



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

“SISTEMA DE CONTROL REMOTO MEDIANTE ENVÍO DE SMS”

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE
RESIDENCIA PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERÍA MECATRÓNICA

PRESENTA:

DORIS ALEJANDRA CASTAÑEDA AHUATZIN

NOMBRE DEL ASESOR:

DR. MARCOS BEDOLLA HERNÁNDEZ



Apizaco, Tlax., MARZO 2025



Apizaco, Tlaxcala, 26/septiembre/2024.

Oficio No. MM/639/2024.

ASUNTO: Liberación de Proyecto para Titulación Integral.

CESAR REYNALDO RAMOS GÓMEZ
JEFE DE LA DIV. EST. PROFESIONALES
P R E S E N T E

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación integral:

Alumno (a):	DORIS ALEJANDRA CASTAÑEDA AHUATZIN
Carrera:	INGENIERÍA MECATRÓNICA
No. De Control:	16370812
Nombre del Proyecto:	" SISTEMA DE CONTROL REMOTO MEDIANTE ENVÍO DE SMS"
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar*

JORGE AGUILAR VÁZQUEZ
JEFE DEL DEPTO. METAL-MECÁNICA



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
**DEPARTAMENTO DE
METAL MECÁNICA**

MARCOS BEDOLLA HERNÁNDEZ
ASESOR

c.p.- Expediente
Archivo.

JAV*petry.





TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Apizaco, Tlaxcala, 13/diciembre/2024

**CASTAÑEDA AHUATZIN DORIS ALEJANDRA.
EGRESADA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
MECATRÓNICA.
CON NÚMERO DE CONTROL 16370812.
PRESENTE.**

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL cuyo tema es: "SISTEMA DE CONTROL REMOTO MEDIANTE ENVIÓ DE SMS" conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar 2 USB del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepcion Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®*



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DIVISIÓN DE
ESTUDIOS PROFESIONALES

ISRAEL JORGE SÁNCHEZ SÁNCHEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ccp. Archivo
ijss/rls



2024
FELIPE CARRILLO
PUERTO
REPOSICIÓN DEL GOBIERNO MEXICANO
REVOLUCIONARIO Y DEMOCRÁTICO
DEL SIGLO XX

Agradecimientos

A quien corresponda.

Tabla de contenido

Resumen:	4
Capítulo 1: Generalidades	5
Título.....	5
Introducción	5
Descripción del Área de Trabajo:.....	6
Descripción de la empresa u organización.....	6
Descripción del puesto o área de trabajo	6
Problemas a resolver (ordenados por prioridad).....	7
Planteamiento y definición del problema	7
Objetivos (general y específicos).....	7
General:	7
Específicos:.....	8
Justificación	8
Capítulo 2: Marco Referencial	10
Marco teórico	10
Conceptos básicos	10
1. <i>Teléfono Celular o Teléfono Móvil</i>	10
2. <i>Red Telefónica Móvil o Celular</i>	11
3. <i>Tarjeta SIM</i>	12
4. <i>Mensajes de Texto o SMS</i>	12
5. <i>Protocolo de Comunicación</i>	13
6. <i>Tecnología GSM/GPRS</i>	14
7. <i>SIM900 GSM / GPRS</i>	15
8. <i>Interfaz RS232</i>	16
9. <i>Lenguajes de Comandos “AT”</i>	17
10. <i>Microcontroladores</i>	18
11. <i>Microcontrolador pic18F4550</i>	19
12. <i>Comunicación Bluetooth</i>	21
13. <i>Módulo Bluetooth HC-05:</i>	22
Herramientas y recursos de desarrollo	23
Proteus	23

<i>Mikro C</i>	24
Antecedentes.....	25
¿Cómo enviar un SMS con el módem F1103 a través de comandos AT?	25
Alarma SMS con microcontrolador PIC.....	25
Enviar sms usando módulo GSM y microcontrolador PIC.....	26
Capítulo 3: Diseño Metodológico.....	27
Delimitación	27
Alcances o Metas	27
Alcance	27
Metas	27
Hipótesis	27
Capítulo 4: Desarrollo	28
Procedimiento y descripción de las actividades realizadas	28
Etap a 1: Selección de herramientas, instrumentos y componentes	28
Etap a 2: Diseño del circuito y simulación	30
Etap a 3: Generación de un código de programación.	32
Etap a 4: Evaluación y ajustes.....	36
Capítulo 5: Resultados	44
Evaluación de resultados y área de aplicación:	44
Longitud de alcance	44
Tiempo envío y recepción de instrucciones	44
Cantidad de solicitudes recibidas al día	45
Tolerancia de errores en la recepción de la información.....	45
Análisis experto del Sistema.....	47
a) FORTALEZAS:	47
b) OPORTUNIDADES.....	47
c) DEBILIDADES	48
d) AMENAZAS	48
Capítulo 6: Conclusiones	50
Conclusiones	50
Citas y Referencias Bibliográficas.....	51
Referencias de las ilustraciones mostradas:.....	53

Resumen:

En el presente estudio se realizó una automatización a un proceso de comunicación para la empresa Dipag Consultores, con la finalidad de brindar un procedimiento con la menor intervención humana, que reduzca los tiempos de operación y facilite la manipulación de instrumentos a distancia en zonas de difícil acceso o donde las telecomunicaciones no son una realidad estable. Para lo cual se hizo un referente al canal de comunicación más simple, viable y con la que cuentan los aparatos que utilizamos en la vida diaria, que es el Servicio de Mensajería (SMS).

A partir de esto, se procedió a la propuesta de generar un sistema que optimice los procesos de producción sea cual sea este; es decir, que sea versátil en el lugar que sea implementado y accesible para cualquier usuario, pero con claves específicas que funcionen en el manejo de procedimientos concretos.

El sistema consiste en utilizar el teléfono celular como una herramienta eficaz en la comunicación con los procesos de producción, participando en la activación y desactivación de un módulo de adquisición de datos mediante el envío de un SMS.

Capítulo 1: Generalidades

Título

Sistema de Control Remoto Mediante Envío de SMS

Introducción

En las empresas, industrias y fabricas la automatización se ha vuelto algo esencial, principalmente porque ayuda a realizar actividades de manera correcta y eficiente, esto a menudo se traduce en ahorros importantes de tiempo, dinero y mano de obra.

En este proyecto se representa la problemática de incluir nuevos sistemas de automatización que puedan cubrir algunos o todos los procesos, pero en zonas con deficiencia al acceso de telecomunicaciones de nueva generación. Un sistema de control remoto mediante envío de SMS es capaz de resolver la necesidad de enviar instrucciones y asignar tareas desde lugares remotos, operando con una mínima o nula intervención humana.

Este sistema de control consiste en un software que permite activar y desactivar un elemento mecánico con el uso de un módulo de adquisición de datos y el servicio de envío de Mensajes de Texto a través de un teléfono celular, donde se introduce una clave de acceso único para que el cliente pueda ejecutar el proceso desde cualquier lugar que se encuentre, logrando realizar trabajos relacionados al control de una manera más rápida y eficiente, reducir tiempos de respuesta y costos que involucraban hacerlo de forma manual.



*Ilustración 1: Biblioteca de Comunicación de Telecontrol ReSySMS
[Fuente: 2022 PHOENIX CONTAC]*

Descripción del Área de Trabajo:

Descripción de la empresa u organización

El presente proyecto se realizará en alianza con la empresa DIPAG CONSULTORES, ubicada en Prolongación Linda Vista #1, Colonia San Pablo Apetatitlán de Antonio Carvajal, Pueblo De Tlatempan; San Pablo Apetatitlán, Tlaxcala.

DIPAG CONSULTORES forma parte del sector privado mexicano, está dedicada al desarrollo de ingeniería y soluciones tecnológicas en proyectos administrativos y gráficos, cuenta con certificación por parte de la empresa *My Business Pos*; y busca entrenar desarrolladores autónomos de sistemas útiles y adaptables en el área tecnológica, enfocados en las necesidades del usuario y las empresas que lo requieran.

Descripción del puesto o área de trabajo

El proyecto se desarrolló en el área de desarrollo tecnológico, dentro de la empresa DIPAG Consultores que se encuentra bajo el mando de Emmanuel Paul Camacho, que al mismo tiempo funge como asesor externo en el desarrollo de esta investigación.

Durante el periodo de desarrollo, se participó en la elaboración de prototipos personalizados y específicos, con el fin de promover soluciones innovadoras y automatizadas a procesos claves; además de la supervisión de las mismas para garantizar su funcionalidad óptima y la satisfacción de las necesidades en el campo aplicado

Problemas a resolver (ordenados por prioridad)

1. Facilitar la comunicación entre el operador y el proceso a distancia
2. Dificultad de comunicación en zonas donde los servicios de telecomunicaciones son limitados.
3. Validación de procesos a partir de comandos particulares en cualquier lugar y momento.
4. Generar un modelo de comunicación y operación a distancia que sea funcional y eficaz en cualquier entorno que se requiera
5. Operación de módulos remotos mediante comunicación RS232 con una clave específica

Planteamiento y definición del problema

El presente proyecto trata sobre el desarrollo de un sistema que permita manipular procesos y máquinas enviando instrucciones vía Servicio de Mensajes Cortos (SMS); para ello, se necesita un software que funcione como mando a distancia para controlar las tareas que realiza la maquinaria dentro de la empresa.

El proyecto servirá para la implementación de sistemas automatizados y eficientes que favorezcan la comunicación en lugares carentes en diversidad de redes, culminando en el diseño de un código de programación a la par de un circuito eléctrico que nos permita simular la entrada de datos y mando a distancia dentro de la frecuencia de comunicación de tipo Mensajería Corta (SMS).

Objetivos (general y específicos)

General:

Implementar un hardware de control que permita el envío de comandos/palabras clave mediante un módulo de GSM/GPRS, que a través del Servicio de Mensajes Cortos (SMS) obtenga y valide la información y el estado específico de los procesos y máquinas donde se desee implementar.

Específicos:

- Tener un sistema que permita el acceso a la información en cualquier momento y lugar.
- Reducir las limitantes para acceder y operar los módulos que participan directamente con los procesos.
- Generar un hardware que permita el control directo, reduzca los tiempos de respuesta y tenga facilidad en la adquisición de datos.
- Generar un código y circuito que pueda entender y trabajar con instrucciones específicas; al mismo tiempo que pueda ser validado en cualquier lugar y momento vía SMS.

Justificación

Se busca implementar el uso del control industrial mediante SMS, ya que es un servicio accesible, cotidiano y de bajo costo; facilitando el acceso al monitoreo y control de máquinas y sus procesos desde cualquier parte del país mediante comandos o palabras claves simples; no importando que en el sitio no se cuente con servicios de internet o telefonía fija, el proceso pueda ser validado en cualquier momento, asegurando una respuesta inmediata y a su vez se le pueden dar instrucciones específicas a donde este aplicado el dispositivo.

Los dispositivos móviles ofrecen diferentes servicios que permiten la comunicación entre ellos y entre nosotros; entre estos servicios se destacan el servicio de mensajería de textos (SMS), el servicio de mensajería multimedia, el servicio de correo electrónico, y todas las demás aplicaciones de mensajería que se han desarrollado actualmente.

Aunque resalta que las nuevas aplicaciones tienen como fundamento el servicio de mensajes SMS, ya que se basan en la transmisión de mensajes de un dispositivo a otro de forma inmediata, enviando el mensaje incluso a más de un receptor y sin importar si solo uno tiene la red disponible.

La accesibilidad para el uso de este proyecto va a nivel global, con un 78 % de la población con acceso a la tecnología celular inteligente, con un aproximado de los líderes industriales a tener más de 3 dispositivos. Con esta información, se debe agregar que, al mismo nivel, se emplean más de 30 compañías líderes en Operadoras móviles, esto tomando en cuenta un rango de cobertura de un 95%.

Los costos de la mensajería dependerán del contrato que el usuario tenga con su distribuidor de red móvil; los cuales pueden ir desde paquetes mensuales que incluyen comunicación ilimitada de mensajería a usuarios locales y nacionales y con un costo económico a nivel internacional; hasta la posibilidad de elegir la comunicación fuera de paquetes con un consumo económico de aproximadamente \$1.79 MXN el servicio de SMS (dependiendo el operador). Tomando de referencia el envío mínimo de mensajes esperados en este reporte, el consumo monetario total por el uso de este sistema sería de \$35.8 MXN al día, por lo que, a nivel industrial o empresarial representa un costo accesible para el cliente en cuestión de una inspección remota digital o analógica.

El servicio de mensajería SMS se va a exponer a lo largo de este informe en el intercambio de instrucciones en forma de mensajes provenientes de un dispositivo emisor conectado a una red de telefonía celular, que establece un protocolo de comunicación con el dispositivo receptor para analizar, decodificar y ejecutar las instrucciones que le han encomendado. Con la finalidad de tener una comunicación fácil y directa entre el operador y la máquina a través de mensajes cortos y contra las limitaciones de la falta de acceso a Redes inalámbricas en zonas no tan privilegiadas; además, permite tener un registro para poder consultar las instrucciones que se han dictado, gracias a la memoria del dispositivo emisor.

Capítulo 2: Marco Referencial

Marco teórico

Para entrar en contexto de la investigación, se ha recopilado una serie de conceptos básicos que servirán para la formulación y desarrollo del proyecto aquí presente.

Conceptos básicos

1. Teléfono Celular o Teléfono Móvil

Un teléfono celular es un dispositivo inalámbrico electrónico que permite tener acceso a la red de telefonía celular o móvil, se denomina celular debido a las antenas repetidoras que conforman la red. Su principal característica es su portabilidad, que permite comunicarse desde casi cualquier lugar; aunque su principal función es la comunicación de voz, su rápido desarrollo ha incorporado otras funciones como son cámara fotográfica, agenda, acceso a internet, reproducción de audio y video e incluso servicios de ubicación.



Ilustración 2: Teléfono Celular

Los teléfonos celulares significaron una revolución en el área de las comunicaciones, otorgando facilidades a la hora de mantenerse conectado con distintos contactos. No obstante, estos artefactos cambiaron enormemente con el paso del tiempo, incorporando nuevas funcionalidades, aumentando la autonomía y finalmente siendo cada vez más portables. Actualmente se han transformado en verdaderas piezas de tecnología avanzada, con una enorme cantidad de aplicaciones además de la típica comunicación mediante voz.

2. Red Telefónica Móvil o Celular

La Telefonía Móvil es la comunicación a través de teléfonos móviles en la que los teléfonos no están conectados físicamente mediante cables; el medio de transmisión es el aire y el mensaje se envía por medio de ondas electromagnéticas.

La telefonía móvil básicamente está formada por dos partes: una red de comunicaciones (o red de telefonía móvil), compuesta de antenas repartidas por la superficie terrestre; y los terminales (o teléfonos móviles), que permiten el acceso a dicha red. Tanto las antenas como los terminales son emisores-receptores de ondas electromagnéticas con frecuencias entre 900 y 2000 MHz.

La operadora reparte el área de cobertura en varios espacios llamados células, normalmente hexagonales, como en un juego de tablero, creando una inmensa red de hexágonos (de ahí viene el nombre de celular) que permite ocupar todo el espacio.

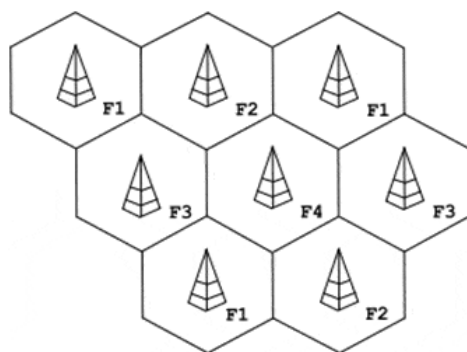


Ilustración 3: Células de la Telefonía Móvil

En cada célula hay una estación base que será una antena con una amplitud para emitir y recibir en ese hexágono de espacio (célula), cada célula utiliza varias decenas de canales; donde un canal es un conjunto de ondas electromagnéticas emitidas y/o recibidas en una comunicación a una frecuencia determinada y específica, lo que permite la comunicación simultánea en cada célula sin interferir en las demás.

La primera red de comunicación móvil automatizada comercial fue lanzada por NTT en Japón en 1979, seguida por el lanzamiento del sistema de Telefonía Móvil Nórdica (NMT) en Dinamarca, Finlandia, Noruega y Suecia, en 1981. Se caracterizó por ser analógica y estrictamente para voz. La calidad de los enlaces de voz era muy baja, baja velocidad [2400 bauds], la transferencia entre celdas era muy imprecisa, tenían baja capacidad [basadas en FDMA, Frequency Division Multiple Access] y la seguridad no existía. La tecnología predominante de esta generación es AMPS (Advanced Mobile Phone System).

3. Tarjeta SIM

Un teléfono móvil se compone del handset (el transceptor de radio, la pantalla y procesadores de señales digitales) y una tarjeta inteligente denominada Subscriber Identity Module (SIM), la cual se inserta en una ubicación especial del móvil. El SIM contiene la identificación del abonado (IMSI), una clave secreta opcional para la autenticación del usuario (PIN), y la información de contacto de otros usuarios.

La SIM proporciona movilidad personal, de manera que el usuario puede tener acceso a todos los servicios contratados, independientemente de la ubicación como del uso de una terminal específica. Al insertar la tarjeta SIM en cualquier otro teléfono celular (del mismo operador), el usuario es capaz de realizar, recibir llamadas, y utilizar otros servicios. Alternativamente, al cambiar de operador de telefonía celular, el usuario solamente debe adquirir un nuevo SIM, conservando el mismo teléfono móvil.

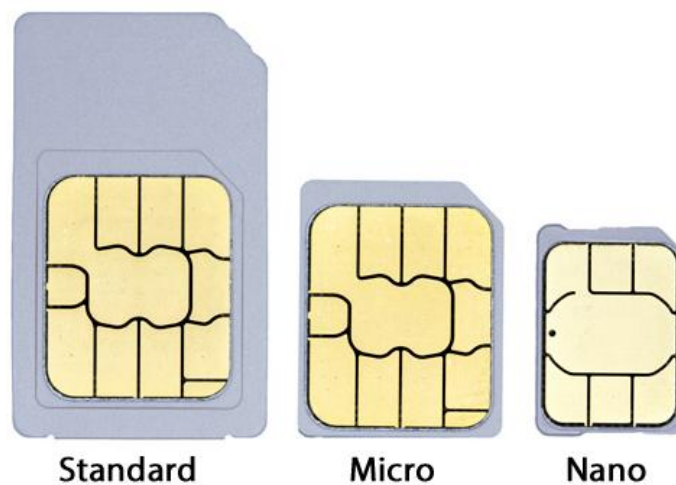


Ilustración 4: Presentaciones de Tarjeta SIM

4. Mensajes de Texto o SMS

SMS es un acrónimo de la palabra en inglés Short Message Service y en español “Servicio de Mensajes Cortos”. Este término se refiere al servicio de la telefonía celular (móvil) que posibilita enviar y recibir mensajes solo de texto de extensión reducida que se envían de un teléfono móvil a otro, siendo una forma rápida de enviar un recado corto a alguien.

Los primeros mensajes de texto (SMS) se enviaron en 1992, cuando Neil Papworth, un programador de software de 22 años, envió el primero desde un PC a su amigo Richard Jarvis. Justo un año después, Nokia introdujo la funcionalidad de los SMS con un sonido distintivo para señalar su llegada. Desde ese entonces hasta la fecha, siguen siendo un recurso elemental no solo como una vía de comunicación rápida

y efectiva, sino como componentes a tomar en cuenta en una estrategia de marketing y privacidad.

Este servicio, te permite enviar mensajes de 160 hasta 224 caracteres, dependiendo el tipo de dispositivo móvil, incluidos los teléfonos celulares convencionales y smartphones. También puede enviar los datos aún cuando el receptor no esté dentro de alguna red de telefonía, para entregarlos cuando el destino esté disponible.



Ilustración 5: Servicio de Mensajes Cortos

Los primeros mensajes de texto (SMS) se enviaron en 1992, cuando Neil Papworth, un programador de software de 22 años, envió el primero desde un PC a su amigo Richard Jarvis. Justo un año después, Nokia introdujo la funcionalidad de los SMS con un sonido distintivo para señalar su llegada. Desde ese entonces hasta la fecha, siguen siendo un recurso elemental no solo como una vía de comunicación rápida y efectiva, sino como componentes a tomar en cuenta en una estrategia de marketing y privacidad.

5. Protocolo de Comunicación

Según la definición que nos da la Real Academia Española, la palabra protocolo dentro del área de la informática, se refiere al “Conjunto de reglas que se establecen en el proceso de comunicación entre dos sistemas”. De ahí que las palabras “protocolo de comunicación”, hagan referencia al conjunto de estándares y normas que rigen la forma en que interactúan distintos dispositivos dentro de una red, es decir, son los puentes que permiten la transmisión y recepción de datos.

Para efectos de este proyecto el protocolo utilizado es el protocolo de comunicación inalámbrico GSM que se describe a continuación.

6. Tecnología GSM/GPRS

La red GSM (Global System for Global Communications) es el sistema de comunicaciones más utilizado en teléfonos móviles y es un estándar en Europa. La primera funcionalidad de esta tecnología es la transmisión de voz a través de ondas de radio, permite la transmisión de datos, aunque a una velocidad muy baja de 9kb/s; también digitaliza y comprime los datos para enviarlos por un canal con otros dos flujos de datos del usuario, cada uno a su propio tiempo. En telefonía, opera en bandas de frecuencia de 900 o 1800 MHz

Se denomina estándar "de segunda generación" (2G) porque a diferencia de la primera generación de teléfonos portátiles, las comunicaciones se producen de un modo completamente digital. Posteriormente fueron introducidos respectivamente los estándares UMTS (Universal Mobile Telecommunications Systems, 3G) y LTE (Long Term Evolution, 4G), con capacidades adicionales de conexión a internet y mayor velocidad de transferencia de datos.

El GPRS (General Packet Radio Service / Servicio General de Paquetes Vía Radio) es una extensión de la tecnología GSM, está basada en la transmisión por paquetes, ofrece un servicio más eficiente para las comunicaciones de datos, especialmente en el acceso a Internet. Es un sistema que se basa en dar cobertura a las comunicaciones móviles por satélite, pero el sistema se orienta a los enlaces de radio y la transmisión se realiza a través de datos.

Un módem GSM GPRS es un módem GSM, que, además, es compatible con la tecnología GPRS de conmutación de paquetes y transmisión de datos, tiene capacidad de conexión a la red internet a través del protocolo TCP-IP y una velocidad máxima de transmisión de datos de 115 kbps. La transferencia de datos de GPRS generalmente se cobra a los usuarios de telefonía móvil por volumen de información transmitida (en megabytes). Con GPRS es más sencillo poner aplicaciones a la disposición de los usuarios ya que el utilizar una tasa de transmisión de datos mayor, no será necesario adaptar las interfaces de los programas para su uso por dispositivos móviles con velocidades de transmisión más lentas como anteriormente.



Ilustración 6: Redes GSM y GPRS

7. SIM900 GSM / GPRS

Es un módulo que permite conectar los proyectos a una red de telefonía celular, para enviar y recibir mensajes de texto (SMS), llamadas y conexión a internet vía GPRS; trabaja en las bandas GSM de 850/900/1800/1900MHz, se configura y controla a través de sus puertos UART utilizando comandos AT simples y soporta una red GSM/GPRS cuatribanda, lo que significa que funciona prácticamente en cualquier parte del mundo.

Es un módem inalámbrico GSM en miniatura que, al ser integrado puede verse como un dispositivo al cual se le ha adaptado una interfaz serial RS232, con el objeto de ser controlado a través de una computadora; se considera como un teléfono celular ya que logra cumplir casi las mismas funciones, mensajes de texto (SMS), hacer o recibir llamadas telefónicas o conectarse a Internet a través de GPRS, TCP/IP.

El módem GSM puede ser operado a través de un microcontrolador y de esta manera ser incorporado a sistemas de control remoto de supervisión automática; o también puede conectarse a una computadora mediante un cable serial RS232 o un cable USB-Serial y usar un software para el envío programado de mensajes SMS a dispositivos móviles. El número de mensajes SMS que pueden ser procesados por un módem GSM por minuto es de alrededor de seis a diez mensajes por minuto.

Sus especificaciones y características son las siguientes:

- *Tipo:* Modulo Shield Gsm Gprs
- *Serie:* Sim900
- *Dimensiones:* 85mm * 57mm * 20mm
- *Voltaje de alimentación externo:* 5-12V DC
- *Voltaje de funcionamiento:* 5V
- *Bajo consumo de corriente:* 1.5mA (modo de suspensión)

- Voltaje I/O: 5V
- Socket Tarjeta SIM
- Socket batería RTC
- *No incluye Batería para RTC*: Batería compatible 3V CR1220
- Conectores miniplug para audífono y micrófono (3.5mm)
- Incluye antena GSM con conector SMA
- Soporta GSM/GPRS cuatro frecuencias, 850/900/1800/1900 MHZ
- Soporta servicio de datos, velocidad máxima de datos, descarga 85,6 Kbps, carga de 42,8 Kbps
- Soporte estándar GSM07.07, 07,05 el comando AT y la expansión del comando Ai pensador
- *Temperatura de funcionamiento* de 30 °C a + 80 °C



Ilustración 7: SIM900 GSM / GPRS

8. Interfaz RS232

Su nombre completo es Recommended Standard 232, o en español Estándar Recomendado 232; es una interfaz para el intercambio serial de datos binarios entre únicamente un equipo terminal de datos y un equipo de comunicación de datos.

Físicamente, consiste en un conector tipo DB-25 de 25 pines, aunque también se puede encontrar la versión DE-9 de 9 pines, que es más barato y compatible con periféricos comunes como el ratón de computadora.

El protocolo RS-232, además del conector, necesita un cable con dos conjuntos de cables por dentro, por los cuales pasan las señales salientes o señales Tx (transmisión) y las señales entrantes o señales Rx (recepción).

La transmisión del protocolo RS-232 es serial, es decir, se realiza un bit a la vez, a través de una sola línea de comunicaciones; además usa oscilaciones de voltaje grandes que permiten funcionar correctamente a larga distancia.

La forma de transmisión en serie entre un equipo de procesamiento de datos y los periféricos es la presentación más común de la interfaz RS-232; sin embargo, los puertos USB han sustituido casi por completo a los puertos RS-232.

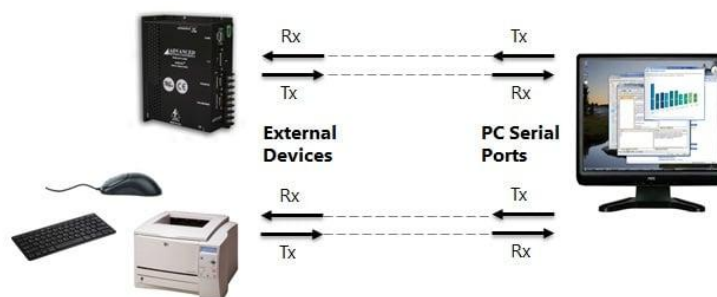


Ilustración 8. Arquitectura del dispositivo de intercomunicación SMS - Maquinaria

9. Lenguajes de Comandos “AT”

Los comandos AT son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y un Terminal MÓDEM; se denominan así por la abreviatura de “*attention*”.

Los comandos AT fueron desarrollados en 1977 por Dennis Hayes como un interfaz de comunicación con un MÓDEM para así poder configurarlo y proporcionarle instrucciones, tales como marcar un número de teléfono. Más adelante, con el avance del baudio, fueron las compañías Microcomm y US Robotics las que siguieron desarrollando y expandiendo el juego de comandos hasta universalizarlo.

Aunque la finalidad principal de los comandos AT es la comunicación con módems, la telefonía móvil GSM también ha adoptado como estándar este lenguaje para poder comunicarse con sus terminales. De esta forma, todos los teléfonos móviles GSM poseen un juego de comandos AT específico que sirve de interfaz para configurar y proporcionar instrucciones a los terminales, permiten acciones tales como realizar llamadas de datos o de voz, leer y escribir en la agenda de contactos y enviar mensajes SMS, además de muchas otras opciones de configuración del terminal.

Es claro que la implementación de los comandos AT corresponde a los dispositivos GSM y no depende del canal de comunicación a través del cual estos comandos sean enviados, ya sea cable de serie, canal Infrarrojos, Bluetooth, etc.

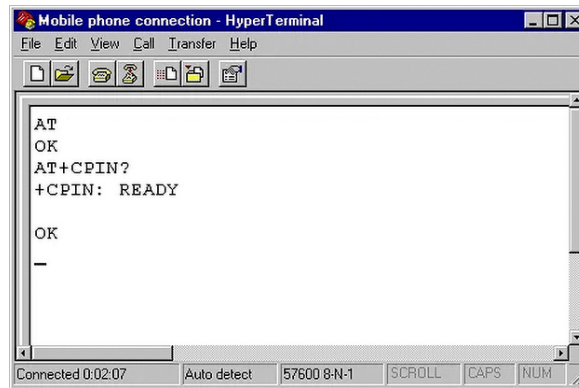


Ilustración 9: Uso de Comandos AT

10. Microcontroladores

Un microcontrolador (abreviado μC , UC o mCU) es un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria. Funciona como una pequeña computadora que incluye un procesador o Unidad Central de Procesamiento (CPU), sistemas para controlar elementos de entrada/salida (periféricos) y una memoria que puede guardar programas y sus variables (flash y RAM); su propósito es automatizar procesos y procesar información.

Como el hardware ya viene integrado en un solo chip, para usar un microcontrolador se debe especificar su funcionamiento por software a través de programas que indiquen las instrucciones que el microcontrolador debe realizar. En una memoria se guardan los programas y un elemento llamado CPU se encarga de procesar paso por paso las instrucciones del programa. Los lenguajes de programación típicos que se usan para este fin son ensamblador y C, pero antes de grabar un programa al microcontrolador hay que compilarlo a hexadecimal que es el formato con el que funciona el microcontrolador.

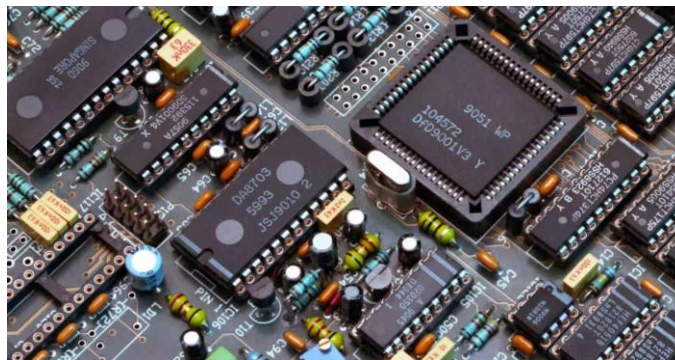


Ilustración 10: Estructura Física de los Microcontroladores

Para diseñar programas útiles es necesario conocer los bloques funcionales básicos del microcontrolador, estos bloques son:

- **CPU** (Unidad central de proceso)
- **Memoria ROM** (Memoria de solo lectura)

- **Memoria RAM** (Memoria de acceso aleatorio)
- **Líneas de entrada y salida** (Periféricos/Interacción con el mundo exterior)

El nombre verdadero de los microcontroladores es PICmicro (Peripheral Interface Controller), conocido bajo el nombre PIC. Su primer antecesor fue el chip denominado PIC1650, creado en 1975 por la compañía General Instruments. Diez años más tarde, al añadir una memoria EEPROM, este circuito se convirtió en un verdadero microcontrolador PIC.

Todos los microcontroladores PIC utilizan una arquitectura Harvard de 8 bits, lo que quiere decir que su memoria de programa está conectada a la CPU por más de ocho líneas. Hay microcontroladores de 12, 14 y 16 bits, dependiendo de la anchura del bus, es decir, dependiendo del tamaño de palabra de programa existen la primera, la segunda y la tercera categoría de microcontroladores. Puesto que disponen del núcleo similar de 8 bits, todos utilizan el mismo juego de instrucciones y el “esqueleto” básico de hardware conectado a más o menos unidades periféricas.

Estos dispositivos se pueden convertir en una unidad central de procesamiento con pocos circuitos integrados de manera externa, disponen de frecuencias que se configuran de acuerdo a las necesidades y métodos donde se aplique, además, con un microcontrolador se pueden programar, controlar y combinar distintas operaciones a la vez.

11. Microcontrolador pic18F4550

El Microcontrolador PIC18F4550 es un circuito integrado programable capaz de poder realizar y controlar tareas las veces que desees gracias a la memoria flash de alta resistencia. El MCU cuenta con 8 Bits, 48 MHz, 32 KB, 2 KB, 40 Pines y pertenece a la familia de microcontroladores PIC18.

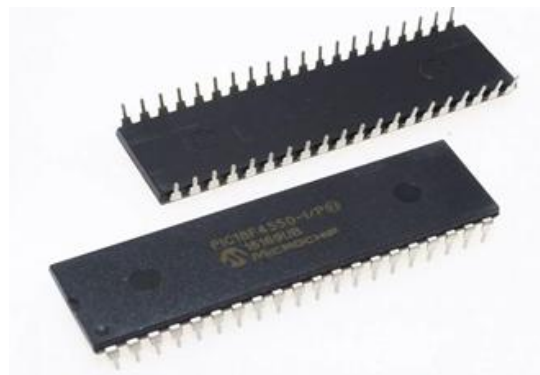


Ilustración 11: Microcontrolador 18F4550
[Fuente: UNIC ELECTRONICS 2016-2021]

El Microcontrolador PIC18F4550 funciona para poder efectuar y/o controlar otros dispositivos, algunas de sus aplicaciones son automatización y control de procesos,

comunicaciones y red, electrónica de consumo, diseño embebido y desarrollo, multimedia, dispositivos portátiles, robótica, instrumentación y medida o seguridad. Especificaciones y Características:

- *Familia:* PIC18
- *Modelo:* PIC18F4550-I/P
- *CMOS:* Antiestático
- *Voltaje de operación:* 4.2V a 5.5V
- *Comunicación:* UART, A/E/USART, SPI, I²C, MSSP (SPI/I²C)
- *Interfaz:* USB 2.0 de alta velocidad (12 Mbit/s)
- *Dimensiones:* 13.8 mm x 3.8 mm x 52.2 mm
- *Peso:* 6 g
- *Pines:* 40
- *ADC de 10 bits:* 13 canales
- *I/O disponibles:* 35 pines
- *Comparadores Analógicos:* 2
- *EEPROM:* 256 Bytes
- *Memoria Flash:* 32Kb
- *Memoria de datos SRAM:* 2048 Bytes
- *Máxima frecuencia de trabajo:* 48 MHz
- *Timer:* Uno de 8 bit y tres de 16 bit
- *Temperatura de trabajo:* -40°C a 85°C

Este PIC posee una arquitectura tipo Harvard, en la que dispone de diferentes buses para acceder a la memoria de programa o a la memoria de datos. Esto da la opción de ingresar de forma simultánea a la memoria de datos para ejecutar una instrucción, mientras se lee de la memoria de programa la siguiente instrucción. El Bus de memoria de programa está formado por 21 líneas de dirección, 16 líneas para instrucciones y 8 líneas para datos.

Para más información consultar la hoja de datos correspondiente a este elemento, ubicada en la bibliografía de este documento.

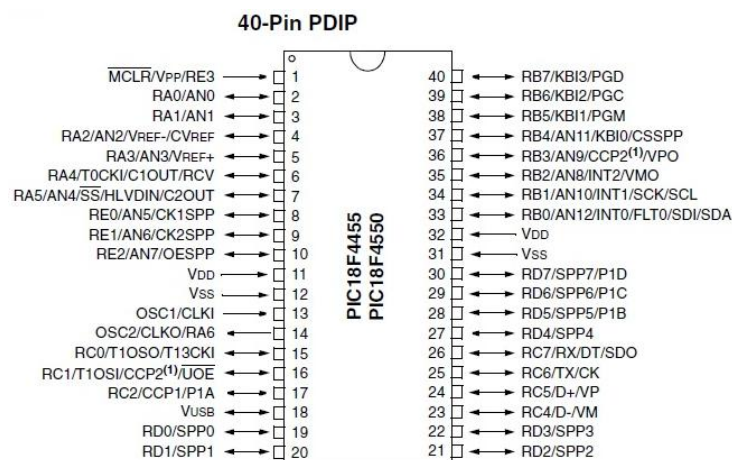


Ilustración 12: Disposición de pines PIC 18F4550

12. Comunicación Bluetooth

Bluetooth es una especificación industrial para redes inalámbricas de área personal (WPAN) creado por Bluetooth Special Interest Group, Inc. Hace posible la transmisión de voz y datos punto a punto sin conexión entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda de los 2.4 GHz, facilita las comunicaciones entre equipos móviles, elimina los cables y conectores entre estos, ofrece la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre equipos personales.

Es un protocolo de comunicaciones diseñado especialmente para dispositivos de bajo consumo, que requieren corto alcance de emisión y basados en transceptores de bajo coste, los dispositivos que incorporan este protocolo pueden comunicarse entre sí cuando se encuentran dentro de su alcance (normalmente la distancia máxima es de 10m).

Una red Bluetooth conocida como piconet está integrada por ocho dispositivos Bluetooth activos como máximo. En la práctica, los usuarios de una red Bluetooth (piconet) tienen que encontrarse en proximidad directa y tener activa la función Bluetooth en el dispositivo correspondiente. La activación se realiza, según el dispositivo, a través de un software especial, un panel de control o una tecla con el símbolo de Bluetooth. Después, el establecimiento de la conexión debe autorizarse por medio de un código PIN (que suele tener cuatro dígitos) que aparece en la pantalla del dispositivo esclavo o que se indica en el manual en cuestión. Este proceso, también conocido como “asignación de clave”, garantiza la seguridad frente a terceros y, por lo general, se realiza una sola vez.

Después, el dispositivo “emparejado” se almacena en una lista y se conecta de forma automática en cuanto la piconet está dentro de su alcance, siempre y cuando el Bluetooth esté activado.

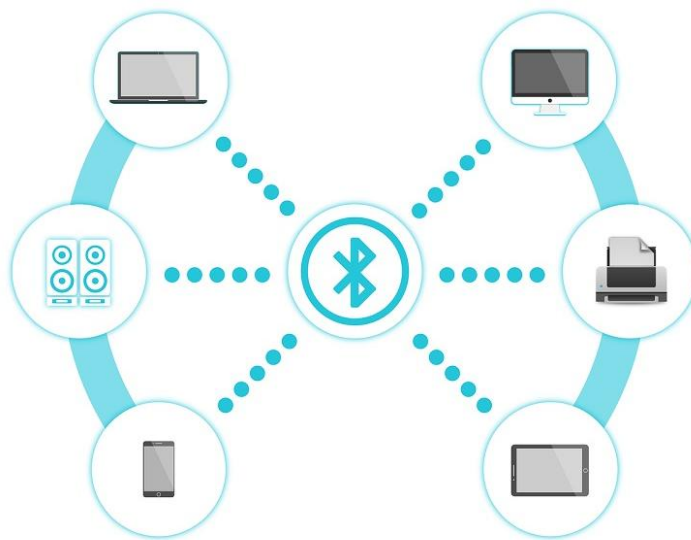


Ilustración 13: Comunicación Bluetooth

13. Módulo Bluetooth HC-05:

Es un módulo transmisor/receptor TTL (Time-To-Live / tiempo de vida), fue diseñado para ser controlado a través de RS232. Permite transmitir y recibir datos a través de la tecnología Bluetooth sin conectar cables entre los dispositivos a comunicar; es compacto y muy fácil de usar, se controla mediante comandos AT por el puerto serie. Tiene compatibilidad con Arduino o cualquier microcontrolador con UART gracias a su salida en forma de señal asíncrona que puede ser recibida e interpretada fácilmente.

Especificaciones técnicas:

- Voltaje de operación: 3.6V - 6V DC
- Consumo corriente: 50mA
- Bluetooth: V2.0
- Frecuencia: Banda ISM 2.4GHz
- Modulación: GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying)
- Potencia de transmisión: 4dBm, Clase 2
- Sensibilidad: -84dBm a 0.1%
- Alcance 10 metros
- Interface comunicación: Serial TTL
- Velocidad de transmisión: 1200bps hasta 1.3Mbps
- Baud rates por defecto: 38400,8,1,n.
- Seguridad: Autenticación y encriptación
- Temperatura de trabajo: -20C a +75C
- Compatible con Android
- Dimensiones: 4.4 x 1.6 x 0.7 cm
- Peso: 3.6 gramos
- Seguridad: Autenticación y encriptación (contraseña por defecto:1234)

Para más información consultar la hoja de datos correspondiente a este elemento, ubicada en la bibliografía de este documento

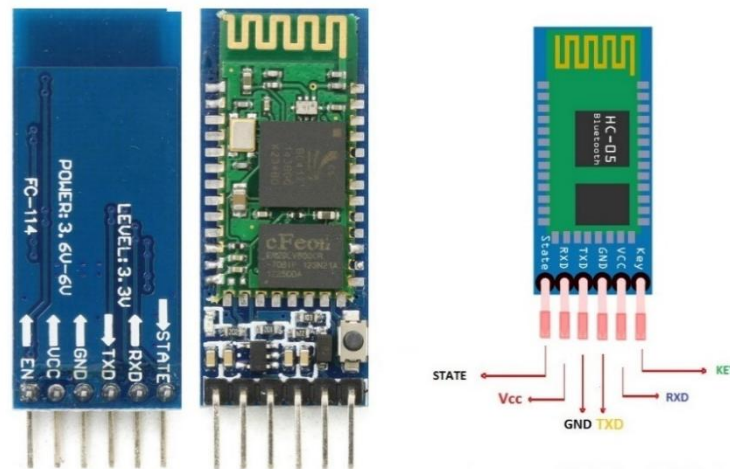


Ilustración 14: Módulo Bluetooth HC-05

Herramientas y recursos de desarrollo

Proteus

Proteus es un sistema completo de diseño electrónico que combina un avanzado programa de captura de esquemas, un sistema de simulación mixto (analógico y digital) basado en Spice, y un programa para disposición de componentes en placas de circuito impreso y auto - ruteado. Se trata de un software comercial fabricado por Labcenter Electronics caracterizado por su potencia y facilidad de uso.

Proteus está formado por dos programas: ISIS (Intelligent Schematic Input System) y ARES (Advanced Routing & Editing Software). La simulación de los circuitos se realiza dentro del propio módulo de captura de esquemas ISIS.

Como programa de captura de esquemas ISIS, tiene todas las características propias de este tipo de software, y otras específicas que le diferencian del resto. Permite realizar diseños multi-hoja, diseños jerárquicos, generación de listados de componentes, generación de netlisten diferentes formatos, etc. Destaca por su: facilidad de uso, calidad de sus esquemas, control total de la apariencia de los dibujos, uso de plantillas para crear esquemas personalizados con un estilo propio, fácil creación de nuevos componentes dentro de ISIS, herramienta visual para asignación de encapsulados a los nuevos componentes, auto - ruteado de los cables de conexión, componentes con buses para reducir el número de hilos, etc.

Dispone de una potente herramienta, el PAT (Property Assignment Tool) que puede programarse fácilmente para realizar tareas repetitivas: asignar, quitar, renombrar, ocultar, mostrar, o cambiar el tamaño a determinadas propiedades de los objetos seleccionados, o al hacer clic sobre un objeto.

La versión del software utilizada en el desarrollo de este proyecto es Proteus Design Suite 8.1

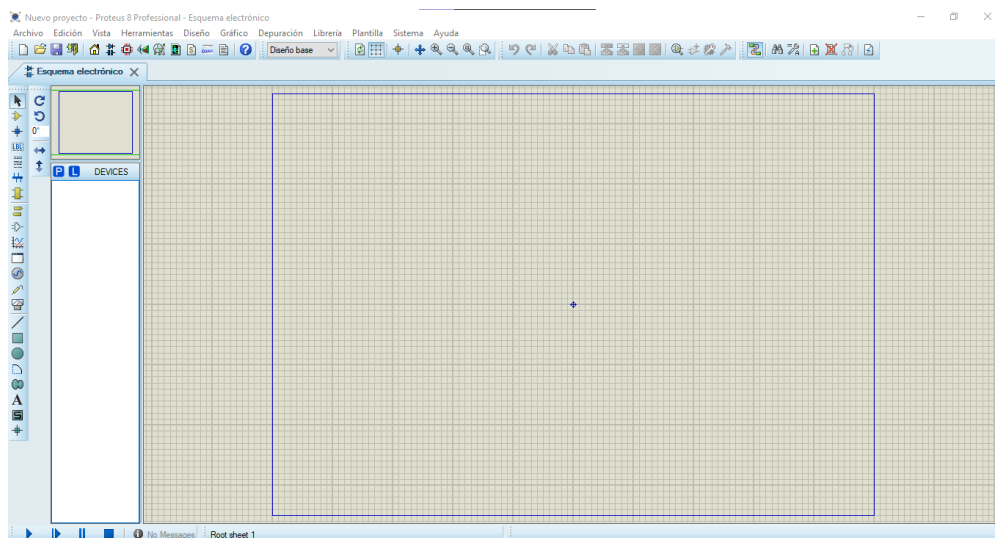


Ilustración 15: Interfaz del software Proteus 8.1

Mikro C

MikroC es un sofisticado software proveniente de la empresa MikroElektronika, para programar las familias más populares de PIC's, se caracteriza por tener un poderoso compilador con optimizaciones avanzadas, contar con gran cantidad de librerías de hardware y software, herramientas y archivos de ayuda, y ejemplos útiles que permiten simplificar el trabajo.

Mikro C es un compilador diseñado para su funcionamiento en el Sistema Operativo Windows en sus versiones de 32 y 64 bits; creando un entorno ideal para escribir, compilar, ejecutar y depurar códigos en un solo entorno y con acceso a las arquitecturas de microcontroladores más modernas. Usa un lenguaje muy similar al C estándar, no obstante, en determinados aspectos difiere del ANSI estándar en algunas características. Algunas de estas diferencias se refieren a las mejoras, destinadas a facilitar la programación de los microcontroladores PIC, mientras que las demás son la consecuencia de la limitación de la arquitectura del hardware de los PIC.

La programación en el compilador MikroC PRO se basa en PROYECTOS. Cada proyecto está conformado por un conjunto de archivos interrelacionados entre sí. Para crear un programa primero se debe crear un Proyecto (básicamente se debe seleccionar el microcontrolador, la frecuencia de operación y establecer los bits de configuración); a continuación, se procede a escribir las instrucciones del programa en lenguaje C (código fuente); y por último se genera el código de máquina. HEX (código ejecutable) que será almacenado en la memoria de programa del microcontrolador. Cada programa escrito en MikroC consiste en las secuencias organizadas y limitadas de los caracteres ASCII tales como letras, dígitos y signos especiales. Este software contiene informaciones de arquitectura de los microcontroladores PIC (registros, módulos de memoria, funcionamiento de circuitos particulares, etc.), además de herramientas específicas para programar, compilar y generar un archivo legible por un microcontrolador PIC.

La versión del software utilizada en el desarrollo de este proyecto es mikroC for PIC versión 7.6.0

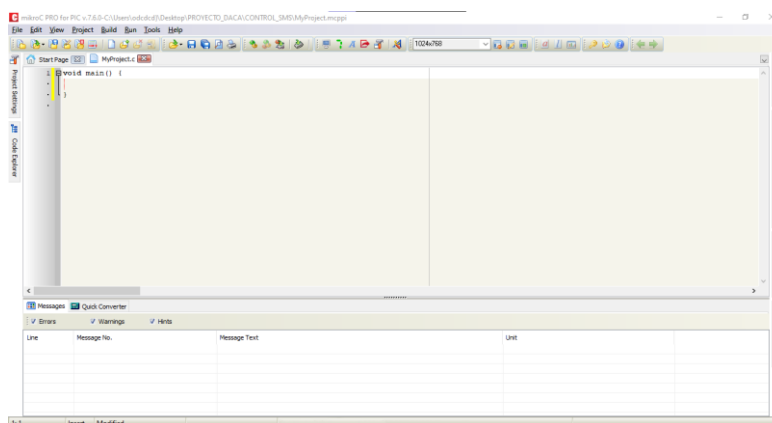


Ilustración 16: Interfaz del software MikroC for PIC versión 7.6.0

Antecedentes

A lo largo de los años se ha venido trabajando con el Servicio de Mensajería Corta como medio de comunicación entre celular, computadora e incluso otros dispositivos, como ejemplos se tienen los siguientes proyectos llevados a cabo con anterioridad y de los cuales nos hemos basado para el desarrollo de esta investigación.

¿Cómo enviar un SMS con el módem F1103 a través de comandos AT?

Se trata de la utilización de comandos AT para el intercambio de mensajes SMS a través del formato ASCII y Hexadecimal hacia un módem de tipo industrial F1103. Al hacer todo el procedimiento y que el módem lo haya verificado correctamente, este último responderá con un código de mensaje y el texto OK.

El *módem F1103 GPRS* es un dispositivo terminal celular que proporciona funciones de SMS y acceso telefónico a través de la red pública GPRS. Adopta un módulo celular industrial de alta potencia y es compatible con el puerto RS232 que puede conectar un dispositivo a una red celular, lo que le permite conectarse a su dispositivo serial existente. Ha sido ampliamente utilizado en campos como, transporte inteligente, red inteligente, automatización industrial, telemetría, finanzas, suministro de agua, protección del medio ambiente, correos, clima, etc.

El proyecto está disponible en el siguiente enlace: <https://www.davantel.com/enviar-un-sms-con-el-modem-f1103-a-traves-de-comandos-at>

Alarma SMS con microcontrolador PIC

Se trata de un instructivo que introduce un software basado en un Microcontrolador PIC 16F688 y un módem GSM Neoway M590E dentro de un sistema de alarma para el hogar; es decir, es sobre el control del módem GSM para enviar mensajes de texto (SMS) cuando se activan los sensores de la alarma.

La finalidad de este proyecto es que se generen y envíen mensajes SMS personalizados con ayuda de un módem GSM que solo se enciende bajo demanda y un PIC que puede manejar hasta 5 eventos separados y enviar mensajes cuando sea necesario sin requerir atención.

El proyecto está disponible en el siguiente enlace: <https://www.instructables.com/SMS-Alarm-With-PIC-Microcontroller/>

Enviar sms usando módulo GSM y microcontrolador PIC

Se trata de un código dedicado a enviar mensajes SMS usando un microcontrolador PIC y un módulo GSM SIM900D a partir de comandos AT. Los comandos AT se utilizan para inicializar lo que el usuario desea que haga el Módulo GSM, al mismo tiempo el módulo GSM se debe conectar de forma inversa con el microcontrolador PIC; esta es una comunicación UART (Receptor y Transmisor Asíncrono Universal) por cable en serie de 2 hilos para enviar datos de un dispositivo a otro, la comunicación en serie significa enviar datos poco a poco.

El proyecto está disponible en el siguiente enlace:
<https://microcontrollerslab.com/send-sms-using-gsm-module-pic-microcontroller/>

Capítulo 3: Diseño Metodológico

Delimitación

El proyecto se enfoca en el desarrollo de un circuito y código que permitan generar un hardware de control bajo la tecnología de mensajería simple utilizando microcontroladores, elaborar un prototipo útil y aplicable al entorno industrial de bajo costo y con capacidad de modificar e incrementar sus funciones mediante tarjetas de expansión.

Alcances o Metas

Alcance

El presente proyecto contempla la programación y diseño un software de control a distancia basado en mensajes de texto, que permita realizar operaciones de forma eficiente y que sea adaptable a los instrumentos y maquinaria donde se requiera aplicar.

Metas

- Formar un proyecto que beneficie a las zonas que no tienen acceso a las redes de uso común
- Dar herramientas de control a distancia con alta disponibilidad.
- Aminorar las trabas para acceder a un módulo de automatización eficiente.
- Reducir tiempos de respuesta y operación entre humano y máquina.
- Tener mayor control en la adquisición y manejo de datos.

Hipótesis

- La creación de un sistema electrónico que funcione con un servicio básico en la telefonía genera una iniciativa de automatización en los procesos.
- Las deficiencias en los servicios de telecomunicaciones generan un desfase en el avance tecnológico y limita el acceso a recursos de mayor calidad.
- Se espera que el proyecto ayude a la manipulación de la maquinaria sin necesidad de estar presente y permita tener un alto grado de privacidad en las operaciones realizadas.

Capítulo 4: Desarrollo

Procedimiento y descripción de las actividades realizadas

El uso de tecnología móvil permite que los equipos puedan conectarse desde cualquier lugar y proporciona acceso a los materiales necesarios para realizar un trabajo. En esta investigación se puso en práctica el uso de las tecnologías de comunicación para un control remoto que fuera conveniente y eficaz para el operador; además de ser un sistema versátil en el campo de aplicación puede ahorrar tiempo y esfuerzo, generando mayor flexibilidad y productividad al mismo tiempo gracias a que proporciona datos e información en tiempo real.

Para generar un proyecto de utilidad se ha dividido en dos partes mostradas a continuación:

- **Etapas 1:** Selección de herramientas, instrumentos y componentes
- **Etapas 2:** Diseño del circuito y simulación
- **Etapas 3:** Generación de un código de programación
- **Etapas 4:** Evaluación y ajustes

Etapas 1: Selección de herramientas, instrumentos y componentes

La innovación es la base de la empresa DIPAG Consultores, por lo que los componentes deben ser aptos y específicos según las condiciones y necesidades del cliente. Dentro de este marco, se determina que los componentes a utilizar son:

- a) **Comunicación SMS:** Como respuesta a las necesidades de control y frente a la carencia de tecnologías de alto rango en zonas lejanas, el Servicio de Mensajes Cortos ofrece ser una herramienta de solución adecuada para este proyecto. La comunicación SMS cuenta con características en cobertura, facilidad de acceso e implementación, y su puesta en marcha permite el uso de equipos adicionales aumentando sus capacidades.
- b) **Microcontrolador PIC18F4550:** Para desarrollar este software que hace uso de la comunicación en serie, que significa que el envío de datos se hace *poco a poco*, también se aprovecharon los comandos AT (comandos para configurar y parametrizar módems) en la decodificación y el envío de SMS.

EL PIC 18F4550 es un circuito integrado potente en comparación con otros microcontroladores que ofrecen el mismo número de pines; brinda funciones de bajo consumo y ahorro de energía, puede retener información por más de 40 años, tiene protección de código y datos programable, es capaz de realizar y controlar tareas las veces que sean necesarias gracias a su memoria flash de alta resistencia.

La capacidad de procesamiento que tiene este dispositivo lo vuelve el ideal para proyectos donde se requiera una respuesta rápida y un rendimiento eficiente del sistema. En general, sirve para efectuar y/o controlar otros dispositivos, algunas de sus aplicaciones son automatización y control de procesos, comunicaciones y red, electrónica de consumo, diseño embebido, multimedia, dispositivos portátiles, robótica, instrumentación y medida o seguridad. Por poseer estas características en conjunto es que se ha elegido al Microcontrolador PIC18F4550 como elemento físico principal.

- c) **SIM900 GSM/GPRS:** Se ha elegido este modelo ya que integra la funcionalidad del control en el proyecto, tiene un tamaño compacto, hace posible el intercambio de datos a distancia, permite monitorear remotamente variables censadas por el Microcontrolador; todo eso mediante la red celular GSM y la red de datos GPRS que es uno de los requisitos para la zona de aplicación; además, tiene la posibilidad de cambiar a la comunicación vía Internet si se requiere en un futuro. Aunado a esto, se ha optado por la utilización de un módulo Bluetooth para fines de simulación.
- d) **Módulo Bluetooth HC-05:** Se ha añadido este elemento para sustituir el módulo SIM9000; funciona bajo el mismo tipo de comunicación y permite agregar comunicación inalámbrica al proyecto con la facilidad de operación de un puerto serial y una conexión directa a los pines del controlador preferido. Todos sus parámetros pueden configurarse mediante comandos AT, se alimenta con un voltaje de 3.6V a 6V.
El módulo viene configurado de fábrica como “Esclavo” (Slave), esperando que un dispositivo maestro se conecte a él y listo para escuchar peticiones de conexión, como en este caso, que el celular se comporta como dispositivo maestro. Cumple con las especificaciones del estándar Bluetooth 2.0 que es perfectamente compatible con celulares o smartphones Android.
- e) **Pantalla LCD LM016L:** Es un visualizador de cristal líquido con dos líneas de 16 caracteres cada una (16x2), empleado para la visualización de contenidos o información de forma gráfica y está gobernado por un microcontrolador el cual dirige todo su funcionamiento. Este elemento se va a utilizar para verificar que las indicaciones enviadas al módulo GSM/GRPS (módulo Bluetooth en la simulación) sean las correctas y al mismo tiempo verificar que todo esté funcionando adecuadamente.

- f) **Diodo LED:** Es un diodo semiconductor que en este caso sirve como indicador de que han pasado correctamente las instrucciones desde el celular y módulos anteriormente señalados; para así representar lo que posteriormente será un relevador que provocará el encendido y apagado de una máquina en específico.
- g) **Resistencias de distintos valores:** Su función es oponerse al paso de la corriente para limitarla cuando llega a un componente y que nunca supere una cantidad determinada que usa ese componente.

Etapa 2: Diseño del circuito y simulación

Para el proyecto, la acción necesaria para la comunicación hacia de usuario a máquina será con una decodificación, debido a que el mensaje enviado vía SMS contendrá la cadena de palabras que indican la solicitud a ejecutar/inspeccionar, el programa convertirá esa cadena de valores alfanuméricos, a una conversión de bits (0 y 1), con la finalidad de leer estatus, activa/inactiva, la respuesta de la maquina al usuario será mediante codificación, tomado este valor, lo convertirá en una cadena de bits a valor alfanumérico, para indicar en que status se encuentra.

El desarrollo del circuito y la simulación del mismo, son herramientas que nos ayudan a visualizar el funcionamiento y las conexiones de todo el sistema en conjunto. Esta representación del circuito, es decir la simulación, se llevó a cabo en el software Proteus con los elementos anteriormente mencionados.

Dado que no es posible un modelo de simulación GSM en el software Proteus, se va a hacer una simulación del circuito a una frecuencia diferente con la comunicación vía Bluetooth (Funciona con comunicación RS232 al igual que el Servicio de Mensajería Corta) para verificar si el controlador está transmitiendo y recibiendo datos o no.

Es decir, en casos prácticos se tendrá que cambiar la frecuencia en la que trabaja el módulo, para que se lleve a cabo el intercambio de datos vía mensajes de texto y se cumpla la funcionalidad del circuito.

La presentación unificada del circuito es la siguiente:

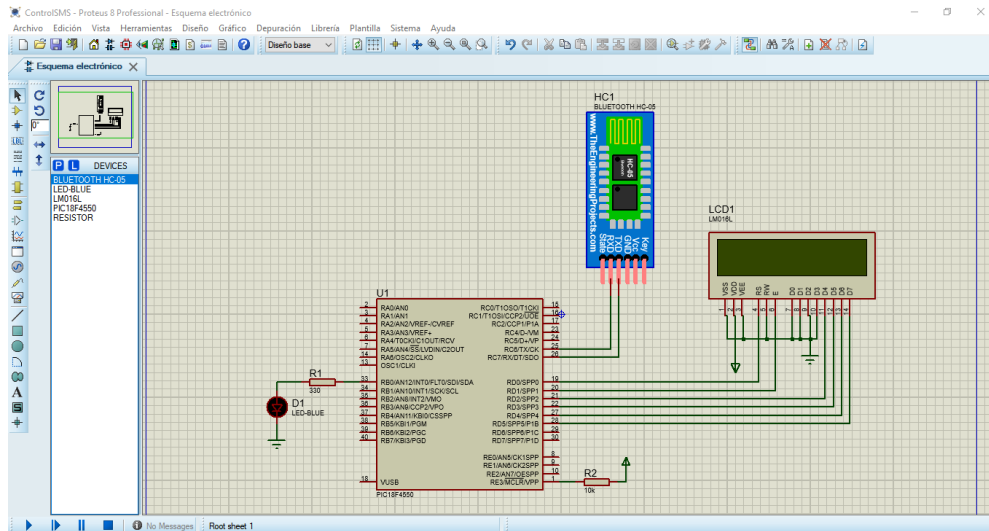


Ilustración 17: Visualización del circuito en el software Proteus
[Fuente: Autoría Propia]

Descripción del funcionamiento del circuito:

El proceso comienza desde que se abre en el dispositivo móvil la aplicación de mensajes de texto, al abrirse se inserta la clave para acceder al módulo bluetooth, a su vez esta se compara y si es correcta se da paso hacia el microcontrolador PIC 18F4550, el cual va a codificar los datos obtenidos y va a enviar instrucciones, dirigidas hacia el elemento luminoso LED y hacia la pantalla LCD que en conjunto van a corroborar que el circuito cumple con sus tareas y es capaz de leer y ejecutar disposiciones provenientes de un dispositivo externo.

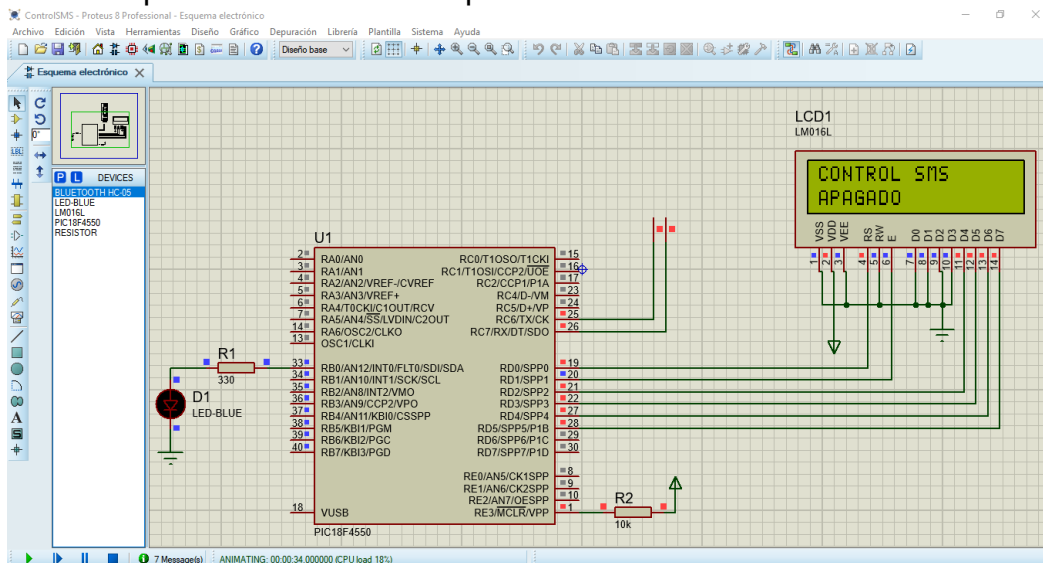


Ilustración 18: Circuito en ejecución en el software Proteus
[Fuente: Autoría Propia]

Para complementar el circuito mostrado se avanza a la etapa de programación, donde se desarrolla el código que se va a introducir en el Microcontrolador PIC18F4550 para poner en marcha completamente el sistema.

Etapa 3: Generación de un código de programación.

Derivado de la simulación, se procedió a hacer un código en lenguaje C en el programa MikroC, presentado a continuación:

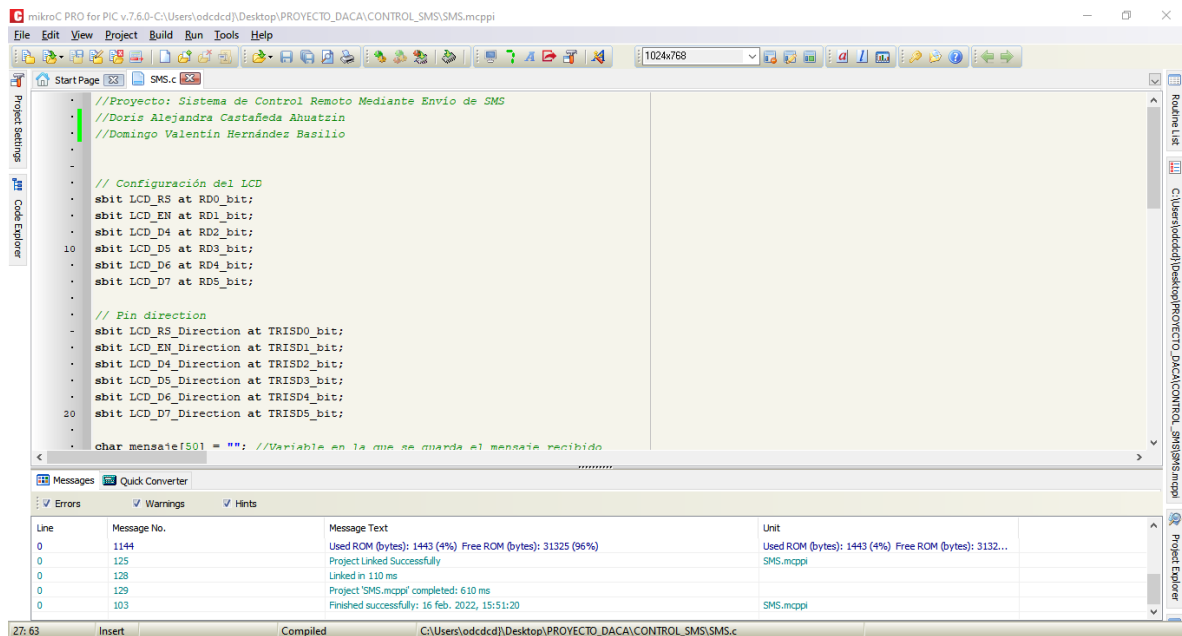


Ilustración 19: Código insertado en la interfaz del software MikroC
[Fuente: Autoría Propia]

Transcripción del código de programación:

```
//Proyecto: Sistema de Control Remoto Mediante Envío de SMS
//Doris Alejandra Castañeda Ahuatzin
//Domingo Valentín Hernández Basilio
```

```
// Configuración del LCD
```

```
sbit LCD_RS at RD0_bit;
sbit LCD_EN at RD1_bit;
sbit LCD_D4 at RD2_bit;
sbit LCD_D5 at RD3_bit;
sbit LCD_D6 at RD4_bit;
sbit LCD_D7 at RD5_bit;
```

```
// Pin direction
```

```
sbit LCD_RS_Direction at TRISD0_bit;
```

```
sbit LCD_EN_Direction at TRISD1_bit;
sbit LCD_D4_Direction at TRISD2_bit;
sbit LCD_D5_Direction at TRISD3_bit;
sbit LCD_D6_Direction at TRISD4_bit;
sbit LCD_D7_Direction at TRISD5_bit;
```

```
char mensaje[50] = ""; //Variable en la que se guarda el mensaje recibido
```

```
int i = 0; //Para ejecutar el for que limpia el buffer
```

```
void main()
```

```
{
```

```
    UART1_Init(9600); //En simulación con bluetooth usamos 9600 para el SIM
    19200
```

```
    TRISA = 0xFF;
```

```
    CMCON = 7;
```

```
    TRISB = 0X00;
```

```
    Lcd_Init();
```

```
    Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
```

```
    Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF);
```

```
    Lcd_Out(1,1,"CONTROL SMS");
```

```
    Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF);
```

```
    Lcd_Out(2,1,"APAGADO");
```

```
    PORTB = 0b00000000;
```

```
    UART1_Write_Text("AT+CSQ"); //Hace un test de la señal
```

```
    UART1_Write_Text("AT+CCID"); //Lee la información de la tarjeta SIM
```

```
    UART1_Write_Text("AT+CREG?"); //Revisa que estemos conectados con
    alguna red
```

```
    delay_ms(500);
```

```
    while(1){
```

```
        if(UART1_Data_Ready()){
```

```
            UART1_Read_Text(mensaje, ".", 10);
```

```
            if(strcmp(mensaje, "mochila") == 0){
```

```
                Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
```

```
                Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF);
```

```
                Lcd_Out(1,1,"CONTROL SMS");
```

```
                Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF);
```

```
                Lcd_Out(2,1,"PRENDIDO");
```

```
                PORTB.RB0 = 1;
```

```
            }
```

```

else{
    Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
    Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF);
    Lcd_Out(1,1,"CONTROL SMS");
    Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF);
    Lcd_Out(2,1,"APAGADO");
    PORTB.RB0 = 0;
}

//LIBERAR EL BUFFER

for(i = 0; i <= 10; i++){

    UART1_Read();

}

}

}

```

Descripción de los elementos del código:

En la primera parte del código (a partir de la línea 6 hasta la 23) se encuentran los comandos que manipulan la pantalla LCD, le sigue una variable de mensaje global “*char*” que se encarga de guardar el mensaje recibido desde el teléfono, junto con una variable “*in*” que limpia la sección de la memoria que retiene los datos de manera temporal (búfer) una vez que se ejecuta la acción del comando “*for*”.

```

6  // Configuración del LCD
.  sbit LCD_RS at RD0_bit;
.  sbit LCD_EN at RD1_bit;
.  sbit LCD_D4 at RD2_bit;
10 sbit LCD_D5 at RD3_bit;
.  sbit LCD_D6 at RD4_bit;
.  sbit LCD_D7 at RD5_bit;
.
.  // Pin direction
.  sbit LCD_RS_Direction at TRISD0_bit;
.  sbit LCD_EN_Direction at TRISD1_bit;
.  sbit LCD_D4_Direction at TRISD2_bit;
.  sbit LCD_D5_Direction at TRISD3_bit;
.  sbit LCD_D6_Direction at TRISD4_bit;
20 sbit LCD_D7_Direction at TRISD5_bit;
.
.  char mensaje[50] = ""; //Variable en la que se guarda el mensaje recibido
.  int i = 0; //Para ejecutar el for que limpia el buffer

```

Ilustración 20: Líneas de código, desde la número 6 a la 23, insertadas en el software MikroC
[Fuente: Autoría Propia]

Dentro del cuerpo del código, a partir de la línea 25, comienza la interacción entre los elementos, se establece primero que la comunicación se hace mediante el protocolo UART (protocolo para intercambiar datos entre dispositivos en serie) definido a 9600 baudios para Bluetooth, aunque al llevarlo a la práctica se va a cambiar ese valor a 19200 baudios para SMS; y en seguida los comandos para comunicación serial y las conexiones hacia el indicador LED.

```
25 void main()
· {
·     UART1_Init(9600); //En simulacion con bluetooth usamos 9600 para el SIM 19200
·     TRISA = 0xFF;
·     CMCON = 7;
30     TRISB = 0X00;
·     Lcd_Init();
·     Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
·     Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF);
·     Lcd_Out(1,1,"CONTROL SMS");
·     Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF);
·     Lcd_Out(2,1,"APAGADO");
```

Ilustración 21: Líneas de código, desde la número 25 a la 36, insertadas en el software MikroC
[Fuente: Autoría Propia]

Después se presenta la forma en que se va a hacer la primera interacción entre el dispositivo móvil y el módulo Bluetooth (posteriormente GSM/GRPS) que va a servir para activar todo el sistema. Se tiene la máquina apagada, el mensaje de apertura, algunos comandos AT, para comprobar el estado, conexión y lectura de la señal.

```
37     PORTB = 0b00000000;
·     UART1_Write_Text("AT+CSQ"); //Hace un test de la señal
·     UART1_Write_Text("AT+CCID"); //Lee la informacion de la tarjeta SIM
40     UART1_Write_Text("AT+CREG?"); //Revisa que estemos conectados con alguna red
·     delay_ms(500);
```

Ilustración 22: Líneas de código, desde la número 37 a la 41, insertadas en el software MikroC
[Fuente: Autoría Propia]

A partir de la función “while” que va a ayudar a hacer un ciclo, comienza el intercambio de información, aquí una señalización importante es que el protocolo UART guarda la información hasta que se presente un signo de punto (.), por lo que en toda esta sección se empieza a leer y comparar los mensajes que se envían, comparando si la clave que se recibe del celular es la misma que se ha propuesto dentro del código (clave seleccionada por el cliente) para poder dar paso a la ejecución del mecanismo, representado por un LED. Es decir, si en la acción de comunicar el celular con el circuito, se escribe la clave correcta, va a provocar que el diodo LED encienda y que se visualice la palabra “encendido” en la pantalla LCD, para respaldar que se está ejecutando la operación correcta; de ser contrario no será posible la adquisición de datos y permanecerá apagado el indicador luminoso.

Por último, se limpia el búfer para eliminar datos de acciones anteriores y que el programa se reinicie y trabaje de forma correcta. Así termina el código de programación y se lleva a la ejecución.

```
43 while(1){
    if(UART1_Data_Ready()){
        UART1_Read_Text(mensaje, ".", 10);
        if(strcmp(mensaje, "ToroTec") == 0){
            Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
            Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF);
            Lcd_Out(1,1,"CONTROL SMS");
            Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF);
            Lcd_Out(2,1,"PRENDIDO");
            PORTB.RB0 = 1;
        }
        else{
            Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
            Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF);
            Lcd_Out(1,1,"CONTROL SMS");
            Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF);
            Lcd_Out(2,1,"APAGADO");
            PORTB.RB0 = 0;
        }
        //LIBERAR EL BUFFER
        for(i = 0; i <= 10; i++){
            UART1_Read();
        }
    }
}
```

Ilustración 23: Líneas de código, desde la número 43 a la 68, insertadas en el software MikroC
[Fuente: Autoría Propia]

Etapa 4: Evaluación y ajustes

Al concluir las etapas anteriores, se pueden empezar a hacer pruebas con interacciones en la vida real. Como ya se explicó en la etapa de la simulación, para empezar el proceso se necesita enviar información desde un teléfono celular, en este caso no se va a utilizar la aplicación de base de SMS predefinida, sino que se hizo uso de una aplicación de desarrollo libre o código abierto, para ejemplificar cómo sería el intercambio de mensajes de texto y así hacer posible la comunicación entre la computadora donde se encuentra la simulación del circuito y el celular que va a funcionar como mando y elemento de control.

Mensajes

MENSAJES

Clave

ENVIAR

CONECTAR

Ilustración 24: Interfaz de la aplicación SMS para dispositivos móviles
[Fuente: Autoría Propia]

El procedimiento para el control vía remota se haría de la siguiente manera:

- 1) Iniciar la simulación del circuito en el software Proteus.

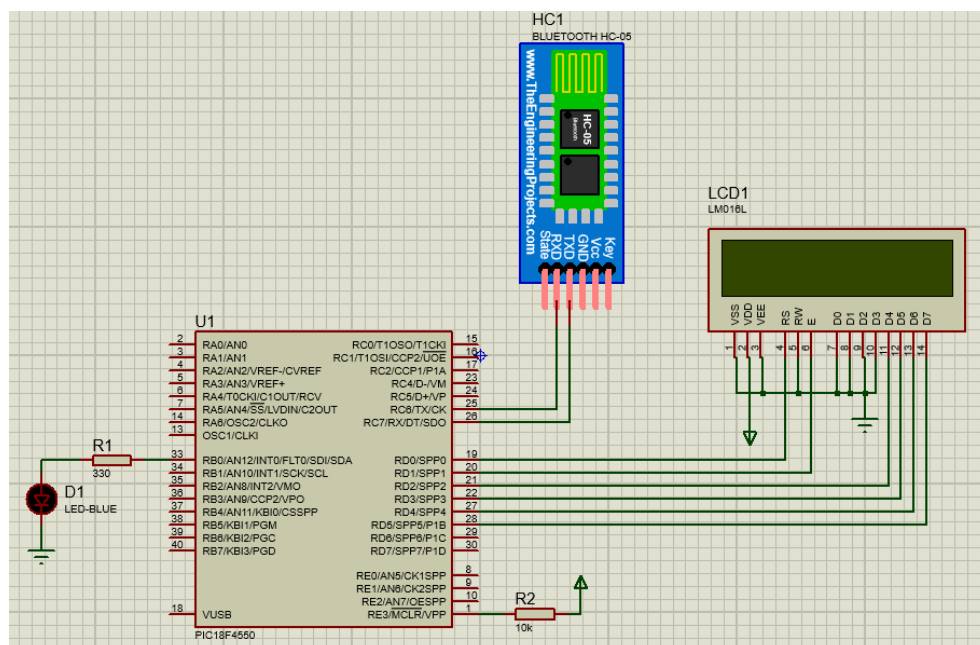
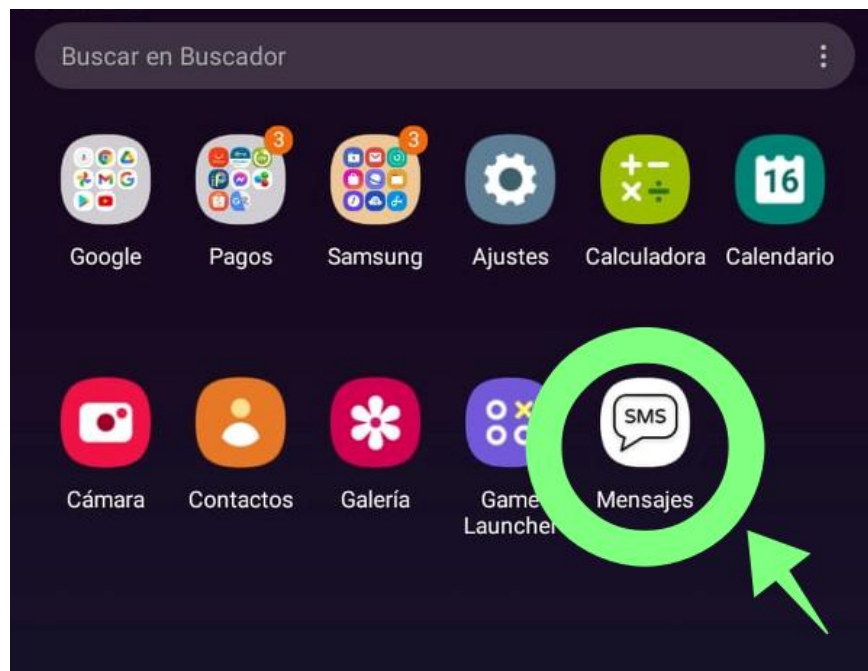


Ilustración 25: Simulación del circuito de control remoto vía SMS
[Fuente: Autoría Propia]

2) Ingresar a la aplicación para celulares llamada “SMS”.



*Ilustración 26: Ícono de la aplicación de SMS
[Fuente: Autoría Propia]*

3) En la pantalla de bienvenida se deben escribir los caracteres correspondientes a la clave (previamente definida en el código de programación) sobre la línea superior.

Mensajes

MENSAJES

ENVIAR

CONECTAR

*Ilustración 27: Escribir la clave para acceder al control del circuito
[Fuente: Autoría Propia]*

- 4) Después de escribirlo, en la parte inferior se tienen dos recuadros en color negro, se selecciona el que dice “Conectar”.



Ilustración 28: Interfaz de la aplicación móvil seleccionando la opción “Conectar”
[Fuente: Autoría Propia]

- 5) Al hacerlo, se muestran los nombres y direcciones de dispositivos Bluetooth cercanos o vinculados; se elige el perteneciente a la computadora con la que se esté trabajando la simulación y se selecciona conectar.

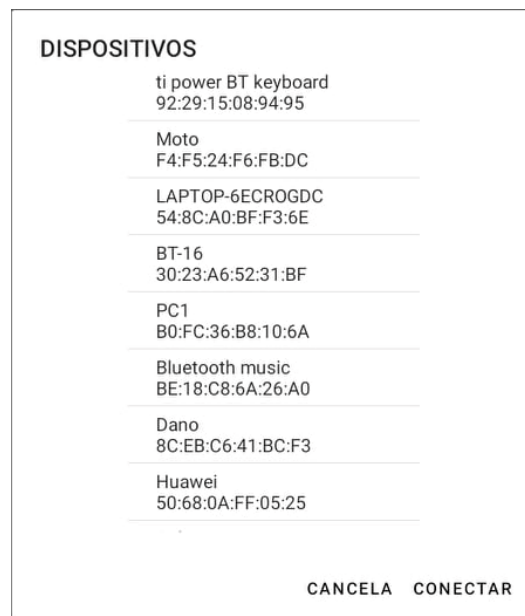


Ilustración 29: Ventana para vincular dispositivos Bluetooth para el intercambio de mensajes de texto
[Fuente: Autoría Propia]

(Para la simulación se trabaja con el Bluetooth propio de la computadora, para aplicaciones en físico el módulo Bluetooth aparece y trabaja como dispositivo independiente).

- 6) Regresando a la pantalla principal, se pulsa sobre el recuadro “Enviar” para terminar con la parte correspondiente al celular.

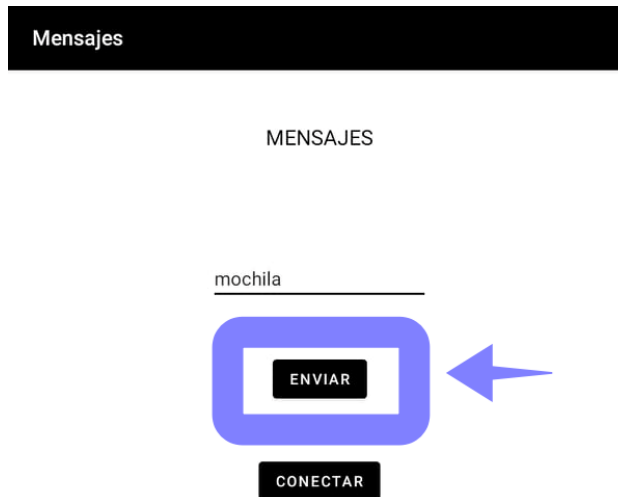


Ilustración 30: Interfaz de la aplicación móvil seleccionando la opción “Enviar”
[Fuente: Autoría Propia]

- 7) Automáticamente el celular accede al control de la simulación, se logra encender el LED y se muestra en la pantalla LDC el mensaje “Control SMS / Prendido”.

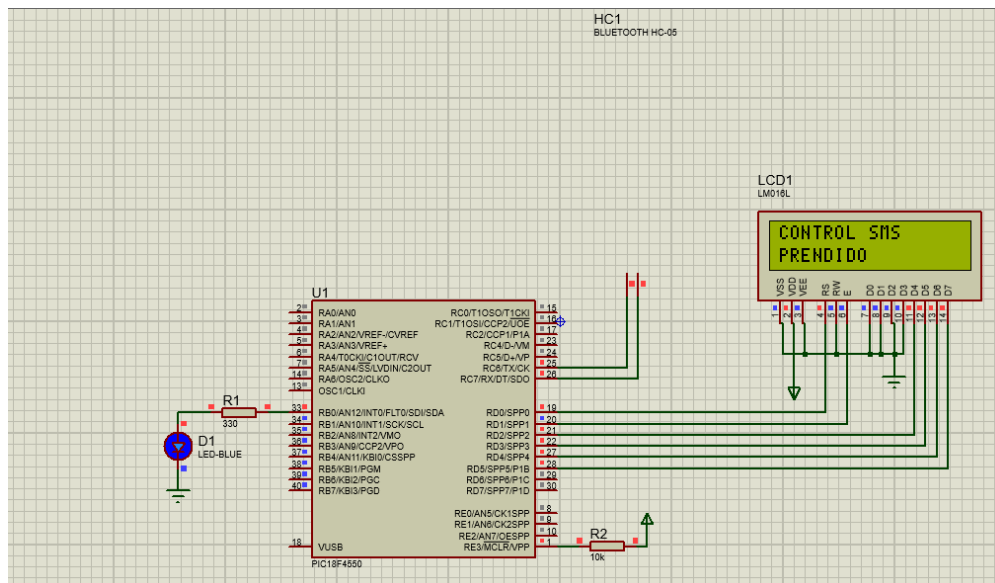


Ilustración 31: Circuito funcionando de forma correcta
[Fuente: Autoría Propia]

- 8) Si se quiere apagar, se puede ingresar una clave errónea que detiene todo el sistema.

Mensajes

MENSAJES

Tortuga

ENVIAR

CONECTAR

Ilustración 32: Introducir una clave incorrecta en la aplicación
[Fuente: Autoría Propia]

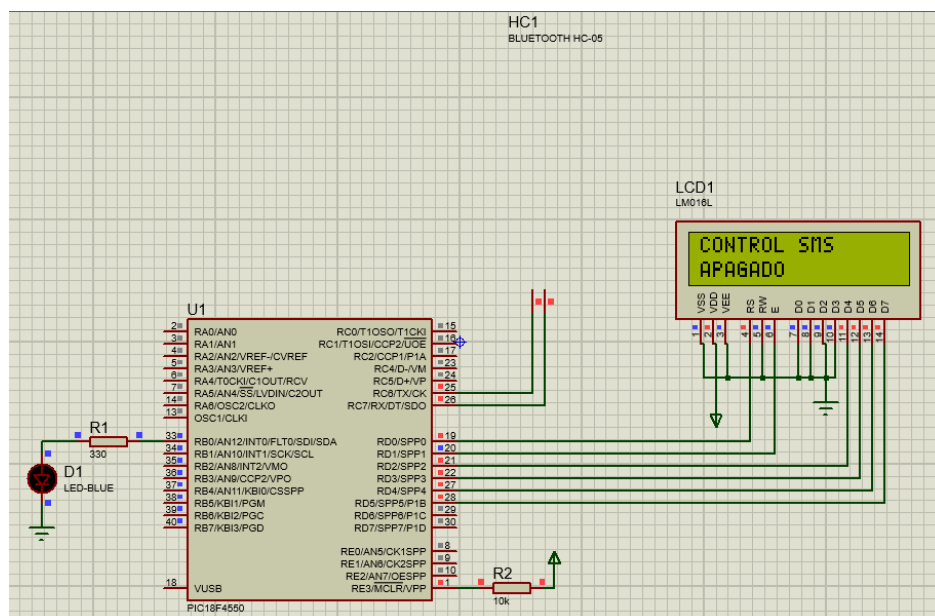


Ilustración 33: Reacción al introducir una clave incorrecta
[Fuente: Autoría Propia]

9) Fin del proceso y se limpian los registros de trabajo.

Mensajes

MENSAJES

ENVIAR

CONECTAR

Ilustración 34: Introducir un punto para resetear el búfer
[Fuente: Autoría Propia]

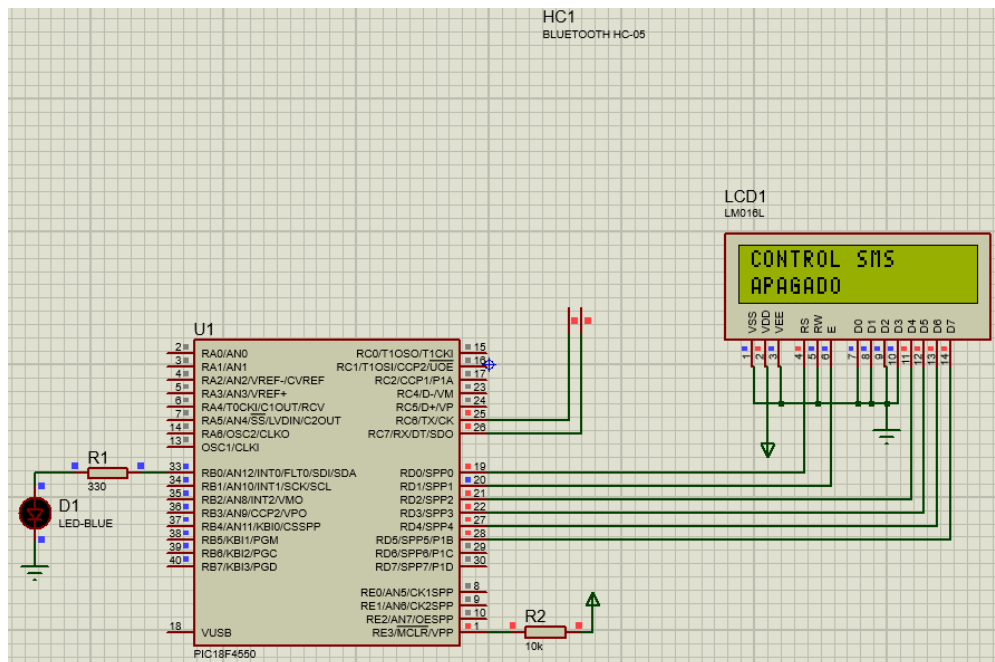


Ilustración 35: Circuito cuando se limpia el búfer
[Fuente: Autoría Propia]

Si se desea cambiar la clave de funcionamiento, se debe ingresar al código en MikroC, identificar la palabra entre comillas que se encuentra en la instrucción **if(strcmp(mensaje, "ToroTec") == 0)**, específicamente en la línea 46, y hacer un cambio por los caracteres deseados. De esta forma se tendrá una clave única y personalizada.

```
44:          if (UART1 Data Ready()) {  
45:              UART1 Read Text (mensaje, " ", 10);  
46:              if (strcmp (mensaje, "mochila") == 0) {  
47:                  Lcd_Cmd ( _LCD_CLEAR );  
48:                  Lcd_Cmd ( LCD_CURSOR OFF );
```

*Ilustración 36: Clave actual
[Fuente: Autoría Propia]*

```
44:          if (UART1 Data Ready()) {  
45:              UART1 Read Text (mensaje, " ", 10);  
46:              if (strcmp (mensaje, "ToroTec") == 0) {  
47:                  Lcd_Cmd ( _LCD_CLEAR );  
48:                  Lcd_Cmd ( LCD_CURSOR OFF );
```

*Ilustración 37: Nueva clave
[Fuente: Autoría Propia]*

ACLARACIÓN: El proyecto no se llevó a cabo de forma física ya que los módulos GSM/GRPS que se tenían contemplados no tuvieron la capacidad de acceder a una red, es decir, no se podían conectar ni utilizar para el intercambio de datos; por lo tanto, solo se hizo el desarrollo de forma teórica.

Capítulo 5: Resultados

Evaluación de resultados y área de aplicación:

El proyecto cuenta con un diseño que lo vuelve muy versátil, es decir, proporciona facilidad en los modos y métodos de aplicación, desde los sectores de agricultura o zonas rurales con poco o nulo acceso a las tecnologías de comunicación, hasta los sectores domésticos e industriales de vanguardia.

A continuación, se presenta un análisis del uso del *Sistema de Control Remoto Mediante Envío de SMS* en la automatización y control de una bomba hidráulica (algo) utilizada en un sistema de riego rural, para visualizar uno de los alcances que puede tener este sistema en este sector.

Los criterios que se van a considerar para el análisis de resultados son la longitud de alcance, el tiempo de envío y recepción de la instrucción, la cantidad de solicitudes que se pueden recibir y, por último, la tolerancia de errores en la recepción de la información, las cuales se van a describir detalladamente a continuación.

Longitud de alcance

La distancia desde la que se puede operar y mantener la comunicación entre el dispositivo emisor de instrucciones y la bomba hidráulica se puede medir a nivel internacional, ya que no presenta límites operativos ni requiere mantener una conexión dentro de una misma red local como pasaría con la comunicación Wi-Fi. Aunque puede recibir y ejecutar instrucciones desde distancias mayores sin complicaciones; para cuestiones operacionales, se recomienda que el operador tenga una distancia de separación con la máquina no mayor a 20 metros; con la finalidad de que no se vean afectados los datos enviados a través del conductor, además de que se pueden supervisar las instrucciones y la práctica sobre todo en las primeras ejecuciones.

Tiempo envío y recepción de instrucciones

El tiempo que el dispositivo emisor envía las instrucciones y el tiempo en que el dispositivo desarrollado recibe esas instrucciones es inmediato, en su mayoría, la comunicación se realiza de 2 a 10 segundos, siendo este valor un cálculo aproximado de mensajes enviados al receptor.

Muchas veces el valor del tiempo depende del servicio de red con el que se está trabajando la tarjeta SIM implementada, así como el clima o la ubicación donde se colocó el dispositivo, tal es el caso de si se pone en un lugar hermético donde no se tiene acceso a la red de telefonía.

Cantidad de solicitudes recibidas al día

El sistema desarrollado tiene la capacidad de recibir múltiples instrucciones, aunque no todas al mismo tiempo, es decir, al igual que en el proceso de ejecución, tiene que ser enviada una instrucción a la vez para que se ejecute una a la vez.

Esto hace posible la comunicación en cualquier punto y tiempo, cuantificando que se desean enviar aproximadamente un mínimo de 20 solicitudes al día y un máximo de 50 a un mismo dispositivo; dado que las solicitudes a enviar y recibir no sobrepasan el mensaje básico de no más de 5 palabras en el mismo.

Dependiendo la configuración, se puede limitar la recepción de solicitudes a la cantidad deseada, esto con el fin de no saturar el sistema y que provoque un mal funcionamiento; la ejecución de las instrucciones dependerá de la prioridad de la tarea y en especial el orden secuencial en que fue recibida por el receptor.

Con las especificaciones dadas para el rango de solicitudes, estas no pueden ser enviadas con menos de una diferencia de 1 a 2 minutos de espera entre ellas; con la finalidad de evitar saturaciones en el procesamiento de la tarea y los tiempos en que se ejecutan.

Tolerancia de errores en la recepción de la información

Para la seguridad del sistema, dentro del código, se puede especificar un procedimiento digital de reinicio del dispositivo en caso de que una instrucción no fuera ejecutada de manera correcta y así evitar que permanezca en una ejecutándose de forma repetitiva o cíclica.

Errores como la falta de cobertura, la falta de saldo disponible para enviar mensajes se consideran como factores que dependen del operador, pero al mismo tiempo se consideran como contratiempos en la implementación del dispositivo.

La implementación de un conteo de errores y detención de ejecución por falla acumulativa de lectura/envío de instrucciones es una de las mejoras seleccionadas para el proyecto, es decir, tiene tolerancia a errores simultáneos que puedan aparecer. Actualmente el sistema solo responderá cuando un comando no fue reconocido o se tardó demasiado tiempo en la ejecución de la solicitud. La mejora mencionada resolverá el problema de que las fallas se generen muy recurrentemente.

Los posibles errores se están considerando de la siguiente manera:

$$T_e = e_1 + e_2 + e_3 + \dots e_x$$

Donde

T_e = Tolerancia al error

e_x = Errores o fallas enumeradas

Las fallas que se han considerado y sus valores de error son:

$$e_1 = \text{Falla eléctrica} = 1$$

$$e_2 = \text{Falla de señal (Baja)} = 0.25$$

$$e_3 = \text{Falla de señal (Fuera)} = 1$$

$$e_4 = \text{Falta de saldo} = 1$$

$$e_5 = \text{Comandos en exceso} = 0.5$$

$$e_6 = \text{Mensaje no enviado} = 0.5$$

Los rangos van de $0 \rightarrow 1$

El error que se presente, activa un valor numérico decimal específico, si todo está “apagado entonces no hay falla.”

Según sea el valor de T_e se tienen las siguientes soluciones a los errores de acuerdo al porcentaje de error en el que se encuentren:

T_e	Solución / ¿Qué se debe hacer?
= 0%	Sin fallas
≤ 25%	Verificar el sistema y el mensaje
≤ 50%	Verificar el mensaje y reiniciar el sistema
≤ 75%	Paro parcial del sistema y reinicio
≤ 100%	Paro total y revisión del mensaje
> 100%	Paro total y revisión del mensaje

Así se determina que, por ejemplo, si se pierde la energía eléctrica, el error es del 100 porque está apagado completamente el sistema, al igual que si el dispositivo se encuentra fuera de línea, ya que el sistema se vuelve inoperable.

Si el teléfono o la red en general no funciona, es decir no hay señal, el error va del 33% al 50%, lo cual indica que no es un error muy grande y que no representa un paro total del sistema.

Por otro lado, el error tiene un valor menos del 20% en situaciones donde se han enviado muchos comandos o instrucciones, ya que el sistema no sabría cual ejecutar y solo toma una a la vez.

Análisis experto del Sistema

Así como se especificaron los elementos técnicos, a continuación, con la ayuda del Análisis FODA, se va a evaluar la aplicación hipotética del sistema descrito a lo largo de este proyecto.

a) FORTALEZAS:

- i. Los costos de instalación y operación son bastantes accesibles al usuario para la implementación.
- ii. El sistema de comunicación por SMS no requiere una red local como lo sería en sistema de comunicación por Internet, lo que lo vuelve versátil para su funcionamiento en cualquier área y sector.
- iii. La comunicación se puede hacer desde cualquier parte del mundo.
- iv. En tema de seguridad se promueve dentro del funcionamiento únicamente mediante comandos que realizan tareas específicas y devuelven datos específicos sobre la máquina, de esta forma, no se puede extraer ninguna otra información que no se encuentre vinculada con la máquina.
- v. Los códigos programados utilizan instrucciones específicas y rutinarias para los diferentes sectores donde este pueda operar, lo único que cambia es el número que el receptor obtiene.

b) OPORTUNIDADES

- i. Se podrían agregar más instrucciones y/o funciones para que el sistema pueda funcionar en diferentes ámbitos sin tener que recurrir a modificar el código origen.
- ii. Actualización y mejora continua del dispositivo receptor de la información vía SMS para estar en sintonía con la modernidad de las comunicaciones de mensajería
- iii. Acoplar esta tecnología con las energías renovables (solar, eólica, hidráulica, etc.) para que el dispositivo, la máquina y su operación sea completamente amigable con el cuidado del medio ambiente.
- iv. La Domótica sería un área en el que, con mayores actualizaciones, el sistema se puede emplear el control de dispositivos básicos del hogar.
- v. Un área importante de aplicación es la agricultura, haciendo énfasis en el soporte para el control de riego y actividades complementarios de uso de maquinaria estacionaria.

- vi. Se podría incluir un sistema de contador de fallas, y alarma de sobre generado de fallas en la recepción o envío de comandos, para tener retroalimentación y enfatizar el problema se presenta con más frecuencia y atacarlo con una solución específica y dedicada. Al mismo tiempo, la acumulación de estas fallas deberá detener la ejecución para evitar un sobre conteo y se requerirá intervención del usuario o personal capacitado para reiniciar estos contadores.
- vii. Mejorar el retardo que hay en las tareas, para almacenar las instrucciones, lo que permite que el mensaje primero no se va a perder y va a poder ir guardando la información, así no permite brincarse las instrucciones y las hace en orden de llegada

c) DEBILIDADES

- i. El sistema no proporciona información y control a la máquina de manera continua ni estado en tiempo real, debido a que los comandos son ejecutados hasta que el usuario comanda o solicita.
- ii. Se requiere al menos de un dispositivo electrónico que sea capaz de hacer envíos de SMS para poder hacer uso de esta innovación.
- iii. El sistema podría ser más accesible económicamente al cliente, pero mientras exista más requerimiento de datos y más necesidades se tengan que cubrir sobre el entorno de la máquina, se convierte en una aplicación más costosa y representa una mayor inversión para el usuario final, por lo que se limita a ser de aspectos simples de trabajo.

d) AMENAZAS

- i. La falta de energía eléctrica limitaría el uso y control de la maquinaria, el hecho de que la maquina no trabaje, el dispositivo no podrá ejecutar ninguna instrucción solicitada.
- ii. Mantenimiento del dispositivo limitado a solo personal con experiencia en el área y el mismo.
- iii. En caso de una caída en el sistema de red de telefonía de celular, el dispositivo tampoco tendría condiciones para comunicarse u operar, por lo que se tendría que recurrir a la operatividad manual
- iv. En zonas en donde la comunicación solo es satelital, el envío y recepción se ve afectado por estas condiciones no operativas
- v. Las áreas montañosas o con superficies irregulares donde la distribución de la señal no es uniforme la utilidad del dispositivo se verá afectada.
- vi. Problemas/Fallos de funcionamiento

- vii. El sistema puede presentar errores al escribir el código de instrucciones hacia la máquina.
- viii. Puede presentar señal deficiente en el dispositivo primario.
- ix. Si se presenta un exceso en las solicitudes permitidas, se genera un fallo en el funcionamiento.

Observando este análisis podemos concretar que al implementarse el sistema promete ser eficiente, versátil, de bajo costo y accesible para todo público, al mismo tiempo que permite la manipulación remota y específica en los sistemas.

Aunque carece de autonomía en ciertos aspectos y no muestra los estados en tiempo real hasta que se solicitan; maneja una forma de comunicación peer to peer que lo hace independiente de los sistemas de redes y servidores locales dando paso a que se pueda actualizar y modificar con mayor facilidad.

Se prevé que dentro de este proyecto se puedan realizar los comandos más sencillos para evitar realizar mensajes codificados complejos y que provoque que el sistema pueda crear conflictos al momento de reconocer estos comandos, por lo que su costo-beneficio lo vuelve practico a nivel internacional o nacional.

Como se esperaba, el sistema tiene mayor cantidad de fortalezas que debilidades, si bien se tiene que modificar los comandos e instrucciones dependiendo el área donde se requiera utilizar, el sistema es amigable y está orientado a resultados, lo que lo hace práctico para su uso al consumidor.

Capítulo 6: Conclusiones

Conclusiones

La evidencia que se presentó a lo largo de este informe demuestra que al entender el funcionamiento y utilidad de un sistema de control remoto mediante envío de SMS, se puede lograr una manipulación de procesos y maquinas enviando instrucciones por medio del envío de servicio de mensajes cortos (SMS). Cabe destacar que el presente documento aspira a permitir la implementación de sistemas automatizados que favorecen la comunicación en lugares desprovistos de diversidad de redes.

El proyecto se planteó dentro de las oficinas Dipag Consultores con base en necesidades presentadas en áreas industriales. De manera que, al aplicarlo, el cliente implementará un software capaz de enviar/recibir instrucciones hacia un mecanismo en forma de mensajes de texto, conectarse a una red móvil y monitorear datos en tiempo real.

Durante el desarrollo de este sistema de control se consiguió demostrar y comprobar la importancia y utilidad que las redes representan dentro de la industria, logrando disminuir la dificultad de comunicación que existe entre el operador y el proceso, haciendo este trabajo más rápido, eficiente y eficaz, disminuyendo tiempos de respuesta y consiguiendo mayor productividad.

Con la implementación de este sistema se crean procesos más seguros y confiables con los que la empresa puede contar, ya que cuenta con una clave única y específica para la operación de los módulos remotos utilizando comunicación RS232. El sistema mostrado cumplió con las expectativas, sin mencionar que representa un beneficio para la empresa solicitante.

Citas y Referencias Bibliográficas

Ramos Gonzalo. (2014) Definición de celular. México. Definición. Recuperado de <https://definicion.mx/celular/>

Telefonía Móvil. (s.f.). Área tecnología. Recuperado de <https://www.areatecnologia.com/telefonía-movil.htm>

Pérez Porto Julián y Gardey Ana. (2014 – 2016). Definición de SMS. Definición. De. Recuperado de <https://definicion.de/sms/>

Sms. (s.f.). Significado concepto. Recuperado de <https://significadoconcepto.com/sms/>

Tutorial sobre los módems GSM y GPRS. (s.f.). Punto flotante s.a. Recuperado de <https://www.puntofotante.net/TUTORIAL-MODEM-GSM-GPRS.htm>

Módulo GSM/GPRS: Llamar y enviar SMS. (s.f.). Prometec. Recuperado de <https://www.prometec.net/gprs-llamar-enviar-sms/>

¿Qué es la tecnología GSM/GPRS/SMS? (2022). Verisure. Recuperado de <https://www.verisure.cl/consejos-y-ayuda/preguntas-frecuentes/tecnología-gsm>

Ventajas del GPRS frente al GSM en la telemedida de equipos. (2019). Creara ENERGY EXPERTS. Recuperado de <https://www.creara.es/post/ventajas-del-gprs-frente-al-gsm-en-la-telemedida-de-equipos/>

Tecnología GSM y GPRS en terminales portátiles. (s.f.). BIT boletín informativo tec. Recuperado de <https://www.tec-mex.com.mx/promos/bit/bit1203-gsm.htm>

Guía sintetizada de comandos AT GSM+BT. (2019). 330 ohm. Recuperado de <https://blog.330ohms.com/2019/10/18/guia-definitiva-de-comandos-at-gsmbt/>

¿Qué es un microcontrolador? (s.f.). SHERLIN.XBOT.ES. Recuperado de <http://sherlin.xbot.es/microcontroladores/introduccion-a-los-microcontroladores/que-es-un-microcontrolador>

Que es un microcontrolador. (2021) GSL industrias. Recuperado de https://www.industriasgsl.com/blog/post/que_es_un_microcontrolador

Comunicación por bluetooth. (2019) SONY. Recuperado de <https://www.sony-latin.com/es/electronics/support/articles/S1F0184>

¿Qué es el bluetooth y para qué sirve? (2014-2021). SoftwareLab.org. Recuperado de <https://softwarelab.org/es/bluetooth/>

¿Qué es el bluetooth? Toda la información sobre el estándar inalámbrico. (2020).

Digital Guide IONOS. Recuperado de <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/que-es-bluetooth/>

Bluetooth HC05. (s.f.). recuperado de <https://4.imimg.com/data4/CT/HK/MY-5859485/bluetooth-module.pdf>

HC-05 modulo bluetooth maestro. (2009-2022). HETPRO herramientas tecnológicas profesionales. Recuperado de <https://hetpro-store.com/hc-05/>

HC-05 modulo bluetooth maestro esclavo. (2013-2021). Geek Factory. Recuperado de <https://www.geekfactory.mx/tienda/modulos/radiofrecuencia/hc-05-modulo-bluetooth-maestro-esclavo/>

Bluetooth HC-05 Maestro Esclavo 6 pines. (2016-2022). UNIT ELECTRONICS. Recuperado de <https://uelectronics.com/producto/bluetooth-hc-05-maestro-esclavo-6-pines/>

¿Cómo enviar un SMS con el modem F1103 a través de comandos AT? (2022). DAVANTEL. Recuperado de <https://www.davantel.com/enviar-un-sms-con-el-modem-f1103-a-traves-de-comandos-at>

F1103 modem GPRS. (2018). Four-Faith. Recuperado de <https://en.four-faith.com/f1103-gprs-modem.html>

Alarma SMS con microcontrolador PIC. (s.f.). Circuitos instructables. Recuperado de <https://www.instructables.com/SMS-Alarm-With-PIC-Microcontroller/>

Enviar SMS usando módulo GSM y microcontrolador PIC. (2013-2022). Microcontrollerslab. Recuperado de <https://microcontrollerslab.com/send-sms-using-gsm-module-pic-microcontroller/>

2.11 Programar los PIC utilizando Mikroc PRO for PIC. (2022). EBOOKS. Recuperado de <https://www.mikroe.com/ebooks/microcontroladores-pic-programacion-en-c-con-ejemplos/programar-los-pic-utilizando-mikroc-pro-for-pic>

MikroC PRO para PIC: Programación y ejemplos. (2022). TECmikro. Recuperado de <https://tecmikro.com/content/61-mikroc-pro-para-pic-programacion-ejemplos>

Microchip PIC18F4550. (2022). Microcontroladores. Recuperado de <https://microcontroladores.com/pic18f4550/>

PIC 18F4550. (2013). TodoElectrodo. Recuperado de <https://todoelectrodo.blogspot.com/2013/02/pic-18f4550.html>

PIC18F2455/2550/4455/4550 Data Sheet. (2009). Microchip Technology Inc. Recuperado de <https://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39632e.pdf>

Enviar recibir SMS y llamar con el módulo SIM800L GSM y Arduino. (s.f.). Descubrearduino. Recuperado de <https://descubrearduino.com/sim800l-gsm/>

Curso en línea GSM/GPRS con microcontroladores PIC. (2020). DIIGNAL. Recuperado de <https://dignal.com/cursodegsmgprs/>

Configuración del módulo bluetooth HC-05 usando comandos AT. (2021). NAYLAMP MECHATRONICS. Recuperado de https://naylampmechatronics.com/blog/24_configuracion-del-modulo-bluetooth-hc-05-usando-comandos-at.html

Modulo Bluetooth HC05. (2021). NAYLAMP MECHATRONICS. Recuperado de <https://naylampmechatronics.com/inalambrico/43-modulo-bluetooth-hc05.html>

LCD 16X2. (2013). TodoElectrodo. Recuperado de <https://todoelectrodo.blogspot.com/2013/02/lcd-16x2.html>

Visualizador LCD LM016L. (s.f.). recuperado de https://www.academia.edu/9289390/Visualizador_LCD_LM016L

Diodo LED. (s.f.). AREATECNOLOGIA. Recuperado de <https://www.areatecnologia.com/electronica/como-es-un-led.html>

Referencias de las ilustraciones mostradas:

Ramos, G. Imagen de un celular. [imagen]. Recuperado de <https://definicion.mx/celular/>

Areatecnologia. Imagen de la telefonía móvil. [figura]. Recuperado de <https://www.areatecnologia.com/telefonía-movil.htm>

SimOptions. Imagen de un SIM. [imagen] Recuperado de <https://www.simoptions.com/es/guia-fundamental-tarjetas-sim/>

DAVANTEL. Imagen de como enviar un SMS con modem F1103. [imagen]. Recuperado de <https://www.davantel.com/enviar-un-sms-con-el-modem-f1103-a-traves-de-comandos-at>

Source. Imagen de GSM Y GPRS. [Imagen]. Recuperado de <http://www.source.cl/chile/index.php/component/k2/item/70-gsmygprs>

4GLTE. Imagen de SIMCOM SIM900. [imagen]. Recuperado de <https://www.4gltemall.com/simcom-sim900.html>

330ohms. Imagen de comandos AT para módulo GSM. [imagen]. Recuperado de <https://blog.330ohms.com/2019/10/18/guia-definitiva-de-comandos-at-gsmbt/>

Hardzone. Imagen de microcontroladores. [imagen]. Recuperado de <https://hardzone.es/reportajes/que-es/microcontroladores/>

TodoElectrodo. Imagen PIC 18F4550. [imagen]. Recuperado de <https://todoelectrodo.blogspot.com/2013/02/pic-18f4550.html>

Orange. Imagen de Bluetooth. [imagen]. Recuperado de <https://blog.orange.es/red/que-es-bluetooth/>

Theengineerprojects. Imagen de modulo Bluetooth HC-05. [imagen]. Recuperado de <https://www.theengineeringprojects.com/2019/10/hc-05-bluetooth-module-pinout-datasheet-features-applications.html>