

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

Diseño de un sistema domótico para la seguridad de los cuartos de Transformadores Eléctricos de la empresa CNEL E.P. en Guayaquil.

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD ESPECIALIZACIÓN ELECTRÓNICA
Y AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL**

Presentado por:

Miguel Enrique Loor Plaza

David Wladimir Murillo Plaza

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2020

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta culminación de mi etapa estudiantil a mi madre, Sara Plaza por ser mi apoyo, por el aliento constante que me ofrecía, demostrando me que rendirme no es una opción, y ayudarme a que siempre se puede buscar la solución apropiada. Gracias, mamá por estar a mi lado y sé que siempre podré contar contigo.

David Wladimir Murillo Plaza

Mi mayor deseo era que me vieras acabar mi carrera, lastimosamente no pudo ser así. Te fuiste con Dios aquel día de octubre del 2014. Me dejaste muchos consejos que nunca olvidaré y desde ese día siempre me repetí la siguiente frase: “Se que ella estaría orgullosa de mi”; es por eso que para mí es un orgullo dedicar este trabajo en memoria a mi abuelita Nelly Suarez.

Miguel Enrique Loor Plaza

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis familiares, amigos cercanos y pareja por el apoyo brindado durante todo el proceso que conllevo la culminación de este proyecto. A la universidad por permitirme instruirme del conocimiento brindado, a los docentes que forman parte de ella por el conocimiento que me ofrecieron en mi vida universitaria. A mi tutor por guiarnos de forma adecuada en el proyecto. Gracias a todos por apoyarme en el proyecto.

David Wladimir Murillo Plaza

Le agradezco a Dios por la fuerza que me ha brindado día a día para continuar y no darme por vencido, a mis padres Nelly Plaza y Enrique Loor, quienes durante toda mi vida me han apoyado en lo que me he propuesto. A Leonela Herrera, mi novia, quien creyó en mí, incluso cuando yo no lo hacía; a mis amigos: Kevin, Victor, Marlon, Anthony y Christian, quienes siempre creyeron en mi durante todos estos años. También agradezco a mis hermanos, Alejandra Loor y Gonzalo Plaza que, a pesar de los malos ratos, siempre tuvieron Fe en mí. Agradezco a mi tutor quien estuvo pendiente de cada paso que damos para la resolución del problema.

Miguel Enrique Loor Plaza

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Miguel Loor* y *David Murillo* y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Miguel Loor



David Murillo

EVALUADORES

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Denny Cortez". The signature is stylized with loops and a long horizontal stroke at the bottom.

Msc. Dennys Cortez

PROFESOR DE LA MATERIA

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Prieto". The signature is stylized with a large loop and a long horizontal stroke at the bottom.

Msc. Alexander Prieto

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El monitoreo de las variables ambientales y de seguridad pertenecientes a un cuarto para transformadores representa un gran esfuerzo de personal por parte de la empresa CNEL EP con sede en guayaquil, esto se da por la numerosidad de cuartos distribuidos a nivel provincial.

Además, la respuesta inmediata a diversos eventos puede ser clave para la seguridad e integridad de los cuartos. Dentro de los eventos a supervisar se tiene la detección de incendios, humedad, inundaciones, lluvia, altas temperaturas y apertura de puertas o ventanas.

Para la realización del monitoreo de los cuartos para transformadores se hizo uso de un microcontrolador llamado Arduino, que permitió recolectar información mediante el empleo de sensores para las variables ambientales, al mismo tiempo el Arduino se encarga del acceso del personal autorizado. Toda la información mencionada, fue compartida a la sede de forma bidireccional gracias a un módulo GPRS.

Ya en la sede la información fue administrada y detallada mediante un SCADA desarrollado en Indusoft, mediante un computador. Debido a que todos los cuartos comunican a la misma sede, el diseño del SCADA es centralizado. Conjuntamente este sistema presenta diferentes niveles de seguridad, que varían de la aplicación que los usuarios le darán.

Ante los resultados se demostró una comunicación adecuada entre un cuarto para transformador y la sede de CNEL EP, debido a la cobertura que ofrecen las señales 2G. Asimismo, el adecuado almacenamiento de datos de las alarmas ambientales y de ingreso de personal, se mostró de una forma sencilla para cualquier operador.

Palabras claves: monitorear, microcontrolador, SCADA, GPRS

ABSTRACT

The monitoring of safety and security variables from a transformer room represents a great expenditure of effort by personnel on behalf of CNEL EP, headquartered in Guayaquil. This is in part due to the number of such rooms scattered throughout several provinces and, moreover, to the fact that an immediate response to diverse events may be vital to the security and integrity of said rooms. Among the possible events being monitored are fire detection, humidity levels, floods, rain, high temperatures, as well as open doors or windows.

To successfully monitor the transformer rooms, a microcontroller called ARDUINO was introduced, which allowed the use of sensors to monitor the several environmental variables. At the same time, ARDUINO handled access to the rooms by authorized personnel. All the information gathered was communicated to headquarters in a bi-directional way by a GPRS module.

Once in headquarters, the information was disseminated and displayed on a computer, through the use of a SCADA developed in Indusoft. Due to the fact that all transformer rooms send information to headquarters, the SCADA uses a centralized design. This system allows for different levels of security that vary depending on the user.

The results showed an adequate level of communication between the transformer rooms and CNEL EP headquarters, thanks to the coverage given by the 2G signal. Likewise, the receipt of data regarding environmental alarms and access of personnel was straightforward to the operator in charge.

Key words: monitoring, microcontroller, SCADA, GPRS

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
DECLARACIÓN EXPRESA	iv
EVALUADORES	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
ÍNDICE GENERAL	ix
ABREVIATURAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
1. INTRODUCCIÓN	17
1.1. INTRODUCCIÓN	17
1.1. Descripción del problema	18
1.2. Justificación del problema	19
1.3. Objetivos	19
1. Objetivo general	19
2. Objetivos específicos	20
1.4. MARCO TEORICO	21
1.4.1. CENEL EP	21
1.4.2. Cuarto para transformador	21
1.4.3. Sistemas Domóticos	22
1.4.4. Elementos de los Sistemas domóticos	23
1.4.5. GPRS	32
1.4.6. SCADA	33
2. METODOLOGÍA	34
2.1. Fase de análisis de requerimiento	34
2.1.1. Interfaz de usuario	34
2.1.2. Obtención de datos	41
2.1.3. Controladores	47
2.2. Selección de módulo GPRS	51

2.2.1. GPRS Arduino	52
2.2.2. GPRS Sede	54
2.3. Conexiones	56
2.3.1. Tabla de Entradas y Salidas	59
2.3.2. Bloques de Programación	60
2.3.4. Estructura General	66
2.3.5. Topología del Sistema	67
2.4. Selección del SCADA	69
2.4.1. SCADA.....	70
3. ANALISIS Y RESULTADOS	80
3.1. Lectura de sensores en cuarto para transformador	80
3.2. Recepción y envío de datos desde el cuarto para transformador	81
3.3. Recepción y envío de datos desde la sede.....	82
3.4. Solicitud de ingreso desde el punto de vista del cuarto.....	83
3.5. Solicitud de ingreso el punto de vista de la sede.....	85
3.6. Datos de cuartos para transformadores	85
3.7. Análisis de costos	87
3.7.1. Costos del sistema a instalar en la SEDE	87
3.7.2. Costos de equipos para instalación en cuartos.....	87
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
4.1. Conclusiones	90
4.2. Recomendaciones.....	91
Bibliografía	92
ANEXOS	96
Código empleado en la programación del Arduino Mega	96
Código empleado en la programación del Arduino Nano.....	112
Código del script “acceso”	114
Código del script “estados”	115

ABREVIATURAS

ESPOL = Escuela Superior politécnica del litoral

SCADA = Supervisión, Control y Adquisición de Datos

CENEL EP = Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad

HMI = Interface hombre máquina

PLC = Controlador lógico programable

RTD = Detector de temperatura resistivo

NTC = Coeficiente de temperatura negativo

PTC = Coeficiente de temperatura positivo

RFID = Identificación de radio Frecuencia

DC = Corriente Directa

AC = Corriente Alterna

LCD = Pantalla de cristal líquido

I2C = Circuito Inter integrado

GPRS = Servicio General de paquetes vía radio

SMS = Servicio de Mensajes Cortos

TTL = Lógica transistor a transistor

USB = Universal Serial Bus

ASCII = Código Estándar Estadounidense para el Intercambio de Información

SD = Secure Digital, Tarjeta de memoria

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Sede de CENEL EP.....	21
Ilustración 2 Identificación de la tecla apretada (Creatividad Codificada, 2020).....	35
Ilustración 3 Teclado Matricial 4x4	35
Ilustración 4 LCD.....	37
Ilustración 5 Módulo Adaptador LCD a I2C	38
Ilustración 6 Módulo Lector RFID	39
Ilustración 7 Pines del adaptador microSD (Patagoniatec blog, n.d.).....	40
Ilustración 8 Módulo adaptador de microSD	40
Ilustración 9 Buzzer	41
Ilustración 10 Sensor DHT11.....	42
Ilustración 11 Sensor YL-69.....	43
Ilustración 12 Sensor de llama Infrarrojo.....	44
Ilustración 13 Sensor MC-38	44
Ilustración 14 Sensor de Lluvia FC-37	45
Ilustración 15 Sensor HC-SR501	47
Ilustración 16 Arduino MEGA.....	47
Ilustración 17 distribución de pines del Arduino MEGA (Arduino, 2020)	48
Ilustración 18 Arduino NANO.....	49
Ilustración 19 distribución de pines del Arduino NANO (Arduino, 2020).....	50
Ilustración 20 Módulo GPRS - sim800C	51

Ilustración 21 Caso 1-Ingreso de Usuarios	52
Ilustración 22 Caso II - notificación de alarmas	53
Ilustración 23 Caso III - Consulta de Estatus.....	54
Ilustración 24 conexión entre el módulo SIM 800c y el computador	55
Ilustración 25 Conexiones de los elementos de la interfaz de entrada.....	57
Ilustración 26 Conexiones de Sensores del cuarto de Transformadores.....	58
Ilustración 27 Estructura General de las funciones de Estado	61
Ilustración 28 Algoritmo de envío de Estados de alarmas	64
Ilustración 29 algoritmo para el acceso al cuarto de transformadores	65
Ilustración 30 Estructura General del Sistema	67
Ilustración 31 Topología del sistema - Cuarto de Transformadores	68
Ilustración 32 Modelo de cable recomendado	69
Ilustración 33 Pantala de Inicio.....	71
Ilustración 34 Estado de Cuartos.....	72
Ilustración 35 Histórico de Alarmas	73
Ilustración 36 Pantalla de Configuración	74
Ilustración 37 Vista del Cuarto en Específico.....	74
Ilustración 38 Ventana Emergente de Acceso	75
Ilustración 39 Diagrama de Cambio de Pantallas.	75
Ilustración 40 Diagrama del script de Estado	77
Ilustración 41 Diagrama del script de Acceso.....	78
Ilustración 42 Toma de Datos de Sensores	80

Ilustración 43 Envío de Datos a Sede	81
Ilustración 44 Solicitud de Estados desde el cuarto	82
Ilustración 45 Recepción y envío desde la Sede	83
Ilustración 46 Solicitud de ingreso desde el Cuarto	84
Ilustración 47 Solicitud de Ingreso desde la sede	85
Ilustración 48 Datos de los cuartos en la sede.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Entradas y Salidas del Arduino Mega.....	60
Tabla 2 Tags del SCADA	76
Tabla 3 Costos de instalación en sede.....	87
Tabla 4 Costos de instalación en cuartos para Transformadores	88

1. INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

Tener supervisión de diversas áreas es importante para poder identificar eventos que puedan ocurrir dentro de ellas. Por ello una de las partes más importantes de las plantas industriales, centrales eléctricas, entre otros, son los cuartos para transformadores. En dichos locales o instalaciones se necesita tener medidas de seguridad donde solo personal autorizado pueda acceder (Empresa eléctrica pública de guayaquil, 2012, p. 37). Sin embargo, una puerta en los cuartos para transformadores no es suficiente, aunque exista la restricción de un número de personas para poder acceder al cuarto. Debido a la facilidad de violentar a una puerta, ventanas u otros. Se debe considerar que el personal puede tardar un tiempo indefinido en notar una intervención no permitida. Este tipo de acciones violenta la integridad de los equipos, y a su vez pone en riesgo vidas humanas. Además, diversos tipos de eventos naturales o actos realizados por personas pueden resultar peligrosos para el equipo o para el personal cercano al lugar. Así mismo, la prevención de diversas fallas en los cuartos para transformadores evita que existan cortes de energía, estos cortes de energía representan elevados costos de producción, inconformidades, paros no programados en el sitio de trabajo, entre otros.

Compañías como La Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP, con sede en la ciudad de Guayaquil, presenta un elevado número de cuartos para transformadores a nivel provincial. Las fallas en estos cuartos para transformadores repercuten en los ciudadanos, ocasionando molestias, problemas en los equipos instalados, etc. Dado al número de cuartos para transformadores que CNEL

EP posee, el monitoreo de estos representa un esfuerzo mayor por parte del personal. Es por ello por lo que un sistema domótico para alertas de fallas y eventos en una central facilitar á y mejorará la supervisión del área.

Mediante un SCADA se dará el monitoreo de diversos sensores, actuadores y módulos que formen parte del sistema. Comunicándose de forma remota y eficiente a los diversos controladores de cada cuarto para transformadores de la empresa.

1.1. Descripción del problema

Los cuartos de transformadores están expuestos a condiciones inadecuadas como: humedad en el ambiente, como la presencia de inundaciones, alta humedad, altas temperaturas y, o incluso el fuego. Estas condiciones afectan la integridad del equipamiento, la vida útil de los transformadores y, por lo tanto, la eficiencia y continuidad del servicio eléctrico proporcionado por CNEL EP, con sede en la ciudad de Guayaquil. Por otro lado, la falta de supervisión de los cuartos de transformadores repercute en la vida útil de los transformadores y el equipamiento existente.

Actualmente no existe un control de acceso de personas para su debido ingreso o salida por la puerta de cada cuarto de transformadores, tampoco existe ninguna medida para detectar intrusiones por otras vías al sitio. Estas condiciones hacen que sea posible la presencia de personas no calificadas, que pueden ocasionar errores o fallas por su mal uso del equipo, e incluso los delincuentes pueden ingresar al área y sustraer materiales y equipamiento, además de presentar un peligro para la vida de dichas personas. Adicional a la falta de supervisión, no existe un registro de personas calificadas que ingresen al área, esto representa un riesgo debido a la imposibilidad de realizar el seguimiento de

fallas, accidentes o actos no éticos o irresponsables. En la actualidad no se monitorea en tiempo real de los eventos sucedidos, esto produce que la respuesta ante una condición inadecuada tenga cierto retraso.

1.2. Justificación del problema

El presente proyecto permitirá la supervisión que debe tener un cuarto de transformadores, mediante el desarrollo de un sistema de control de ingreso de personas. El sistema domótico evita la intrusión de personal no autorizado; garantizando la detección de cualquier violación al cuarto de transformadores. Al registrar el acceso al equipamiento por sus operadores; se monitorean diversas variables ambientales y de seguridad que permiten el aumento de la vida útil.

Por lo tanto, la disponibilidad del sistema domótico permite que se tenga un mejor control del cuarto de transformadores para mejorar la eficiencia y eficacia del servicio eléctrico. Además, se va a permitir enviar toda la información recolectada a un sistema SCADA que permite la visualización de las variables obtenidas a los operadores en la empresa teniendo un conocimiento preciso e inmediato de lo que sucede en cada cuarto remoto.

1.3. Objetivos

1. Objetivo general

Diseñar un sistema domótico de control de acceso y monitoreo de variables ambientales y de seguridad, mediante el uso de equipamiento electrónico de bajo costo para la protección de los cuartos de transformadores de CNEL E.P. Guayaquil

2. Objetivos específicos

Identificar todos los posibles riesgos a los que se encuentran expuestos los cuartos de transformadores para minimizarlos.

Diseñar un sistema domótico para el control del acceso de individuos a los cuartos de transformadores y para la monitorización de variables ambientales y de seguridad requeridas.

Delinear un sistema electrónico que permita la transmisión de los datos recolectados a la sede de la empresa.

Implementar parcialmente un sistema SCADA que permita la adecuada presentación de la información recolectada.

1.4. MARCO TEORICO

1.4.1. CENEL EP

La Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CENEL EP, es una corporación estatal cuya función “tiene como objeto brindar el servicio público de distribución y comercialización de energía eléctrica, dentro del área asignada, bajo el régimen de exclusividad regulado por el Estado”. (CENEL EP, n.d.)

A causa de sus funciones e infraestructura, CENEL EP está conformada por un gran número de cuartos para transformadores distribuidos en diversos cantones de la región. Debido al número de cuartos para transformadores, se requiere un monitoreo apropiado de cada uno de ellos, para asegurar la continuidad del servicio brindado por CENEL EP.



Ilustración 1 Sede de CENEL EP

1.4.2. Cuarto para transformador

Consiste en una cámara en donde se ubican el o los transformadores que distribuirán la energía a un sector, edificio, fábrica, entre otros. Dentro de estos cuartos

encontraremos diferentes elementos a parte de los transformadores, como elementos de control, protecciones eléctricas, etc. Esto conlleva a la implantación de normas de seguridad para la protección de la línea eléctrica, instrumentos y personal cercano al cuarto de transformadores. Por ello las normas básicas consisten primeramente la ubicación, que debe ser en la planta baja de cualquier inmueble. Otra norma es la existencia de restricción de individuos, pues solo personal capacitado debe ser capaz de manipular los elementos que conforman al cuarto para transformadores. Además, el cuarto para transformadores debe limitarse al uso exclusivo de alojar los transformadores y los elementos que lo conforman. Estas y más normas básicas se encuentran detalladas en el Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC).

1.4.3. Sistemas Domóticos

Estos sistemas domóticos están conformados por dispositivos inteligentes para poder realizar una supervisión o control de un área. Estos instrumentos están programados para controlar o supervisar las comunicaciones, seguridad, prevención de eventos, acceso, optimizar la energía y el área.

Los elementos previamente mencionados se dividen en los controladores, actuadores y sensores. Todos ellos cumpliendo funciones específicas, pero trabajando en conjunto. además, estos sistemas suelen presentar un control de acceso remoto que le permita a los usuarios poder manejarlo sin tener que estar presente en el área en donde está el sistema domótico.

1.4.4. Elementos de los Sistemas domóticos

Dentro de los sistemas domóticos existe el controlador, cuya función yace en recibir comandos desde la sede y ejecutarlos, ya que del controlador dependen las acciones a realizar dentro de las determinadas áreas. Estas acciones se encuentran definidas previamente por el programador, pues es el quien le dirá que acciones tomar ante ciertos estímulos.

Otros componentes importantes son los actuadores, pues gracias al controlador, los actuadores llevan a cabo la tarea final para la que fueron programados. Sus repuestas ya son físicas y más visibles para el usuario.

Después se tiene a los sensores cuya función es hacer mediciones físicas para poder notificarle al controlador la existencia de algún evento o de los valores físicos del área. Estos sensores se pueden dividir en tres: resistivos, capacitivos o inductivos, en donde cada tipo de sensor transforma la variable física que se desea medir en una variación de resistencia, capacitancia o inductancia, respectivamente.

Todos las acciones y eventos del sistema serian registrados por el SCADA y se mostraría a los diferentes usuarios mediante el HIM (Human Machine Interface). Gracias al HMI se puede ofrecer una interfaz más sencilla y fácil de utilizar para realizar la adquisición de datos que conlleva el control de un área. A continuación, veremos cómo se da este control.

1.4.4.1. Unidad de control

La unidad de control es un dispositivo programable que permite realizar diversas acciones de control y monitoreo en un área, estas acciones son definidas por el programador mediante el uso de un computador que se comunice con unidad de control. Estas unidades típicamente son microcontroladores o PLCs, que presentan aplicaciones de diversos tipos como industriales, seguridad, domésticas, entre otras.

El procesamiento de datos y realización de acciones de la unidad de control se da mediante la arquitectura del sistema que implica el uso de sensores y actuadores, en donde se da la comunicación con la unidad de control. La arquitectura de este sistema se puede dar de dos formas: centralizada o distribuida.

La unidad de control es la encargada de la comunicación y acciones realizadas mediante sensores y actuadores, procederemos a describir los sensores para el monitoreo de un cuarto para transformador.

1.4.4.2. Sensores de humedad

Dentro de los sensores pertenecientes a este proyecto, se encuentra el sensor de humedad o también llamado Higrómetro, cuyo funcionamiento yace en la medición de vapor de agua en la atmosfera. Estos tipos de sensores de humedad se dividen en tres tipos básicos: resistivo, capacitivo y térmico.

Tomando en cuenta a que clase pertenece su funcionamiento difiere un poco. Es decir, el sensor de humedad resistivo puede calcular la humedad mediante iones en sales

para medir la impedancia que se da debido a la formación de los átomos. En donde su impedancia varía dependiendo de la cantidad de humedad.

Sim embargo, los sensores de humedad capacitivos presentan mayor sensibilidad debido a su formación. “Los sensores capacitivos (polímero orgánico capacitivo) son diseñados normalmente con platos paralelos con electrodos porosos o con filamentos entrelazados en el sustrato.” (METAS & METRÓLOGOS ASOCIADOS, 2008)

Por último, tenemos a los sensores térmicos, que se encuentran formados por dos termistores. El valor de humedad se da mediante la medición de la resistencia de los termistores, usualmente son usados en ambientes con temperaturas muy altas pues son más resistentes.

1.4.4.3. Sensores de lluvia

La función de estos sensores es detectar la existencia de lluvia en el ambiente, a diferencia del sensor de humedad, este sensor se activará con el estado líquido del agua. En la diversidad de sensores de lluvia se tiene los siguientes tipos: cuenca colectora, conductivos e Higroscópico.

La cuenca colectora de agua se activará cuando reúna, cierta cantidad de agua en su concavidad, debido a su peso activará una unidad mecánica a la que se encuentre conectada. Este método es robusto pues ocupa espacio, y es propenso a fallas por su estructura mecánica.

Por otra parte, tenemos el sensor conductivo, formado por dos electrodos sobre un material dieléctrico. Cuando el agua se postre sobre los electrodos se cierra el circuito y

conduce corriente. La cantidad de corriente dependerá de la cantidad de agua o gotas de lluvia. Esta corriente puede ser medida y llevada a un circuito eléctrico para su interpretación.

Finalmente, se tiene otro método popular que se basa en los discos higroscópicos. Estos discos están formados por un sintético, cuando esté húmedo la entrada de luz al interior llega con otro ángulo, a diferencia a cuando el disco está seco, es decir que depende de la humedad de los discos. En su interior existen unos electrodos que captan estos ángulos de llegada de la luz.

1.4.4.4. Sensores de Presencia

Estos sensores se usan para detectar movimiento dentro de un área determinada, el límite de esta área se dará por la forma del sensor y por su fabricante. Estos sensores se usan abiertamente para medidas de seguridad como detección de intrusos. Entre los más comunes se tienen: sensores infrarrojo pasivo (PIR por sus siglas en inglés), microondas, duales y ultrasonidos.

El sensor PIR o infrarrojo pasivo detecta el movimiento, mediante la captación de radiación infrarroja que se produce por calor y movimiento de un cuerpo. Pero a causa de que el cuerpo humano naturalmente irradia calor, el sensor se apoya en la variación de cantidad de radiación infrarroja pues si en un área no existe movimiento, no varía la cantidad de radiación infrarroja.

Mientras que el sensor de movimiento microondas, emite pulsos de altas frecuencias, superiores a 10 KHz, que rebotan en objetos para poder ser captados por el

sensor. Si existe movimiento el sensor lo detectará mediante sus pulsos, ya que la recepción va a variar debido al movimiento, este resultado se da por el efecto Doppler, que se basa en la variación de ondas a causa del movimiento de un objeto. Son más sensibles que los sensores PIR, sin embargo, son más susceptibles a interferencias eléctricas.

Mientras que el sensor Dual se basa en la combinación de las dos tecnologías previamente mencionadas para minimizar errores de movimiento. Pues para que este sensor informe la existencia de movimiento, ambos métodos deben captar movimiento. Si uno de los dos sistemas no capta movimiento de cualquier objeto, el sensor no mandará ninguna señal.

De forma similar al sensor por ondas microondas que se basa en el efecto Doppler, el sensor de movimiento por ultrasonidos detecta ondas reflejadas en objetos, sin embargo, emite ondas sonoras en lugar de microondas. Debido a que usa ondas ultrasónicas, este sensor resulta menos dañino para el ser humano, sin embargo, es más susceptible a ruidos y corrientes de aire.

1.4.4.5. Sensores de llama

Esta clase de sensores se caracterizan por la detección de fuego, específicamente por la radiación infrarroja que emiten las llamas del fuego. Es por lo que se dividen dependiendo a un espectro de radiación: luz visible, infrarrojos, ultravioletas.

Debido a los tres espectros se puede asegurar que el más efectivo es el sensor ultravioleta pues no muchos cuerpos producen este tipo de radiación. Mientras que el más

susceptible a errores es el sensor de luz visible, ya que depende de la cantidad de luz para su activación.

1.4.4.6. Sensores de Temperatura

Los sensores de temperatura traducen la temperatura en una señal eléctrica procesada que puede ser cuantificada. Esta señal tiene diferentes cambios internos los cuales dan facilidades para la regulación de la temperatura.

La sonda de temperatura es un tipo sensor que se compone de dos partes que son: el elemento sensor, es el encargado cuantificar la temperatura; una vaina conductora, para conectarse al sistema electrónico.

A continuación, se describirán de manera breve varios tipos de sensores utilizados en la actualidad. Esta clasificación depende del funcionamiento del sensor y de la forma de transformar la señal. Entre las categorías se tiene: termopares, termistores y RTD.

Sensores Termopares:

Este sensor, en la actualidad es el más utilizado en sistemas de medición. Como principales ventajas de estos sensores son: bajos costos, facilidad de instalación y la precisión ajustada los cuales compensan la baja respuesta que posee.

Los termopares se basan en dos hilos metálicos de diferente conductibilidad unidos en un extremo, la cual es puesta en contacto con la superficie o medio a medir; el otro extremo separado es enviado a un dispositivo electrónico para cuantificar y transformar la diferencia de tensión producida en los hilos.

Sensores RTD (Resistance Temperature Detector)

El funcionamiento de este tipo de sensor se basa en la resistencia a la temperatura del material que lo compone, de manera general este compuesto por un alambre enrollado de manera compacta alrededor de un núcleo de cerámica o vidrio.

Una de las características de estos sensores es la inmunidad ante el ruido eléctrico, esto le da cierta ventaja para aplicaciones industriales. El platino, el molibdeno, el cobre y el níquel son los materiales más frecuentes para su construcción.

Sensores Termistores

Este tipo de sensores emplea semiconductores para su elaboración, como característica principal esta su cambio de resistencia a la temperatura dependiendo de los grados de temperatura en el medio.

Según su funcionamiento este tipo de termistores tiene dos tipos de clasificaciones:

Termistor NTC: su valor de resistencia disminuye conforme aumenta la temperatura.

Termistor PTC: su valor de resistencia disminuye conforme disminuye la temperatura.

1.4.4.7. Lector RFID

Los Lectores de RFID o interrogador, tienen como principal objetivo transmitir y recibir señales de ondas de radio en un formato legible para las computadoras. Estos

lectores son necesarios para separar dos tipos de señales de comunicación provenientes desde los tags energizados por el módulo.

La mayoría de los sensores brindan la posibilidad de escribir y leer un tag. En el chip del Tag es la ubicación de donde se lee o escribe la información según se emplee la función de lectura o escritura. La comunicación de lectura utiliza las bandas de frecuencia baja, media, alta, ultra alta y de microondas.

El lector RFID posee un procesamiento anticolidión, el cual maneja la situación cuando más de un tag responde a una consulta. Un lector debe estar conectado a través de cables de antena para realizar la recepción y transmisión de señales. Estos lectores utilizan protocolos estándares de comunicación al momento de estar en funcionamiento (Telectronica, 2018).

1.4.4.8. Sensores magnéticos

Los sensores magnéticos funcionan utilizando el fenómeno físico llamado efecto Hall. Estos sensores poseen un conductor por el cual circula una corriente, produciendo así un campo magnético, al poner este material frente a un campo magnético los portadores de cargas se reagrupan dentro del material. Al reagruparse se crea un campo magnético perpendicular al campo magnético inicial.

1.4.4.9 Actuadores

Los actuadores son los encargados de ejecutar una acción que responde a un estímulo inicial captado por el sistema domótico. Estos actuadores dependen en gran mayoría del elemento electrónico empleado para el control. En los sistemas domóticos un

actuador es un elemento que ejecuta la respuesta programada, para la cual se debe adaptar los niveles de voltaje en caso de ser necesario.

Se utilizan generalmente; Relés, con una etapa previa de ampliación para activarlo y permitir el paso de corriente DC o AC; optoacopladores, para aislar los diferentes niveles de voltaje empleados en los componentes; Tiristores, estos son empleados de igual que los relés, sin necesidad de la etapa previa de ampliación con una electrónica que permita el disparo para activarlos. Estos elementos son conectados a los diferentes dispositivos que se desee hacer funcionar.

1.4.4.10. Cerradura Magnética

Las cerraduras magnéticas son empleados para permitir el cierre electrónico del lugar deseado, como principal desventaja se tiene el uso de energía eléctrica para su funcionamiento. Contrario a la desventaja brinda un seguro y eficiente nivel de seguridad al lugar, ya que no se pueden violentar de igual forma que una cerradura con llave. la cerradura electrónica no debe reemplazar a la cerradura con llave. lo que debería hacer es complementar para una mejor hermeticidad.

1.4.4.11. Pantalla LCD

La pantalla LCD es empleada para la comunicación con el operador o técnico en sitio, estas pantallas permiten que los usuarios puedan enterarse del estado de los sistemas y reciban indicaciones breves para un correcto funcionamiento.

Funcionan con una luz led de fondo que por lo general es de color azul o verde, en algunos casos esta luz es regulable a través de un potenciómetro, presentan un espacio

matricial de dimensiones rectangulares en la cual se muestra un mensaje personalizado al usuario final.

1.4.5. GPRS

Un módulo GPRS, General Packet Radio Service, usa señales de radio para el envío y recepción de información, es abiertamente usado en diferentes tipos de dispositivos como teléfonos celulares.

Este módulo necesita de un chip o sim-card de una operadora telefónica, para establecer comunicación con sus antenas y los destinatarios. Hace uso de sus bandas 2G y 3G para poder recibir y enviar información, información que es enviada de forma similar a un teléfono celular. Es decir, el módulo GPRS tiene la capacidad de recibir y realizar llamadas, enviar y recibir mensajes, y dependiendo del modelo es capaz de establecer una conexión a internet.

Para poder realizar estas diversas acciones, se hace uso de AT commands, son líneas de códigos definidas e invariables para poder realizar diversas acciones de comunicación con el módulo GPRS, acciones como llamadas telefónicas, enviar o recibir mensajes SMS, entre otros. Estos comandos son generalizados para este tipo de módulos, es decir que las funciones básicas se realizan de la misma forma, independientemente del fabricante, pues son universales estas funciones básicas. Sin embargo, un fabricante puede añadir más comandos o funciones, para ello es necesario revisar la documentación ofrecida por los fabricantes.

1.4.6. SCADA

SCADA por sus siglas en inglés (Supervisory Control and Data Acquisition) se refiere a Supervisión, Control y Adquisición de datos, se refiere a un tipo de aplicación la cual obtiene datos de un sistema con el fin de optimizar y controlar. La flexibilidad de esta aplicación permite que se adapte a cualquier tipo de industria existente, como es la industria alimenticia, farmacéutica, etc.

El empleo de un SCADA facilita la obtención de resultados, esto al ser una herramienta hace que las industrias se encuentren en la necesidad de aplicarla, esto representa un aumento en la competitividad y una constante optimización de los procesos para maximizar el alcance (Wonderware, 2020).

2. METODOLOGÍA

2.1. Fase de análisis de requerimiento

La selección de los sensores y elementos a utilizar se basa en tres aspectos que son: requisitos del cliente, costos y disponibilidad. Para poder seleccionar los elementos a utilizar primero se debió considerar los requisitos del cliente, una vez esto claro se puede elaborar una lista de sensores a emplear. Al tener la lista de sensores se procede a elaborar un catálogo de elementos necesarios para la configuración de la interfaz y la interconexión de todos los elementos. Después se debió considerar el presupuesto inicial, para poder hacer la discriminación entre los diferentes tipos de sensores con características similares, y con esto también se presentaron cambios en los elementos establecidos en primera instancia sin interferir con los requerimientos del cliente, por último, se tuvo que analizar la disponibilidad en el mercado.

Después de tener en cuenta los tres criterios anteriormente mencionados se pudo establecer un listado definitivo de materiales los cuales se encuentran divididos en dos grupos, el primero es el grupo que engloba la interfaz de usuario y el segundo grupo corresponde a la obtención de datos.

2.1.1. Interfaz de usuario

Estos elementos son los que están en contacto directamente con el usuario, estos permiten el ingreso y salida de información del sistema. Entre estos elementos se seleccionaron los siguientes:

2.1.1.1. Teclado Matricial 4x4

Estos teclados están interconectados con resistencias y pulsadores en forma de matriz como se puede notar en la imagen inferior. Normalmente estos teclados trabajan con 8 hilos de conexión, 4 para las filas y 4 para las columnas permitiendo que se puedan acceder hasta máximo 16 pulsadores. La conexión de este teclado trabaja con 3.3V o 5V. Es necesario activar por software las resistencias de pull-up en los pines donde se conectan las columnas. La lectura de las teclas se realiza mediante un barrido de los pines donde se conectan las filas (Creatividad Codificada, 2020).

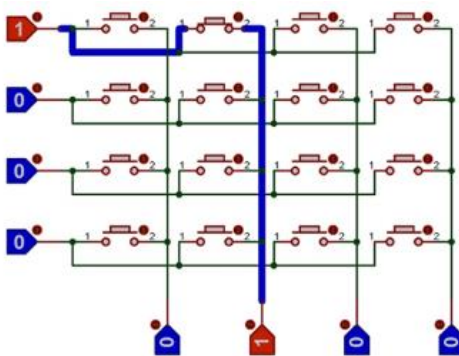


Ilustración 2 Identificación de la tecla apretada (Creatividad Codificada, 2020)

Al momento de emplear este teclado, la librería Keypad.h es necesaria para la codificación del funcionamiento de este ya que posee varias funciones preprogramadas.



Ilustración 3 Teclado Matricial 4x4

El código introducido en el teclado se mostrará en el LCD de 16x2.

2.1.1.2. LCD 16x2

Los LCD por sus siglas en inglés (Liquid Crystal Display) son fáciles de utilizar. Para este proyecto se emplea un LCD de 16x2. El número 16 indica la cantidad de caracteres disponibles para mostrar y el 2 indica el número de columnas permitido, este LCD consta de 16 pines separados en 4 grupos descritos a continuación:

Pines de alimentación:

- VSS: en este pin se conecta a tierra
- VDD: en este pin se conecta a 5V.
- VEE: este pin se conecta a un potenciómetro para variar el contraste de los caracteres mostrados.

Pines de Control:

- RS: este es el pin de selección de registro. Para el registro de control de datos/instrucción el valor asignado es 0 lógico mientras que para el registro de datos el valor lógico es de 1.
- RW: este es el pin de selección de Lectura o Escritura. Para la lectura el valor lógico es 1 mientras que para él la escritura el valor lógico es 0.
- E: este pin corresponde al habilitador, mientras el valor lógico sea 0, no se puede leer ni escribir en el LCD; sin embargo, cuando el valor lógico es 1, el LCD se encuentra activo y permite la escritura y lectura.

Pines de Bus de Datos:

El bus de datos es bidireccional y está compuesto por pines desde el D0 al D7. En este LCD hay la posibilidad de hacer una comunicación empleando 8 bits (D0 a D7) o 4 bits (D4 a D7) (Willyfox, 2013).

Pines de Iluminación.

- A: Pin de luz de fondo positivo.
- K: Pin de luz de fondo negativo.

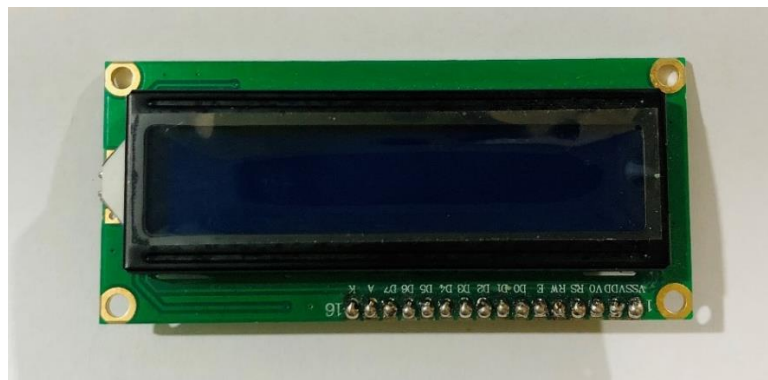


Ilustración 4 LCD

Se emplea un adaptador LCD a I2C para reducir la cantidad de pines empleados en el controlador.

2.1.1.3. Módulo adaptador LCD a I2C

El módulo que permite controlar un LCD alfanumérico mediante dos cables se basa en el controlador PCF8574. Este módulo se muestra en la ilustración 5, el cual expande las entradas y salidas mediante el protocolo I2C. Por el diseño del módulo, se puede soldar directamente en el LCD reduciendo así espacios y agilizando el proceso de montaje.

Por defecto tiene la dirección de 0x3F. Es muy importante la identificación de esta para el correcto funcionamiento. Presenta los pines A0, A1 y A2 para la modificación de la dirección en caso de ser necesario un segundo LCD. Se posee un potenciómetro, el cual es utilizado para regular el contraste de los dígitos de la pantalla. La luz de fondo en cambio puede ser modificada por software y por hardware si se retira el conector del puerto LED. (Naylamp Mechatronics SAC., n.d.)



Ilustración 5 Módulo Adaptador LCD a I2C

2.1.1.4. Lector RFID RC522

El módulo RC522 es un módulo que permite leer y grabar RFID a una velocidad de 13.56 MHz. Posee comunicación SPI facilitando así trabajar con la mayoría de los microcontroladores. Para los dispositivos pasivos este módulo emplea un sistema de modulación y demodulación. “El dispositivo maneja el estándar ISO14443-A y soporta la encriptación. Quick CRYPTO1 y MIFARE” (Naylamp Mechatronics SAC., n.d.). Tiene un rango de detección que va de los 5 a 7 cm aproximadamente.



Ilustración 6 Módulo Lector RFID

Los códigos que se lean tanto por teclado como por el lector RFID se compara con una base de datos almacenada en una tarjeta microSD.

2.1.1.5. Adaptador de tarjetas microSD

El adaptador de tarjetas microSD permite ampliar la cantidad de almacenamiento en el proyecto. La memoria de las tarjetas SD es no volátil, lo que significa que no se perderá información en caso de pérdida de corriente. Se comunica mediante el estándar de comunicación SPI. Los pines en la ilustración 7 se encuentran numerados del 1 al 6 y son:

- 1.- GND: Este pin va conectado al negativo de la fuente.
- 2.- VCC: este pin va conectado al positivo de la fuente, este módulo se puede conectar a 5V o 3.3V.
- 3.- MISO: (Master in slave out) Salida del módulo adaptador de microSD
- 4.- MOSI (Master out Slave in) Entrada del módulo adaptador de microSD

5.- SCK: Reloj Serial, este pin envía señales en forma de pulsos para sincronizar la transmisión.

6.- CS: es el empleado para habilitar o deshabilitar dispositivos.

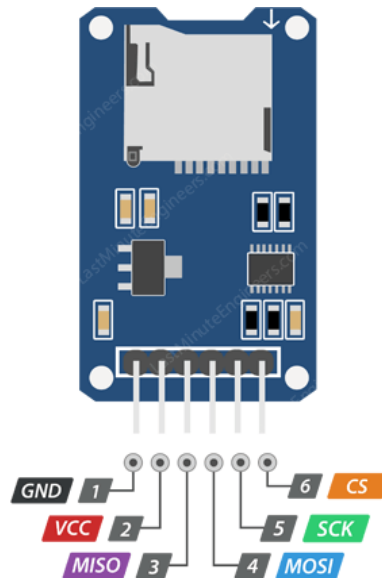


Ilustración 7 Pines del adaptador microSD (Patagoniatec blog, n.d.)

El módulo adaptador de microSD tiene un regulador de voltaje ya que las tarjetas SD funcionan a un estándar de 3.3V. Posee un chip 74LVC125A para convertir la interfaz lógica de 3.3V – 5V a 3.3V. (Patagoniatec blog, n.d.)

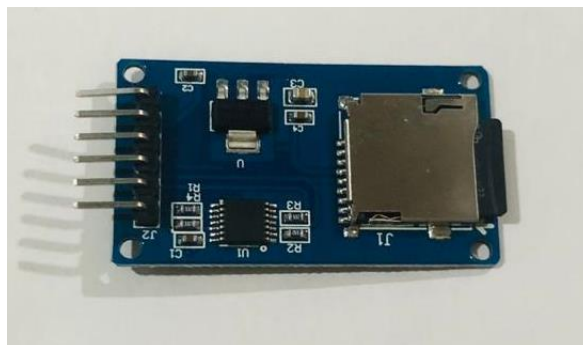


Ilustración 8 Módulo adaptador de microSD

2.1.1.6. Buzzer

El buzzer es un elemento pasivo, se encarga de convertir una señal eléctrica en una onda de sonido. Estos elementos disponen de un oscilador interno lo cual permite que funcione únicamente alimentando el dispositivo. Para modificar el sonido se modifica la señal aplicada al altavoz, de esta forma se puede generar melodías (Llamas, REPRODUCIR SONIDOS CON ARDUINO Y UN BUZZER PASIVO O ALTAVOZ, 2016).



Ilustración 9 Buzzer

2.1.2. Obtención de datos

En la parte de obtención de datos se trabajó con los sensores descritos a continuación:

2.1.2.1. Sensor de temperatura y humedad DHT11

El sensor DHT11 se muestra en la ilustración 10, es un sensor digital, el cual es empleado para medir la temperatura y humedad de forma relativa. Este módulo integra un sensor capacitivo para medir la humedad y un termistor para medir la temperatura del aire circundante.

Para su funcionamiento es necesario conectar el pin de alimentación a 5V, el pin de GND a 0V y el pin de datos a un pin disponible en el controlador. El sensor puede

colocarse a una distancia máxima de 20m. empleando un cable apantallado. Es necesario protegerlo de la luz solar (Naylamp Mechatronics SAC., n.d.).

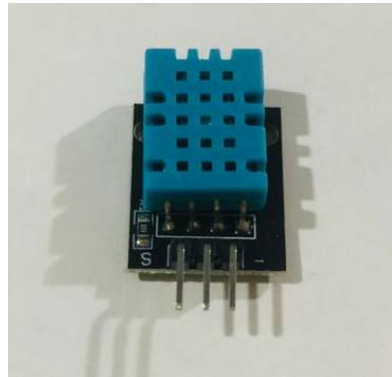


Ilustración 10 Sensor DHT11

para obtener la humedad del suelo se emplea el sensor YL-69.

2.1.2.2. Sensor de humedad en el suelo YL-69

El sensor YL-69 es empleado para medir la humedad en el suelo que lo rodea mediante dos electrodos que envían la corriente a través del suelo. A mayor humedad habrá una menor resistencia mientras que a menor humedad mayor es la resistencia. Tiene pines de conexión para alimentación (VCC), para tierra (GND) la salida digital (DO) y la salida analógica (AO). Este módulo mide la variación de voltaje y lo presenta en la salida analógica, o en la salida digital. La salida digital se activa cuando la señal supera el umbral que es definido mediante un potenciómetro (Electronicos Caldas - Tienda virtual de componentes electronicos, n.d.).

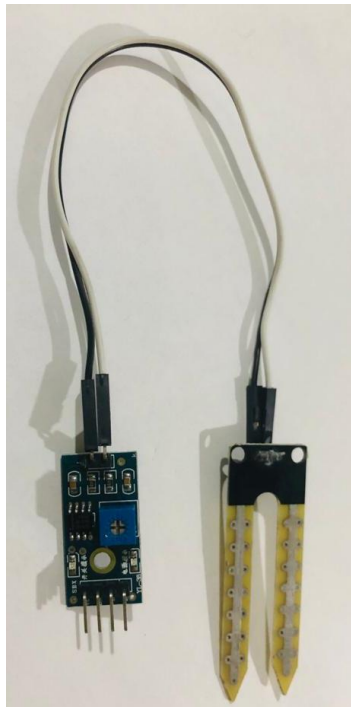


Ilustración 11 Sensor YL-69

2.1.2.3. Sensor de llama infrarrojo

El sensor de llama infrarrojo es un sensor óptico con el cual detecta la existencia de combustión mediante la luz emitida. El espectro de emisión de luz depende de los elementos que intervienen en la reacción. En el caso de combustión con productos elaborados a base de carbón se tiene un pico de longitud de onda de 4400nm a 4600nm en infrarrojo.

La distancia de detección del módulo esta entre 0.4m y 0.8m. Incorpora una placa de medición estándar permitiéndole así generar una salida analógica y otra digital que se activara cuando exceda el umbral regulable mediante un potenciómetro (Llamas, DETECTOR DE LLAMA CON ARDUINO Y SENSOR INFRARROJO, 2016).



Ilustración 12 Sensor de llama Infrarrojo

Ahora se detallan características principales del sensor magnético.

2.1.2.4. Sensor Magnético MC-38

El sensor magnético MC-38 es empleado para saber el estado de la puerta, en caso de estar cerrada la señal enviada al controlador es 1 lógico y en caso de estar abierta es 0 lógico. Tiene un voltaje de alimentación que alcanza hasta los 100V con una corriente máxima de 0.5^a. la potencia nominal del sensor es de 3W. la distancia de activación va desde los 15mm a los 25mm. Tiene un peso de 16gr y posee una fácil integración con Arduino, Raspberry, etc. Al funcionar como un contacto normalmente cerrado.

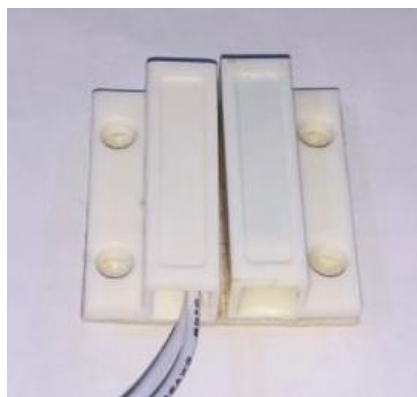


Ilustración 13 Sensor MC-38

2.1.2.5. Sensor de lluvia FC-37

El sensor de lluvia FC-37 detecta presencia de agua gracias a la variación de la conductividad que se produce cuando la placa conductora entra en contacto con el agua. Su composición consiste en dos placas conductoras equidistantes entre sí. Al entrar en contacto con el agua se produce un contacto entre ambas placas. Estas placas entran en contacto con una placa compuesta por un comparador el cual permite obtener una medida digital, proporcionando así medidas tanto analógicas como digitales. La señal digital se produce cuando se pasa el umbral configurable mediante el potenciómetro presente en la placa caso contrario se obtiene una señal equivalente a un 0 lógico. Estos elementos se pueden observar en la ilustración 14 (Llamas, DETECTOR DE LLUVIA CON ARDUINO Y SENSOR FC-37 O YL-83, 2016).

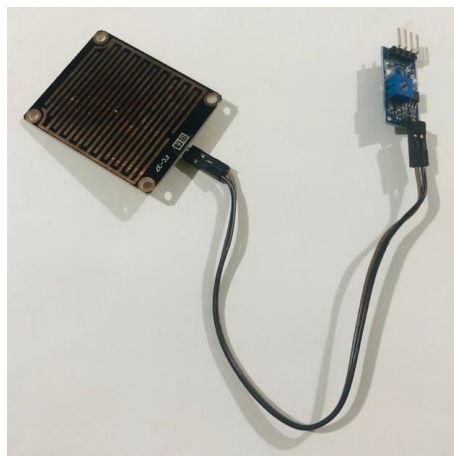


Ilustración 14 Sensor de Lluvia FC-37

A continuación, se describen las características principales del sensor de presencia.

2.1.2.6. Sensor de Presencia HC-SR501

El sensor de presencia HC-SR501 detecta de movimiento mediante los cambios de infrarrojos en el ambiente emitidos por los objetos presentes. Tiene un rango máximo de detección hasta 7 metros y a 120° grados. Al detectar movimiento emite un 1 lógico en su pin de salida. El rango de voltaje del sensor va de los 4.5V a los 20V. el intervalo de tiempo va desde los 0.5s a los 200s

El módulo HC-SR501 permite realizar los siguientes ajustes:

Modo de operación: permite cambiar de modo de operación entre continuo y repetitivo. El modo continuo mantiene la salida activada siempre y cuando se detecte movimiento. El modo repetitivo el sensor se activa al detectar movimiento y vuelve a su estado inicial, aunque se detecte movimiento.

Sensibilidad: se puede aumentar o disminuir la sensibilidad del sensor mediante los potenciómetros en el inferior del módulo. Con estos potenciómetros se puede ajustar la distancia de 3 a 7 metros.

Temporizador: se aumenta o disminuye el tiempo en que el sensor se activa una vez se detecta presencia. Se puede variar entre 3 segundos a 5 minutos. En modo continuo el sensor el tiempo de detección será el mínimo ajustado (Garcia, 2017).

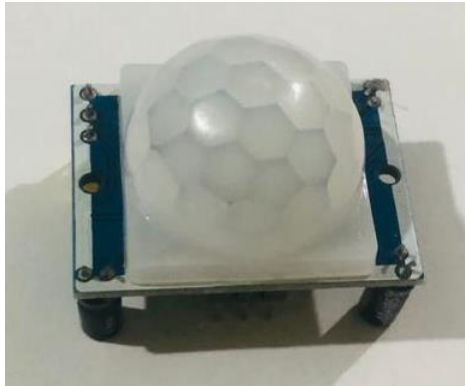


Ilustración 15 Sensor HC-SR501

A continuación, se muestra el controlador elegido para la operación.

2.1.3. Controladores

2.1.3.1. Arduino MEGA

El controlador empleado tanto para el ingreso y estado de sensores en el cuarto de transformadores es el microcontrolador ATmega2560 el cual se encuentra en la tarjeta Arduino MEGA mostrado en la ilustración 16.



Ilustración 16 Arduino MEGA

El Arduino Mega posee 54 pines digitales los cuales mediante programación pueden ser empleados como entrada o salidas. De esos 54 pines tiene 15 habilitados para ser empleados como salidas PWM. Además, tiene 16 pines que corresponden a entradas analógicas, posee un oscilador de cristal de 16 MHz, 4 puertos UART. En la ilustración 17 se puede observar la distribución de pines.

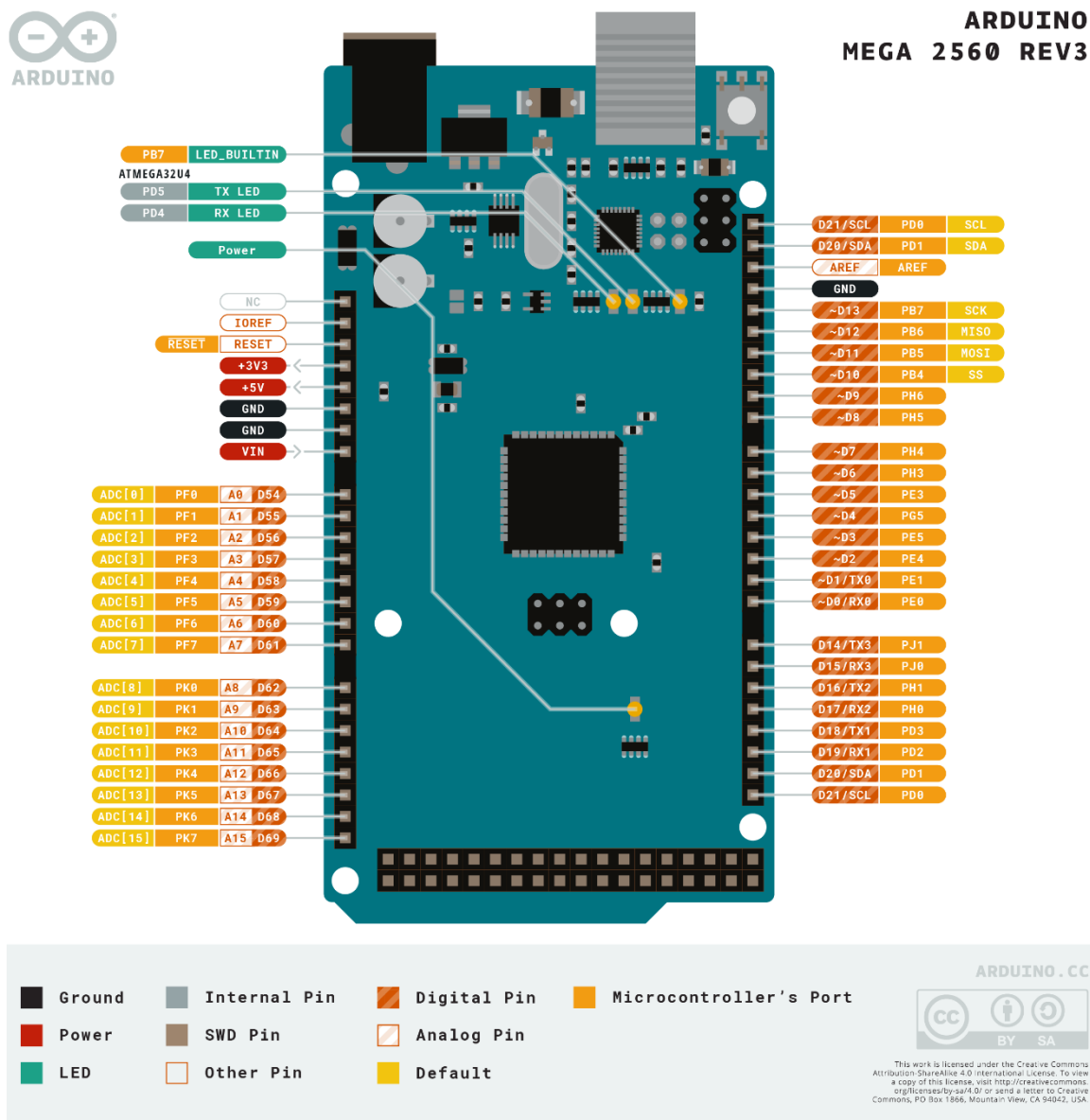


Ilustración 17 distribución de pines del Arduino MEGA (Arduino, 2020)

2.1.3.2. Arduino NANO

El controlador empleado tanto para la lectura de la tarjeta RFID es el microcontrolador ATmega328 el cual se encuentra en la tarjeta Arduino NANO mostrado en la ilustración 18.

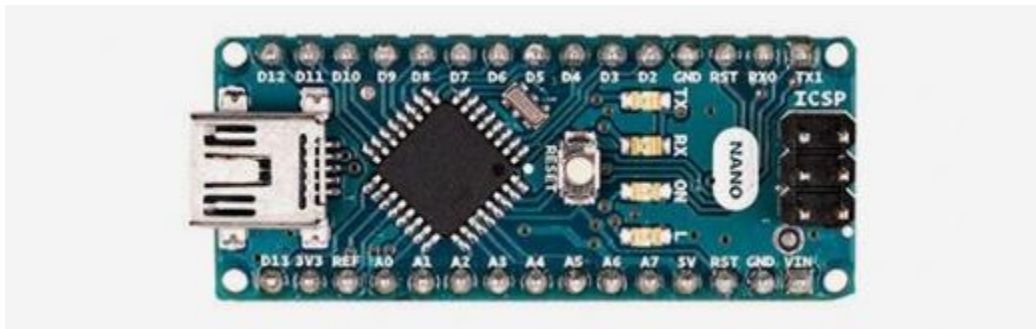
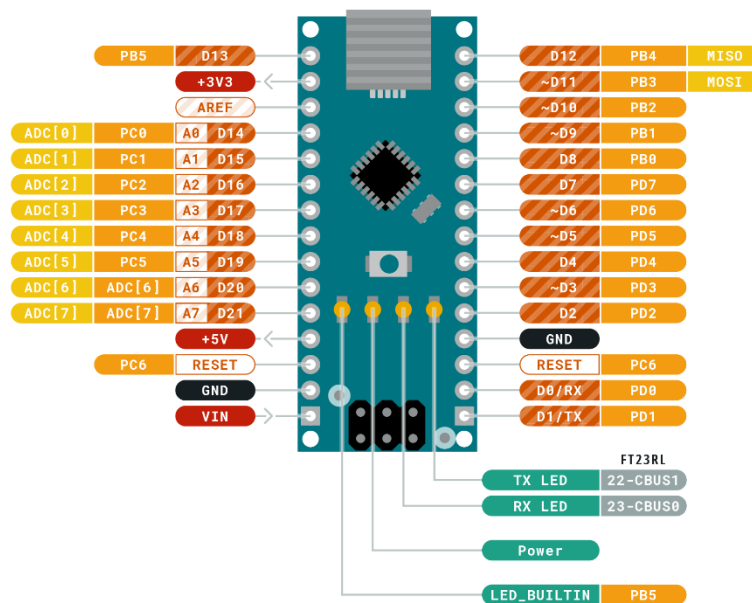


Ilustración 18 Arduino NANO

El Arduino Nano posee 22 pines digitales los cuales mediante programación pueden ser empleados como entrada o salidas. De esos 22 pines tiene 6 habilitados para ser empleados como salidas PWM. Además, tiene 8 pines que corresponden a entradas analógicas, posee un oscilador de cristal de 16 MHz. En la ilustración 19 se puede observar la distribución de pines.



ARDUINO NANO



Ground	Internal Pin	Digital Pin	Microcontroller's Port
Power	SWD Pin	Analog Pin	
LED	Other Pin	Default	

ARDUINO.CC



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/> or send a letter to Creative Commons, PO Box 1888, Mountain View, CA 94042, USA.

Ilustración 19 distribución de pines del Arduino NANO (Arduino, 2020)

Para la comunicación entre la sede y el cuarto de transformadores se decidió utilizar el servicio de mensajes, para lo cual se debió escoger un módulo que permita la integración GPRS con el software escogido para la sede y el Arduino ubicado en el cuarto de transformadores.

2.2. Selección de módulo GPRS

Existen diversos tipos de módulos GPRS, que varían dependiendo de la aplicación, pues algunos módulos presentan opciones con WIFI o bluetooth, sin embargo, para este proyecto solo se necesita la recepción y el envío de mensajes SMS mediante el controlador y la sede, debido a ello basta con un módulo GPRS de bajo costo. En este caso se ha seleccionado debido por su costo y popularidad al módulo SIM800 C, pero se puede hacer uso de cualquier módulo GPRS, ya que el envío de mensajes es estándar a través de todos los módulos independientemente del fabricante. En la siguiente ilustración tendremos una imagen del módulo, mientras que en la siguiente tabla se tienen las especificaciones básicas del mismo.

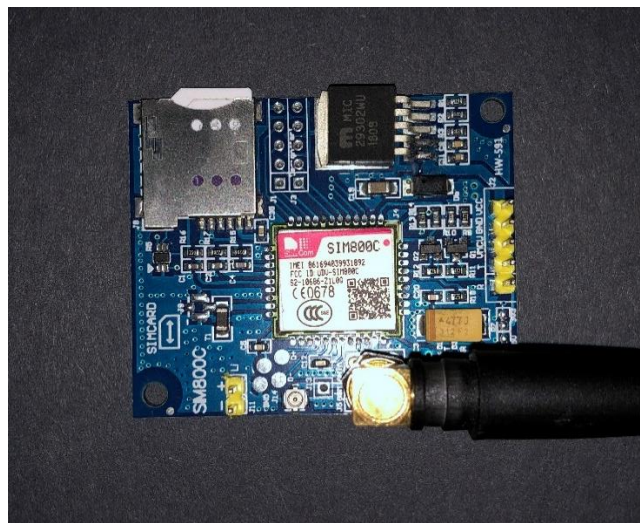


Ilustración 20 Módulo GPRS - sim800C

Este tipo de módulo usa un protocolo serial asincrónico, que se implementa en transmisores y receptores asincrónicos universales conocido comúnmente como UART. Se puede identificar por sus dos pines de comunicación que son TX y RX, para transmitir y recibir datos, respectivamente. Afortunadamente el microcontrolador usado en el

proyecto, Arduino, presenta la facilidad para este tipo de conexión, incluso presenta dos pines llamados de forma idéntica, TX y RX. Sin embargo, cuando se establece la comunicación entre el computador y el módulo GPRS, no puede ocurrir sin el uso de un convertidor, por ello se seleccionó el convertidor TTL a USB, cuya función es transformar la comunicación UART en un serial para poder ser conectado al puerto USB del computador que presentara el HMI. A continuación, se describirá como se dan las conexiones y programación con el módulo GPRS-Arduino.

2.2.1. GPRS Arduino

El módulo GPRS conectado al Arduino es empleado para el envío y recepción de información a la sede, este módulo emplea conexión serial con el Arduino, este módulo es utilizado en tres casos los cuales se describen en las siguientes imágenes.

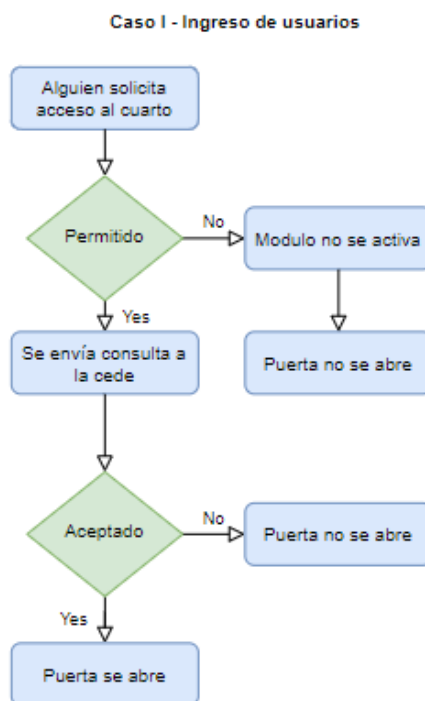


Ilustración 21 Caso 1-Ingreso de Usuarios

En la ilustración 21, se encuentra el diagrama de flujo que muestra el funcionamiento del módulo GPRS cuando un usuario desea ingresar al cuarto de transformadores. Se puede observar en la imagen anterior que el módulo GPRS se activa solo en caso de que la persona que intente ingresar al cuarto de transformadores se encuentre en el listado de personal permitido. En este caso se enviará un mensaje de texto a la sede solicitando la confirmación para proceder a abrir la puerta, en caso de ser una respuesta negativa, la puerta no se abrirá y en caso de ser positiva la puerta procede a abrir.

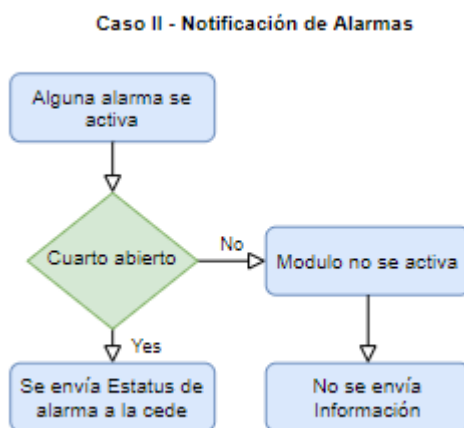


Ilustración 22 Caso II - notificación de alarmas

En la ilustración 22, se muestra el segundo caso de uso del módulo GPRS, el cual se acciona enviando un SMS a la sede en caso de activación de alguna de las alarmas establecidas siempre y cuando el cuarto se encuentre cerrado, ya que si el cuarto está abierto significa que hay una persona en su interior lo que puede ser considerado como una falsa alarma.

En la siguiente ilustración se muestra tercer caso de activación del módulo GPRS.

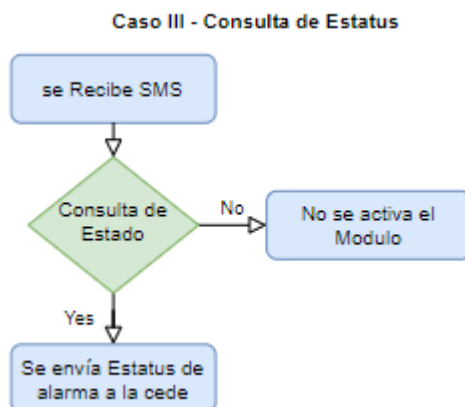


Ilustración 23 Caso III - Consulta de Estatus

En la ilustración 23, se muestra el caso de activación del módulo GPRS que consiste en el envío de un SMS siempre y cuando este reciba un SMS proveniente de la sede de manera previa con comandos preestablecidos. Estos comandos preestablecidos indican al controlador la solicitud del estado de alarma, el cual consiste en una serie de estados correspondiente a la lectura de los sensores en el cuarto. Cuando se ha recibido ese mensaje, este módulo responderá con el listado enviándolo vía SMS a la sede.

2.2.2. GPRS Sede

A causa de que la información enviada a la sede se da desde la unidad de control en cuarto para transformador mediante el uso de SMS, es necesario que exista otro módulo GPRS en el computador de la sede en CNEL para la transmisión de datos. El módulo GPRS es el mismo modelo encontrado en el cuarto para transformadores, no existe la necesidad de tener otro modelo. Debido a que el modelo SIM 800 C es un módulo GPRS básico de bajo costo y fácil acceso, que cubre por completo la necesidad

de envío y recepción de mensajes SMS mediante el uso de comandos AT, descritos previamente en el marco teórico.

Sim embargo no se puede conectar directamente el módulo SIM 800 C directamente al computador ya que el módulo usa una comunicación serial asincrónica, para ello se hace uso de un convertidor TTL a USB. Se trata de un convertidor de bajo costo que presenta los pines Rx y Tx para la recepción y transmisión de datos, respectivamente.

La conexión entre el módulo SIM 800 C, convertidor TTL a USB y el computador de la sede se da de la siguiente manera.

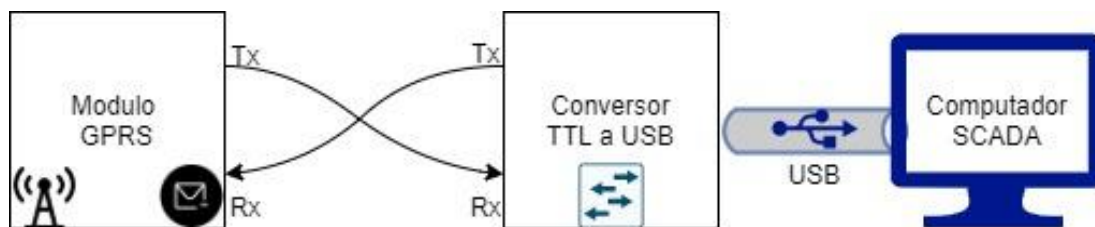


Ilustración 24 conexión entre el módulo SIM 800c y el computador

Cabe destacar que el módulo presenta una comunicación mediante hexadecimal. A causa de esto se debe establecer una conversión a código ASCII, en las hojas estándar del controlador TXRX en INDUSOFT, para la facilidad de la programación. En caso contrario se deberá mandar cada línea de AT commands en código hexadecimal, de la misma forma se debe configurar su recepción o las respuestas del módulo no se transformarán a código ASCII, dificultando la lectura para el programador y el usuario.

2.3. Conexiones

Las conexiones de la interfaz se muestran en las siguientes ilustraciones. En la ilustración 25 se muestran los elementos utilizados para garantizar la entrada al cuarto de transformadores mientras que en la ilustración 26 se muestra la conexión de los sensores utilizados dentro de la instalación.

INTERFAZ DE ENTRADA

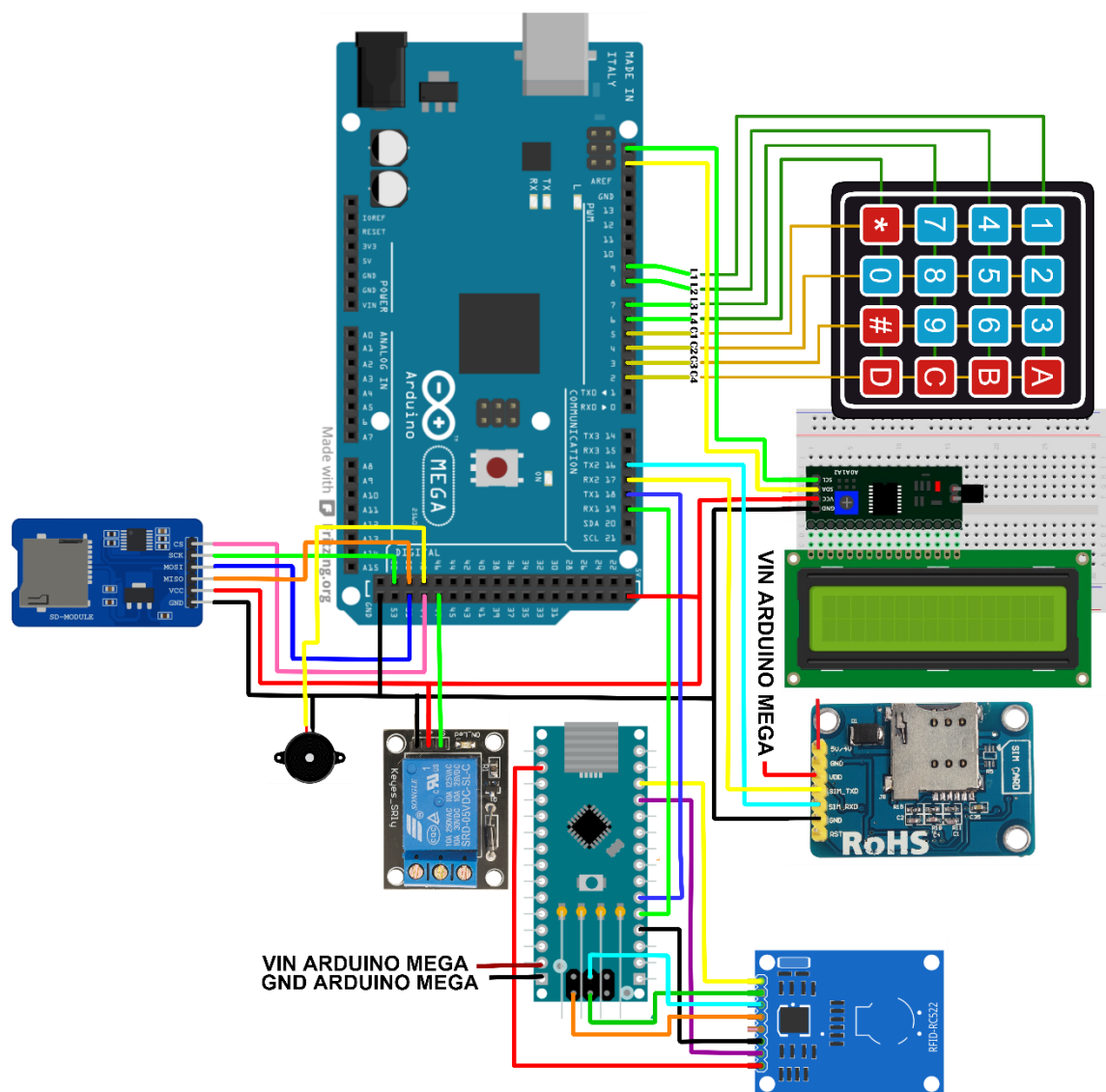


Ilustración 25 Conexiones de los elementos de la interfaz de entrada

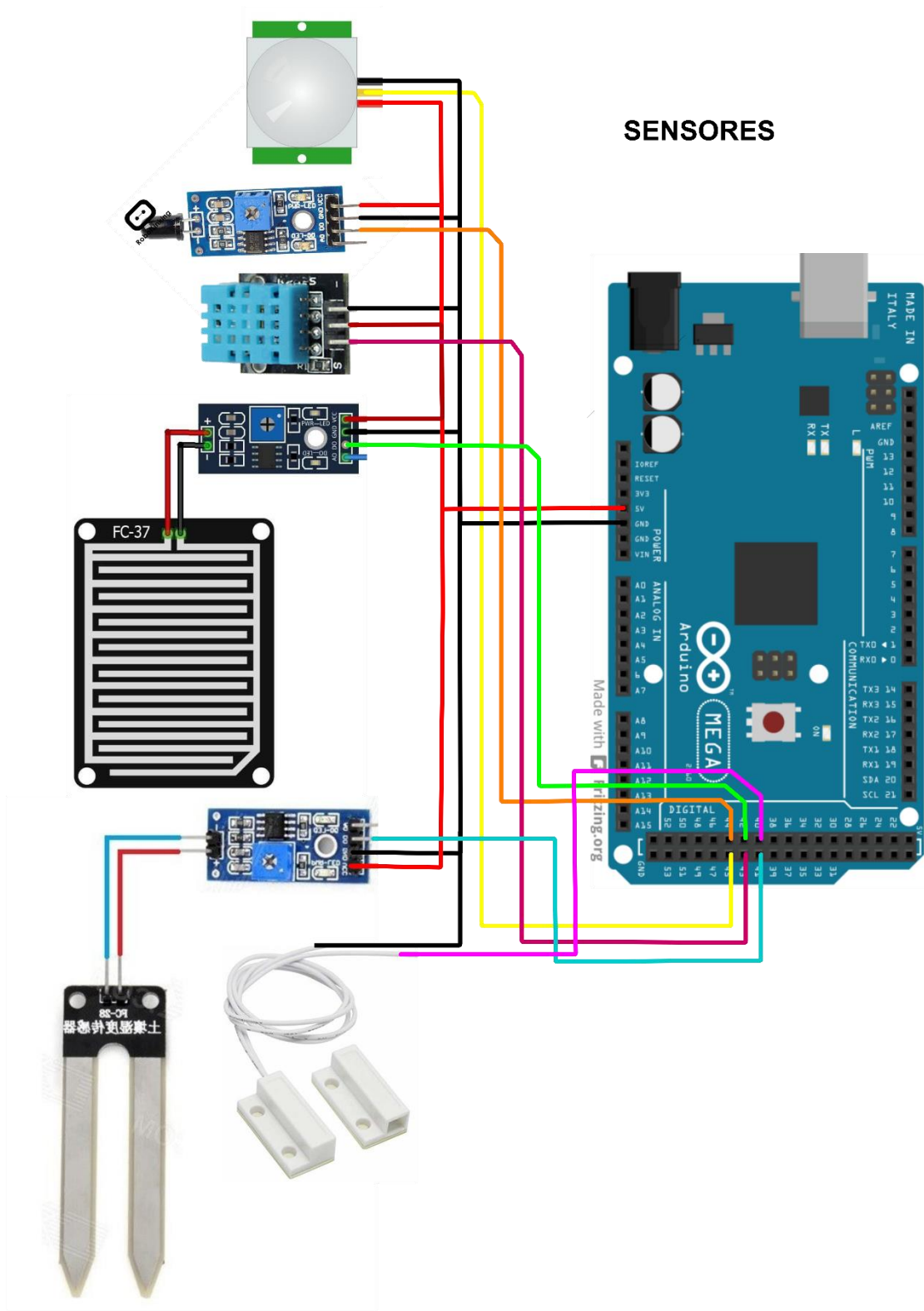


Ilustración 26 Conexiones de Sensores del cuarto de Transformadores

2.3.1. Tabla de Entradas y Salidas

Los pines del Arduino MEGA han sido utilizados como entradas y salidas, los cuales se definen a continuación en la tabla 1.

ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROTOTIPO

Pin	E/S	Módulo / Elemento	Nombre
2	Entrada	Teclado	Columna 4
3	Entrada	Teclado	Columna 3
4	Entrada	Teclado	Columna 2
5	Entrada	Teclado	Columna 1
6	Salida	Teclado	Fila 4
7	Salida	Teclado	Fila 3
8	Salida	Teclado	Fila 2
9	Salida	Teclado	Fila 1
19	Salida (RX1)	Nano	Pin Tx Nano
18	Entrada (TX1)	Nano	Pin Rx Nano
17	Salida (RX1)	Sim 800c	Pin Tx Sim 800
16	Entrada (TX1)	Sim 800c	Pin Rx Sim 800
SDA1	SDA (I2C)	LCD a I2C	SDA
SCL1	SCL (I2C)	LCD a I2C	SCL
40	Entrada	MC-38	+
41	Entrada	YL-69	DO

42	Entrada	FC-37	DO
43	Entrada	DHT11	Out
44	Entrada	Infrarrojo	DO
45	Entrada	HC-SR501	Out
46	Entrada	Botonera	+
47	Salida	Relé	In
48	Salida	Buzzer	+
49	Salida	Adaptador Micro SD	CS
50	Entrada	RC-522 / Adaptador Micro SD	MISO
51	Salida	RC-522 / Adaptador Micro SD	MOSI
52	Salida	RC-522 / Adaptador Micro SD	SCK

Tabla 1 Entradas y Salidas del Arduino Mega

2.3.2. Bloques de Programación

La programación del Arduino Mega se realizó empleando funciones para leer estados de los sensores empleados.

2.3.2.1. Estados de los sensores

La estructura general de las funciones se muestra en la ilustración 27. En la imagen se observa un diagrama que describe el funcionamiento. La función inicia en el momento en que es solicitado el estado de un sensor. Se pregunta si el sensor esta activado, en caso de estarlo se consulta respecto al umbral y si lo excede se retornó un uno lógico. En caso de que el sensor no se encuentre activado o no exceda al umbral se retornará un cero lógico.

Estructura general de funciones de Estado

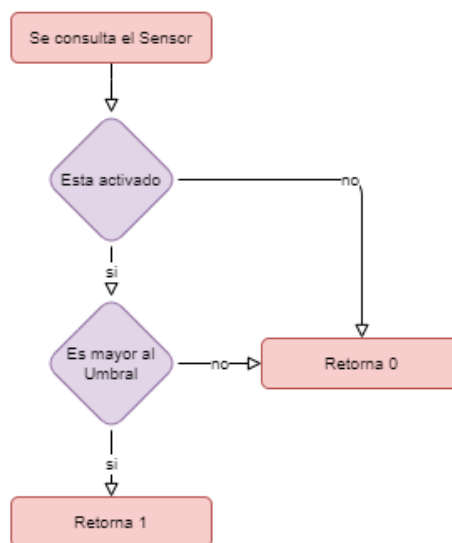


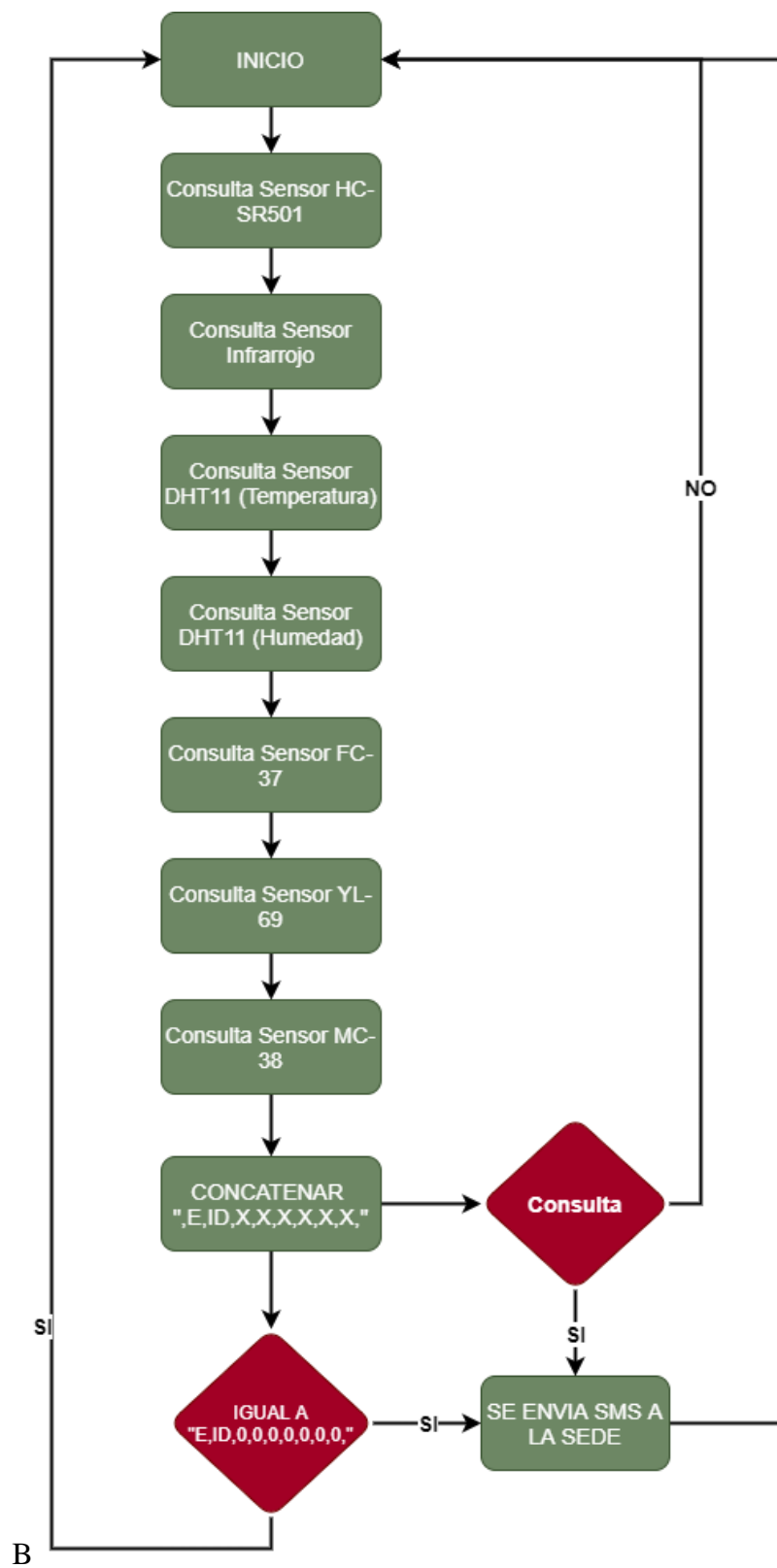
Ilustración 27 Estructura General de las funciones de Estado

Los sensores se consultan en dos ocasiones, la primera es cuando es solicitado por la sede, y la segunda es cuando un sensor se activa indicando una situación de riesgo. A continuación, se muestra el esquema de programación para la cadena de los estados de los sensores.

2.3.2.2. Cadena de Estados

Al enviar los estados se debe tener presente el ID asignado al cuarto. El siguiente algoritmo se inicia cuando la sede pregunta el estado de un cuarto. Esto comienza preguntando el estado de cada uno de los siguientes sensores: HC-SR501, infrarrojo, DHT11, FC-37, YL-69, MC-38. Independientemente del estado en que se encuentren ya sea este activados o no, se los concatena en una variable tipo String. El formato de la variable a enviar es: “,E,ID,X,X,X,X,X,X,X,” donde X puede ser 1 o 0 dependiendo el sensor. Este texto se envía a la sede en dos ocasiones; la primera ocasión es cuando el String es diferente a “,E,ID,0,0,0,0,0,0,0,” indicando que existe una alarma activada. La

segunda ocasión es cuando se le solicita desde la sede y se responde con el String de los estados. Después de enviarse vuelve al inicio donde se ejecuta de nuevo. En la ilustración 28 se muestra el algoritmo descrito en este párrafo.



*Ilustración 28 Algoritmo de envío de Estados de alarmas***2.3.2.3. Acceso al cuarto de transformadores.**

Para acceder al cuarto de transformadores se tiene dos alternativas. La primera es con un código de acceso compartido previamente y la segunda es con una tarjeta RFID.

Al momento de acceder con la contraseña el usuario deberá ingresarla en un teclado que tiene a disposición. En caso de no hacerlo o de ingresar una clave que no coincida con el registro guardado en la memoria SD, se reiniciará el proceso y se encontrará en reposo el sistema. En caso de que la contraseña coincida con una de las claves almacenadas en la memoria microSD, se procederá a enviar un SMS a la sede solicitando el acceso. La sede puede aprobar o negar el acceso, en caso de no aprobarlo el sistema vuelve a la posición inicial. En caso de aprobar el acceso el cuarto de transformadores proceder a abrirse.

Por el contrario, si el usuario desea acceder con una tarjeta RFID de su posesión, se la deberá colocar sobre el área designada. De esta forma el sensor RC-522 procederá a leer la clave almacenada en ella. Igual que en el primer caso, si la clave coincide con algunas de las almacenadas en la memoria microSD, se procederá a enviar un SMS a la sede solicitando el acceso, caso contrario no. Una vez enviado el SMS, y obteniendo la aprobación de la sede, el cuarto de transformadores procederá a abrirse.

Se debe tener en cuenta que el formato de envío de SMS es el siguiente:

“I,Clave,ID,”

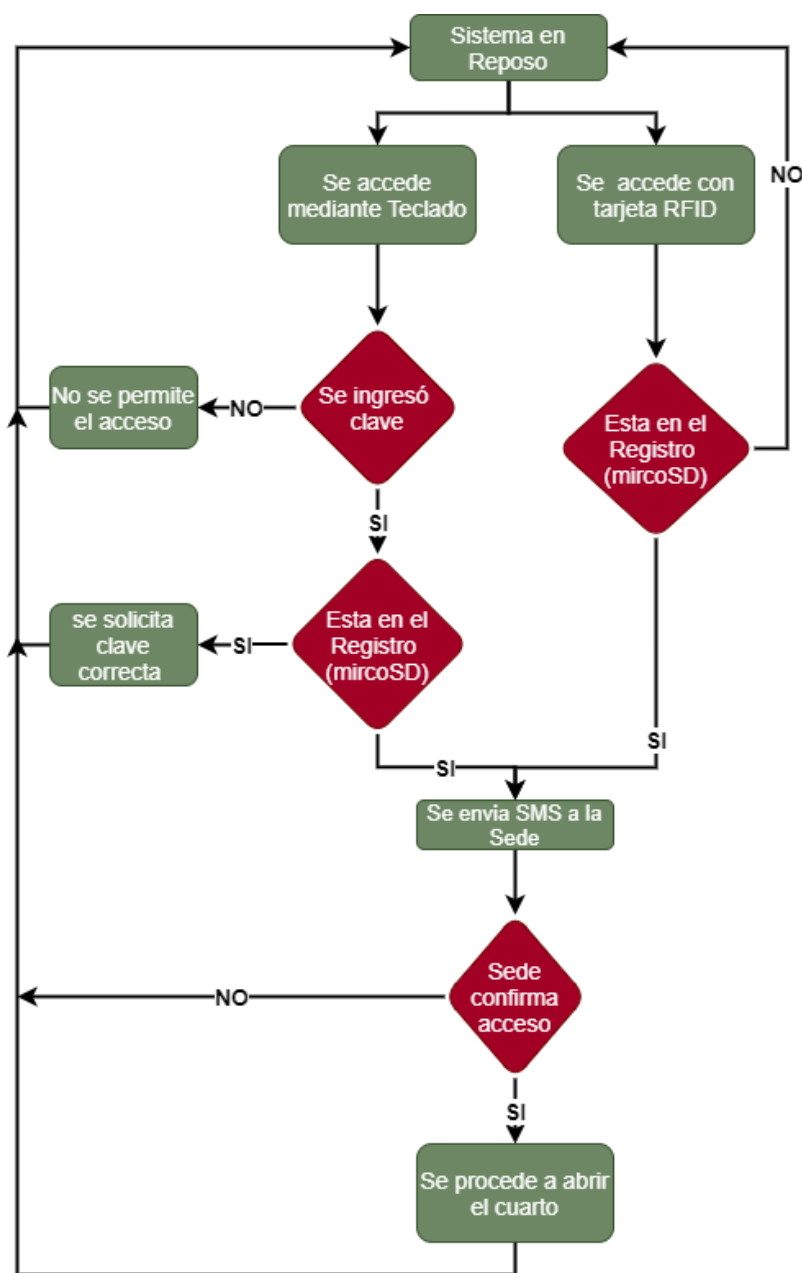


Ilustración 29 algoritmo para el acceso al cuarto de transformadores

2.3.4. Estructura General

El sistema funciona de acuerdo con el diagrama mostrado en la ilustración 30. El sistema se encuentra en una posición inicial consulta el puerto serial correspondiente al módulo sim800c, en caso de haber un mensaje se consulta el estado de sensores, se envía a la sede y se retorna a la posición inicial. En caso de no existir mensajes en el módulo se pregunta por el módulo RFID. Cuando el módulo se active se procede a leer la clave guardada en la tarjeta. La clave se almacena en una variable y se compara con las claves almacenadas en la memoria SD para poder acceder a la habitación. Si la clave es correcta, se envía a la sede la solicitud de ingreso. La sede responderá de forma afirmativa o negativa. al responder de forma positiva se procede a abrir el cuarto. En caso de responder de forma negativa se regresa al estado inicial. Cuando la clave ingresada no coincide con la almacenada y es la ultima el sistema vuelve al estado inicial, caso contrario se vuelve a revisar hasta encontrar una coincidencia y enviar a la sede. Si el módulo RFID no se activa se espera a que se ingrese una contraseña por teclado para almacenar la clave y proceder de igual manera a como si existiera una tarjeta en el módulo RFID. En caso de no haber ingresado una clave y que algún sensor se active se procede a informar a la sede enviando un mensaje de texto y se retorna al estado inicial.

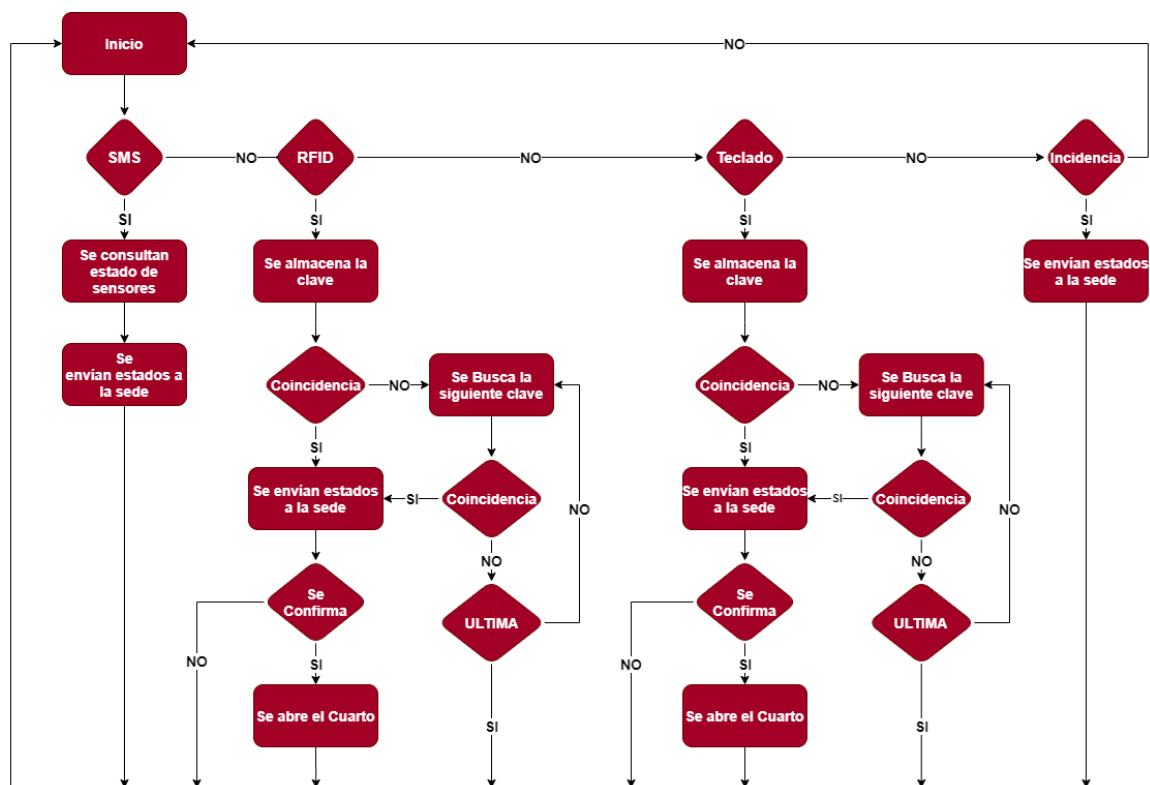


Ilustración 30 Estructura General del Sistema

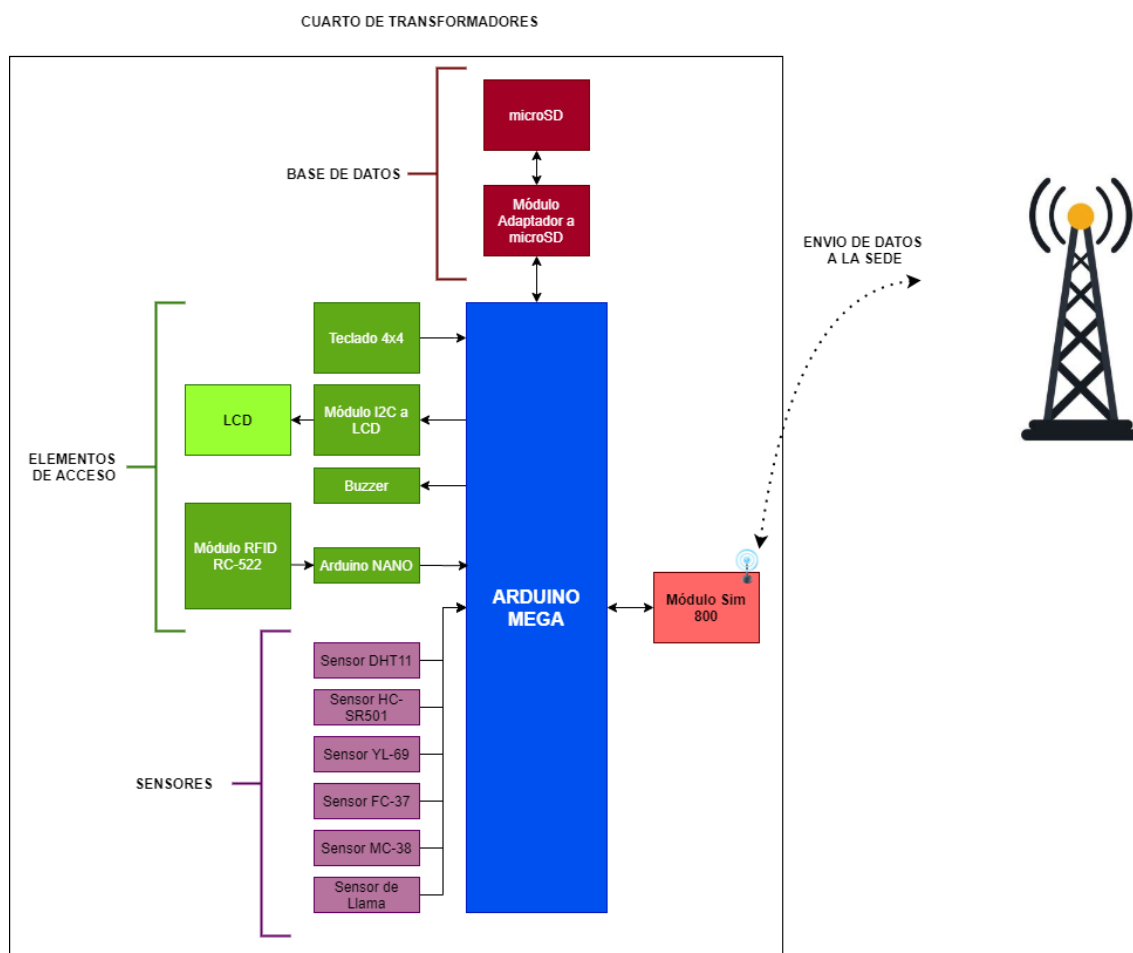
2.3.5. Topología del Sistema

La topología del sistema se muestra a continuación, consta de dos partes que son:

La parte física, es la que se encuentra en el cuarto de transformadores y está descrita en la siguiente ilustración 31. Consta de un Arduino Mega conectado a tres esclavos que son en este caso 1: el módulo de lectura RFID RC-522; el módulo adaptador de tarjetas microSD; y el módulo adaptador de I2C a LCD.

Además de esos elementos mencionado tiene un teclado numérico de 4x4 para ingresar mediante contraseñas. Posee un pequeño buzzer para generar alarmas sonoras en caso de aceptar o errar al momento de ingresar la contraseña y también para producir sonidos leves al momento de presionar una tecla. También posee seis sensores capaces de

recolectar información del medio para después enviar a la sede. El sistema incluye de igual forma un módulo sim800c para la comunicación vía SMS con la sede, y está conectado mediante comunicación serial.



Entre el Arduino y los sensores hay una distancia promedio de 2 metros medidos punto a punto. Según la geometría del cuarto este valor cambia ya que los cables no pueden atravesar el cuarto, si no que deben ir por el suelo o por las paredes de este.

Debido a la interferencia y ruido producido por los transformadores se recomienda el uso de cable apantallado de cuatro hilos de calibre 24AWG como se muestra en la ilustración 32.

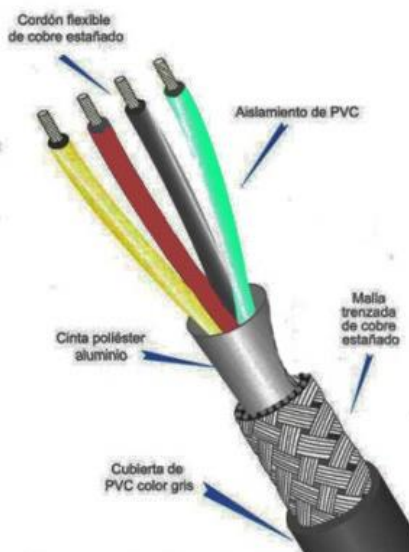


Ilustración 32 Modelo de cable recomendado

La segunda parte del sistema consiste en el SCADA instalado en la sede, del cual se va a hablar a continuación.

2.4. Selección del SCADA

Indusoft Web Studio es un software diseñado para el desarrollo de HMI, Sistemas SCADA y OEE/Dashboard. Diseñado para ser empleado en diversos Sistemas Operativos. La versión Web Studio integra todas las herramientas necesarias para la creación de los elementos anteriormente mencionados. Este software es compatible con las plataformas Runtime, Windows CE, Windows XP, Windows XP Embedded, Windows Vista, Windows 7 incluida la versión de 32 y 64 bits, Windows 8, Windows10 y ediciones de Windows Server (Omron Europe B.V., 2005)

2.4.1. SCADA

El SCADA realizado en INDUSOFT, es usado para poder dar monitoreo de los cuartos para transformadores desde la sede de CNEL EP. Este SCADA se encarga de comunicarse con el módulo GPRS, presentar una interfaz sencilla a los usuarios, manejar eventos en los cuartos y administrar documentos relacionados con los cuartos para transformador y personal autorizado. A continuación, se describen sus partes.

2.4.1.2 Pantallas

En el diseño de pantallas se dividió según la aplicación que se realizará en cada una de ellas, dividiéndolas en cuatro pantallas principales: 0_INGRESO, 1_HOME, 2_ALARMAS, 3_CONFIGURACION. Y dos ventanas emergentes CUARTO, PREGUNTA. A continuación, se procede a describir la utilidad de cada pantalla.

Empezando con la pantalla llamada 0_HOME encargada de dar la bienvenida al personal y pregunta por el nombre de usuario y su respectiva contraseña, en ese orden. Si se introduce una contraseña incorrecta, el SCADA le avisa al usuario que no se le puede dar ingreso, hasta que se introduzcan los datos correctos. Si los datos son correctos se procede a la pantalla 1_HOME.



Ilustración 33 Pantala de Inicio

Dentro de la pantalla 1_HOME encontraremos acceso a las pantallas llamadas 0_INGRESO, 2_ALARMAS, 3_CONFIGURACION y CUARTO. Pero principalmente se encuentra el estado de los cuartos para transformadores, en celdas similares a Microsoft Excel, donde las columnas se organizan de la siguiente manera: ID, CUARTO, INTRUSO, FUEGO, HUMEDAD, TEMPERATURA, INUNDACION, LLUVIA, DOOR/WINDOW, NUMERO, ULTIMA REVISION. Gracias a esta pantalla se asede a la pantalla 2_ALARMAS.

Project Name - 08/16/2020 00:19:39
 Usuario: Guest IP: 169.254.164.183

CUARTOS

ID	CUARTO	INTRUSO	FUEGO	HUMEDAD	TEMPERATU...	INUNDACION	LLUVIA	DOOR/WIND...	NUMERO	ULTIMA REV. ^
1	CUARTO 0	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✗	0965965188	20/07/23:::21.
2	CUARTO 1	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✗	0965965187	20/07/23:::21.
3	CUARTO 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	0965965186	20/07/23:::21.
4	CUARTO 3	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	0965965185	20/07/23:::21.
5	CUARTO 6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0965965184	20/07/23:::21.
6	CUARTO 7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0965965183	20/07/23:::21.
7	CUARTO 9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0965965182	20/07/23:::21.
8	CUARTO 9	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	0965965181	20/07/23:::21.
9	CUARTO 10	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✗	0965965180	20/07/23:::21.
10	CUARTO 11	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✗	0965965179	20/07/23:::21.
11	CUARTO 12	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✗	0965965178	20/07/23:::21.
12	CUARTO 13	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓	0965965177	20/07/23:::21.
13	CUARTO 14	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓	0965965176	20/07/23:::21.
14	CUARTO 15	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓	0965965175	20/07/23:::21.
15	CUARTO MIG	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0978627848	20/07/23:::21.
16	CUARTO MILAD	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0965965170	20/07/23:::21.

1. Seleccione el cuarto
 2. Clic en REVISAR CUARTO

REVISAR CUARTO ID: 0

Home HISTORIAL DE ALARMAS ShutDown

Ilustración 34 Estado de Cuartos

En la pantalla 2_ALARMAS, se encuentran los mensajes de eventos designados como alarmas, donde notaremos si un cuarto cambia de estado o si alguien ha pedido acceso a un cuarto para transformador. Dentro de esta pantalla se tiene acceso a las pantallas de 0_INGRESO y 1_HOME.



Ilustración 35 Histórico de Alarmas

Dentro de 3_CONFIGURACION se encontrará las opciones de cambiar contraseña de usuarios, crear nuevos usuarios, añadir cuartos para transformadores y tener acceso directo al módulo SIM 800C. Sin embargo, de la misma manera a 2_ALARMAS, se puede acceder a las pantallas de 0_INGRESO y 1_HOME. A continuación, se procede a describir las pantallas emergentes, empezando con CUARTO.

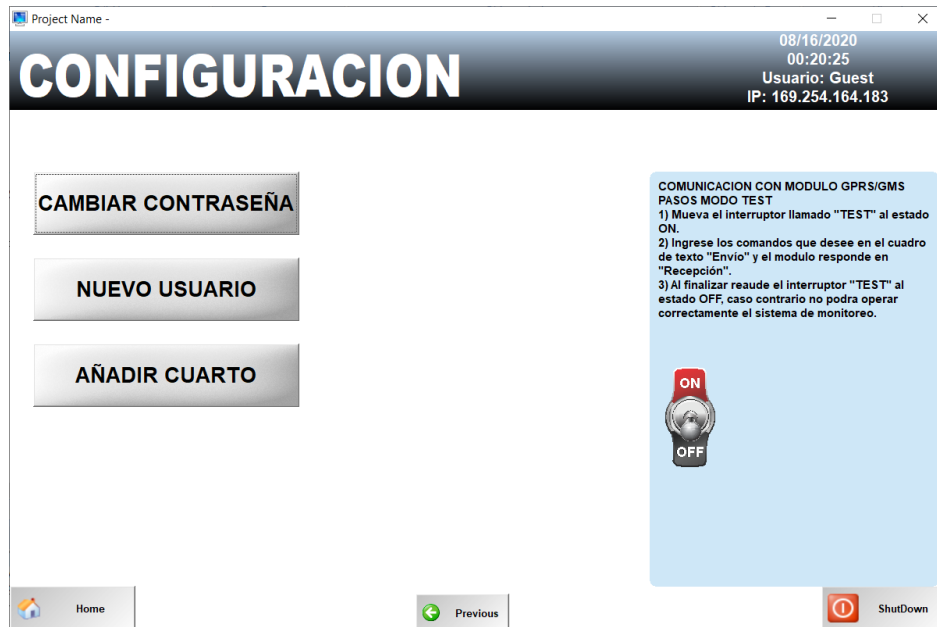


Ilustración 36 Pantalla de Configuración

Dentro de la pantalla emergente llamada CUARTO, se encontrará el estado de un cuarto para transformador que ha sido seleccionado previamente por el usuario, además se puede abrir y cerrar la puerta del cuarto previamente seleccionado.



Ilustración 37 Vista del Cuarto en Específico

La pantalla llamada Pregunta surgirá si una persona desea acceder a un cuarto para transformadores, dando las opciones para aceptar o rechazar la acción. En caso de que se acepte, la puerta se abrirá, pero requiere la confirmación de una persona desde la sede.

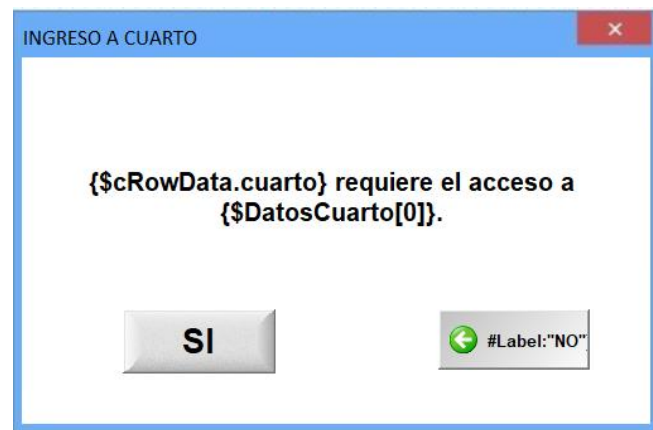


Ilustración 38 Ventana Emergente de Acceso

Para concluir se describirá el acceso a las pantallas mediante el siguiente diagrama, con las condiciones a cumplir para el cambio de pantalla.

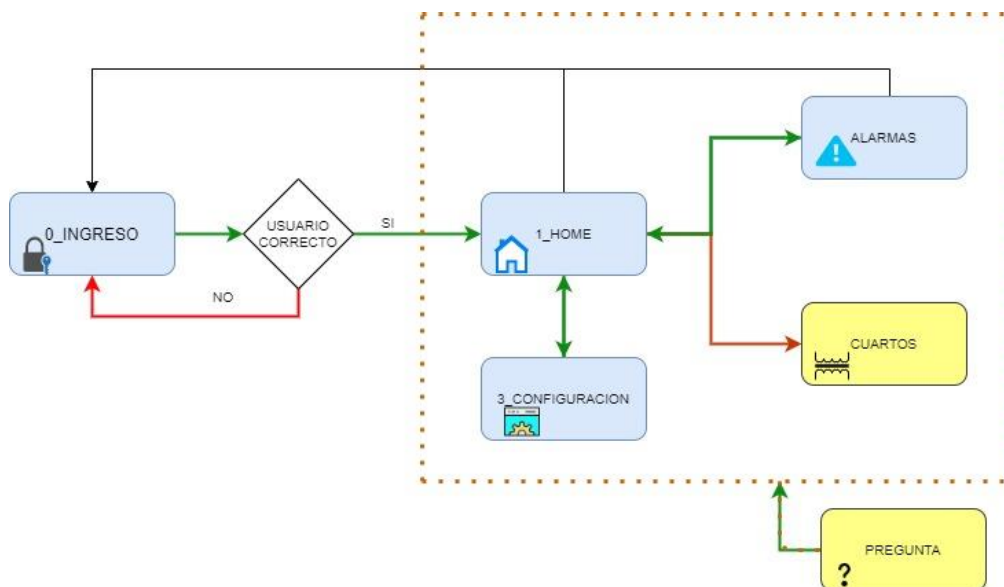


Ilustración 39 Diagrama de Cambio de Pantallas.

En el siguiente subtema se describirá los tags que forman parte del sistema.

2.4.1.2 Tags del SCADA

Los tags que conforman el sistema se dan para el manejo de documentos, manejo del módulo GPRS, mostrar aspectos en pantalla, alarmas y configuraciones. En la siguiente tabla se describirá la acción que realizan.

Tag	Descripción
optStrUserName	Nombre de usuario
TAGRX	Mensajes recibidos por el módulo SIM 800C
TAGTX	Mensajes enviados a el módulo SIM 800C
ESCRI	Activa o inhabilita tareas relacionadas con la recepción de mensajes
mensaje alarma	Mensaje relacionado a un evento de alarma
cRowData	Tag tipo clase, relacionada con la lectura de archivos
Fila	Fila seleccionada para ver o modificar datos de un cuarto
DatosCuarto	Array relacionado a la modificación y lectura de datos de un cuarto para transformador
Archivo	Nombre del archivo ".csv" seleccionado para la modificación y lectura de datos
Numfilas	Número total de cuartos para transformador

Tabla 2 Tags del SCADA

2.4.1.3 Scripts

Los scripts son tareas programadas en Vbscript o también llamado Visual Basic. Dentro de ellas existen dos scripts principales llamados Estados y Acceso. Donde el script llamado Estados se encarga de modificar los estados de los cuartos para transformador, activar alarma de cambio y notificar al operador o administrador en la sede, a continuación, se describe un algoritmo de la programación.

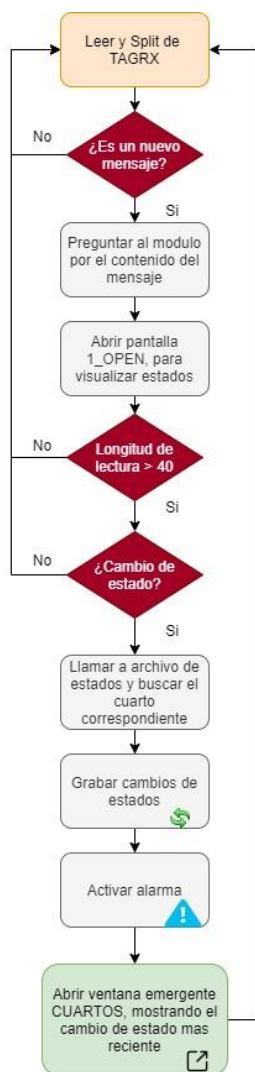


Ilustración 40 Diagrama del script de Estado

Mientras que el script llamado Acceso se encarga del ingreso de personal a los cuartos para transformadores. El script llamado Acceso trabaja en conjunto con la pantalla llamada CUARTOS, para notificar en la sede que una persona requiere el ingreso a un cuarto, en la siguiente grafica se describe el algoritmo de la programación presente en el script.

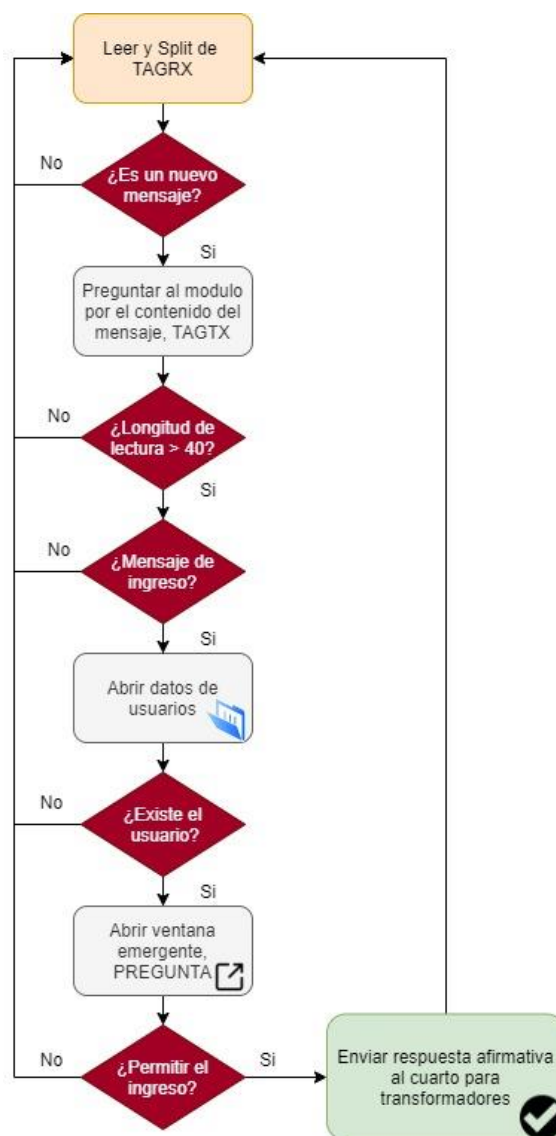


Ilustración 41 Diagrama del script de Acceso

2.4.1.4 Seguridad del SCADA

El SCADA presenta protecciones de ingreso por medio de contraseña, para evitar el acceso de personal no autorizado. Además, existen limitaciones de tareas dependiendo del nivel de seguridad del usuario. Dentro de este subtema se procede a definir las tareas que puede realizar una persona según su nivel de seguridad, empezando por “Administrador” seguido por “Operadores”.

El usuario llamado Administrador tiene acceso a todo el sistema, esto incluye el acceso a los estados de un cuarto, crear usuarios, controlar de forma independiente el módulo GPRS, administrar alarmas, modificar el sistema y añadir nuevos cuartos. En el siguiente párrafo se describirá a los usuarios llamados “Operadores”.

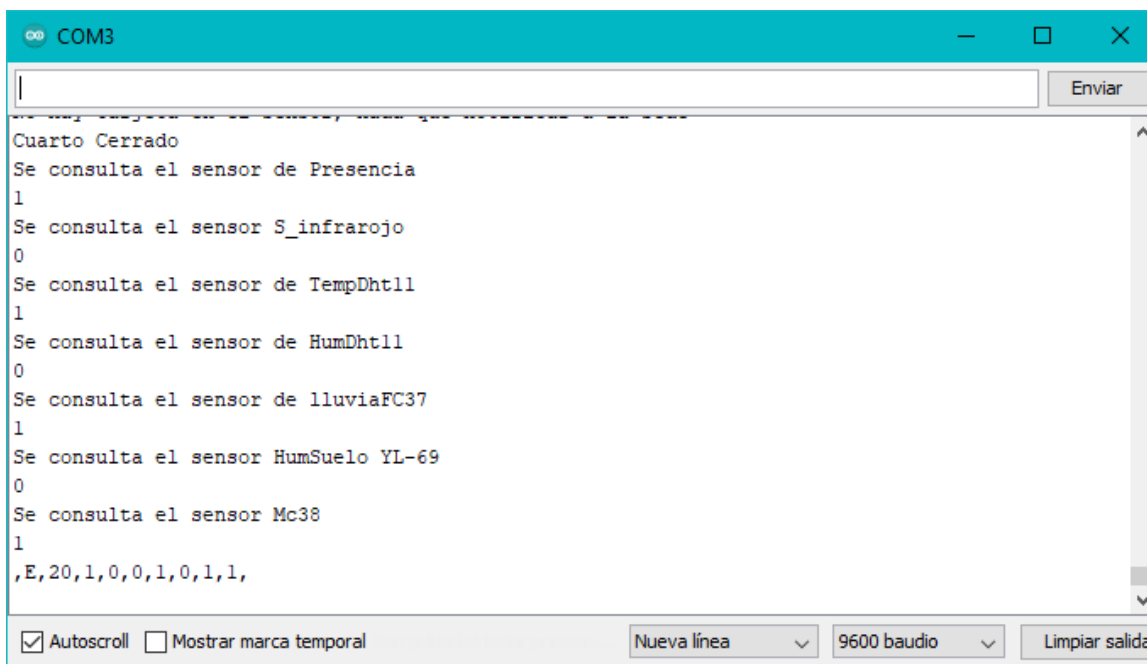
Los Operadores son usuarios con acciones limitadas, estas incluyen el acceso a los estados de un cuarto, administrar alarmas y añadir nuevos cuartos. Pues sus funciones se limitan a la supervisión de los cuartos para transformadores.

3. ANALISIS Y RESULTADOS

3.1. Lectura de sensores en cuarto para transformador

Los sensores se leen de la forma como se especificó en el capítulo 2 en la sección:

2.4.2.1 Estado de los sensores, en donde la temperatura y la humedad del ambiente poseen un umbral de activación establecido en el código. Esto es debido a la naturaleza digital del sensor, mientras que en los demás sensores analógicos se configura el umbral de forma manual. Esto es posible gracias a los potenciómetros que se encuentran en las placas que los acompaña, la misma que facilita la obtención de salidas analógicas y digitales. En este caso se ha optado por salidas digitales, de esta forma el código empleado es más compacto y se ejecuta con una mayor rapidez.



The screenshot shows a serial terminal window titled 'COM3'. The window contains the following text:

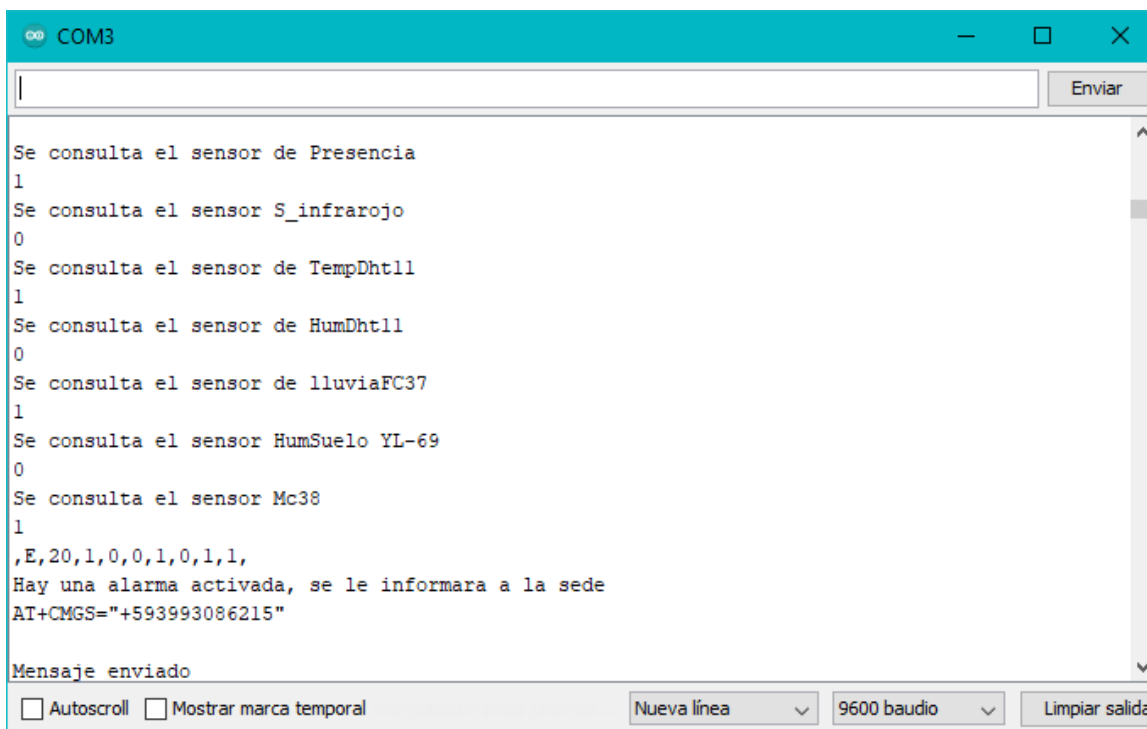
```
Cuarto Cerrado
Se consulta el sensor de Presencia
1
Se consulta el sensor S_infrarojo
0
Se consulta el sensor de TempDht11
1
Se consulta el sensor de HumDht11
0
Se consulta el sensor de lluviaFC37
1
Se consulta el sensor HumSuelo YL-69
0
Se consulta el sensor Mc38
1
,E,20,1,0,0,1,0,1,1,
```

At the bottom of the window, there are several controls: a checked 'Autoscroll' checkbox, an unchecked 'Mostrar marca temporal' checkbox, a 'Nueva línea' dropdown menu, a '9600 baudio' dropdown menu, and a 'Limpiar salida' button.

Ilustración 42 Toma de Datos de Sensores

3.2. Recepción y envío de datos desde el cuarto para transformador

La recepción y envío de datos desde el cuarto de transformadores se estableció mediante comandos AT. Se emplearon estos comandos debido a la necesidad de introducir un código PIN o PUK desde un celular. Sin embargo, al establecer una configuración basada en encuestas se recibe SMS de manera constante sin interferir con el proceso de lectura de sensores, y control de acceso. Los datos se envían en dos ocasiones: La primera es cuando un sensor se activa y el cuarto se encuentra cerrado, entonces se le notifica a la sede de la alarma y no se vuelve a enviar durante un tiempo predeterminado. La segunda ocasión es cuando la sede le solicita el estado de los sensores en el cuarto de transformadores.



```
Se consulta el sensor de Presencia
1
Se consulta el sensor S_infrarojo
0
Se consulta el sensor de TempDht11
1
Se consulta el sensor de HumDht11
0
Se consulta el sensor de lluviaFC37
1
Se consulta el sensor HumSuelo YL-69
0
Se consulta el sensor Mc38
1
,E,20,1,0,0,1,0,1,1,
Hay una alarma activada, se le informara a la sede
AT+CMGS="+593993086215"
```

Mensaje enviado

Autoscroll Mostrar marca temporal Nueva línea 9600 baudio Limpiar salida

Ilustración 43 Envío de Datos a Sede


```

Salida
Viewer[Local] : TAGTX = AT+CMGF=1 ( Calidad'BUENO') [09/21/2020, 22:41:48.862ms]
Viewer[Local] : TAGTX = ATE0 ( Calidad'BUENO') [09/21/2020, 22:41:48.862ms]
Viewer[Local] : TAGTX = AT+CMGF=1 ( Calidad'BUENO') [09/21/2020, 22:41:48.862ms]
Tx:41 54 2B 43 4D 47 46 3D 31 0D [09/21/2020, 22:41:48.865ms]
[ID: 3550] TXRX Escribir elemento: TX Valor: AT+CMGF=1 > Ok (Número de grupo: 1) [09/21/2020, 22:41:48.865ms]
Tx:41 54 45 30 0D [09/21/2020, 22:41:48.893ms]
[ID: 3550] TXRX Escribir elemento: TX Valor: ATE0 > Ok (Número de grupo: 1) [09/21/2020, 22:41:48.893ms]
Tx:41 54 2B 43 4D 47 46 3D 31 0D [09/21/2020, 22:41:48.923ms]
[ID: 3550] TXRX Escribir elemento: TX Valor: AT+CMGF=1 > Ok (Número de grupo: 1) [09/21/2020, 22:41:48.923ms]
TXRX (Grupo2, Línea 1) : TAGRX =
OK
OK
OK
( Calidad'BUENO') [09/21/2020, 22:41:49.360ms]
Viewer[Local] : TAGTX = AT ( Calidad'BUENO') [09/21/2020, 22:42:02.438ms]
Tx:41 54 0D [09/21/2020, 22:42:02.441ms]
[ID: 3550] TXRX Escribir elemento: TX Valor: AT > Ok (Número de grupo: 1) [09/21/2020, 22:42:02.441ms]
TXRX (Grupo2, Línea 1) : TAGRX =
OK
( Calidad'BUENO') [09/21/2020, 22:42:02.862ms]
TXRX (Grupo2, Línea 1) : TAGRX =
+CMTI: "SM",25
( Calidad'BUENO') [09/21/2020, 22:42:37.113ms]
Viewer[Local] : TAGTX = AT+CMGR=25 ( Calidad'BUENO') [09/21/2020, 22:43:08.555ms]
Tx:41 54 2B 43 4D 47 52 3D 32 35 0D [09/21/2020, 22:43:08.558ms]
[ID: 3550] TXRX Escribir elemento: TX Valor: AT+CMGR=25 > Ok (Número de grupo: 1) [09/21/2020, 22:43:08.558ms]
TXRX (Grupo2, Línea 1) : TAGRX =
+CMGR: "REC UNREAD","+0959889466", "", "20/09/21,22:42:33-20"
,1,9873,12,
OK
( Calidad'BUENO') [09/21/2020, 22:43:09.113ms]

```

Ilustración 45 Recepción y envió desde la Sede

3.4. Solicitud de ingreso desde el punto de vista del cuarto

Cuando una persona desea ingresar al cuarto de transformadores tiene dos alternativas para ingresar, mediante una contraseña proporcionada previamente o mediante una tarjeta de identificación con tecnología RFID.

Si se opta por la primera opción para ingresar el usuario deberá presionar la tecla D para poder encender la luz del LCD para poder tener una mejor vista de este. A continuación, deberá ingresar la contraseña compartida previamente, en un teclado numérico. El usuario en caso de equivocarse puede eliminar la clave ingresada presionando la tecla C. Cuando el usuario ingrese la clave completa debe presionar la tecla A, para enviar los datos a la sede. De manera interna se comprueba la clave

ingresada con un registro de claves permitidas y en caso de existir coincidencia se enviará un mensaje a la sede, caso contrario se impedirá el acceso. No se puede ingresar al cuarto hasta recibir la confirmación vía SMS. Una vez se confirmen los permisos del usuario se procederá a abrir el cuarto de transformadores.

En cambio, si se decide acceder mediante una tarjeta, se la deberá colocar encima del lector de tarjetas. Estas tarjetas contienen un código el cual se ingresará y se comprobará con el registro de usuarios si la persona interesada puede acceder al inmueble. En caso de no coincidir el sistema no permitirá el ingreso de dicha persona y al coincidir se enviará un mensaje a la Sede. A continuación, se esperará la respectiva confirmación para procederá con el ingreso.

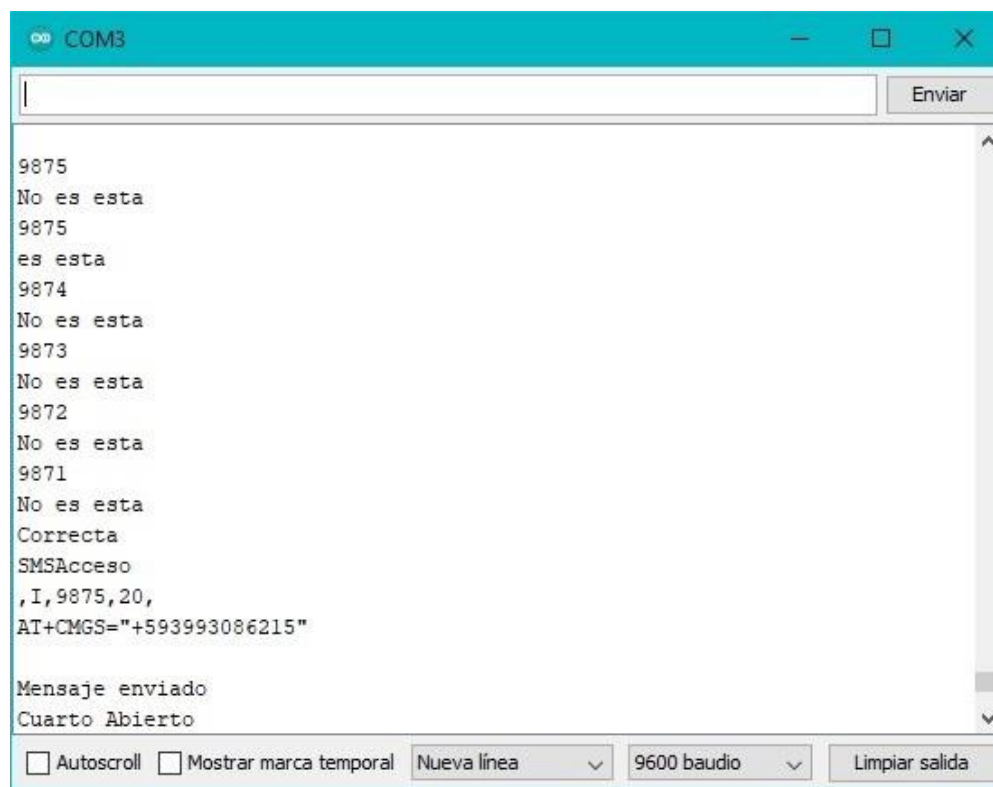


Ilustración 46 Solicitud de ingreso desde el Cuarto

3.5. Solicitud de ingreso el punto de vista de la sede

Cuando una persona desea ingresar a un cuarto para transformador, se realiza una autenticación con el código de usuario tanto en el sistema que conforma el cuarto para transformador y de igual manera en el SCADA ubicado en la sede. Este resultado se denota en la siguiente imagen en donde se verifica que el usuario existe dentro de la lista de personal admitido, sin embargo, requiere confirmación el operador o administrador del SCADA.

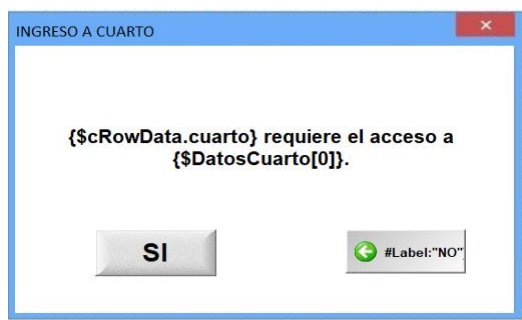


Ilustración 47 Solicitud de Ingreso desde la sede

3.6. Datos de cuartos para transformadores

Al concluir el segmento que se encarga del cuarto de transformadores, procedemos a analizar cómo se van actualizando los datos almacenados en un archivo .csv llamado "loadme.csv". En la siguiente imagen veremos cómo se actualizan los datos, además se denota los cambios por la columna llamada "ULTIMA REVISION", dato que irá variando cada vez que una estación reporte un cambio.

ID	CUARTO	INTRUSO	FUEGO	HUMEDAD	TEMPERATU...	INUNDACION	LLUVIA	DOOR/WIND...	NUMERO	ULTIMA REV.
1	CUARTO 0	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✗	0965965188	20/07/23:::21.
2	CUARTO 1	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✗	0965965187	20/07/23:::21.
3	CUARTO 2	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✗	0965965186	20/07/23:::21.
4	CUARTO 3	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	0965965185	20/07/23:::21.
5	CUARTO 6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0965965184	20/07/23:::21.
6	CUARTO 7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0965965183	20/07/23:::21.
7	CUARTO 9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0965965182	20/07/23:::21.
8	CUARTO 9	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	0965965181	20/07/23:::21.
9	CUARTO 10	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✗	0965965180	20/07/23:::21.
10	CUARTO 11	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✗	0965965179	20/07/23:::21.
11	CUARTO 12	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✗	0965965178	20/07/23:::21.
12	CUARTO 13	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	0965965177	20/07/23:::21.
13	CUARTO 14	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓	0965965176	20/07/23:::21.
14	CUARTO 15	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓	0965965175	20/07/23:::21.
15	CUARTO MIG	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0978627848	20/07/23:::21.
16	CUARTO MI AD	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	0959904620	20/07/23:::21.

Cabe destacar que la imagen superior muestra cuartos ingresados mediante el uso del HMI en la pantalla llamada “3_CONFIGURACION”, mostrando que existe una integración adecuada entre el SCADA y el archivo “loadme.csv”.

De igual forma cada vez que cambie de estado un cuarto para transformador, se denota la aparición de una ventana emergente que le avisa del cambio de estado de los sensores, al usuario o supervisor del SCADA. Este resultado se muestra a continuación.

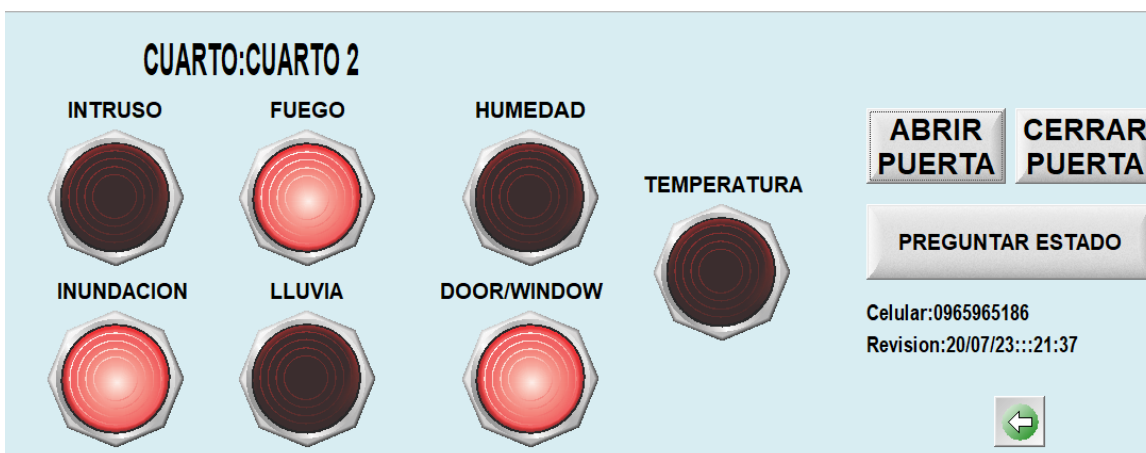


Ilustración 48 Datos de los cuartos en la sede

A continuación, se mostrará el efecto al recibir una petición de ingreso a un cuarto para transformadores desde la vista del operador del SCADA

3.7. Análisis de costos

Para el diseño final del proyecto se realizaron diferentes pruebas, las cuales incluían algunos elementos que fueron descartados del proceso por su costo o dificultad de implementación. Uno de estos fue el sensor de huellas, el cual no permitía la importación de las imágenes obtenidas de un sensor a otro. Otro de los elementos descartados fue el Arduino Uno, el cual tiene un costo menor al Arduino Mega, sin embargo, al momento de implementar, se necesitaron dos unidades conectadas entre sí, por lo que representa un costo mayor a la versión final.

3.7.1. Costos del sistema a instalar en la SEDE

En la siguiente tabla se registra el análisis de costo, que abarca el sistema SCADA, pues este representaría una compra única para el monitoreo de diversos cuartos para transformadores.

Costos de Instalación/Sede

Cantidad	Precio unitario	Total	Descripción
1	1	\$2450	Licencia Indusoft Web Studio
1	1	\$23	SIM 800C
1	1	\$3	Conversor TTL a USB
PRECIO FINAL		\$2476	

Tabla 3 Costos de instalación en sede

3.7.2. Costos de equipos para instalación en cuartos.

Mientras que la siguiente tabla representa los valores que se implementan en un cuarto para transformador, cabe destacar que este precio solo involucra un cuarto, si se

desearan más hay que multiplicar el total por el número de cuartos que se deseara implementar en el sistema.

Costos de Instalación/Cuarto

Cantidad	Precio Unitario	Total	Descripción
1	\$7,00	\$7,00	TECLADO MATRICIAL 4X4
1	\$4,50	\$4,50	DISPLAY LCD 16X2
1	\$40.30	\$40.30	ARDUINO MEGA
1	\$20.70	\$20.00	ARDUINO NANO
1	\$23,00	\$23,00	GPRS SIM800C
1	\$3,00	\$3,00	SENSOR PIR
1	\$4,00	\$4,00	SENSOR DE LLAMA
1	\$3,50	\$3,50	SENSOR DE HUMEDAD
1	\$3,50	\$3,50	SENSOR DE LLUVIA
1	\$1,60	\$1,60	RELE ARDUINO
1	\$4,00	\$4,00	MÓDULO LCD A I2X
1	\$6,00	\$6,00	MÓDULO RC522
1	\$3,50	\$3,50	LECTOR SD
1	\$4,00	\$4,00	TARJETA SD
1	\$3,00	\$3,00	Sensor Magnético
21	\$2.53	\$53.13	Cable apantallado 4x24AWG
PRECIO TOTAL		\$180.53	

Tabla 4 Costos de instalación en cuartos para Transformadores

Los costos de implementación pueden aumentar o disminuir según el mercado, estos dependen de la disponibilidad del mercado y del proveedor. Algunos artículos pueden ser comprados al por mayor, de esta forma se obtiene un descuento en el costo de materiales. Esto se traduce en un menor costo de implementación. En el listado de materiales también se incluyen artículos certificados como son el Arduino Mega, el cual al producirse en mayor cantidad puede ser reemplazado por placas de iguales características e igual eficiencia, pero con un costo menor.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

La actualización de eventos en los cuartos para transformadores es exitosa, pues la activación de sensores se registra de forma adecuada con un retraso de algunos segundos entre el accionamiento de un sensor y el registro del cambio en el SCADA. Este monitoreo del sistema se estableció mediante el uso apropiado del módulo SIM 800C, tanto en la sede como en la unidad de control, ubicada en el cuarto para transformador. Esta conexión se da gracias a la señal 2G emitida por la operadora a la que pertenece la SIM CARD, pues su cobertura 2G es lo suficientemente amplia para el envío y recepción de mensajes SMS, permitiendo que exista una cobertura en casi cualquier parte del territorio nacional.

Se diseñó un sistema domótico capaz de controlar el acceso de personas al área mediante la implementación de un sensor RFID y un teclado numérico con confirmación mediante SMS. De esta forma la sede está al tanto de cualquier acceso a los cuartos de transformadores.

El sistema diseñado es capaz de notificar prácticamente de forma instantánea a la sede cualquier anomalía ocurrida en el área gracias a los sensores ubicados en sitio. Además de mediante consulta conocer el estado de las variables. Esto mejora la capacidad de respuesta del cuerpo técnico y permite tener conocimiento efectivo del estado del cuarto.

La información recolectada del cuarto para transformador es almacenada de forma adecuada en un archivo “.csv”, permitiendo la extracción y visualización mediante la herramienta Excel, si el usuario deseara hacer un uso externo de los datos que conforman los cuartos para transformador.

4.2. Recomendaciones

Existe la necesidad de comprar una licencia de Indusoft Web Studio, debido a que este proyecto fue hecho con la versión estudiantil con un límite de 180 días de uso, lo que presenta una restricción para un uso a largo plazo.

Percatarse si en el SCADA se da la conversión de código hexadecimal a código ASCII de las comunicaciones con el módulo GPRS, pues en caso de evadir este ítem puede resultar en una comunicación inexistente entre el SCADA y el módulo GPRS a utilizar.

Se debe revisar el estado de los conductores al momento de montar el sistema, muchos de estos pueden estar en mal estado provocando una lectura errónea de las variables.

La ubicación de los sensores en sitio debe ser verificada ya que los sensores tienen un rango de acción definido y en caso de que alguno no cubra correctamente el espacio puede producir falsas alarmas.

La ejecución de las tareas de forma simultaneas resulta complicados de hacer al momento de trabajar en forma secuencial, para reducir el grado de complejidad lo más factible es emplear interrupciones, ya sean estas generadas por software o por hardware.

Bibliografía

- Arduino. (2020). *ARDUINO MEGA 2560 REV3*. Obtenido de <https://store.arduino.cc/usa/mega-2560-r3>
- Arduino. (2020). *ARDUINO NANO*. Obtenido de <https://store.arduino.cc/usa/arduino-nano>
- CNEL EP. (s.f.). *Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP*. Obtenido de <https://www.cnelep.gob.ec/quienes-somos/>
- Creatividad Codificada. (19 de enero de 2020). *Teclado Matricial 4x4 con Arduino*. Obtenido de <https://creatividadcodificada.com/arduino/teclado-matricial-4x4-con-arduino/>
- Electronicos Caldas - Tienda virtual de componentes electronicos. (s.f.). *YL-69*. Obtenido de YL-69: <https://www.electronicoscaldas.com/es/sensores-de-humedad-lluvia-inundacion/461-sensor-de-humedad-en-suelo-yl-69.html>
- Empresa eléctrica pública de guayaquil. (2012). NATSIM. En *CUARTOS DE TRANSFORMADORES Y SISTEMAS DE MEDICIÓN PARA EL SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD* (pág. 37). Guayaquil.
- Garcia, V. (9 de noviembre de 2017). *Sensor HC-SR501 con Arduino*. Obtenido de Sensor HC-SR501 con Arduino.: <https://www.diarioelectronico hoy.com/blog/sensor-hc-sr501-con-arduino>

- INDUSOFT. (2007). *Indusoft Web Studio*. Obtenido de VBScript Reference Manual for InduSoft Web Studio: <https://www.indusoft.com/pdf/VBScript%20Reference.pdf>
- Llamas, L. (1 de julio de 2016). *DETECTOR DE LLAMA CON ARDUINO Y SENSOR INFRARROJO*. Obtenido de <https://www.luisllamas.es/detector-llama-arduino/>
- Llamas, L. (13 de febrero de 2016). *DETECTOR DE LLUVIA CON ARDUINO Y SENSOR FC-37 O YL-83*. Obtenido de DETECTOR DE LLUVIA CON ARDUINO Y SENSOR FC-37 O YL-83: <https://www.luisllamas.es/arduino-lluvia/>
- Llamas, L. (10 de julio de 2016). *REPRODUCIR SONIDOS CON ARDUINO Y UN BUZZER PASIVO O ALTAVOZ*. Obtenido de <https://www.luisllamas.es/reproducir-sonidos-arduino-buzzer-pasivo-altavoz/>
- Naylamp Mechatronics SAC. (s.f.). *Módulo Lector RFID 13.56MHz RC522*. Obtenido de <https://naylampmechatronics.com/rfid-nfc/80-modulo-lector-rfid-1356mhz-rc522.html>
- Naylamp Mechatronics SAC. (s.f.). *Sensor de temperatura y humedad relativa DHT11*. Obtenido de <https://naylampmechatronics.com/sensores-temperatura-y-humedad/57-sensor-de-temperatura-y-humedad-relativa-dht11.html>
- Naylamp Mechatronics SAC. (s.f.). *Tutorial LCD con I2C, controla un LCD con solo dos pines*. Obtenido de https://www.naylampmechatronics.com/blog/35_Tutorial--LCD-con-I2C-controla-un-LCD-con-so.html

- Omron Europe B.V. (2005). *Powerful HMI, SCADA and OEE/Dashboard*. The Netherlands. Obtenido de <https://cpi.com.ar/productos/indusoft-web-studio/>
- Patagoniatec blog. (s.f.). *Cómo Leer Una Tarjeta SD Con Arduino*. Obtenido de *Cómo Leer Una Tarjeta SD Con Arduino*: <https://saber.patagoniatec.com/2014/10/como-leer-una-tarjeta-sd-micro-usd/>
- SIMCOM. (20 de Octubre de 2016). *SIM800 Series_AT Command Manual_V1.10*. Obtenido de https://simcom.ee/documents/SIM800/SIM800%20Series_AT%20Command%20Manual_V1.10.pdf
- SRC . (s.f.). *SRC*. Obtenido de *Especialistas en regulación y control de temperatura*: <https://srcsl.com/tipos-sensores-temperatura/>
- Telectronica. (2018). *¿Qué es un lector RFID?* Obtenido de <https://telectronica.com/que-es-un-lector-rfid/>
- Willyfox. (10 de febrero de 2013). *TodoElectrodo*. Obtenido de <http://todoelectrodo.blogspot.com/2013/02/lcd-16x2.html>
- Wonderware. (2020). *¿Qué es SCADA?* Obtenido de <https://www.wonderware.es/hmi-scada/que-es-scada/>
- Wonderware Indusoft. (enero de 2016). *Indusoft Web Studio*. Obtenido de *InduSoft Web Studio 8.0 Training Manual*:

<https://www.indusoft.com/Portals/0/PDF/Documentation/WWIWS80TrainingManualRevB.PDF>

ANEXOS

Código empleado en la programación del Arduino Mega

```

/* PROGRAMA PARA EL ARDUINO MEGA EMPLEADO EN LA PROGRAMACION DEL CUARTO
DE TRANSFORMADORES
*   AUTORES: MIGUEL LOOR & DAVID MURILLO
*   ELABORADO SEPTIEMBRE 16/2020
*   PROYECTO INTEGRADOR
*/
//-----
//LIBRERIAS PARA EL SENSOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD
#include <DHT11.h>
//LIBRERIAS PARA EL USO DE LA PANTALLA Y TECLADO
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Wire.h>
#include <Keypad.h>
//LIBRERIAS PARA LEER LA TARJETA SD
#include <SPI.h>
#include <SD.h>
//-----
// PINES
#define SensorMC38 40 // Pin donde se conecta el sensor
magnético
#define SensorYL69 41 // Entrada digital para la señal del
sensor de humedad en el suelo
#define SensorFC37 42 // Entrada digital para la señal del
sensor de lluvia
#define SensorDHT11 43 // Seleccionamos el pin en el que se
conectará el sensor
#define Sensor_Infrarojo 44 // Entrada digital para la señal del
sensor de lluvia
#define SensorHC501 45 // Entrada digital para la señal del
sensor de Presencia
#define push 46 // pin botonera
#define rele 47 // rele que abre la puerta
#define buzzer 48 // pin altavoz
#define SDpin 49 // lector de tarjeta SD
//-----
byte Pins_Filas[] = {5,4,3,2}; //Pines Arduino a los que
contamos las filas.
byte Pins_Cols[] = {9,8,7,6}; // Pines Arduino a los que
contamos las columnas.
//-----
// CLAVES PERMITIDAS - SE VAN A EXTRAER DE LA MEMORIA SD
// String CLAVE_MAESTRA[6] = {"9875","9874","9873","9872","9871"};
unsigned char buffer[64]; //port
//-----

```



```

// VARIABLES

//VARIABLES PARA EL TECLADO
const byte Filas = 4;           //Cuatro filas
const byte Cols = 4;           //Cuatro columnas
char Teclas [ Filas ][ Cols ] =
{
    {'1','2','3','A'},
    {'4','5','6','B'},
    {'7','8','9','C'},
    {'*','0','#','D'}
};
char TECLA;                     // almacena la
tecla presionada
String CLAVE;                   // almacena en
un array 6 digitos ingresados
byte INDICE = 0;               // indice del
array
//-----
// Variable para medir el retraso de alarmas
int SendSMS = 0;
//-----
//VARIABLES PARA LA PANTALLA
int posicion=0;                // necesaria para la
clave
int cursor=5;                  // posicion inicial de la
clave en el LCD
//-----
//Numero de la sede para enviar SMS
String Numero_cliente = "999161800";
//-----
// Variables para el uso del módulo GPRS
String estacion="20";
String Inicial="E";
String Estados="";           //,E,20,X,X,X,X,X,X,
String coma=",";
String SMSAcceso="";
String InicialA="I";
// Variables para lectura de SMS
String log_numero = "+593999161800"; // número registrado por
software.
String destinationNumber = "+593999161800"; // variable para
identificarnúmeros remitentes.
String comment;
char inicio_clave;
char clave1;                   //A,P,B
char clave2;                   //,
char clave3;                   //2
char clave4;                   //0
String clave = "";

```

```

//-----
// Variable para la lectura del dato leído de la tarjeta RFID
char estado;
int Estado=0;
String cadena="";
String ClaveTarjeta;
//-----

// Variables para el uso del lector de tarjetas SD
int UltimaPocicion=0; // Posicion dentro del
archivo // Retardo entre lectura
int pausa=100; // Retardo entre lectura
de lineas // lista donde se
String CLAVE_MAESTRA[6]={}; // lista donde se
guardan claves leídas por de la tarjeta SD
int NumeroDeClaves=6; // Cantidades de claves
en la memoria SD // número de lineas
int linea=0; // Veces de leer, no
int vecesLeido=0; // Veces de leer, no
debe exceder uno

String Codig="";
//-----

// Sensores
float temp;
float hum;
int S_infrarojo;
int TempDht;
int HumDht;
int OpenClose; // 0 close - 1 open wwitch
int Mc38;
int HumSuelo;
int Presencia;
int lluviaFC37;
int CtoOpen=0;
//-----

// OBJETOS
// Sensor de Humedad y Temperatura
DHT11 dht11(SensorDHT11); // Se selecciona el DHT11 (hay //otros DHT)
// Configura el teclado
Keypad teclado = Keypad(makeKeymap(Teclas), Pins_Filas, Pins_Cols,
Filas, Cols);
// función de configuracion de pines del módulo LCD/I2C
(Direccion,en,rw,rs,d4,d5,d6,d7,backlight,polaridad)//
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3f, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE);
// Se crea el objeto a leer
File myFile; // TXT DENTRO SD

void setup()
{
  pinMode(SensorMC38, INPUT_PULLUP);
}

```

```

pinMode (buzzer, OUTPUT);
pinMode(push,INPUT_PULLUP);
pinMode(rele , OUTPUT);
digitalWrite(rele , HIGH);

delay(10);
Serial.begin(9600);
// SERIAL PC
// INICIO DEL ARDUINO NANO
Serial1.begin(9600);
//SERIAL 1 NANO
Serial.println("ARDUINO NANO ready...");
// INICIO DEL MODLO GPRS
Serial2.begin(9600);
// SERIAL 2 SIM800
// Give time to your GSM shield log on to network
delay(5000); // demora 5 segundos para conectar a la red
Serial.println("SIM900 ready...");
// AT command to set SIM900 to SMS mode
Serial2.print("AT+CMGF=1\r");
delay(100);
// Set module to send SMS data to serial out upon receipt
Serial2.print("AT+CNMI=2,2,0,0,0\r");
delay(100);
// INICIALIZACION DEL LCD I2C
lcd.begin(16,2); // inicializamos el LCD.
lcd.setCursor(0,0); // situamos el cursor en la posición 2 de la
linea 0.
lcd.print("Introduzca clave"); // escribimos en LCD
lcd.setCursor(cursor,1); // cursor en la posicion de la variable,
linea 1
// Init SPI bus
SPI.begin();
// lectura de la tarjeta SD
Serial.print("Iniciando SD ...");
if (!SD.begin(SDpin))
{
  Serial.println("No se pudo inicializar");
  return;
}
Serial.println("inicializacion exitosa");
clearBufferArray();
}
//-----
void loop()
{
  // ESTE LAZO SOLO SE EJECUTARÁ UNA VEZ PARA LEER LA MEMORIA SD
  while (vecesLeido==0)
  {
    myFile = SD.open("BASE.txt");//abrimos el archivo
    int totalBytes=myFile.size();
    String cadena="";

```

```

if (myFile) {
    if(UltimaPocicion>=totalBytes)
    {
        vecesLeido=vecesLeido+10;    // se aumenta en diez para
diferenciar de 1 y romper el lazo
        //UltimaPocicion=0;
        linea=0;
        delay (1000);
        // para visualizar en el monitor serial las claves almacenadas
        for (int i = 0; i < NumeroDeClaves; i++)
        {
            Serial.print(CLAVE_MAESTRA[i]);
        }
        Serial.println();
    }
    myFile.seek(UltimaPocicion);
    //--Leemos una línea de la hoja de texto-----
    while (myFile.available()) {

        char caracter=myFile.read();
        cadena=cadena+caracter;
        UltimaPocicion=myFile.position();
        if(caracter==10)//ASCII de nueva de línea
        {
            linea=linea+1;
            Serial.println(linea);
            break;
        }
    }
    //-----
    myFile.close(); //cerramos el archivo
    Serial.print("Cadena Leida:");
    Serial.print(cadena);
    //-----procesamos la cadena-----
    int longitud = cadena.length();
    int index=0;
    char c=cadena[index++];
    String clave="";
    String nombre="";
    while (c >= '0' && c <= '9')
    {
        clave = clave + (c);
        c = cadena[index++];
    }
    Serial.print("clave=");
    Serial.print(clave);
    Serial.println();
    delay (100);
    CLAVE_MAESTRA[linea]=String(clave);
    Serial.println(CLAVE_MAESTRA[linea]);
    Serial.print("Nombre:");
    for(int i=0;i<longitud-3;i++)
    {
        if( c!= "\n")

```

```

        {
            nombre = nombre + (c);
            c = cadena[index++];
        }
    }
    Serial.print(nombre);
    Serial.println();
}
else
{
    Serial.println("Error al abrir el archivo");
    String CLAVE_MAESTRA[6] = {"9875","9874","9873","9872","9871"};
}
Serial.println();
delay(pausa);
}

// SE LLAMA LA FUNCION DEL SENSOR DE PRESENCIA
Serial.println("Se consulta el sensor de Presencia");
Presencia=PIR();
Serial.println(Presencia);
// SE LLAMA AL SENSOR INFRAROJO
Serial.println("Se consulta el sensor S_infrarojo");
S_infrarojo=Infrarojo();
Serial.println(S_infrarojo);
//SE LLAMA AL SENSOR DE TEMPERATURA DHT11
Serial.println ("Se consulta el sensor de TempDht11");
TempDht=temperatura (temp, hum);
Serial.println (TempDht);
// SE LLAMA AL SENSOR DE HUMEDAD DHT11
Serial.println ("Se consulta el sensor de HumDht11");
HumDht = humedad (temp, hum);
Serial.println (HumDht);
// SE LLAMA AL SENSOR DE LLUVIA
Serial.println("Se consulta el sensor de lluviaFC37");
lluviaFC37=lluvia();
Serial.println(lluviaFC37);
// SE LLAMA AL SENSOR DE HUEDAD EN EL SUELO
Serial.println("Se consulta el sensor HumSuelo YL-69");
HumSuelo=HumedadYL69();
Serial.println(HumSuelo);
// SE LLAMA AL SENSOR MAGNETICO DE PUERTA
Serial.println("Se consulta el sensor Mc38");
Mc38=door();
Serial.println(Mc38);

// SE ARMA EL VECTOR DE ESTADOS PARA ENVIAR

Estados=coma+Inicial+coma+estacion+coma+Presencia+coma+S_infrarojo+coma+
HumDht+coma+TempDht+coma+HumSuelo+coma+lluviaFC37+coma+Mc38+coma;
Serial.println (Estados);
delay(100);

if(Serial2.available() > 0)

```

```

{
  // función de recepción de claves y reconocimiento del número
  celular.
  Receive_message_and_Phone_Number();
}
// SI ALGUN SENSOR SE ACTIVA SIGNIFICA ALGUNA ALARMA SIEMPRE Y
CUANDO EL CUARTO ESTE CERRADO ESTADO!="E,0,0,0,0,0,0,0,0"
  if ( Mc38==1 or TempDht==1 or HumDht==1 or lluviaFC37==1 or
S_infrarojo==1 or HumSuelo==1 or Presencia==1 and CtoOpen==0)
  {
    if (SendSMS==0)
    {
      Serial.println("Hay una alarma activada, se le informara a la
sede");
      // LA FUNCION ENVIAR_MSJ ENVIA EL MENSAJE A LA SEDE DEL ESTADO
DE SENSORES
      Enviar_msj(Numero_cliente, Estados);
      SendSMS=SendSMS+1;
      delay (1000);
    }
    else
    {
      SendSMS=SendSMS+1;
      Serial.println(SendSMS);
      delay (1000);
    }
  }
  // DESPUES DE CINCO MINUTOS SE VUELVE A ENVIAR MENSAJE DE ALERTA
  if (SendSMS==150)
  {
    SendSMS=0;
  }

  // SI HAY UNA TARJETA LA FUNCION RFID REVISARA SI ESTA CONTENIDO Y
ENVIARA A LA SEDE A PREGUTNAR
  if (Rfid())
  {
    Serial.println("Se presento tarjeta en el sensor");
    Serial.println("SMSAcceso");
    // SE ARMA LA CADENA DE SMS PARA ENVIAR A LA SEDE
    SMSAcceso=coma+InicialA+coma+cadena+coma+estacion+coma;
    Serial.println(SMSAcceso);
    // LA FUNCION ENVIAR_MSJ ENVIA EL MENSAJE A LA SEDE DEL ESTADO DE
SENSORES
    Enviar_msj(Numero_cliente, SMSAcceso);
    cadena="";
  }
  // SIEMPRE Y CUANDO LA PROTECCION DEL TECLADO ESTE ACTIVADA SE PODRA
LEER EL TECLADO
  while (digitalRead(push)==LOW)
  {
    TECLA = teclado.getKey(); // obtiene tecla presionada y asigna
a variable

```

```

    if (TECLA && TECLA != 'D' && TECLA != 'C' && TECLA != 'B' &&
TECLA != 'A' && TECLA != '*' && TECLA != '#' )
    {
        CLAVE += TECLA;    // almacena en array la tecla presionada
        INDICE++;        // incrementa indice en uno
        Serial.print(TECLA);    // envia a monitor serial la tecla
presionada
        lcd.print(TECLA);        // imprimimos pulsacion
        cursor++;                // incrementamos el
cursor
        TonoTecla();
        if (INDICE==4)
        {
            // CUANDO SE INGRESEN CUATRO DIGITOS SE ROMPE EL LAZO
            break;
        }
    }
    //SI SIGUE ABIERTO EL TECLADO PERO YA SE INGRESO LA CLAVE
    if (digitalRead(push)==LOW)
    {
        // LA FUNCION CONTENIDA VERIFICA QUE LA CLAVE SE ENCUENTRE DENTRO DE
LA LISTA DE CLAVES AUTORIZADAS
        if(Contenida(CLAVE,NumeroDeClaves))    // compara clave ingresada
con clave maestra
        {
            Serial.println("Correcta");    // imprime en monitor serial que es
correcta la clave
            // FUNCION QUE MUESTRA EL MENSAJE DE CORRECTA EN LA PANTALLA LCD
ClaveCorrecta();
            delay (100);
            Serial.println("SMSAcceso");
            // SE ARMA LA CADENA DE SMS PARA ENVIAR A LA SEDE
SMSAcceso=coma+InicialA+coma+CLAVE+coma+estacion+coma;
            Serial.println(SMSAcceso);
            // LA FUNCION ENVIAR_MSJ ENVIA EL MENSAJE A LA SEDE DEL ESTADO
DE SENSORES
            Enviar_msj(Numero_cliente, SMSAcceso);
            INDICE = 0;
            CLAVE="";
        }
        else
        {
            Serial.println(" Incorrecta");    // imprime en monitor serial que
es incorrecta la clave
            ClaveEquivocada();
            // SE NIEGA ACCESO AL CUARTO
            CtoOpen=0;
            Serial.println("Cuarto Cerrado");
            INDICE = 0;
            CLAVE="";
        }
    }
    delay(500);

```

```

}

// *****FUNCIONES UTILIZADAS*****

//_____//
int Infrarojo ()
{
    int fuego = digitalRead(Sensor_Infrarojo); // Leer datos del puerto
digital
    //Serial.print("Digital value: ");
    //Serial.println(fuego); // Salida del valor digital al monitor del
puerto
    if (fuego==1){
        return 0;
    }
    else
    {
        return 1;
    }
    //delay(1000); // Retardo entre mediciones
}
//_____//
int temperatura (float temp, float hum)
{
    int lectural1;
    lectural1=dht11.read(hum, temp) ;
    /*
    Serial.print("Temperatura: ");
    Serial.print(temp);
    Serial.print(" Humedad: ");
    Serial.print(hum);
    Serial.println();
    */
    //delay(1000);
    if (temp > 30.0)
    {
        return 1;
    }
    else
    {
        return 0;
    }
}
//_____//
int humedad (float temp, float hum)
{
    int lectura2;
    lectura2=dht11.read(hum, temp);
    /*
    Serial.print("Temperatura: ");
    Serial.print(temp);
    Serial.print(" Humedad: ");
    Serial.print(hum);
    Serial.println();

```



```

    */
    //delay(1000);
    if (hum > 70.0)
    {
        return 1;
    }
    else
    {
        return 0;
    }
}

//_____//
int door()
{
    OpenClose = digitalRead(SensorMC38);
    if (OpenClose == HIGH){
        return 1;
    }
    else{
        return 0;
    }
    delay(1000);
}

//_____//
int HumedadYL69 ()
{
    int yl69 = digitalRead(SensorYL69); // Leer datos del puerto digital
    //Serial.print("Digital value: ");
    //Serial.println(fc37); // Salida del valor digital al monitor del
puerto
    if (yl69==1){
        return 0;
    }
    else
    {
        return 1;
    }
    //delay(1000); // Retardo entre mediciones
}
//_____//
int PIR ()
{
    int HC501 = digitalRead(SensorHC501); // Leer datos del puerto
digital
    //Serial.print("Digital value: ");
    //Serial.println(HC501); // Salida del valor digital al monitor del
puerto
    if (HC501==1){
        return 1;
    }
    else
    {

```

```

        return 0;
    }
    //delay(1000); // Retardo entre mediciones
}

//_____//
int lluvia ()
{
    int fc37 = digitalRead(SensorFC37); // Leer datos del puerto digital
    //Serial.print("Digital value: ");
    //Serial.println(fc37); // Salida del valor digital al monitor del
puerto
    if (fc37==1){
        return 0;
    }
    else
    {
        return 1;
    }
    //delay(1000); // Retardo entre mediciones
}
//FUNCION QUE ENVIA EL MENSAJE A LA SEDE

//_____//
void Enviar_msj(String numero, String msj)
{
    delay(1000);
    //Se establece el formato de SMS en ASCII
    String config_numero = "AT+CMGS=\""+593" + numero + "\"\r\n";
    Serial.println(config_numero);
    //configurar módulo como modo SMS
    Serial2.write("AT+CMGF=1\r\n");
    delay(1000);
    //Enviar comando para un nuevos SMS al número establecido
    Serial2.print(config_numero);
    delay(1000);
    //Enviar contenido del SMS
    Serial2.print(msj);
    delay(1000);
    //Enviar Ctrl+Z
    Serial2.write((char)26);
    delay(1000);
    Serial.println("Mensaje enviado");
}

//_____//
int TonoCorrecto()
{
    delay(200); // tono de clave correcta
    tone(buzzer,400);
    delay(100);
    noTone(buzzer);
    tone(buzzer,600);
    delay(100);
}

```

```

    noTone (buzzer);
    tone (buzzer, 800);
    delay (100);
    noTone (buzzer);
}

// _____ //
int TonoIncorrecto ()
{
    tone (buzzer, 500);           // para generar
    delay (250);                 // tono de error
    noTone (buzzer);
}

// _____ //
int TonoTecla ()
{
    tone (buzzer, 700);          // tono de pulsacion
    delay (200);                // retardo de pulsacion
    noTone (buzzer);           // se apaga el tono de
}

// _____ //
int ClaveEquivocada ()
{
    TonoIncorrecto ();
    cursor=5;                   // lo volvemos a colocar al inicio
    posicion=0;                 // borramos clave introducida
    lcd.setCursor (5,1);
    lcd.print (""); // borramos la clave de la pantalla
    lcd.setCursor (0,0); // situamos el cursor el la posición 0 de la
linea 0.
    lcd.print ("Clave Incorrecta"); // escribimos en LCD
    delay (2000);
    posicion = 0;
    cursor = 5;
    posicion=0;
    lcd.setCursor (0,0); // situamos el cursor el la posición 2 de la
linea 0.
    lcd.print ("Introduzca clave"); // escribimos en LCD
    lcd.setCursor (5,1);
    lcd.print (""); // borramos de la pantalla los numeros
    lcd.setCursor (5,1);
}

// _____ //
int ClaveCorrecta ()
{
    TonoCorrecto ();
    lcd.setCursor (0,0); // situamos el cursor el la posición 0 de la
linea 0.
    lcd.print ("Clave correcta "); // escribimos en LCD
    delay (2000);
}

```

```

    lcd.setCursor(0,0); // situamos el cursor el la
posición 2 de la línea 0.
    lcd.print("Introduzca clave");
    lcd.setCursor(5,1);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(5,1);
}
//FUNCION QUE REvisa SI LA CLAVE ESTA DENTRO DE LA LISTA DE CLAVES
PERMITIDAS

// _____//
bool Contenida(String Contrase_a_Teclado, int Cantidad)
{
    String ClaveTemporal;
    char contador=0;
    for (byte i = 0; i < Cantidad; i = i + 1)
    {
        ClaveTemporal=CLAVE_MAESTRA[i];
        Serial.println(CLAVE_MAESTRA[i]);
        if (ClaveTemporal==Contrase_a_Teclado)
        {
            Serial.println("es esta");
            contador=10;
        }
        else
        {
            Serial.println("No es esta");
        }
    }
    if (contador>5)
    {
        return true;
    }
    else
    {
        return false;
    }
}
// FUNCION QUE REvisa EL PUERTO SERIE DONDE ESTA CONECTADO EL ARDUINO
NANO QUE LEE LA TARJETA RFID

// _____//
bool Rfid ()
{
    while (Serial1.available())
    {
        // Almaceno el carácter que llega por el puerto serie (RX)
        estado = Serial1.read();
        cadena += estado;
    }
    delay(100);
    if (cadena!="")

```

```

{
  Serial.println("del puerto serie llego");
  Serial.println(cadena);
  delay(100);
  if (Contenida(cadena,NumeroDeClaves))
  {
    // Enciende el LED (nivel ALTO)
    Serial.println("clave correcta");
    delay(100);
    return true;
  }
  else
  {
    // Apago el LED (nivel BAJO)
    Serial.println("clave incorrecta");
    delay(100);
    cadena="";
    return false;
  }
}
else
{
  //Serial.println("no llego nada del puerto serie");
  return false;
  cadena="";
  delay(100);
}
}
// FUNCION QUE LIMPIA EL BUFFER DEL PUERTO SERIAL

// _____//
void clearBufferArray()
{
  // function to clear buffer array
  for (int i=0; i<32;i++){
    buffer[i]='\0';
    // clear all index of array with command NULL
  }
}
// FUNCION QUE REvisa EL PUERTO SERIE DONDE ESTA CONECTADO EL SIM 800

// _____//

void Receive_message_and_Phone_Number(){
  char
num0,num1,num2,num3,num4,num5,num6,num7,num8,num9,num10,num11,num12;
  char data;
  int trama=0;
  for(int i=0;i<=100;i++){
    data=Serial2.read();
    /* Empezar a detectar el segmento contenedora del número
teléfonico
    remitente de los datos de entrada. */
    if((trama == 0) && (data == 'C')){

```

```

trama = 1;
destinationNumber="";
clave="";
}
// lectura de caracter espacio "M" seguido del caracter dos punto
"C"
if((trama == 1) && (data == 'M')){
  trama = 2;
}
if((trama == 2) && (data == 'T')){ // detecta el caracter "T".
  trama = 3;
}
if((trama == 3) && (data == ':')){ // detecta el caracter ":".
  trama = 4;
}
if((trama == 4) && (data == ' ')){ // detecta el caracter " ".
  trama = 5;
}
if((trama == 5) && (data == '"')){ // detecta el caracter "\".
  trama=6;
if((trama==6)&&(data=='#')){
  trama = 0;
  clave1=Serial2.read();
  clave2=Serial2.read();
  clave3=Serial2.read();
  clave4=Serial2.read();
  clave += clave1;
  clave += clave2;
  clave += clave3;
  clave += clave4;
  //contraseña correcta = 1234.
  if ((clave1=='A')&&(clave2 ==',')&&(clave3=='2')&&(clave4=='0'))
{
  Serial.println("CUARTO ABIERTO");
  digitalWrite(rele, LOW);
  CtoOpen=1;
  delay(100);
}
else if ((clave1=='P')&&(clave2
==',')&&(clave3=='2')&&(clave4=='0')) {
  Serial.println("PREGUNTA ESTADOS");
  Serial.println(Estados);
  Enviar_msj(Numero_cliente, Estados);
  delay(100);
}
else if ((clave1=='B')&&(clave2
==',')&&(clave3=='2')&&(clave4=='0')) {
  Serial.println("CUARTO CERRADO");
  TonoIncorrecto();
  // SE CIERRA EL ACCESO AL CUARTO
  digitalWrite(rele, HIGH);
  CtoOpen=0;
  delay(100);
}
}
}

```

```
    else
    {
        Serial.println("NADA QUE MOSTRAR");
    }
}
delay(100); // tiempo necesario para recepción de datos.
}
```

Código empleado en la programación del Arduino Nano

```

/* PROGRAMA PARA EL ARDUINO NANO EMPLEADO EN LA PROGRAMACION DEL CUARTO
DE TRANSFORMADORES
* AUTORES: MIGUEL LOOR & DAVID MURILLO
* ELABORADO SEPTIEMBRE 16/2020
* PROYECTO INTEGRADOR
*/

//LIBRERIAS PARA EL USO DEL módulo RFRC522
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
//LIBRERIAS PARA SOFTWARE SERIAL
#include <SoftwareSerial.h>

#define RST_PIN 9 //Pin 9 para el reset del RC522
#define SS_PIN 10 //Pin 10 para el SS (SDA) del RC522
#define RX_PIN 3 //Pin 9 para el RX del NANO PARA ENVIAR A MEGA
#define TX_PIN 2 //Pin 10 para el TX DEL NANO PARA ENVIARA MEGA

//OBJETOS
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN); //Creamos el objeto para el RC522
// Declaro un nuevo puerto para la comunicación serie ARDUINO MEGA
SoftwareSerial mySerial(RX_PIN, TX_PIN); // RX, TX
//-----

//VARIABLES PARA EL módulo RFID
String dat= ""; // Dato Leido del RFID
String Codig= ""; // Dato Leido del RFID

void setup()
{
  Serial.begin(9600); //Iniciamos la comunicación serial
  SPI.begin(); //Iniciamos el Bus SPI
  mfrc522.PCD_Init(); // Iniciamos el MFRC522
  Serial.println("Lectura del UID");
  // INICIO DEL MEGA
  mySerial.begin(9600); // Comienzo de la comunicación serie
}

void loop()
{
  // Lee y almacena el estado del pulsador
  Codig = Leer(dat);
  delay(100);
  Serial.println("la clave leida es");
  Serial.println(Codig);
  // Si la clave es diferente de cero
  if (Codig!="falso")
  {
    Serial.println("Se enviara");
    Serial.println(Codig);
    mySerial.print(Codig); // Enviamos 'H' por el puerto serie (TX)
    delay(100);
  }
}

```



```

    }
    else
    {
        Serial.println("no se envia nada");
    }
    delay(500);
}

//_____//

//FUNCION QUE LEE LA TARJETA EN EL módulo RFID
String Leer( String dat)
{
    dat="";
    MFRC522::MIFARE_Key key;
    for (byte i = 0; i < 6; i++) key.keyByte[i] = 0xFF;
    // Algunas variables necesitadas
    byte block;           // Bloque de Lectura
    byte len;             // Tamaño de Cadena
    MFRC522::StatusCode status;
    //Serial.println ("Pase Tarjeta");
    // Se busca para nuevas tarjetas
    delay(1000);
    if ( mfr522.PICC_IsNewCardPresent())
    {
    }
    // Select one of the cards
    if ( ! mfr522.PICC_ReadCardSerial())
    {
    }
    len = 18;
    byte buffer2[18];
    block = 1;
    status = mfr522.PCD_Authenticate(MFRC522::PICC_CMD_MF_AUTH_KEY_A, 1,
&key, &(mfr522.uid)); //line 834
    if (status != MFRC522::STATUS_OK)
    {
        return dat="falso";
    }
    status = mfr522.MIFARE_Read(block, buffer2, &len);
    if (status != MFRC522::STATUS_OK)
    {
        return dat="falso";
    }
    for (uint8_t i = 1; i < 5; i++) {
        dat+=(char)buffer2[i];
    }
    //Serial.println(dat);
    delay(100); //change value if you want to read cards faster
    mfr522.PICC_HaltA();
    mfr522.PCD_StopCryptol();
    return dat;
}

```

Código del script “acceso”

```

Dim numerocambiante, numerocambianteprima , copiacambiante,numerodefilas,
DIVIDIDO,COPIA_RX, mensaje_avisos,XX,COPIALUGAR1,COPIALUGAR2

mensaje_avisos= vbNewLine & "+CMTI: " & Chr(34) & "SM" & Chr(34) 'MENSAJE QUE SE DA
CUANDO LLEGA UN SMS, SE PONE vbNewLine PORQUE EL MODULO ENVIA UN /n
ANTES DEL MENSAJE
mensaje_pregunta_sms= "AT+CMGR="

'On Error Resume Next
DIVIDIDO=$TAGRX'copiar sms recibido
COPIA_RX= Split(DIVIDIDO,",") array

If Len($TAGRX) > 40 Then
    If (((COPIA_RX(0) =vbNewLine & "+CMGR: " & Chr(34) & "REC READ" & Chr(34)) Or
(COPIA_RX(0) = vbNewLine & "+CMGR: " & Chr(34) & "REC UNREAD" & Chr(34))) And
COPIA_RX(5) = "I" ) Then
        For numerodefilas=0 To $numfilas

            $RunGlobalProcedureOnServer("CSVROW","C:\Users\DAVID\Documents\InduSoft Web
Studio 2020 Projects\CUARTO_TRANSFORMADOR\USUARIOS.csv",numerodefilas)
                COPIALUGAR2=numerodefilas
                For XX=0 To 1500'delay
                    $Trace(XX)
                Next
                XX=0
                COPIALUGAR1=$cRowData.intruso

                If COPIALUGAR1 = COPIA_RX(6) Then

                    numerodefilas= 1+ $numfilas
                    $fila=COPIA_RX(7)

                    $RunGlobalProcedureOnServer("CSVROW","C:\Users\DAVID\Documents\InduSoft Web
Studio 2020 Projects\CUARTO_TRANSFORMADOR\USUARIOS.csv",COPIALUGAR2)
                        For XX=0 To 2000'delay

                            Next
                            XX=0
                            $Open("Pregunta")      'manda a la venta emergente
                            $TAGTX= "AT"

                            $fila=COPIA_RX(7)

                            For XX=0 To 1500'delay

                                Next
                                XX=0

                                $RunGlobalProcedureOnServer("CSVROW","C:\Users\DAVID\Documents\InduSoft Web
Studio 2020 Projects\CUARTO_TRANSFORMADOR\USUARIOS.csv",COPIALUGAR2)

```

```

cuarto -> " & $DatosCuarto[0]
$mensaje_alarma= "Ingreso: " & $cRowData.cuarto & " al
$TAGRX= "OK"
$ESCR=1
Exit For
Exit For
Exit For

End If
Next
End If

End If
'Err.Clear

```

Código del script “estados”

Dim numerocambiante, numerocambianteprima , copiacambiante,numerodefilas,
DIVIDIDO,COPIA_RX, mensaje_avisos,XX,yy,ENTRADA

```

mensaje_avisos= vbNewLine & "+CMTI: " & Chr(34) & "SM" & Chr(34) 'MENSAJE QUE SE DA
CUANDO LLEGA UN SMS, SE PONE vbNewLine PORQUE EL MODULO ENVIA UN /n
ANTES DEL MENSAJE
mensaje_pregunta_sms= "AT+CMGR="

```

'On Error Resume Next

```

DIVIDIDO=$TAGRX'copiar sms recibido
COPIA_RX= Split(DIVIDIDO,",") array

```

If COPIA_RX(0) = (vbNewLine & "+CMTI: " & Chr(34) & "SM" & Chr(34)) Then

'El código de configuración es ejecutado mientras la condición configurada en el campo de ejecución es TRUE (verdadero).

```

DIVIDIDO=$TAGRX'copiar sms recibido
COPIA_RX= Split(DIVIDIDO,",") array

```

```

$TAGTX= "AT+CMGR=" & COPIA_RX(1) 'preguntar por el mensaje
$Open("1_HOME") 'ir a la ventana de cuartos

```

```

'DIVIDIDO2=$TAGTX
'COPIAR_SMS=Split(DIVIDIDO2,",") array
$ESCR=1

```

```

$TAGTX= "AT+CMGR=" & COPIA_RX(1)

```

```

For XX=0 To 2000'delay

```

```

Next

```

```

XX=0

```

```

DIVIDIDO=$TAGRX'copiar sms recibido

```

```


```

```


```

```

COPIA_RX= Split($TAGRX,",") array

```

End If

If Len (\$TAGRX) > 40 Then'mayor a 40 caracteres

```

If (COPIA_RX(5) = "E") Then
    If (((COPIA_RX(0) = vbNewLine & "+CMGR: " & Chr(34) & "REC READ" &
Chr(34)) Or (COPIA_RX(0) = vbNewLine & "+CMGR: " & Chr(34) & "REC UNREAD" & Chr(34))))
Then
    '
    DIVIDIDO=$TAGRX'copiar sms recibido
    COPIA_RX= Split(DIVIDIDO,",")' array
    $fila= COPIA_RX(6)' id del cuarto
    '
    For XX=0 To 1000'delay
    $Trace($fila)
    $Trace(COPIA_RX(6))
    Next
    XX=0
    'cambio de estados
    If COPIA_RX(6) = CStr($fila) Then
        $Open("CUARTO")
        If COPIA_RX(7) = "1"
            $DatosCuarto[1]
        Else
            $DatosCuarto[1]
        End If
        If COPIA_RX(8) = "1"
            $DatosCuarto[2]
        Else
            $DatosCuarto[2]
        End If
        If COPIA_RX(9) = "1"
            $DatosCuarto[3]
        Else
            $DatosCuarto[3]
        End If
        If COPIA_RX(10) = "1"
            $DatosCuarto[4]
        Else
            $DatosCuarto[4]
        End If
    Then 'intruso
        = "rojo.ico"
        = "verde.ico"
    Then 'fuego
        = "rojo.ico"
        = "verde.ico"
    Then 'humedad
        = "rojo.ico"
        = "verde.ico"
    Then 'temperatura
        = "rojo.ico"
        = "verde.ico"

```

Then 'inundacion

= "rojo.ico"

= "verde.ico"

Then 'lluvia

= "rojo.ico"

= "verde.ico"

Then 'door/window

= "rojo.ico"

= "verde.ico"

If COPIA_RX(11) = "1"

\$DatosCuarto[5]

Else

\$DatosCuarto[5]

End If

If COPIA_RX(12) = "1"

\$DatosCuarto[6]

Else

\$DatosCuarto[6]

End If

If COPIA_RX(13) = "1"

\$DatosCuarto[7]

\$TAGTX="AT"

Else

\$DatosCuarto[7]

\$TAGTX="AT"

End If

\$DatosCuarto[9] =

\$StrTrimAll(COPIA_RX(3),Chr(43)) fecha del mensaje 12

'fin cambio de estados

\$DatosCuarto[8] =

\$StrTrimAll(\$StrTrimAll(COPIA_RX(1),Chr(34)),Chr(43))elimina comillas y + relacionadas al numero celular del cuarto

\$mensaje_alarma=

"ESTADO;" & " numero: " & COPIA_RX(2) & ", Intruso: " & COPIA_RX(6) & " Fuego: " & COPIA_RX(7) & " Humedad: " & COPIA_RX(8) & " Temperatura: " & COPIA_RX(9) & " Inundacion: " & COPIA_RX(10) & " Lluvia: " & COPIA_RX(11) & " Puerta/Ventana: " & COPIA_RX(12)

\$ESCR=1

For XX=0 To 1000'delay

Next

XX=0

End If

End If

End If End If