

Proyecto Fordecyt 291766: Plataforma logística como elemento detonador del desarrollo en el Istmo de Tehuantepec

Producto 6

Sistema de seguridad, monitoreo y rastreabilidad en tiempo
real de mercancías.

Mayo 2019

FICHA DE ENTREGABLE

Título del Informe: Plataforma logística como elemento detonador del desarrollo en el Istmo de Tehuantepec

Nombre del entregable al cual pertenece: Desarrollar al menos un prototipo tecnológico de movilidad y logística territorial que contribuya a mejorar el flujo, trazabilidad y seguridad de las mercancías que se movilizan desde y hacia la región.

Objetivo principal planteado: Desarrollar un prototipo tecnológico que contribuya a mejorar la seguridad de las mercancías que se movilizan a través de la región del Istmo de Tehuantepec.

Alcance del documento: En este documento se plasman algunos aspectos técnicos asociados con el diseño y funcionamiento de un sistema de seguridad y rastreabilidad en tiempo real para el transporte de mercancías. El producto descrito será de utilidad para los diversos actores asociados con el envío, transporte y recepción de mercancías que deseen rastrear y monitorear sus cargas en tiempo real y/o restringir la apertura de sus contenedores de mercancía.

Instituciones participantes: CentroGeo

Investigadores y tecnólogos:	Contacto:
Ma. Loecelia Guadalupe Ruvalcaba Sánchez	lruvalcaba@centrogeo.edu.mx
Daniel de Jesús Gutiérrez Díaz	dgutierrez@centrogeo.edu.mx
Daniela Juanita López Araujo	djlopez@centrogeo.edu.mx
Nohemi Alvarez Jarquin	nalvarez@centrogeo.edu.mx
José Luis Emanuelle Ávila Alonso	javila@centrogeo.edu.mx

Contenido

Introducción	1
Cerradura electrónica.....	2
Materiales y métodos	2
Diagrama esquemático	6
Requisitos para la puesta en marcha	6
Conexión del dispositivo con servidor web.....	6
Pruebas con la plataforma RUUYA.....	7
Prototipo	8
Referencias.....	11

Introducción

De acuerdo con la Encuesta Nacional de Victimización de Empresas 2017 (ENVE) realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) se estima que 33.7% de las unidades económicas del país fue víctima de algún delito durante 2017. El costo total de la inseguridad y el delito en empresas representó un monto de 155.8 mil millones de pesos, es decir, 0.86% del PIB. A nivel de sector el 38.4%, 30.6% y 29.3% de las empresas del sector comercio, industria y servicios, respectivamente, tuvieron algún tipo de victimización. En ese año, el robo o asalto de mercancías, dinero, insumos o bienes fue el delito con mayor incidencia. La inseguridad y la delincuencia son consideradas por el 63% de los empresarios como el problema que más les afecta (INEGI, 2018).

El robo de carga en particular, demanda medidas de disuasión a nivel nacional debido a que, de acuerdo con la Comisión de Transporte, Seguridad y Autotransporte de carga, el 55.89% de los productos que se comercializan en México, se mueven a través de autotransporte; de hecho, tenemos el sexto lugar de la OCDE en este rubro (Grupoei, 2018). La Confederación Nacional de Transportistas Mexicanos declaró que en 2018 cada mes fueron asaltadas alrededor de 1,200 unidades en carreteras y autopistas del país (Excelsior, 2018)

Teniendo en cuenta que en la mayoría de los casos el robo de carga no se denuncia, en 2018 el Centro de Inteligencia de SensiGuard Supply Chain (2019), registró 17,270 incidentes lo que representó un incremento de 17% con relación a 2017 y 76% para 2016. El 85% de los incidentes de robo al transporte de carga en el país se concentraron en las regiones Centro (66%) y Occidente (19%). En la región Sureste se registraron 10% de los incidentes reportados. Los productos robados con mayor frecuencia son: Alimentos y bebidas (37%), construcción e industrial (9%), bebidas alcohólicas (8%), químicos (7%) y autopartes (6%) principalmente por la alta demanda y fácil comercialización en tianguis, mercados informales y movibles. En el 98% de los casos la unidad es interceptada cuando se encuentra en movimiento. En 89% de los incidentes el modo de actuación utilizado por la delincuencia es la privación ilegal de la libertad del conductor. Este tipo de delito es ejecutado en el 98% de los casos por criminales armados que hacen uso de violencia y ocurren con mayor frecuencia de 7 a 19 hrs.

México ocupa 51 de 137 países en el índice de Competitividad Global del World Economic Forum. Recuperar la seguridad es vital para la competitividad y bienestar del país, ya que en los últimos seis años la inseguridad para el transporte se ha incrementado 106%, siendo el transporte terrestre el más afectado. Los robos al transporte generan una disminución entre el 20 y 30% en competitividad debido a los costos adicionales que genera. Estos costos son directos e indirectos. Los primeros son los que afectan al sector transporte y entre ellos destacan los gastos generados por las unidades no recuperadas; ingresos que se dejan de percibir por la mercancía no recuperada o la que no sale de la empresa por la falta de unidades u operadores; y costos por seguros, los cuales se han incrementado debido al alza en el número de robos. En tanto, los costos indirectos son los que inciden en la economía del país, como la

mercancía no recuperada que compite contra los productos de la misma empresa, pero en el mercado negro a menores precios; así como los costos por persecución del delito (Toledo, 2018).

El robo afecta a la industria debido a que las materias primas no llegan a los centros de consumo, exportación e importación y hace que los profesionales que intervienen en la cadena de transporte tengan la necesidad de mejorar la seguridad de las mercancías y para ello buscan incorporar procedimientos de calidad y seguridad en todos los procesos asociados a la seguridad y fiabilidad para su correcta manipulación y transporte, lo cuales incluyen entre otros, las condiciones especiales de transporte, los robos o hurtos de mercancía en la cadena, y la correcta estiba y manipulación de las mismas. Para evitar todas estas incidencias utilizan detectores, precintos y diversos sistemas especialmente pensados y diseñados para ello (Opazo, 2009).

La tecnología es la principal herramienta para dotar de mejores capacidades a la hora de proteger la carga que se transporta, para prevenir el robo y mejorar incluso los tiempos de entrega, si quieres acompañar el camión con un ejército atrás los costos serán insonventables. Sin embargo, en cuestión tecnológica podemos y necesitamos ir más allá, considerando la incorporación de sistemas de monitoreo en tiempo real, sistemas detectores de inhibición e inteligencia artificial para poder determinar a priori el nivel de riesgo de cada viaje a través de patrones neuronales. La incorporación de tecnologías demanda estar preparado para el cambio dinámico, la adaptabilidad instantánea y la prevención de eventualidades (Rojo, Acosta y Guerrero, 2018)

Cerradura electrónica

La cerradura consiste en un dispositivo electrónico de seguridad que contiene un GPS que permite rastrear su posicionamiento y monitorear la temperatura y humedad en tiempo real a través de una página web. Esta cerradura cuenta con diversos protocolos de seguridad. Por un lado, requiere una contraseña. Por otro, su apertura está supeditada a uno o varios polígonos previamente definidos que pueden estar asociados entre otros a su origen, destino y patios aduanales. Finalmente, y a fin de no poner en riesgo a los operadores de transporte, la cerradura puede ser aperturada vía remota desde la página web bajo los procedimientos y protocolos de seguridad previamente definidos por quienes operen el servicio.

Materiales y métodos

Para la construcción de la cerradura electrónica se utilizaron los siguientes materiales:

- 2 Microcontrolador Arduino UNO
- 1 Tarjeta SIM 900
- 1 GPS NEO-6M
- 1 Sensor de temperatura DHT11
- 1 Teclado electrónico
- 1 Cerradura solenoide electrónica
- 1 Chip 4GLTE

- Resistencias varias
- 2 Leds

El dispositivo embebido diseñado utiliza un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y un Servicio General de Paquetes Vía Radio (GPRS) e Internet de las Cosas (IoT).

Una vez encendido el dispositivo el candado permanecerá cerrado hasta que se introduzca la contraseña de apertura en el teclado, si la contraseña es correcta un LED rojo comenzará a parpadear y se envía una señal de solicitud de apertura al servidor remoto en la que se incluye la latitud y longitud del GPS. El LED rojo se mantiene encendido hasta recibir respuesta, la señal de apertura se puede ver en la Figura 1 donde un 1 significa verdadero y un 0 falso.

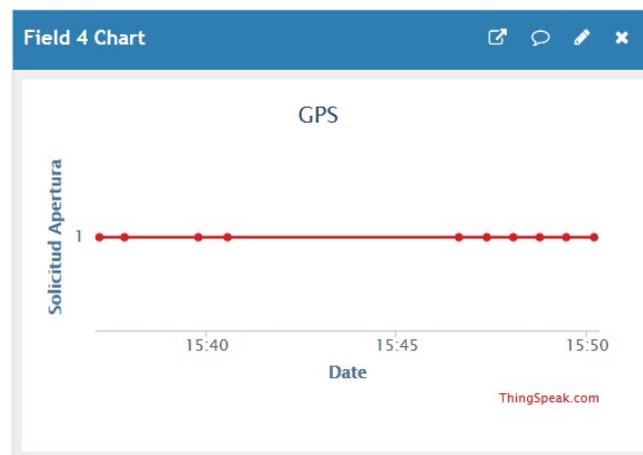


Figura 1. Solicitud de Apertura.

El servidor, verifica que las coordenadas enviadas en la solicitud de apertura se encuentren dentro de algún área designada, en caso afirmativo el servidor regresa una señal al dispositivo que abre el candado y enciende un LED indicador verde, en caso contrario el candado no se abrirá. El usuario puede cerrar manualmente la cerradura al oprimir la letra “C” en el teclado (el LED indicador verde se apagará cuando el candado este cerrado). Cabe destacar que el dispositivo está enviando de forma continua información de latitud, longitud, velocidad, temperatura y humedad al servidor – ver Figuras 2 y 3.

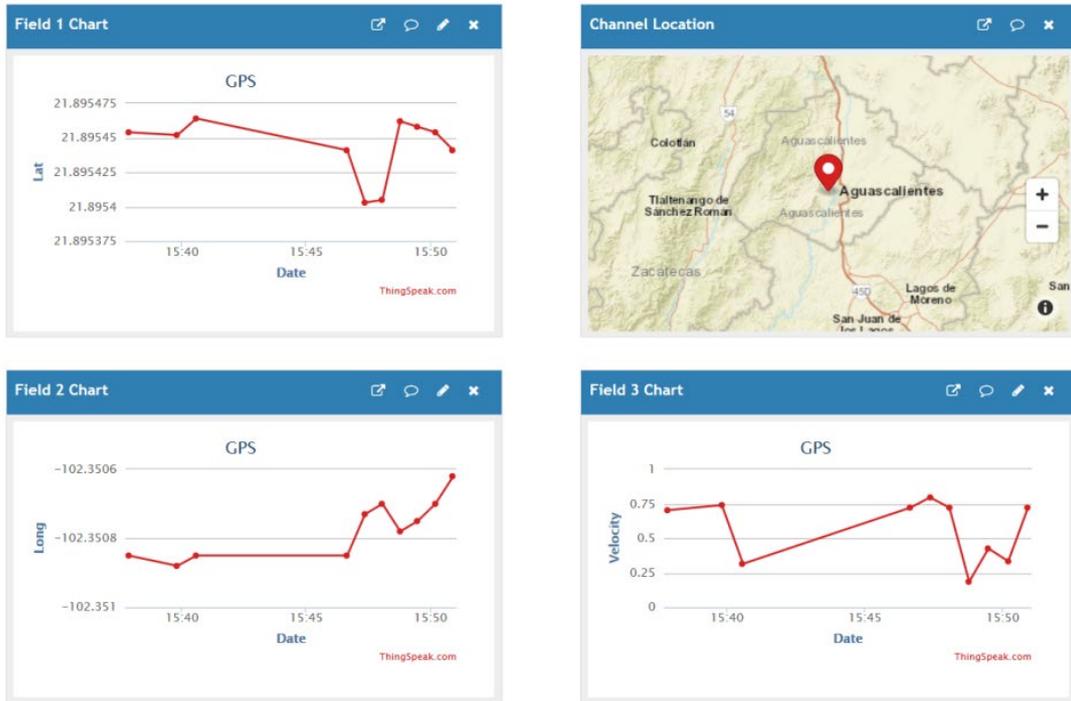


Figura 2. Latitud, longitud y velocidad en tiempo real del dispositivo.

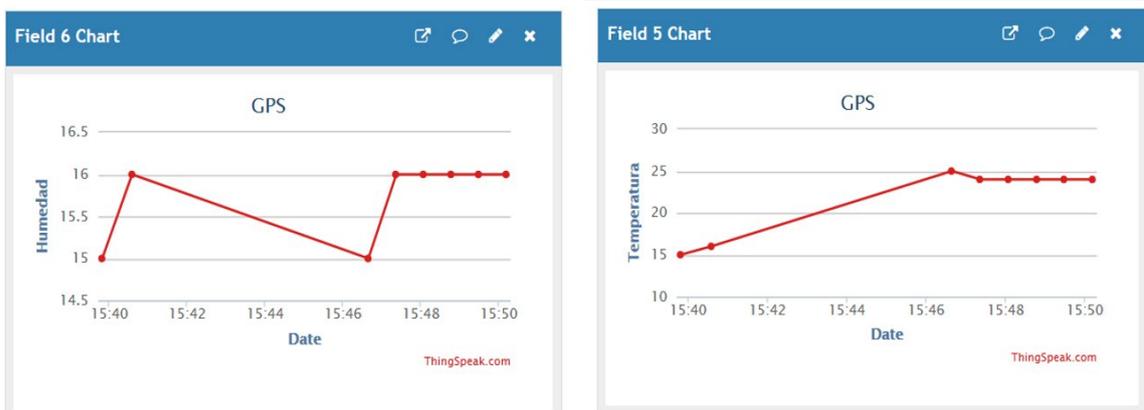


Figura 3. Humedad y Temperatura.

En la Figura 4 se muestra el diagrama de flujo que resume el funcionamiento del dispositivo diseñado.

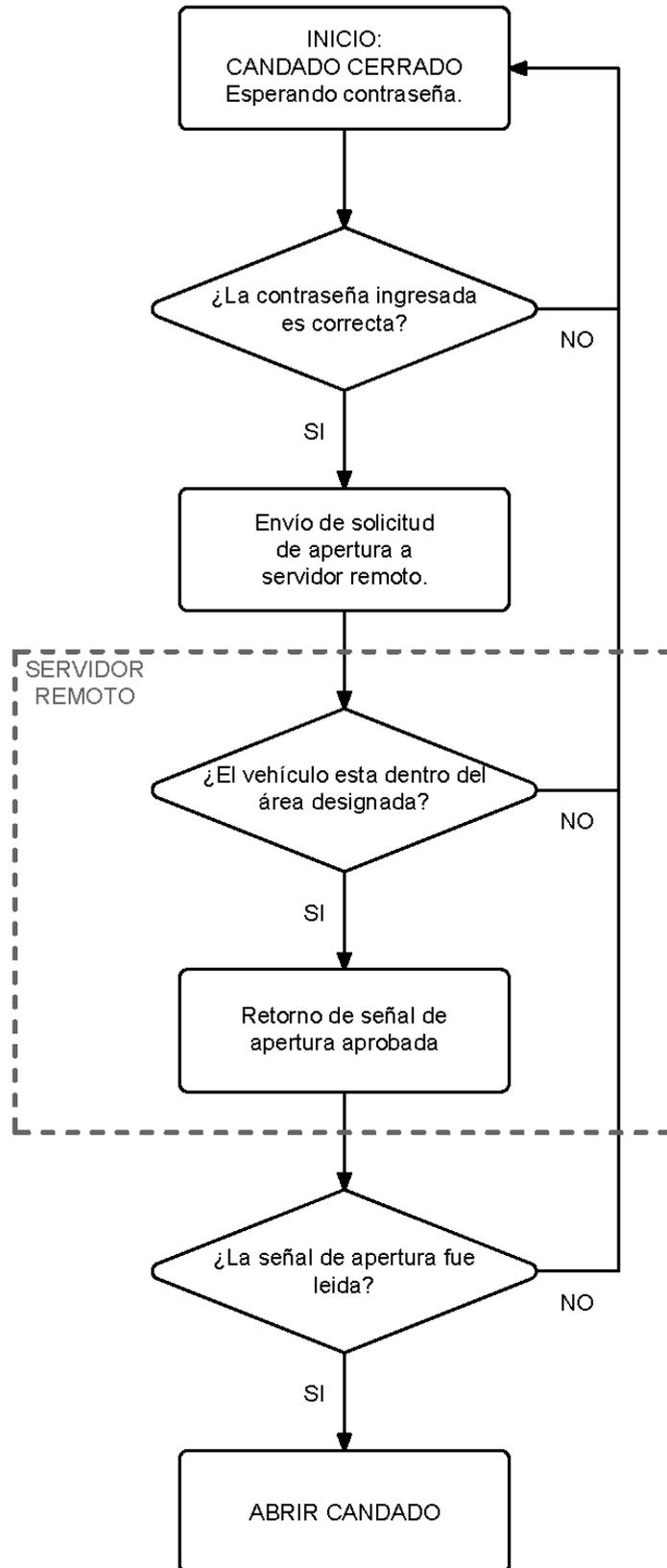


Figura 4. Diagrama de flujo.

Diagrama esquemático

La Figura 5 presenta el diagrama de las interconexiones entre los componentes del dispositivo. El Arduino UNO recibe los datos del GPS, del sensor de temperatura DHT11 y la validación de que la contraseña es correcta, se comunica con el GPRS para enviar los datos a la plataforma y recibe la señal de que el dispositivo se encuentra dentro del área designada. Mientras que el Arduino espera la contraseña que ingresa el usuario, verifica que sea correcta y envía los datos al Arduino UNO, controla el encendido de los leds de acuerdo a la información recibida y abre la cerradura.

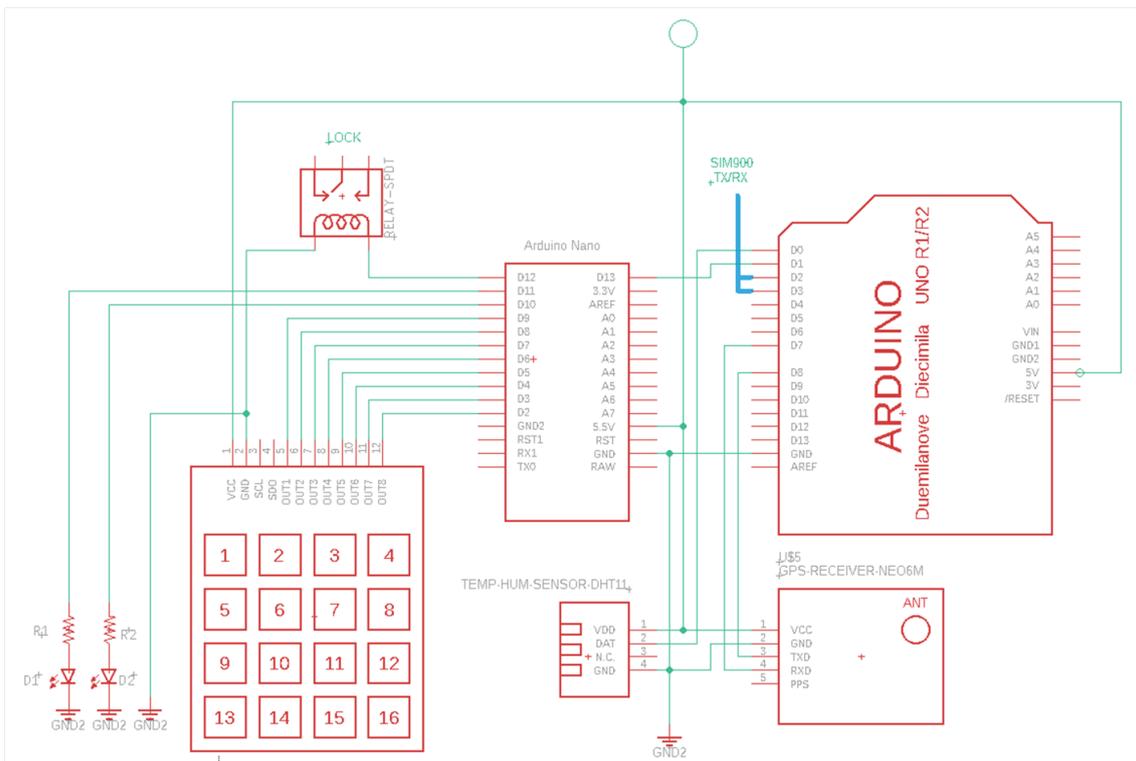


Figura 5. Representación esquemática del dispositivo y sus componentes

Requisitos para la puesta en marcha

Para lograr la comunicación del dispositivo con la plataforma web es necesario que el chip telefónico cuente con un plan de datos.

Las pruebas del dispositivo con el GPS se realizaron dentro de un automóvil y se requirió un inversor de voltaje automotriz de 12 VCD a 100 VCA de 300W para la alimentación del prototipo.

El entorno de programación en el que fue realizado el programa con el que opera nuestro dispositivo es ARDUINO Genuino versión 1.8.9.

Conexión del dispositivo con servidor web

Se utilizaron comandos AT para programar los módulos GSM/GPRS. Para lograr la conexión con Telcel usamos el código:

```
"AT+CSTT=\"internet.itelcel.com\", \"webgprs\", \"webgprs2002\""
```

El envío de datos a la plataforma Thingspeak utiliza la siguiente función:

```
GET /update?api_key=TCI97X6RGD2CO8YH&field1=1500 HTTP/1.1\r\nHost: api.thingspeak.com\r\nConnection: close
```

Un envío exitoso a la plataforma de Thingspeak desde nuestro dispositivo es enviado por el puerto serie a una computadora personal como se muestra en la Figura 6.

```
SEND OK} + h

HTTP/1.1 200 OK
Date: Fri, 17 May 2019 15:24:22 GMT
Content-Type: text/html; charset=utf-8
Content-Length: 2
Connection: close
Status: 200 OK
X-Frame-Options: SAMEORIGIN
Access-Control-Allow-Origin: *
Access-Control-Allow-Methods: GET, POST, PUT, OPTIONS, DELETE, PATCH
Access-Control-Allow-Headers: origin, content-type, X-Requested-With
Access-Control-Max-Age: 1800
ETag: W/"3ef815416f775098fe977004015c6193"
Cache-Control: max-age=0, private, must-revalidate
X-Request-Id: f955b611-a02c-42dd-bf06-e5767372110f
X-Runtime: 0.026275
X-Powered-By: Phusion Passenger 4.0.57
Server: nginx/1.9.3 + Phusion Passenger 4.0.57

85
CLOSED
```

Figura 6. Envío exitoso a una plataforma web.

Pruebas con la plataforma RUUYA

Se realizaron pruebas de envío de datos capturados por los sensores a la plataforma RUUYA. En la Figura 7 se muestra la información que obtuvo la plataforma.

IdCandado	Latitud	Longitud	Humedad	Temperatura	FechaHora	
GEOASK001	21.895382	-102.350600	16.00	23.00	5/21/19 9:07:57 PM	Modificar Ver Eliminar
GEOASK001	21.895342	-102.350650	16.00	23.00	5/21/19 9:08:24 PM	Modificar Ver Eliminar
GEOASK001	21.895386	-102.350720	16.00	23.00	5/21/19 9:08:51 PM	Modificar Ver Eliminar
GEOASK001	21.895430	-102.350730	16.00	23.00	5/21/19 9:09:18 PM	Modificar Ver Eliminar
GEOASK001	0.000000	0.000000	40.00	26.00	5/21/19 8:36:52 PM	Modificar Ver Eliminar
GEOASK001	0.000000	0.000000	15.00	27.00	5/21/19 8:44:40 PM	Modificar Ver Eliminar
GEOASK001	21.895454	-102.350790	15.00	26.00	5/21/19 8:45:07 PM	Modificar Ver Eliminar
GEOASK001	21.895449	-102.350780	15.00	26.00	5/21/19 8:45:34 PM	Modificar Ver Eliminar
GEOASK001	21.895464	-102.350780	15.00	26.00	5/21/19 8:46:01 PM	Modificar Ver Eliminar
GEOASK001	21.895575	-102.350810	15.00	26.00	5/21/19 8:46:28 PM	Modificar Ver Eliminar
GEOASK001	21.895571	-102.350790	15.00	26.00	5/21/19 8:46:54 PM	Modificar Ver Eliminar
GEOASK001	21.895451	-102.350720	15.00	26.00	5/21/19 8:47:21 PM	Modificar Ver Eliminar
GEOASK001	21.895359	-102.350700	15.00	26.00	5/21/19 8:47:48 PM	Modificar Ver Eliminar
GEOASK001	21.895472	-102.350770	15.00	26.00	5/21/19 8:48:15 PM	Modificar Ver Eliminar
GEOASK001	21.895533	-102.350790	15.00	26.00	5/21/19 8:48:42 PM	Modificar Ver Eliminar
GEOASK001	21.895527	-102.350780	15.00	26.00	5/21/19 8:49:09 PM	Modificar Ver Eliminar

Figura 7. Datos enviados a la plataforma RUUYA.

Prototipo

Nuestra primera versión del prototipo se muestra en las figuras 8, 9 y 10.



Figura 8. Vista frontal del dispositivo.



Figura 9. Vista lateral del dispositivo.



Figura 10. Vista interna del dispositivo.

En las figuras 11-15 se muestran los componentes utilizado para el diseño del prototipo.



Figura 11. Modulo GPS NEO-6M

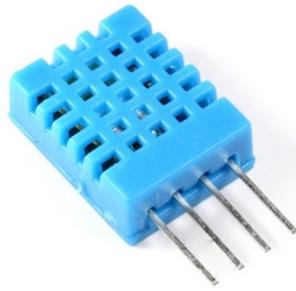


Figura 12. Sensor digital de temperatura



Figura 13. Módulo Gsm SIM900

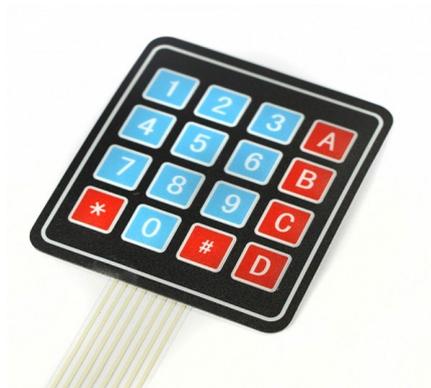


Figura 14. Teclado matricial de membrana



Figura 15. Arduino UNO

Referencias

Grupoei (2018), Medidas para aumentar la seguridad en el transporte de mercancías, publicado el 30 de octubre de 2018 consultado el 24 de mayo de 2019 desde <https://blog.grupoei.com.mx/seguridad-transporte-de-mercancias>

INEGI (2018). Resultados de la cuarta edición de la Encuesta Nacional de Victimización de Empresas (ENVE). Comunicado de prensa núm. 493/18, consultado el 24 de mayo de 2019 desde <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/EstSegPub/enve2018.pdf>

SensiGuard (2019) Reporte Anual: Robo de carga en México 2018, SensiGuard Supply Chain Intelligence Center.

Excelsior (2018). La difícil situación que atraviesa el autotransporte de carga en México, publicado el 3 de noviembre de 2018 consultado el 24 de mayo de 2019 desde <https://www.dineroenimagen.com/actualidad/la-dificil-situacion-que-atraviesa-el-autotransporte-de-carga-en-mexico/104370>

Opazo, M. (2009). Claves para incrementar la seguridad de transportes y mercancías. Publicado el 18/03/2009 consultado el 25/05/2019 desde <http://www.logisticamx.enfasis.com/notas/12392-claves-incrementar-la-seguridad-transportes-y-mercancias>

Toledo, A. (2018). Muestran cifras de ANERP, incremento en robo al autotransporte de carga, publicado del 5/12/2018 consultado el 25/05/2019 desde <http://www.automotores-rev.com/muestran-cifras-de-anerpv-incremento-en-robo-al-autotransporte-de-carga/>

Rojo, T.; Acosta, J.; Guerrero, H. (2018). Seguridad en Logística y Transporte. Seguridad en América. Publicado el 16/05/2018 consultado 25/05/2019 desde <https://www.seguridadenamerica.com.mx/noticias/articulos/15623/seguridad-en-logistica-y-transporte>