

Interfaz inalámbrica de apoyo a personas con debilidad auditiva, mediante SMS.

Wireless network for people with hearing health based on SMS.

Raúl Moreno Rincón (1).
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.
rmoreno@ittg.edu.mx

Álvaro Hernández Sol (2). I. T. de Tuxtla Gutiérrez.ing_sol10@yahoo.com.mx.

Osbaldo Ysaac García Ramos (3). I. T. de Tuxtla Gutiérrez. oygramos@hotmail.com.

Luis Alberto Pérez Lozano (4). I. T. de Tuxtla Gutiérrez. eleyeca@ittg.edu.mx.

Joaquín Eduardo Domínguez Zenteno (5). I. T. de Tuxtla Gutiérrez. quinolalo@gmail.com.

Artículo recibido en junio 23, 2015; aceptado en septiembre 22, 2015.

Resumen.

El presente artículo describe el diseño y la aplicación de un sistema modular conformado por un maestro y un sin número de esclavos (el número de estos lo determinará el usuario de acuerdo a sus necesidades y a su capacidad económica con la posibilidad de crecimiento si el usuario así lo desea), donde cada uno de ellos es capaz de detectar un evento de riesgo y avisar al maestro para que este informe al usuario, se utilizó XBEE como base de la red inalámbrica entre los esclavos y el maestro, logrando de esta manera una fácil instalación del sistema y evitar daños en la estructura de las casas y el GSM para la transmisión de mensajes en red celular al usuario, con la intención de que este pueda monitorear dichos eventos. Previendo de esta manera posibles peligros a las personas con deficiencia auditiva con la intención de mejorar su calidad de vida y su seguridad.

Palabras clave: XBEE, GSM, redes inalámbricas, debilidad auditiva.

Abstract.

This paper describes the application and design a modular system with a master and without a defined slave setup configuration. The number of slaves can increase its complexity and applicability by the final user needs and economical resources. Each slave is able in detecting the event and then communicate this information to the master. However the master send this information to the user. To achieve the goals, setup is composed by a module XBEE, which is the base of the wireless network among the master and the slaves. By considering this configuration, the installation of the systems becomes easier and it is possible to avoid damage to the structures of buildings, resulting that set-up make possible that people with hearing health based on SMS can increase their quality of life and safety.

Keywords: XBEE, GSM, wireless, hearing health.

1. Introducción.

Debilidad auditiva es un término amplio que se utiliza para referirse a la falta o disminución en la capacidad para oír claramente debido a un problema en algún lugar del aparato auditivo, este puede fluctuar desde lo más superficial hasta lo más profundo, a lo que comúnmente llamamos sordera.

La realidad que viven diariamente las personas con problemas en el área auditiva es muy difícil de imaginar para quienes no han tenido contacto con personas sordas. En general, nos movemos en un contexto que no está pensado para ellas, donde los sonidos tienen una gran importancia, previniéndonos de situaciones, peligros, enriqueciendo nuestro desarrollo con estímulos e información, etc.

Uno de los aspectos que representa mayores limitantes para quienes cuentan con disminución auditiva es la recepción de los ruidos ambientales. Esta información da cuenta de aquella realidad que enmarca el diario vivir y que para los oyentes ofrece elementos que permiten controlar y seleccionar lo que les puede afectar, ya que implica la creación de un repertorio conductual que posibilita, por ejemplo, reaccionar ante situaciones de peligro o no deseadas.

2. Métodos.

Actualmente las tecnologías inalámbricas gobiernan el mercado, esto se debe a su facilidad de uso, poca interferencia, practicidad al poder enviar la señal a grandes distancias sin la necesidad de cables y el evitar los inconvenientes que estos provocan.

Las tecnologías de gran alcance más populares son: *GSM*, *iDEN* y servicios de transmisión de datos como *GPRS*, *EDGE* y *3G* (Huidobro, 2012).

2.1. GSM.

Las siglas *GSM* provienen de “*Grouped Special Mobile*”, o Sistema Global para las comunicaciones móviles. Este es un sistema estándar, completamente definido para la comunicación mediante teléfonos móviles que incorporan tecnología digital (Huidobro, 2012).

Por ser digital, cualquier cliente *GSM* puede conectarse a través de su teléfono con su computador y puede hacer y recibir mensajes por e-mail, fax y navegar por Internet.

La Asociación *GSM* (*GSMA* o *GSM Association*), es el estándar más extendido en el mundo, con un 82% de los terminales mundiales. *GSM* cuenta con más de 3,000 millones de usuarios en 212 países distintos.

2.2. Bandas de Frecuencia.

El interfaz de radio de *GSM* se ha implementado en diferentes bandas de frecuencia:

- *GSM* 850: Con 128 a 251 canales, es usada en gran manera en EE.UU., Sudamérica y Asia.
- *GSM* 900: Con 1-124 y 975-1023 canales, esta banda nació en Europa y es la más extendida y común.
- *GSM* 1800: Canales de 512 a 885, no es común.
- *GSM* 1900: 512-810 canales, usada en gran manera en Norteamérica.

2.3. GPRS.

Las siglas *GPRS* vienen de *General Packet Radio Service* o servicio general de paquetes vía radio, este servicio es una extensión del Sistema Global para Comunicaciones Móviles (*GSM*) para la transmisión de datos no conmutados.

Este servicio está disponible para todos los usuarios de comunicaciones de 2G y 3G, brindando para los sistemas 2G una transferencia de datos de 56-114kbps.

GPRS extiende las capacidades de *GSM* brindando los siguientes servicios:

- Acceso a internet permanente.
- Servicio de mensajes multimedia (*MMS*).
- Comunicación instantánea (un servicio parecido al *iDEN* y al radio común).
- Mensajería instantánea.
- Aplicaciones inteligentes que hagan uso del servicio de internet.
- Además incrementa la tasa de envío de mensajes de texto *SMS* del *GSM*, de aproximadamente 10 por minuto hasta 30 en este mismo periodo de tiempo.

Lamentablemente existen algunos inconvenientes al usar esta tecnología como son:

- Dependencia de la disponibilidad de la red *GSM*.
- Velocidad de transferencia inferior a otros sistemas presentes en la actualidad.
- Costo elevado en servicio de prepago.

2.4. EDGE.

Tasas de Datos Mejoradas para la evolución de *GSM*, es una tecnología de la telefónica móvil celular, que actúa como puente entre las redes 2G y 3G. *EDGE* se considera una evolución del *GPRS*. Esta tecnología funciona con redes *GSM*.

EDGE o *EGPRS*, puede ser usado en cualquier transferencia de datos basada en conmutación por paquetes, como lo es la conexión a internet. Los beneficios del *EDGE* sobre *GPRS* se pueden ver en las aplicaciones que requieren una velocidad de transferencia de datos, o ancho de banda alta, como video y otros servicios multimedia.

EDGE puede alcanzar una velocidad de transmisión de 384 Kbps en modo de paquetes, con lo cual cumple los requisitos de la *ITU* (Unión Internacional de Telecomunicaciones) para una red 3G, también ha sido aceptado por la *ITU* como parte de *IMT-2000*, de la familia de estándares 3G.

2.5. iDEN.

iDEN (*Integrated Digital Enhanced Network*), o Red Digital Integrada Mejorada es una tecnología de telecomunicación móvil desarrollada por Motorola en 1994, la cual provee los beneficios de un radio (*trunked* radio) y un teléfono celular.

Este sistema es capaz de colocar más usuarios en determinado espacio espectral que los celulares analógicos y los radios de dos vías; utilizando compresión y *TDMA* (*Time Division Multiple Access*) que permite dividir las señales en partes disminuyendo la carga individual de cada una de ellas, cada una de estas partes puede transportar voz o datos en la transmisión.

Operación:

- Rango de Frecuencia Tx: 806 – 821 MHz
- Rango de Frecuencia Rx: 851 – 866 MHz
- Banda de operación: 800MHz y 1500MHz, utilizando redes TDMA
- Número de canales: 30, de 3 a 6 usuarios por canal
- Espacio del canal: 25KHz, frecuencias individuales no contiguas
- Sistema de modulación digital: M16-QAM, VSELP

Servicios:

- Radio de dos vías: permite la comunicación inmediata entre usuarios
- Servicio de acceso telefónico: Permite mantener contacto telefónico con cualquier persona en cualquier lugar del mundo con conexión a cualquier red telefónica, incluyendo servicios como buzón de mensajes, transferencia de llamadas, llamada en espera y respuesta automática de llamadas.
- Servicio de mensajes cortos (SMS): Incorporan diferentes tipos de mensajería como voz y texto, cortos o largos, urgentes o no.
- Transmisión de datos: Proporcionan servicio de transmisión de datos que incluye acceso móvil a internet, la velocidad alcanzada por una unidad plus IDEN es de hasta 22Kbps.
- Soporte J2ME: Soportan aplicaciones desarrolladas en J2ME y MIDP (Mobile Information Device Profile).

2.6. 3G.

3G es la abreviación de “tercera generación”, refiriéndose a la transmisión de voz y datos a través de telefonía móvil. La definición técnicamente correcta es *UMTS (Universal Mobile Telecommunications Service)* o Servicio Universal de Telecomunicaciones Móviles.

Los servicios asociados a la tercera generación proporcionan la posibilidad de transferir: Voz y datos (una llamada telefónica o video llamada), Datos no-voz (descarga de programas, intercambio de emails y mensajería instantánea).

A diferencia de *GSM*, *UMTS* se basa en servicios por capas:

- Capa de servicios: es la capa de la cima, provee un despliegue de servicios rápido y una localización centralizada.
- Capa de control: es la capa de en medio, ayuda a mejorar procedimientos y permite que la capacidad de la red sea dinámica.
- Capa de conectividad: es la capa baja, donde cualquier tecnología de transmisión puede usarse y el tráfico de voz podrá transmitirse mediante ATM/AAL2 o IP/RTP

Las redes 3G ofrecen mayor grado de seguridad que sus predecesoras 2G, al permitir a la autenticación de la red a la que está conectado, el usuario puede asegurarse de que la red es intencionada y no una imitación, además las redes 3G usan el cifrado de bloques KASUMI que ha demostrado ser mejor que el anterior cifrador de flujo A5/1.

Entre sus aplicaciones se encuentran: TV Móvil, video conferencia, transferencia de video, servicios como recibir las condiciones del clima, tráfico, ubicación de negocios o personas en cierta área directamente al teléfono celular.

2.7. Los comandos AT.

Los comandos *AT* son instrucciones usadas para controlar un modem. *AT* proviene de la abreviación de Atención (*ATtention* en inglés). Este tipo de comandos se distinguen por iniciar con “*AT*” o “*at*”, por ello los comandos usados en módems son llamados de esta manera. Varios comandos soportados por antiguos módems *dial-up* son también aceptados por modems *GSM/GPRS* y teléfonos móviles. Además de los comandos comunes usados para marcar números, contestar y colgar, en los módems *GSM/GPRS* y teléfonos celulares, existen comandos para enviar mensajes de textos, hacer llamadas a números del directorio interno, etc.

Cuando se usan comandos *AT*, hay que tomar en cuenta que en realidad el prefijo “*AT*” no forma parte del comando en sí, sino que funciona para preparar al dispositivo para recibir el comando.

Algunas de las tareas que se pueden realizar con comandos *AT* son:

- Obtener información básica sobre el modem o dispositivo *GSM/GPRS* que se está utilizando, elementos como el fabricante, modelo, *IMEI (International Mobile Equipment Identity)* y versión del software interno.
- Establecer una conexión de datos o voz con otro dispositivo remoto.
- Enviar y recibir Faxes.
- Enviar, recibir, escribir y borrar mensajes *SMS*.
- Leer, borrar o modificar entradas del directorio telefónico.
- Realizar tareas de seguridad en el sistema como cambio de contraseñas, bloqueo del dispositivo, etc.
- Controlar la presentación de los errores que se presenten.
- Ver y modificar la configuración del teléfono como la red a la cual se conectará, los servicios adicionales como radio, *SMS*, etc.

Hay que tener en cuenta que no todos los dispositivos cuentan con los mismos comandos *AT*, además de que el comportamiento puede variar de dispositivo a dispositivo de acuerdo a la versión del software y uso del mismo.

Existen dos tipos de comandos *AT*, los básicos y los extendidos. Los comandos básicos son aquellos que no incluyen un símbolo '+' antes de su ejecución, como los comandos básicos de llamadas, marcar (*ATD*), contestar (*ATA*) y colgar (*ATH*), entre otros. Los comandos extendidos son aquellos que incluyen un símbolo '+' al inicio, estos están presentes en los dispositivos *GSM/GPRS* y se utilizan para realizar tareas más complejas, como envío, recepción y manejo de mensajes de texto *SMS*.

3. Desarrollo.

Una persona que sufre de debilidad o privación del sentido del oído, puede exponerse a un sin número de riesgos al no ser consciente de las alarmas sonoras que existen en la actualidad.

Al no captar la información que el medio les proporciona, las personas con debilidades auditivas deben invertir gran cantidad de energía en tratar de observarlas e interpretarlas, esto provoca que en la mayoría de las ocasiones no puedan interactuar con el medio como lo haría una persona sin problemas. En el estado de Chiapas existen algunos centros que ayudan a estas personas a desarrollar habilidades que les permiten interactuar más fácilmente con el medio pero, desafortunadamente estos centros no son suficientes para cubrir la gran demanda que existe y en ocasiones las personas reciben ayuda dentro del centro pero al llegar a casa se encuentran solas otra vez.

Este proyecto busca hacer uso de las nuevas tecnologías disponibles para brindar a la persona discapacitada un dispositivo que pueda ayudarle a llevar una vida más segura, proveyendo información sobre los sucesos cotidianos que se dan en un hogar, alarmas, alertas, etc. Manteniendo al usuario consiente de los sucesos que se dan en su lugar de residencia incluso si este no se encuentra presente en esta. Presentándose como una alternativa para personas con *debilidades auditivas* que viven solas o simplemente quieren hacer su vida más sencilla. Justifica su existencia en la importancia que tiene en la actualidad la integración completa de estas personas a la vida cotidiana (Web Xbee, 2015 y Web Communication, 2006).

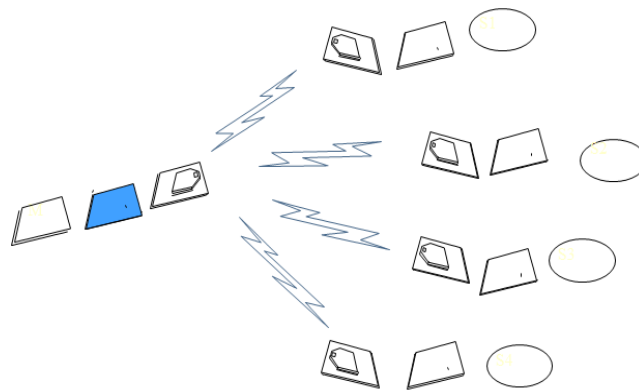


Figura 1. Sistema modular.

Para el desarrollo de este proyecto se inició investigando los posibles peligros latentes y necesidades de aviso que rodean el entorno de una persona con deficiencia auditiva, encontrándose un sin número de ellos con una prioridad relativa de acuerdo a cada persona, por lo que se optó por un sistema modular de fácil crecimiento y versatilidad, basado en un módulo maestro que reciba la comunicación por parte de los sensores y envíe el aviso a través de un GSM al celular del usuario, y una cantidad variante de módulos esclavos dedicados cada uno de ellos a un evento de peligro a monitorear, en donde el número de estos y el tipo de evento a monitorear dependerá del usuario, basándonos en una red de *XBEE*.

3.1 Diagrama a Bloques del Sistema.

En nuestro sistema cada módulo esclavo monitorea un evento (ruptura de un cristal de alguna ventana, si tocan la puerta, si hay humo en la cocina, si está lleno el tinaco, si hay movimiento o ruido en algún pasillo o cuarto, etc.) por medio del sensor correspondiente y es transmitido por un *XBEE*. El maestro escanea a cada esclavo por medio de otro *XBEE* y cuando recibe un código de alarma envía el mensaje correspondiente (obtenido de una lista de acuerdo al sensor que se disparó, es decir, por medio del código del *XBEE* que envió la alarma) por el *GSM* a un número telefónico previamente configurado, esto lo logra basándose en un microcontrolador y el propio *GSM* (Web Xbee, 2015)



Figura 2. Diagrama a bloques del sistema (esclavo y maestro).

3.2 Sistema de sensado (esclavos).

El siguiente diagrama muestra el circuito general para los módulos de alarmas (esclavo) en el cual se aprecia los puntos de conexión de la alarma correspondiente hacia el *XBEE* que transmitirá al maestro (Coughlin y Driscoll, 1998).

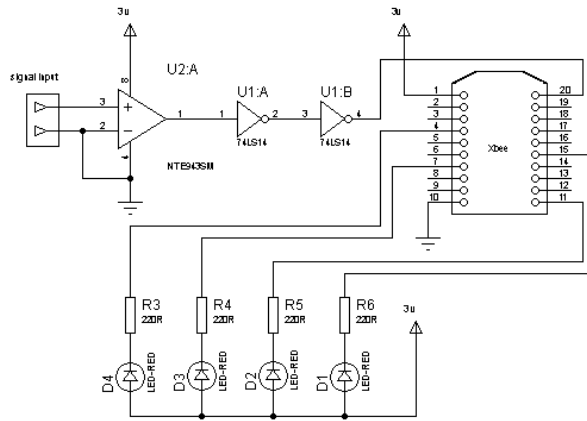


Figura 3. Sensado y comunicación.

El voltaje de trabajo de los módulosXBEE varía de 2.8v a 3.4v por tanto se implementó la siguiente etapa para adaptar los cargadores de corriente de c.a. a c.d.

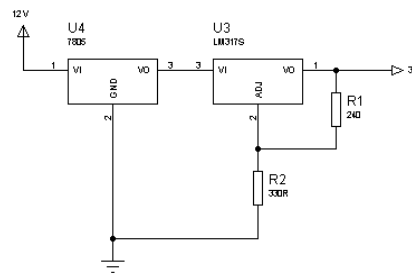


Figura 4. Regulador de voltaje.

3.3 Sistema mínimo (maestro).

El microcontrolador (PIC18F4520) es la parte más importante del sistema, dado que es quien toma las decisiones sobre los mensajes a enviar. Las funciones que realiza el microcontrolador son las de escanear a los esclavos, detectar las alarmas que se dispararon, determinar el mensaje a enviar, encender el GSM y transmitir el o los mensajes necesarios (Gonzalez, 2000 y Web PIC18F4520 2015) apoyado por una serie de circuitos adaptadores de señal (Coughlin y Driscoll 1998).

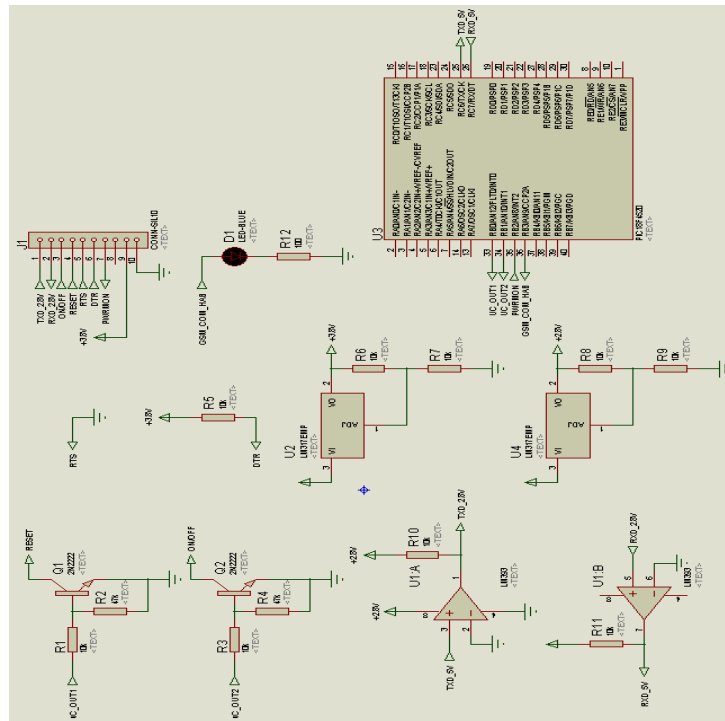


Figura 5. Sistema mínimo.

a) Encendido del GM862

Para encender el GM862 la terminal ON, debe ser aterrizada al menos por 1 segundo y liberada posteriormente. La corriente máxima que puede ser requerida de esta terminal es de 0.1mA.

Esta terminal cuenta con una resistencia de *pull-up* interna, por lo que no es necesario, ni debe utilizarse ninguna resistencia de pull-up externa, de hacerlo, puede provocar problemas de funcionamiento. La forma como debe ser conectada se ilustra en la figura anterior.

b) Apagado de GM862

Para apagar el dispositivo se realiza la misma operación que para su encendido.

El circuito básico para hacer esto es el siguiente:

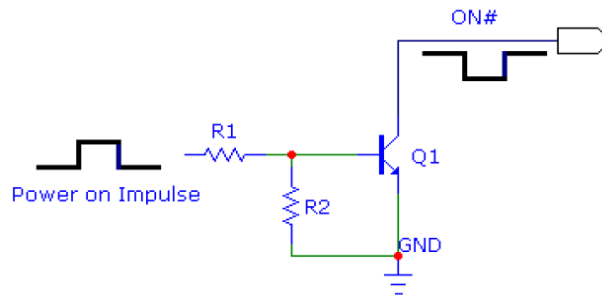


Figura 6. Circuito para el encendido y apagado del GSM.

3.4 Diagrama de flujo del sistema.

El dispositivo final cuenta con un módulo *Xbee*, un módulo *GSM*, un teclado matricial de 4x4 caracteres, una pantalla *LCD* y un *PIC* 18F4520 como controlador principal.

Cada alarma se encuentra conectada a su propio circuito con módulo *Xbee* al cual se le ha asignado una dirección única. Cuando alguna de las alarmas se activa, el dispositivo *Xbee* envía su dirección al módulo central, el cual la entrega al microcontrolador. El *PIC* toma la dirección recibida y la compara en una tabla para decidir a qué alerta corresponde, una vez identificada la alarma, se decide el mensaje y se envía mediante el módulo *GSM* (Ebel y Nestel, 1993).

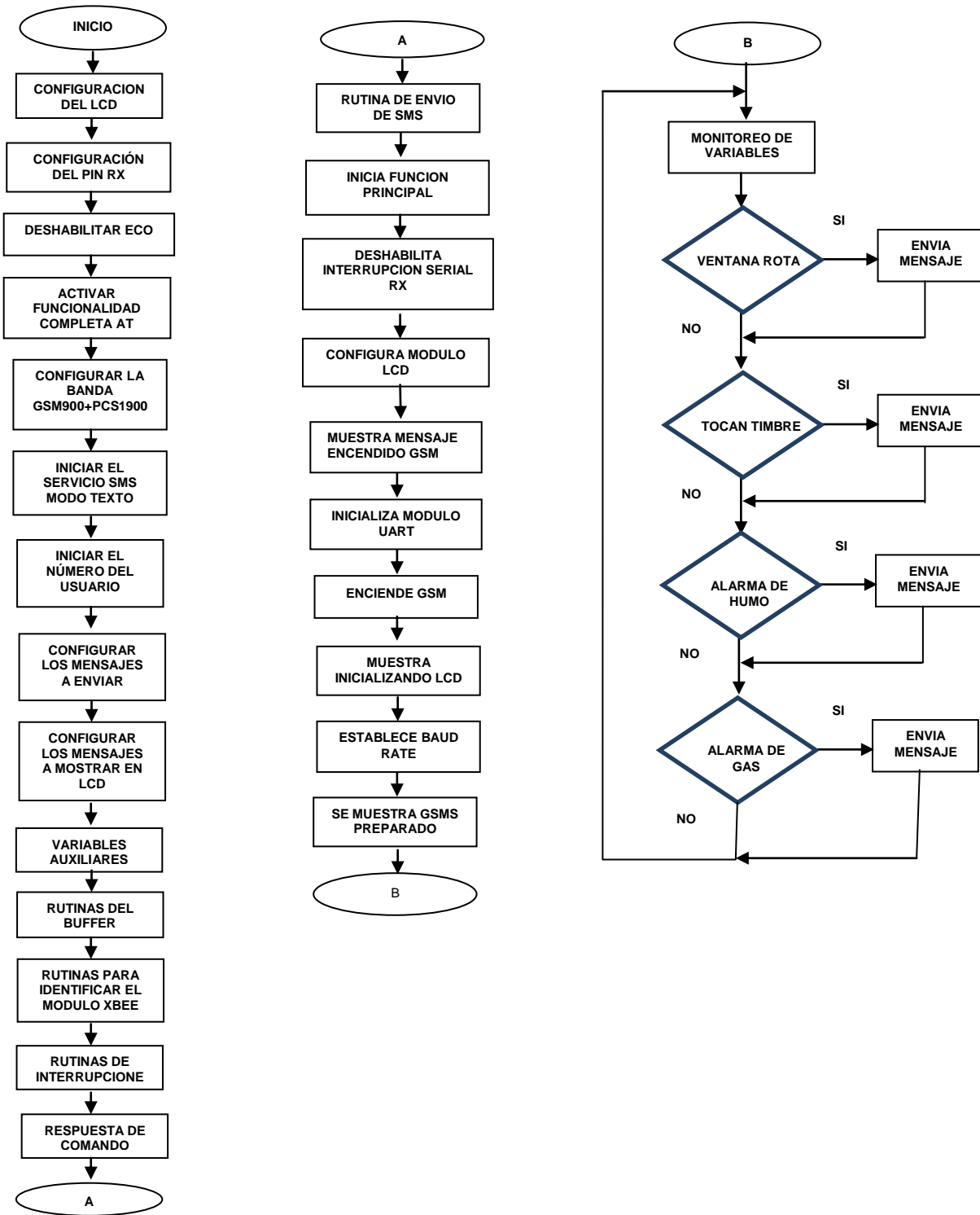


Figura 7. Diagrama de flujo del sistema.

3.5 Resultados.



Figura 8. Sistema de sensado.



Figura 9. Sensor de gas.



Figura 10. Posibles sensores.

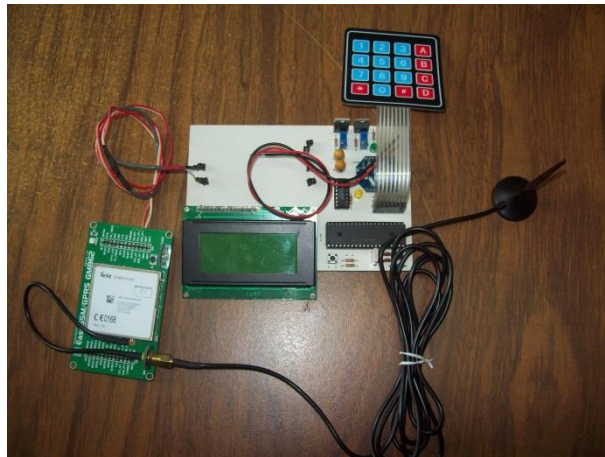


Figura 11. Sistema maestro.

Tabla1. Diversos mensajes enviados.

Evento	Mensaje enviado
Fuga de gas	ALARMA DE GAS
Incendio	ALARMA DE HUMO
Llaman a la puerta	TOCANDO TIMBRE
Allanamiento	VENTANA ROTA
# - MS1	MENSAJE DE PRUEBA

Conclusiones.

Este proyecto representa un esfuerzo para el desarrollo de nuevas herramientas enfocadas a mejorar la calidad de vida de personas con alguna discapacidad. El sistema inicial ha sido modificado de manera que su practicidad de uso y aplicaciones se han incrementado radicalmente y, al mismo tiempo, ha abierto un abanico de posibilidades en el campo de la ayuda a personas discapacitadas.

El sistema brinda a las personas con debilidad auditiva la oportunidad de una integración más completa al medio, proveyéndolos de mayor independencia.

Con las características actuales, el sistema puede ser implementado incluso para personas sin ninguna discapacidad, para el monitoreo de alarmas o sistemas a distancia.

Referencias Bibliográficas.

Coughlin Robert F. / Driscoll Frederick F., (1998) “*Amplificadores operacionales y circuitos integrados lineales*”, Prentice Hall. México.

González Vázquez J. A., (2000) “*Introducción a los microcontroladores. Hardware, software y aplicaciones*”. McGraw Hill. México.

F Ebel, S Nestel, (1993) “*Sensores para la técnica de proceso y manipulación*”. Festo Didactic, México.

Huidobro Moya José Manuel, (2012) “*Comunicaciones móviles, sistema GSM, UMTS y LTE*”. Ra-Ma, México.

Web Xbee, (2015) *Software y material informativo de los Xbee.* <http://www.andresduarte.com/arduino-y-xbee>

Web Communication, (2006) *Wireless Communication with XBee Radios, Practical Example (April, 2006).* https://www.faludi.com/itp_coursework/meshnetworking/XBee/XBee_example.html

Web PIC18F4520, (2015) *FLASH/EEPROM, DATASHEET.* <http://microchip.com>

Información de los autores.



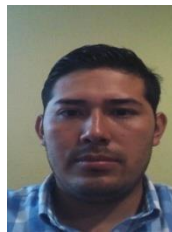
Raúl Moreno Rincón, Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica, egresado de la ESIME-IPN, en la ciudad de México, D.F. Maestro en Ciencias en Ingeniería Electrónica egresado del Instituto Tecnológico de Toluca. Maestro en Educación Superior por la Universidad Autónoma de Chiapas. Es profesor de tiempo completo en el área de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez y Jefe de Proyectos de Docencia de Ingeniería Electrónica. Es investigador desde 1999 y Colabora en la línea de investigación de “Robótica” de Ingeniería electrónica, en donde ha realizado proyectos como; Sistema de alarma para personas con deficiencia auditiva basado en XBEE, Robot de cafetería, araña hexápoda, entre otros.



Álvaro Hernández Sol, es Ingeniero en electrónica, egresado del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez ITTG, en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Es profesor de tiempo completo en el área de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez y es investigador desde 1997. Siendo Jefe de proyectos de investigación de ingeniería electrónica desde el 2001. Fundó y asesora el “Club de robótica del ITTG”. Colabora en la línea de investigación de “Robótica” de Ingeniería electrónica. Dirige el área de trabajo en “sistemas aéreos autónomos”.



Osbaldo Ysaac García Ramos, Ingeniero en Electrónica, es Maestro en Ciencias en Ingeniería Mecatrónica egresado del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. Es docente de asignatura del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez en el área de Ingeniería Eléctrica-Electrónica. Tiene 10 años de experiencia docente y ha desarrollado proyectos de investigación como ‘Sistema de medición de hélices de barco para la Secretaría de Marina financiado por Conacyt y Semar’. Tiene participaciones en congresos internacionales como congreso Tecnolaser Habana Cuba 2012 con artículo y ponencia ‘Método de registro automático de imágenes de rango tridimensionales para restauración de piezas arqueológicas’.



Luis Alberto Pérez Lozano. Estudio Ingeniería Eléctrica en el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, ha participado en el foro de ahorro de energía y uso eficiente de la energía, colaboro con la Universidad Autónoma de Chiapas en el área de diseño y ejecución de proyectos eléctricos y control, y posteriormente se incorporó al sistema de los Institutos Tecnológicos en el 2010. Ha participado como facilitador de cursos de manejo de equipo de laboratorio y propuesta de prácticas innovadoras de Física, como Jefe del Laboratorio de Física, Jefe del Laboratorio de Ingeniería Eléctrica, pertenece a la línea de investigación de energías renovable de Ingeniería Eléctrica. Actualmente es Jefe del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.



Joaquín Eduardo Domínguez Zenteno, es Maestro en Ciencias en Ingeniería Electrónica egresado del Instituto Tecnológico de Toluca, Ingeniero en Electrónica con especialidad en Instrumentación y Control por el Instituto Tecnológico de Nuevo León, en Cd. De Guadalupe, Nuevo León. Es profesor de tiempo completo en el área de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez y Jefe de Proyectos de Vinculación de Ingeniería Electrónica. Es investigador desde 2009 y Colabora en la línea de investigación de “Instrumentación” de Ingeniería electrónica.