

## SISTEMA DE MONITOREO DE TEMPERATURA PARA FRIGORÍFICOS DE FARMACIA

Maximiliano V. Ruiz <sup>a</sup>; Diego N. Sosa <sup>a</sup>; Ricardo A. Korpys <sup>a, b</sup>

<sup>a</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (FI-UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.

<sup>b</sup> GID-IE, FI-UNaM, Juan Manuel de Rosas 325, Oberá, Misiones, Argentina

e-mails: maxi9304@gmail.com, nicososa82@gmail.com, korpys@fio.unam.edu.ar

---

### **Resumen**

Varias especies medicinales deben ser mantenidas entre un rango de temperaturas [2°C - 8°C] para su correcta conservación durante el tiempo hasta que caduque su vencimiento. Debido a los cortes de suministro de energía eléctrica constantemente en la región, y sin tener un personal a cargo que esté controlando permanentemente la temperatura dentro de la cámara frigorífica, es que se ideó este proyecto. Se propone un diseño y desarrollo tecnológico posible, con el fin de alertar al encargado del mantenimiento del frigorífico cuando al menos aumente por encima de cierta temperatura. Este trabajo es realizado en el marco de la materia de Diseño y Proyecto Electrónico de la carrera de Ingeniería Electrónica.

**Palabras Clave** – Temperatura, conservación, comunicación, cámara frigorífica.

## 1. Introducción

La refrigeración es necesaria para la conservación de elementos comestibles, medicinales, etc. De manera que una correcta refrigeración, garantiza una eficiente conservación por un buen período de tiempo. Pero esto requiere de mucho control que puede a veces no llegar a producir la temperatura deseada para su correcto funcionamiento, por varios motivos. Pueden ser energéticos, ambientales, o técnicos. Entonces, es necesario que se requiera un monitoreo que conlleva a conocer la temperatura actual del sistema para poder determinar si es necesario realizar una revisión. Este sistema debe ser simple de leerlo, es decir, que cualquier persona lo pueda entender, accesible desde cualquier punto, no necesariamente tiene que estar en el sistema de refrigeración y eficiente a la hora de avisar si hay una temperatura no deseada ya sea en momentos con energía eléctrica (de la red) o sin energía eléctrica (ante un corte de luz, por ejemplo).

## 2. Metodología

El objetivo principal de este proyecto es diseñar un sistema de monitoreo que visualice la temperatura de un frigorífico para farmacias e implementarlo. A su vez, este sistema no necesariamente debe estar ubicado fijamente cerca del recinto, por lo cual se debe poder monitorear desde cualquier lugar fuera del mismo. Si por alguna razón la temperatura no es la deseada o adecuada para su correcta conservación de las medicinas, el mismo sistema de monitoreo debe contar con un modo de aviso al personal para evitar pérdidas o fallas si llega a ser el caso, de esta manera, el personal puede realizar una revisión y examinar el problema.

A continuación, se presentará un diagrama de bloques, como se observa en la figura, el cual se pretende mostrar el funcionamiento del sistema frigorífico (Fig. 1). En este diagrama se puede observar la medición de la temperatura por medio del sensor de temperaturas digital DS18B20, esta información será procesada por medio del sistema embebido TTGO T-Call V1.3 ESP32 con SIM800L. La comunicación entre el sistema y el usuario se realizará por medio de mensajes de textos SMS (Servicios de Mensajes Cortos) estos mensajes serán enviados por la red GSM (Sistema Global para las Comunicaciones Móviles). Otro medio de comunicación es por medio de un servidor web por medio de wifi (comunicación Inalámbrica entre dispositivos móviles).

A su vez todo el sistema electrónico funciona por medio del módulo TP4056, que le alimenta por un cargador USB. Y ante el corte de suministro de energía eléctrica este módulo provee energía al sistema a través de baterías recargables de Litio.

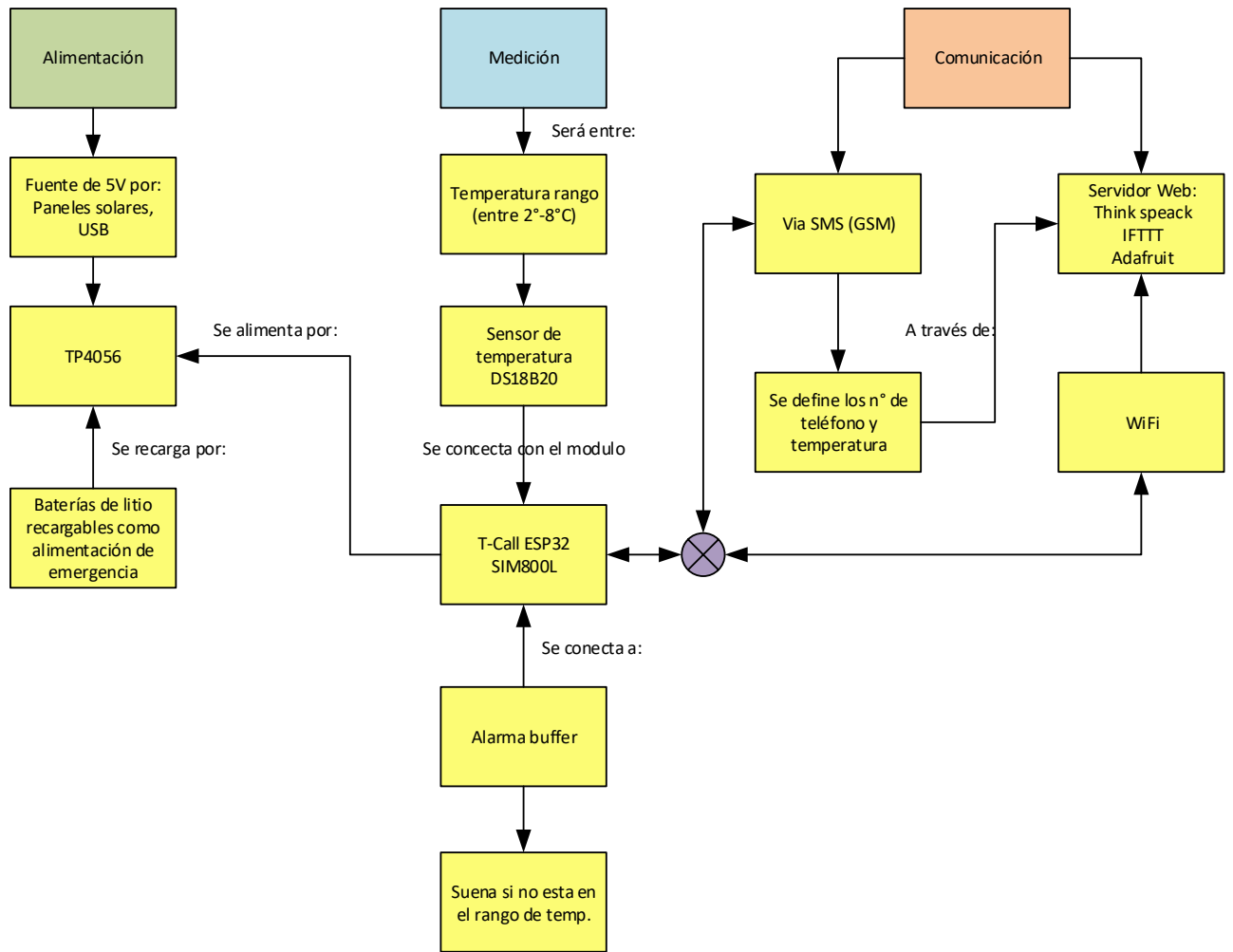


Figura 1- Diagrama de Bloques del Sistema

En el desarrollo del sistema que permite resolver la problemática planteada, se considera lo siguiente:

- Si la temperatura está fuera de rango, el sistema debe tener un sistema de alarma visual y sonoro donde se encuentra instalado el sistema electrónico.
- El sistema debe informar al operador por medio de sistema de mensajes GSM.
- También se debe informar el funcionamiento, en una página web; por medio de wifi y creando un servidor web.
- El operador de la cámara frigorífica, puede mandar un SMS pidiendo la temperatura de funcionamiento.

A partir del problema planteado y las consideraciones indicadas, se obtiene un sistema electrónico conformado por un sistema embebido, que es el módulo TTGO T-Call V1.3 ESP32 con SIM800L, el mismo brinda el servicio de mensajes de texto SMS a través del sistema estándar GSM/GPRS, también posee wifi, Bluetooth, etc.

Este proyecto contará con diferentes partes para su diseño, las partes son:

- Medición de la temperatura
- Alimentación del Sistema
- Sistema de mensajes de texto SMS
- Servidor Web (wifi)

## 2.1. Medición de la temperatura

Como elemento sensor de temperatura, se utilizará un sensor digital del tipo DS18B20, que posee una interfaz digital de comunicaciones. Este chip puede configurarse mediante software para que alerte, mediante un pin digital, que la temperatura descendió de cierto valor. La definición de cadena de frío de las vacunas en Argentina es: Los elementos y actividades necesarios para garantizar la potencia inmunizante de las vacunas desde su elaboración hasta su administración mediante su conservación a temperatura apta o entre  $+2^{\circ}$  y  $+8^{\circ}$  en todo momento.

Para registrar la temperatura dentro de la cámara frigorífica se utilizará un sensor de temperatura digital DS18B20 (Fig. 2). Se explicará y detallará como se utiliza el sensor de temperatura DS18B20 con el ESP32 que se programará con el IDE de Arduino.

El sensor es un sensor de temperatura digital de un solo cable, esto significa que solo requiere de una línea de datos y GND para comunicarse con el ESP32. El sensor puede ser alimentado por una fuente de alimentación externa o puede derivar energía de la línea de datos, llamada modo parasito, lo que elimina la necesidad de una fuente de alimentación externa.

Para poder interactuar con el sensor de temperatura, se debe instalar la biblioteca One Wire y la biblioteca de temperatura de Dallas.

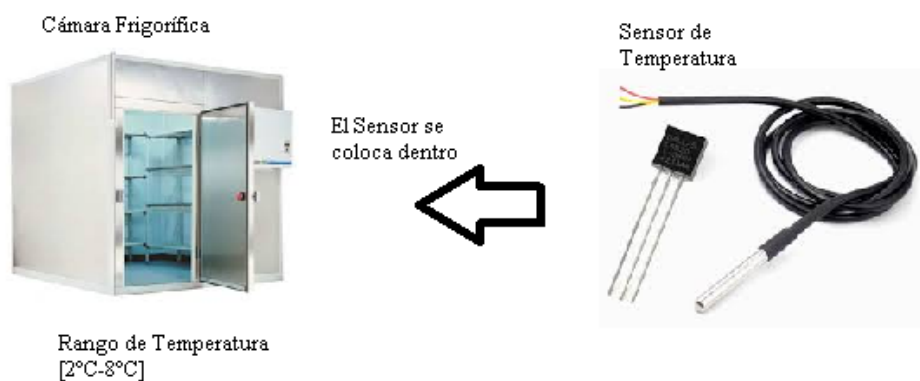


Figura 2- Medición de la Temperatura

### Motivos de falla en la cámara frigorífica

- Olvidar cerrar la puerta de la cámara frigorífica.
- Corte de energía eléctrica.
- Falla del sensor de temperatura.
- Otras.

## 2.2. Alimentación del Sistema

Para alimentar nuestro sistema de monitoreo de frigorífico ante la falla o caída de suministro de energía eléctrica, lo que se propone es utilizar el módulo TP4056. Este módulo utiliza la conexión de micro USB 5V para cargar una batería de Litio/Lipo, con indicación LED. Utiliza el circuito integrado TP4056.

La batería que se va a utilizar son las de tipo Litio recargable 18650.

La alimentación del Sistema de monitoreo se realizará por medio de un cargador de baterías (TP4056). El mismo se alimentará a través de su entrada USB por medio de un cargador conectado a la red eléctrica.

Si se produce el corte de suministro de energía eléctrica, el sistema se abastecerá por medio de baterías de litio recargables. Como método secundario de alimentación al sistema como se aprecia en la figura 3.

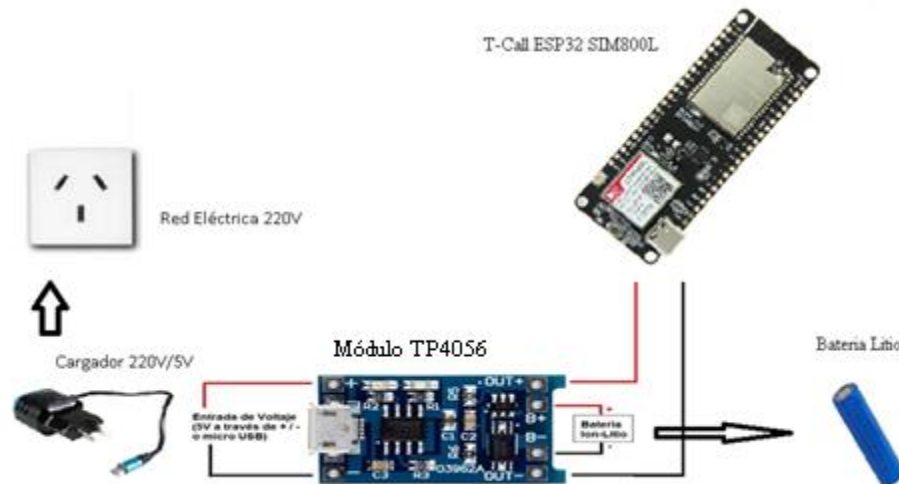


Figura 3- Sistema de Alimentación del sistema

### 2.3 Sistema de mensajes de texto SMS.

Sistema Bidireccional. Sistema Electrónico – Operador. El sistema funcionando dentro del rango. Deberá informar al usuario dicha temperatura, dentro de un tiempo a definir. Para ello no es necesario que el operador responda. Si la temperatura está fuera de rango establecido. Deberá mandar un mensaje GSM al operador informando de lo ocurrido. El operador deberá confirmar la recepción de dicho mensaje. Si no responde el operador, el sistema seguirá enviando mensajes. (Ver Fig.4).

Se puede modificar el número de teléfono y rango de temperaturas, por medio de una página web a través de wifi.

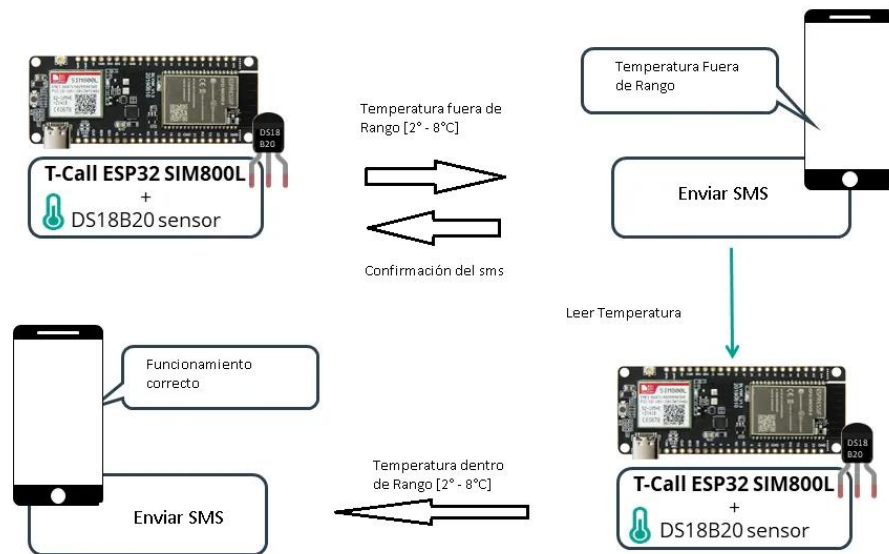


Figura 4- Sistema de Alimentación del sistema

### 2.4 Servidor Web (wifi)

El otro medio es subiendo el dato en la internet (Nube) guardando temporalmente a través de un servidor de manera tal que se pueda observar por medio de cualquier ordenador que esté conectado a dicho servidor. A través de ésta página web se podrá realizar y configurar, algunos parámetros del sistema, como ser el rango de temperaturas de funcionamiento y también se podrá cambiar el número de la tarjeta SIM. Se aclara que este servidor web trabajará con la red local LAN (Local Área Network) del local donde se encuentre la cámara frigorífica.

## 3. Diseño del Sistema Frigorífico

Como se puede apreciar en la figura, se observa el conexionado del sistema. Se puede observar que el sistema es alimentado por cargador USB, dicho cargador se conecta a la red eléctrica 220 V. El cargador se conecta al módulo TP4056.

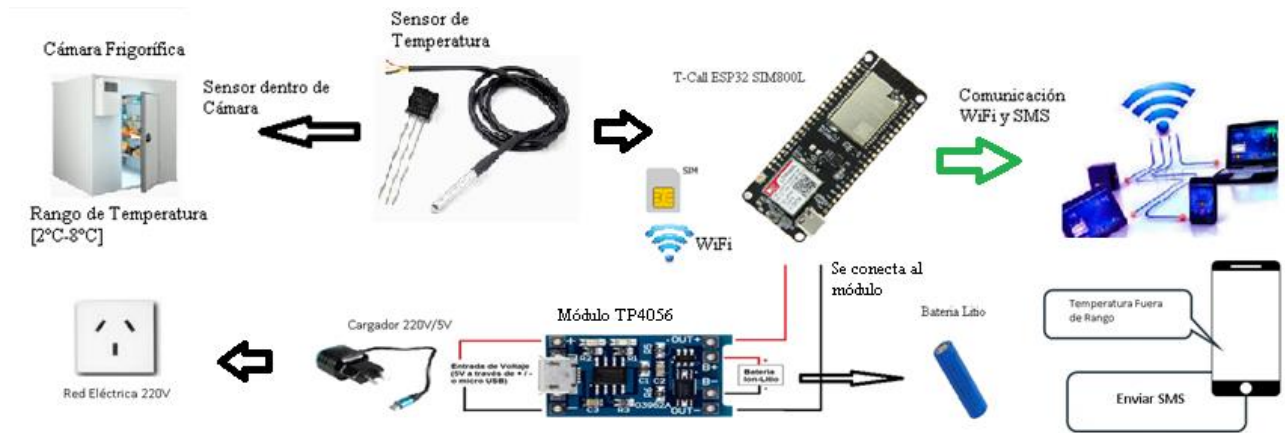


Figura 5- Esquema de conexión General

Como se puede apreciar en la figura 5, se tiene un esquema de conexión general de todo el sistema. El sensor de temperatura va depositado dentro de la cámara frigorífica. El sistema se comunica con el usuario por medio de mensajes de textos SMS y por medio del servidor web. El sistema se alimenta con el cargador USB, conectado a la red eléctrica.

#### 4. Conclusiones

Ante el proyecto planteado, se analizó la problemática, se investigó y se determinó la manera de resolverlo e implementarlo de la manera más eficiente, aplicando los conocimientos adquiridos de la carrera de ingeniería electrónica. Se tuvieron en cuenta la disposición de los componentes y módulos electrónicos; teniendo en cuenta también el factor económico.

Esta es la primera parte del proyecto. Falta implementarlo, hacer pruebas, tanto en la programación (software) como en la parte física, conexión del circuito electrónico (hardware).

#### 5. Agradecimientos

Un agradecimiento especial al Ing. Ricardo A. Korpys que es el responsable de la materia de Proyecto y Diseño Electrónico, y a la misma vez es el tutor de nuestro proyecto; por la disposición de su tiempo y conocimientos.

## 6. Referencias

- [1] <https://randomnerdtutorials.com/esp32-ds18b20-temperature-arduino-ide/>
- [2] <https://github.com/Xinyuan-LilyGO/LilyGo-T-Call-SIM800L>
- [3] <https://randomnerdtutorials.com/esp32-sim800l-send-text-messages-sms/>
- [4] [https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-771684954-nodemcu-esp32-wroom-wifi-bluetooth-32bits-domotica-ubot-\\_JM?quantity=1#position=8&type=item&tracking\\_id=bf400a2c-c7f0-450f-846a-41075854a527](https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-771684954-nodemcu-esp32-wroom-wifi-bluetooth-32bits-domotica-ubot-_JM?quantity=1#position=8&type=item&tracking_id=bf400a2c-c7f0-450f-846a-41075854a527)
- [5] [https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-683287062-cargador-baterias-lithiolipo-18650-cprotector-tp4056-pdiy--\\_JM?quantity=1#position=1&type=item&tracking\\_id=6959ea76-d673-43d9-8392-f699feec89e5](https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-683287062-cargador-baterias-lithiolipo-18650-cprotector-tp4056-pdiy--_JM?quantity=1#position=1&type=item&tracking_id=6959ea76-d673-43d9-8392-f699feec89e5)
- [7] <https://www.arduino.cc/en/main/software>
- [8] <https://github.com/milesburton/Arduino-Temperature-Control-Library>
- [9] <https://github.com/PaulStoffregen/OneWire>
- [10] <https://github.com/vshymanskyi/TinyGSM>