ');
  writeln('Programa de Detección ');
  writeln('REF: 950722 ');
  writeln('          PREVEL 1995');
  writeln('-----');
  TextColor(LightRed+Blink);
  gotoXY(30,15);writeln('PLEASE INPUT PASSWORD');
  password:=' '; op:=' ';
  gotoXY(38,18);writeln('XXXXX');
  for i:=1 to 5 do
    begin
      gotoxy(37+i,18);
      repeat
        op:=UPCASE(readkey);
        until (op='0') or (op='1') or (op='2') or (op='3')
or (op='4') or (op='5') or
        (op='6') or (op='7') or (op='8') or (op='9');
        password := password+op;
        gotoxy(38,18);writeln('XXXXX');
      end;
      if pass <> password then begin clrscr; writeln('Program
Abort'); halt(1); end;
      clrscr;
    end;
end;

```

Procedure Patrón;

```

var
  i,j          : integer;
  serie1,serie2,serie3,serie4 : byte;
  by           : byte;
begin
  assign(archivo,'C:\SDP\PATRON.FRE');
  reset(archivo);
  read(archivo,serie1,serie2,serie3,serie4);
  if (serie1 = 221) and
    (serie2 = 065) and
    (serie3 = 221) and
    (serie4 = 065) then
    begin

```

```

                clrscr;
                writeln('OK : PATRON.FRE');
                for i:=1 to 600 do
                    begin
                        read(archivo,by);
                        if by > 0 then patt[i]:=
                            else
                                end;
                    end;
                end;
                patt[i]:= true;
            end;
end;

```

Procedure Manarr;

```

var
    j : longint;
begin
    i:=0;
    repeat
        port[$0300]:=0;
        for j:=1 to ajuste do begin end;
        i:=i+1;
        muestra[i]:=port[$0300];
    until i=N;
end;

```

Procedure transf;

```

var
    j : integer;
begin
    for j:=0 to 9 do
        begin
            Re:= 0;
            Im:= 0;

            for k:=0 to (N-2) do
                begin
                    temp:= muestra[nu*10+j];
                    Re:= Re + temp*sin(2*pi*(nu*10+j)*k/N);
                    Im:= Im - temp*cos(2*pi*(nu*10+j)*k/N);
                end;

            TDFTM := SQRT(Re*Re + Im*Im);
            TDF_MO[nu*10+j]:= ROUND(TDFTM);
        end;
    end;

```

```

end;
end;

Procedure Rev_ran;

var
j : integer;

begin
nu:= 0;
for nu:=0 to 599 do
begin
if patt[nu] then begin
transf;
end;
end;
end;

Procedure normal;

var
j,k : longint;
mayor : longint;
valt : real;
valtlo : longint;
pat : byte;

begin
mayor:=1;
for j:=2 to N-1 do
if (TDF_MO[MAYOR] < TDF_MO[j]) then mayor:=j;

for j:=1 to N-1 do
begin
valt:= 255*(TDF_MO[j]/TDF_MO[MAYOR]);
valtlo:=trunc(valt);
pat:=0;
for k:=1 to valtlo do
pat:=pat+1;
TDF_MOBY[j]:=pat;
end;
end;

Procedure Gen_alarm;

const
days : array [0..6] of String[9] =
('Sunday', 'Monday', 'Tuesday',

```

```

    'Wednesday', 'Thursday', 'Friday',
    'Saturday');

var
    text      : string;
    y, m, d, dow : Word;

    h, mi, s, hund : Word;

function LeadingZero(w : Word) : String;
var
    s : String;
begin
    Str(w:0,s);
    if Length(s) = 1 then
        s := '0' + s;
    LeadingZero := s;
end;

begin
    assign(log, 'C:\SDP\LOG.TXT');
    reset(log);
    sound(220);
    GetDate(y,m,d,dow);
    WriteLn('Alarm Detection ', days[dow], ', ',
            m:0, '/', d:0, '/', y:0);
    GetTime(h,mi,s,hund);

    WriteLn('It is now ', LeadingZero(h), ':',
            LeadingZero(mi), ':', LeadingZero(s),
            '.', LeadingZero(hund), ' Code: ', count);
    { Write(log, 'Alarm Detection', days[dow], ', ',
            m:0, '/', d:0, '/', y:0); }
    GetTime(h,mi,s,hund);
    { Write(log, 'It is now ', LeadingZero(h), ':',
            LeadingZero(mi), ':', LeadingZero(s),
            '.', LeadingZero(hund), ' Code: ', count); }
    port[$301]:=127;
    delay(1000);
    port[$301]:=0;
    nosound;
end;

Procedure detec_alarm;

var
    j      : integer;
    count  : integer;

```



```

begin
  nu:= 0; count:=0;
  for nu:=0 to 599 do
    begin
      alarm:=false;
      if patt[nu] then begin
        for j:=0 to 9 do
          begin
            if TDF_MOBY[nu*10+j] > 0
            then alarm:=true;
          end;
        end;
        if alarm then count:=count+1;
      end;
      if count > rango then
        begin
          gen_alarm;
        end;
      end;
    end;
  } Programa Principal }
begin
  for i:=1 to N do
    begin
      TDF_MO[i]:=0; TDF_MOBY[i]:=0;
      if i < 601 then
        end;
      Re:=0;Im:=0;nu:=0;k:=0;i:=0;temp:=0;alarm:=false;
      assign(log,'C:\SDP\LOG.TXT');
      reset(log);
      iniciar;
      patrón;
      sal:= false;
      op := ' ';
      repeat
        Port[$300]:=0;
        for i:=1 to ajuste do begin end;
        muestra[0]:=port[$300];
        if (muestra[0] > MAX) or
           (muestra[0] < MIN) then
          begin
            manarr;
            rev_ran;
            normal;
            detec_alarm;
          end;
        gotoxy(30,15);writein('PLEASE INFUT PASSWORD');
      end;
    end;
  end;
end;

```

```
password:=''; op:=' ';
gotoxy(38,18);writeln('XXXXX');
for i:=1 to 5 do
  begin
    gotoxy(37+i,18);
    repeat
      op:=UPCASE(readkey);
    until (op='0') or (op='1') or (op='2') or
      (op='3') or (op='4') or (op='5') or
      (op='6') or (op='7') or (op='8') or (op='9');
    password := password+op;
    gotoxy(38,18);writeln('XXXXX');
  end;
  if pass <> password then begin clrscr;
writeln('Program Abort'); halt(1); end;
until false;
end.
```

## Conclusiones

- 1- La implementación de un sistema como el descrito es práctico y realizable, en los casos analizados.
- 2- Basado en la investigación realizada, se puede concluir que la integración de un sistema de detección basado en el análisis de ondas de presión a un sistema de seguridad integral, brinda mayor grado de seguridad, ya que posibilita que el sistema tome decisiones basadas en la información adquirida.
- 3- No resulta justificable, en todos los casos, la implementación del sistema, debido a factores como los siguientes: el costo de materiales y desarrollo del sistema, valor total de los bienes que se desean proteger, tiempo de puesta en funcionamiento. Unicamente se justifica su implementación en lugares donde por la actividad que desarrollan deben tener niveles de seguridad altos (bóvedas de bancos, embajadas, etc).

### **Recomendaciones.**

1- Es indispensable una evaluación técnico-económica en cada caso en que se pretenda implementar el sistema diseñado, debido a que ésta determina si es económicamente rentable la inversión que debe realizarse en el sistema.

2- El concepto más importante que debe tomarse en cuenta al diseñar sistemas de seguridad es la prevención, así como la prestación de ayuda inmediata cuando se presenta una situación que implique riesgos en la seguridad.

3- Un sistema, como el tratado en este trabajo, posee un gran potencial de desarrollo, y se logra a través de la integración de nuevas características o mejoras en los procedimientos utilizados; razón por la cual, es recomendable una explotación de las posibilidades que brinda el sistema.

### Referencias.

#### Manual

1. ROBOT. Multivisión plus. Mv90e series installation and operation manual. California: Edición Robot research inc. 1993. pp 52, 58, 62, 65.

#### Manual

2. SEABORD. Instruction manual. Model micro-4B radio alarm transmitter. New York: Edición Seabord electronics company. 1992. pp 4 -10.