



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE MÓDULO PARA VISUALIZAR POR MEDIO DE TOUCH SCREEN, PC Y DISPOSITIVOS MÓVILES CURVAS CARACTERÍSTICAS DE SENSORES DE TEMPERATURA EN EL RANGO DE 0 A 200 °C, PARA EL LABORATORIO DE CIRCUITOS ELECTRÓNICOS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA”

CONTENIDO

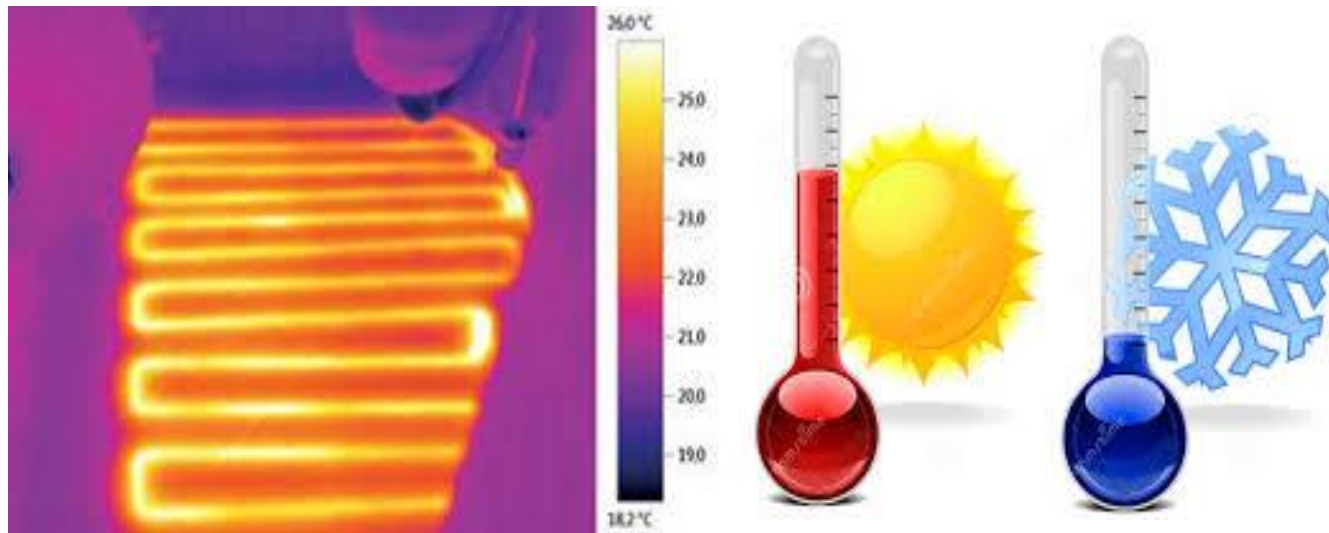
- INTRODUCCIÓN.
- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.
- SENSORES DE TEMPERATURA.
- SISTEMA DE CALEFACCIÓN.
- SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.
- SISTEMA DE CONTROL.
- SISTEMA DE POTENCIA.
- SISTEMA DE COMUNICACIÓN.
- DISEÑO DE HMI.
- PRUEBAS REALIZADAS.
- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.



INTRODUCCIÓN

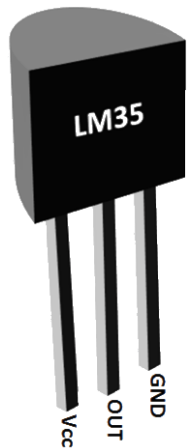
Popularmente la temperatura es relacionada a los conceptos de frío y calor. Algo es más caliente si presenta una mayor temperatura, o está más frío si se presenta una disminución en la temperatura.

En la realidad la física define a la temperatura como una **magnitud escalar**.



DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

El presente proyecto consiste en el diseño y construcción de un módulo generador de temperatura controlada entre 0 y 200°C, para ilustración de curvas características mostradas en una TFT Touch Screen (LCD gráfico), PC y Dispositivos Móviles utilizando señales de sensores de temperatura.



SENSORES DE TEMPERATURA.

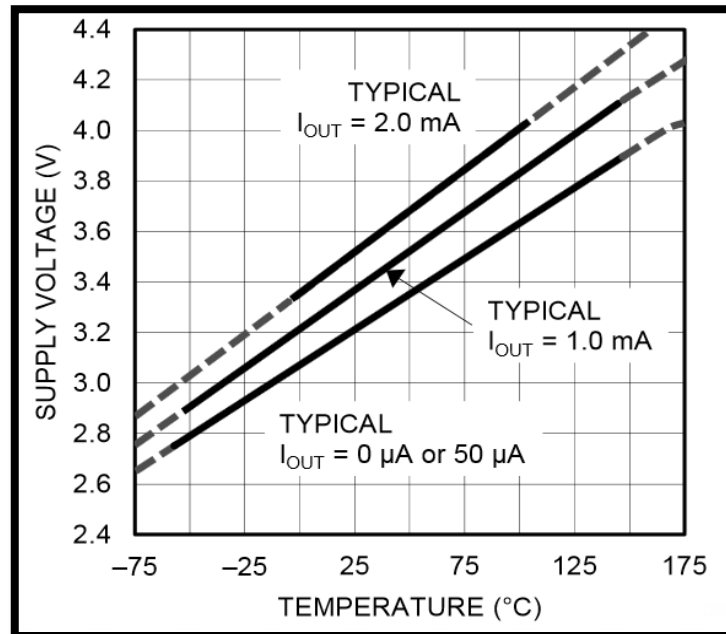
LM35

- Es un sensor de temperatura con una precisión calibrada de 1°C y un rango que abarca desde -55° a $+150^{\circ}\text{C}$.
- La salida es lineal y equivale a $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ por lo tanto:

$$+1500\text{mV} = 150^{\circ}\text{C}$$

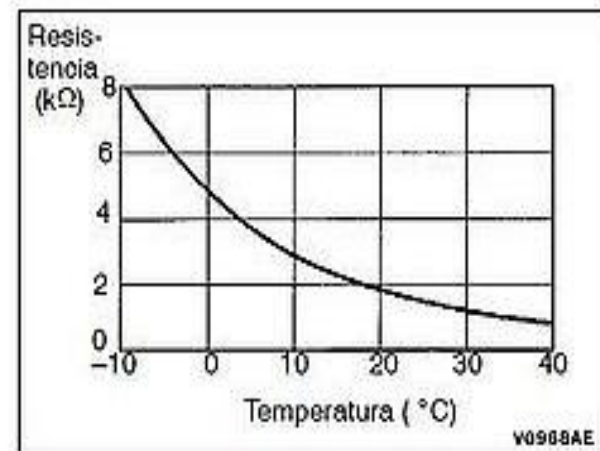
$$+250\text{mV} = 25^{\circ}\text{C}$$

$$-550\text{mV} = -55^{\circ}\text{C}$$



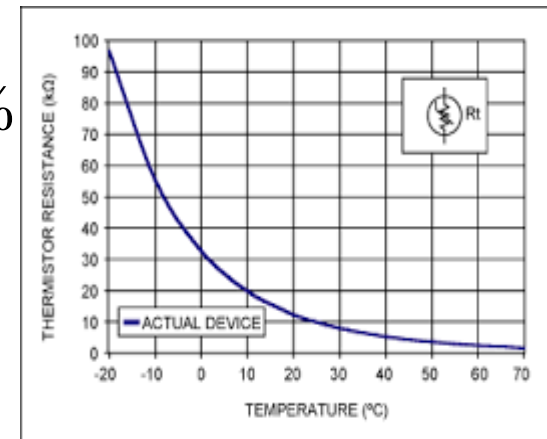
SENSORES DE TEMPERATURA. TERMISTOR 1K Ω .

- Estos termistores tienen un coeficiente de temperatura negativo.
- Es aplicado en medición de la temperatura, detección y control, compensación de temperatura en electrónica industrial y de consumo.
- Rango de temperatura de funcionamiento: -40 °C a +125 °C.
- Tolerancia en R_{25} : ± 2 , ± 3 , ± 5 %



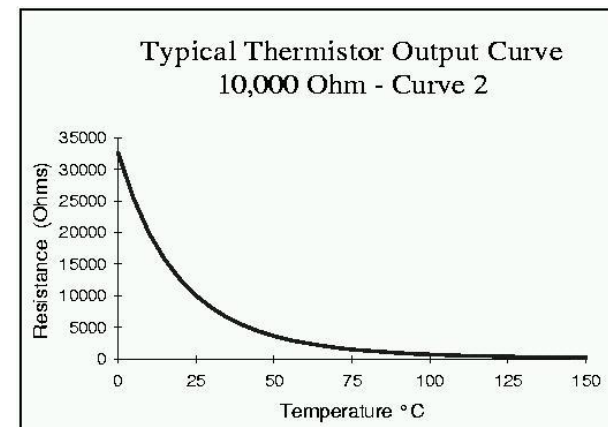
SENSORES DE TEMPERATURA. TERMISTOR 5K Ω .

- Estos termistores están hechos de material cerámico NTC.
- Se usa en medición de la temperatura, detección y control en aplicaciones industriales, de consumo y telecomunicaciones.
- Rango de temperatura de funcionamiento: -40 °C a +125 °C.
- Tolerancia en R_{25} : ± 1 , ± 2 , ± 3 , ± 5 %



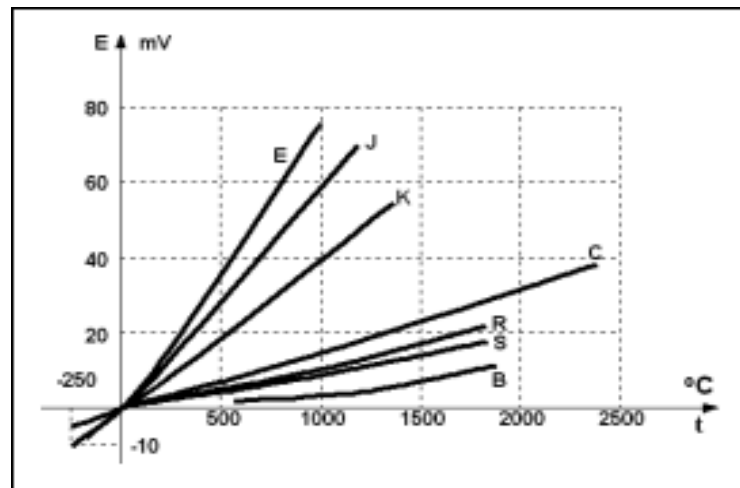
SENSORES DE TEMPERATURA. TERMISTOR 10K Ω .

- Estos termistores tienen un coeficiente de temperatura negativo.
- Es aplicado en medición de la temperatura, detección y control, compensación de temperatura en electrónica industrial y de consumo.
- Rango de temperatura de funcionamiento: -40 °C a +125 °C.
- Tolerancia en R_{25} : ± 2 , ± 3 , ± 5 %



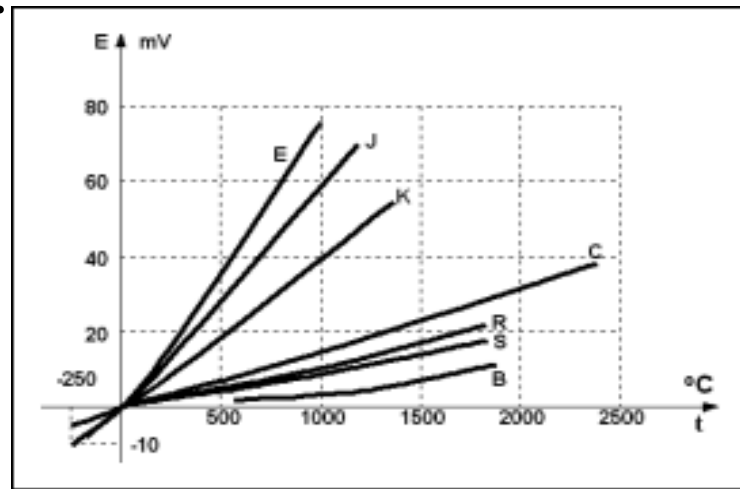
SENSORES DE TEMPERATURA. TERMOCUPLA TIPO J.

- Las termocuplas tipo J se usan principalmente en la industria .
- La termocupla J tiene un cable positivo de aleación (hierro), cable negativo de aleación (cobre/níquel)
- Rango de temperatura de -180 a 750 °C a un voltaje máximo de 4.2v.
- Tolerancia: ± 0.5 °C.



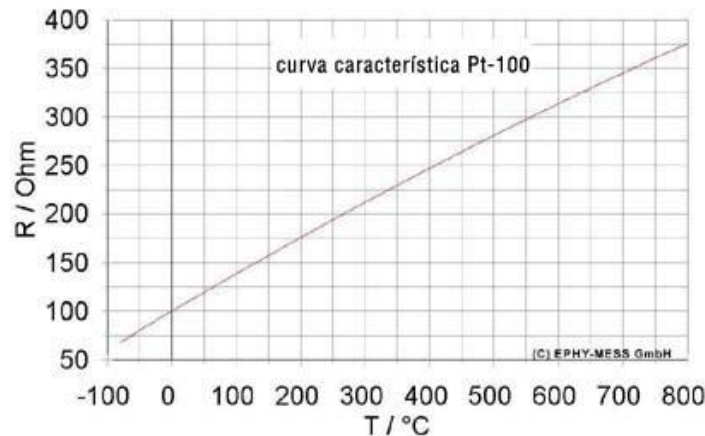
SENSORES DE TEMPERATURA. TERMOCUPLA TIPO K.

- La termocupla K se usa típicamente en fundición y hornos a temperaturas menores de 1300 °C.
- La termocupla K tiene un cable positivo de aleación (níquel/cromo), cable negativo de aleación (níquel/aluminio).
- Rango de temperatura de -180 a 1300 °C a un voltaje máximo de 54.8v.
- Tolerancia: +/- 0.5°C.



SENSORES DE TEMPERATURA. PT100.

- Consiste en un alambre de platino que a 0 °C tiene 100 ohms y que al aumentar la temperatura aumenta su resistencia eléctrica.
- El sensor consiste en un arrollamiento muy fino de platino bobinado entre capas de material aislante y protegido por un material cerámico.
- Destacan por tener mejor linealidad, más rapidez y mayor margen de temperatura de -200°C a 800°C.



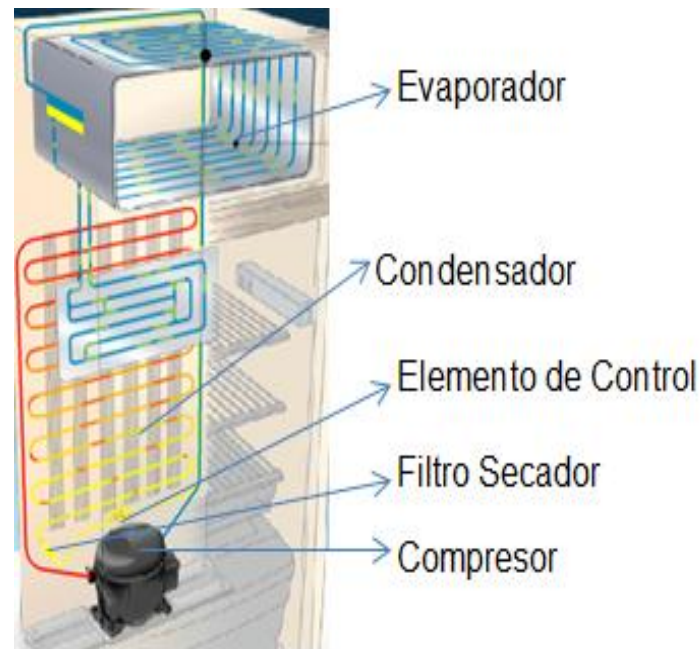
SISTEMA DE CALEFACCIÓN.

- Se usó una resistencia calefactora de 2200W a 110V la cual se fabricó con tubería Incoloy (súper-aleaciones), que están hechas con base de níquel.
- Tiene características que incluyen gran resistencia a la corrosión en ambientes acuosos, excelente fuerza y resistencia a la oxidación en altas temperaturas.



SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.

- Para este sistema utilizamos módulos Peltier y un sistema de refrigeración adicional que nos ayuda alcanzar temperaturas bajas hasta 0°C , el mismo que consta de las siguientes partes.



SISTEMA DE CONTROL.

- Este sistema nos ayuda con la adquisición de datos de cada uno de los sensores en la tarjeta STM32F4, mediante el uso de dispositivos acondicionadores como el MAX 31865 para RTD, MAX31855J - MAX31855K para Termocuplas, mientras para termistores y LM35 ingresan de forma directa a la tarjeta.
- Debemos tener en cuenta que en este sistema se realiza la transmisión y recepción de datos hacia los otros sistemas.



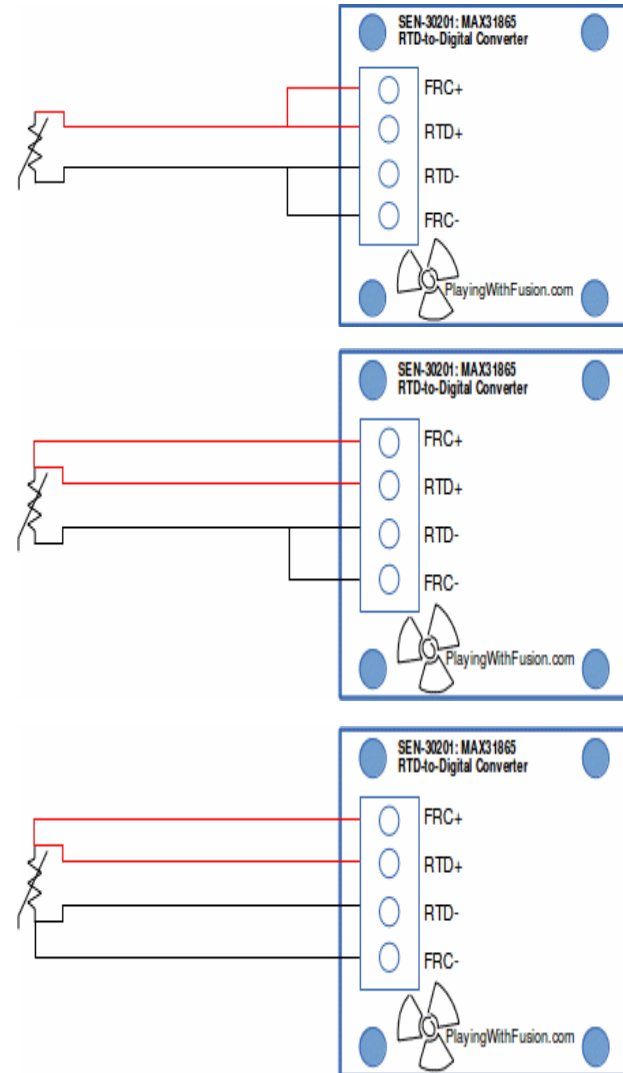
TARJETA STM32F4.

- 1 Mbyte de memoria flash.
- 192KBytes de RAM
- Oscilador RC
- Alimentación por una sola fuente de 1.8V a 3.6V.
- Puede operar a una velocidad de 168MHz.
- Pines I / O multiplexadas con muchos periféricos internos.
- USB OTG HS / FS.
- Ethernet.
- Comunicación serial.



MAX 31865 PARA RTD.

- El MAX31865 es un convertidor de resistencia a digital fácil de usar, optimizado para los detectores de temperatura de resistencia de platino (RTD). Una resistencia externa ajusta la sensibilidad para la RTD y un ADC de precisión convierte la relación de la resistencia de RTD a la resistencia de referencia en forma digital.



MAX31855J - MAX31855K PARA TERMOCUPLAS.

- Estos dispositivos realizan la compensación de junta fría y digitaliza la señal de una termocupla tipo K, J.
- Los datos se emiten en una forma de 14 bits, SPI.
- Tiene una resolución de 0.25 °C.
- Exhibe una precisión de ± 2 °C.
- El dispositivo incluye hardware de acondicionamiento de señal para convertir la señal del termopar en un voltaje compatible con los canales de entrada del ADC.

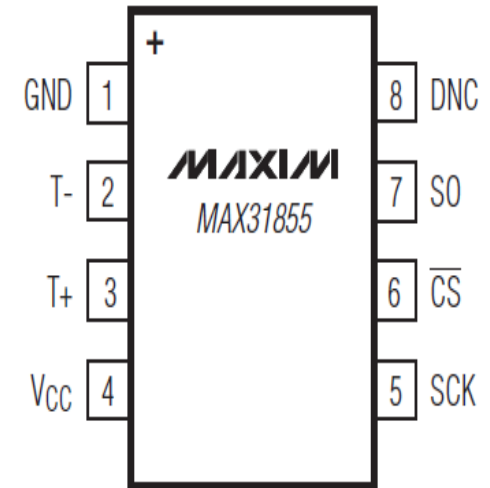


DIAGRAMA DE BLOQUES PARA ADQUISICIÓN DE DATOS.

- Recolección de datos PT100 y Termocuplas.

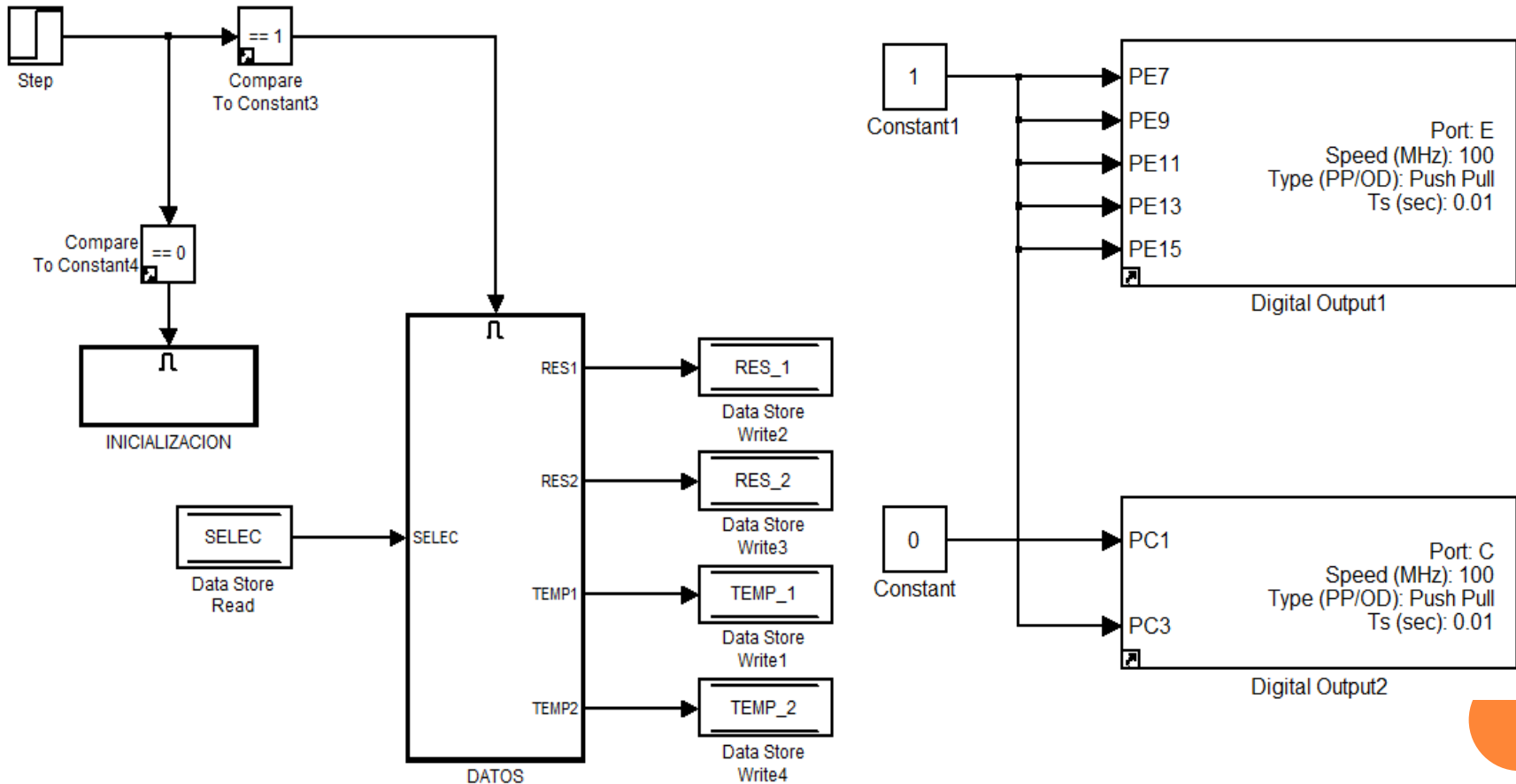
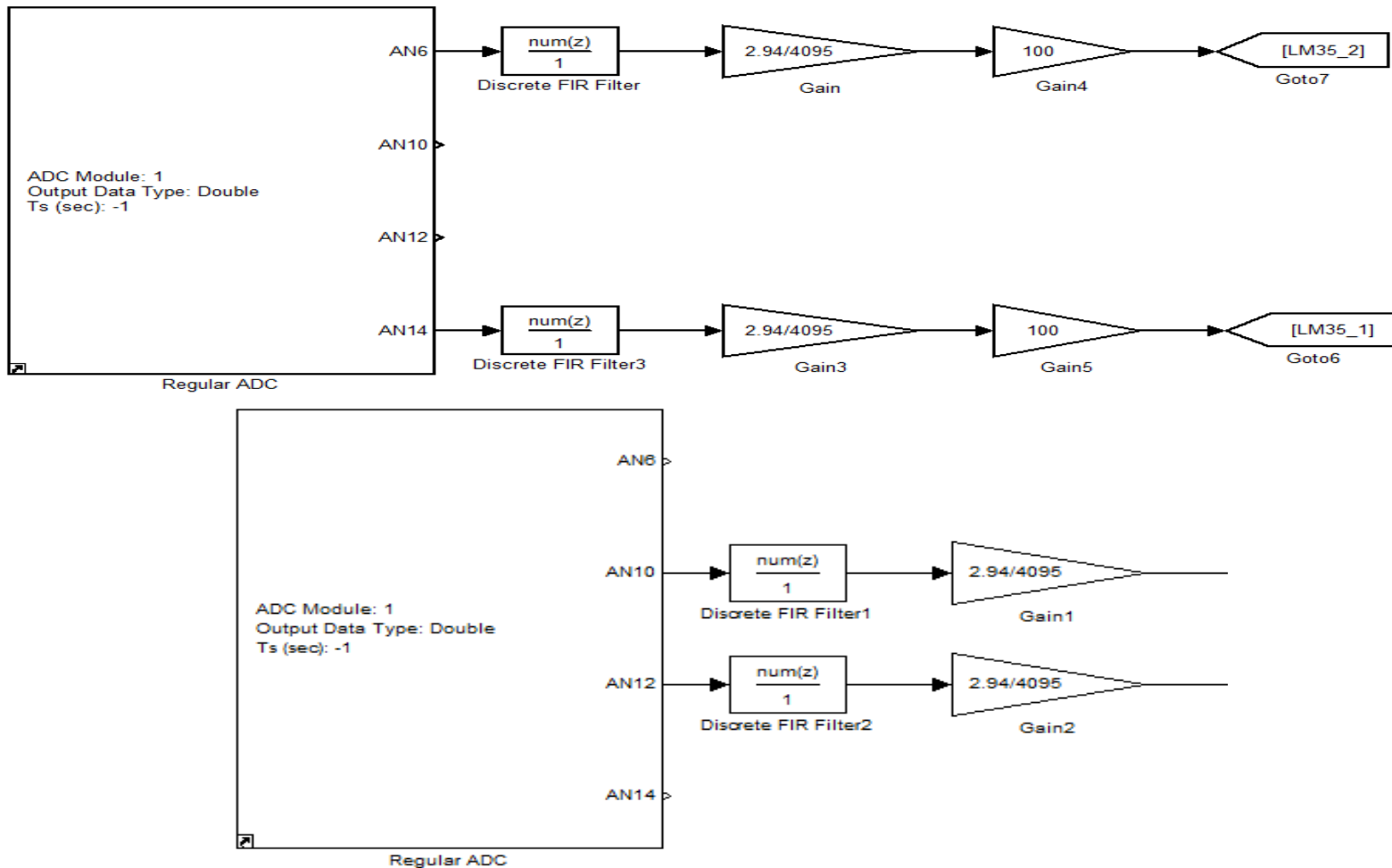
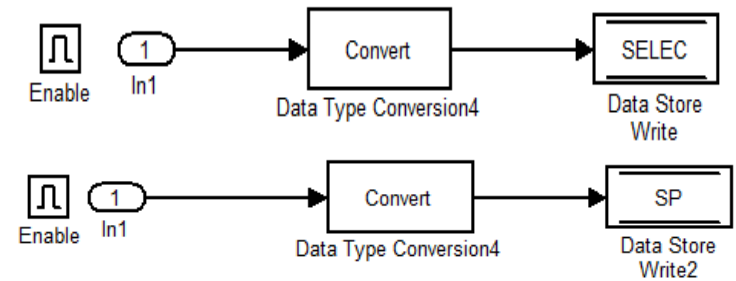
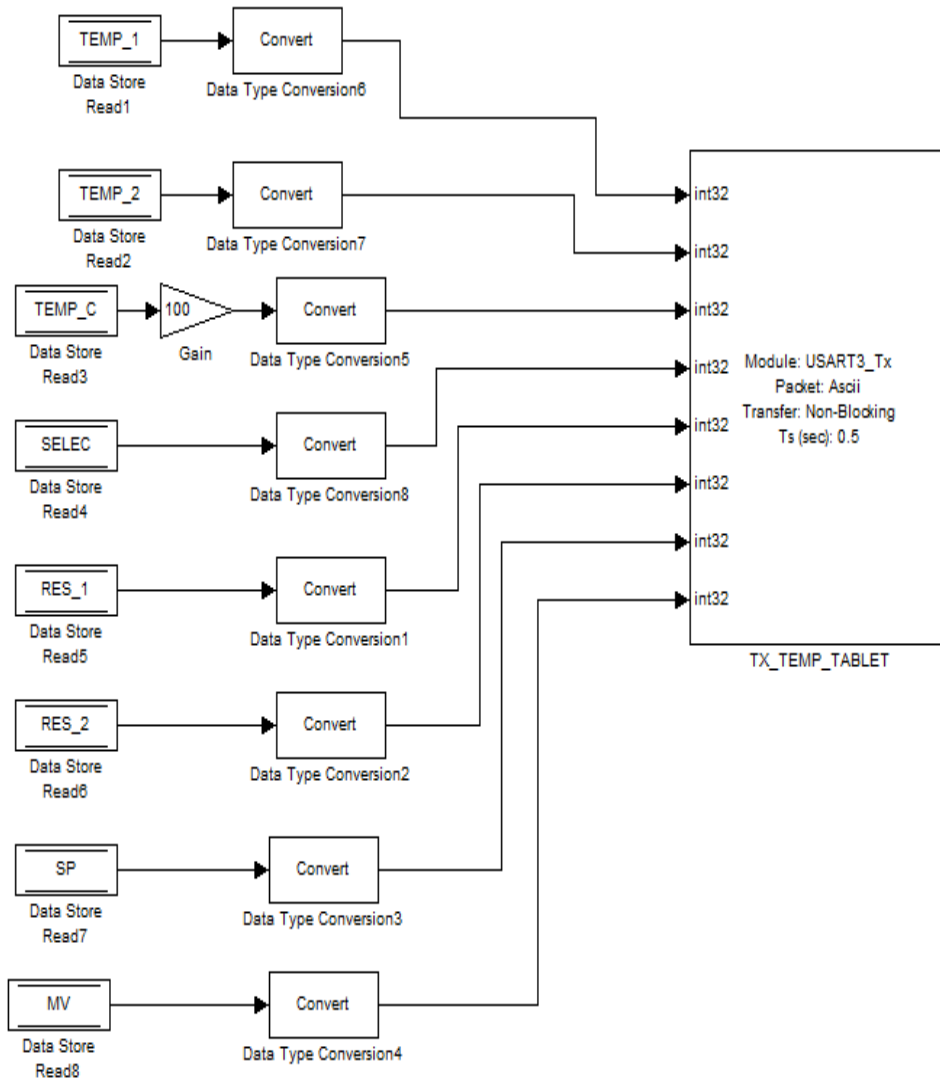


DIAGRAMA DE BLOQUES PARA ADQUISICIÓN DE DATOS.

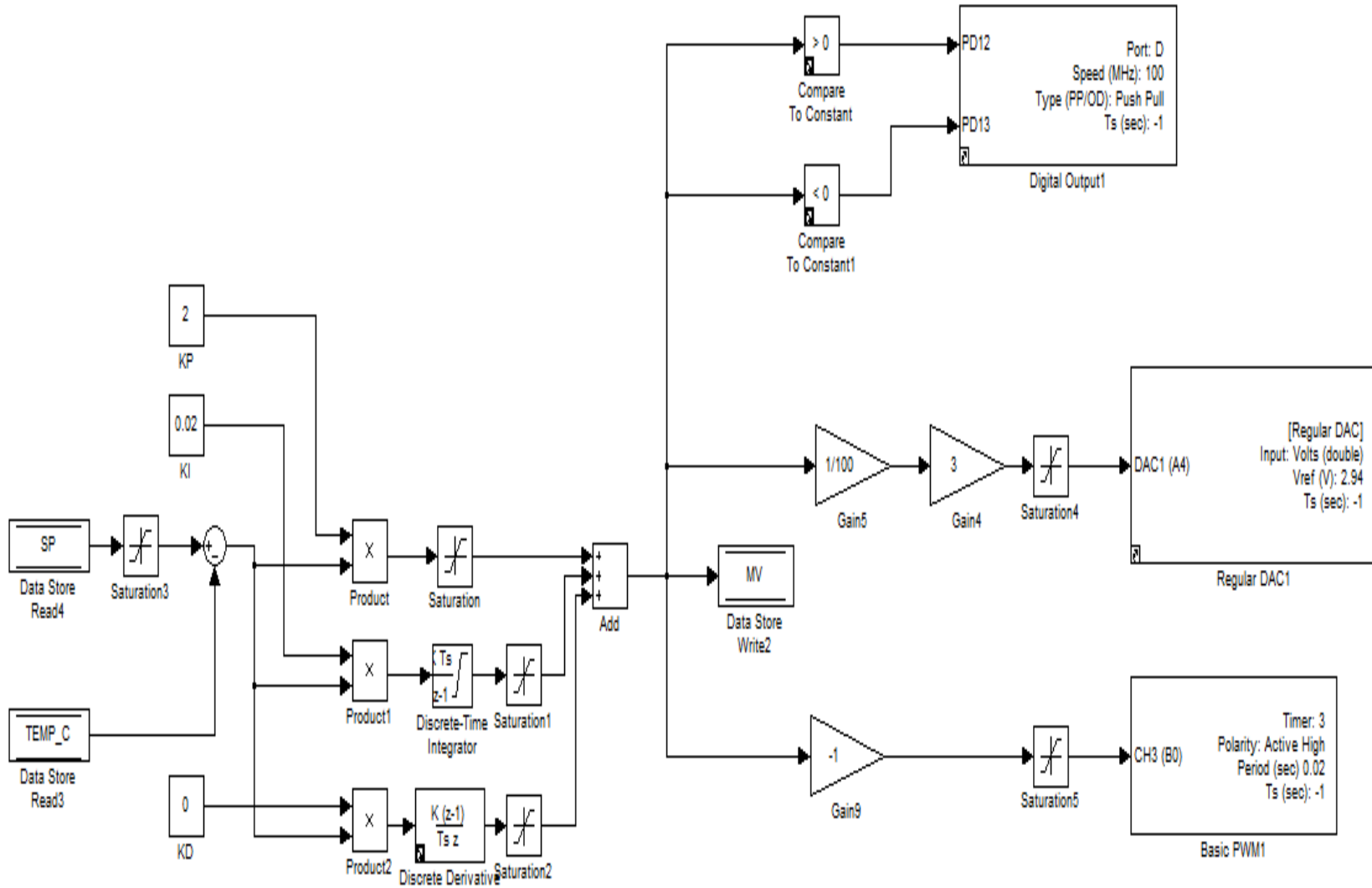
- Recolección de datos LM35 y Termistores.



TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN DE DATOS

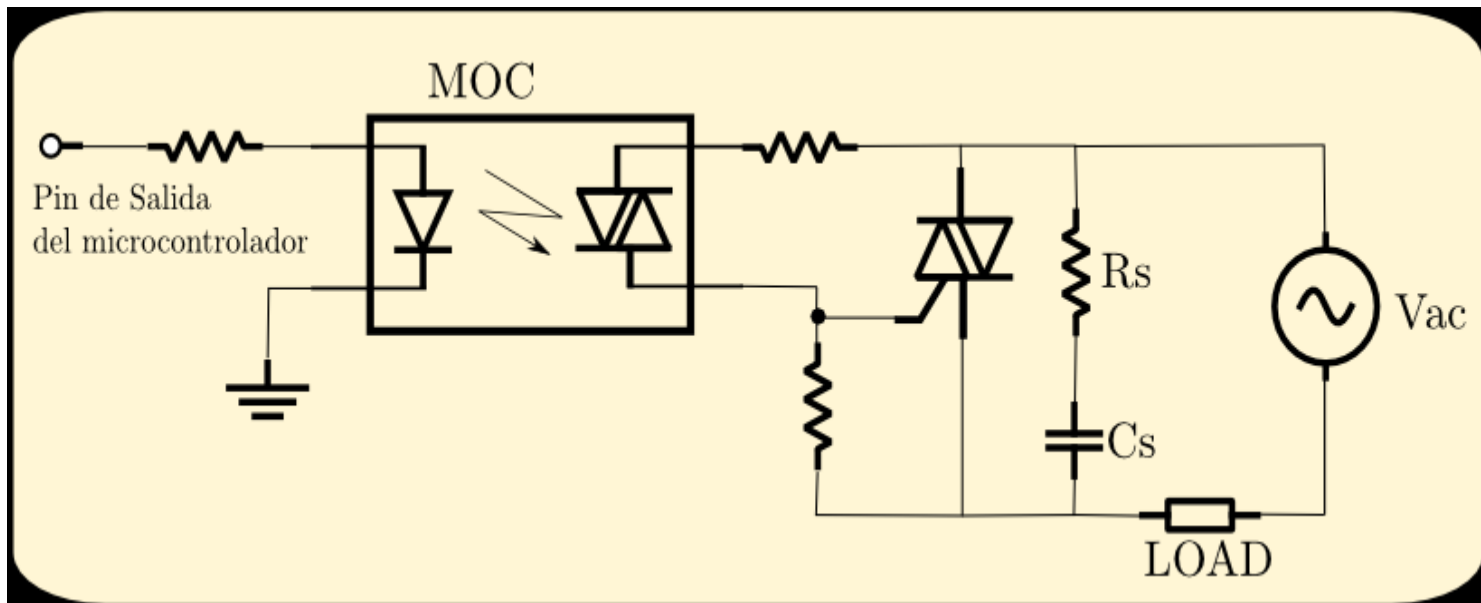


CONTROL PID.



CONTROL DE POTENCIA.

- Se diseñó un control de fase que nos permite obtener una corriente de 20 A, la misma que sirve para la activación de la niquelina cuando este control recibe una señal de referencia desde la tarjeta STM32F4.



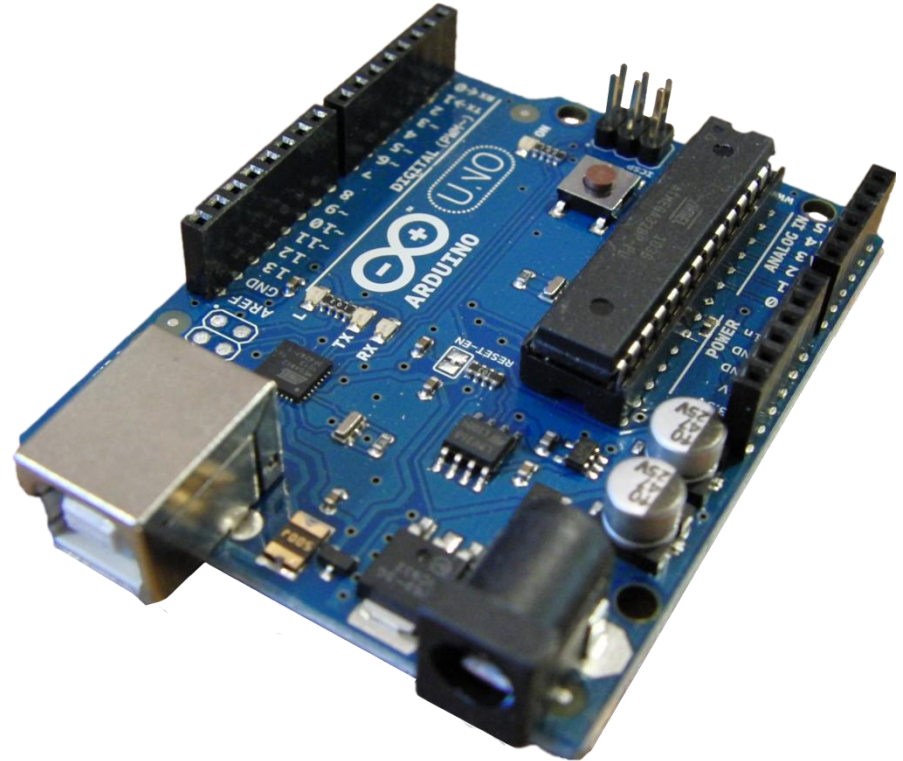
SISTEMA DE POTENCIA.

- Para activar el sistema de refrigeración usamos un Módulo de Relés 2 Canales 5 V con Optoacoplador Genérico, este se activa directamente sin ninguna señal de control como ayuda adicional a los módulos Peltier.



SISTEMA DE COMUNICACION ETHERNET.

- El arduino adquiere los datos del puerto serial de la Tarjeta STM32F4 y transmite esos mismos datos a travez de Ethernet a LabVIEW, esto se desarrolla inicializando la variable **SPI Ethernet**, declarar la **MAC** de Ethernet.



SISTEMA DE COMUNICACION ETHERNET.

```
EthernetServer server(23);  
  
boolean alreadyConnected = false; // whether or not the client was  
  
void setup() {  
    // initialize the ethernet device  
    //Ethernet.begin(mac, ip, gateway, subnet);  
    Ethernet.begin(mac);  
    // start listening for clients  
    server.begin();  
    // Open serial communications and wait for port to open:  
    Serial.begin(19200);  
    sendDataSS.reserve(30);  
    sendDataS.reserve(30);  
    sendDataEE.reserve(30);  
    sendDataE.reserve(30);  
}
```

```
void loop() {  
    // wait for a new client:  
    EthernetClient client = server.available();  
    if (borrar==0){  
        // Serial.flush();  
    }  
  
    if (client) {  
        if(Serial.available()>0){  
            borrar=1;  
            inCharS = Serial.read(); // Read a character  
            while(inCharS!=10){  
                sendDataS+=(char)(inCharS);  
                inCharS = Serial.read();  
            }  
            sendDataSS=sendDataS;  
            sendDataS="";  
        }  
  
        //sendDataSS="Hola"+String(borrar,DEC);  
        if(borrar=1){  
            client.println(sendDataSS);  
            delay(500);  
        }  
        borrar=0;  
    }  
}
```



SISTEMA DE COMUNICACION WIFI.

- La acción **rxSerialData** lo que hace es recibe los datos la tarjeta por el puerto serial y transmite estos mismos datos al dispositivo móvil.

```
public class MyServer {
    Thread m_objThread;
    ServerSocket m_server;
    String m_strMessage;
    String rxSerialData;
    int eAct=0;
    DataDisplay m_dataDisplay;
    Object m_connected;
    int cont=0;
    int stop=0;
    String strMessage="";

    public MyServer () {
    }

    public void rxData(String data, int env){
        rxSerialData=data;
        eAct = env;
    }
}
```



DISEÑO HMI TOUCH SCREEN.

- En el diseño del HMI relacionamos cada variable global y vectores con cada uno de los elementos gráficos que componen nuestra interfaz gráfica.



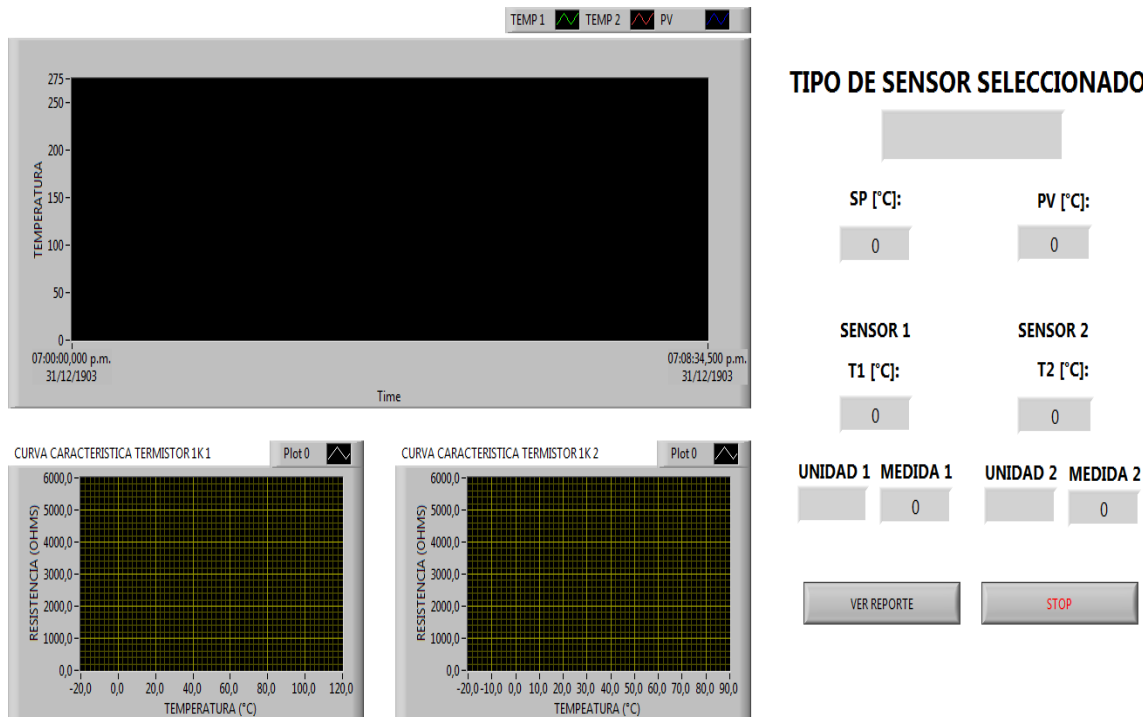
DISEÑO HMI DISPOSITIVO MÓVIL.

- Tener en consideración que en este HMI no podemos seleccionar el tipo de sensor y el SP porque es solo una pantalla de visualización.



DISEÑO HMI PC.

- En la realización del HMI en la PC por red Ethernet, el programa se efectuó en LabVIEW teniendo esta la característica de solo recibir datos desde la tarjeta de control.

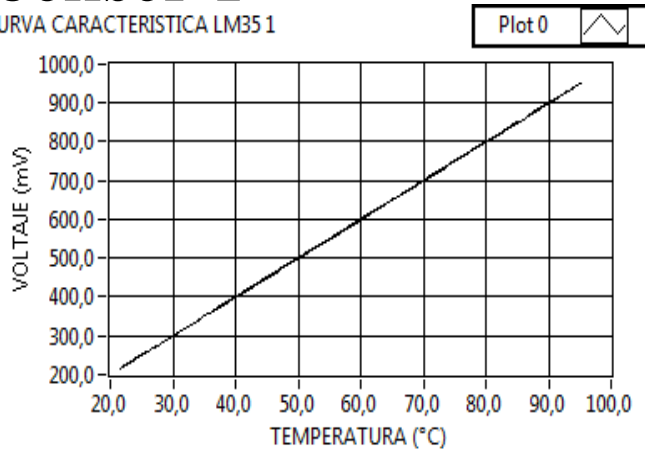


PRUEBAS REALIZADAS

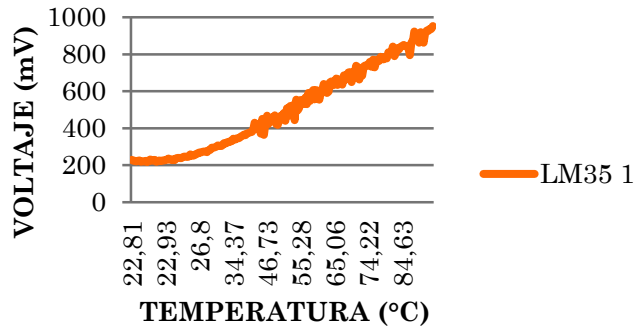
LM35.

Sensor 1

CURVA CARACTERISTICA LM35 1

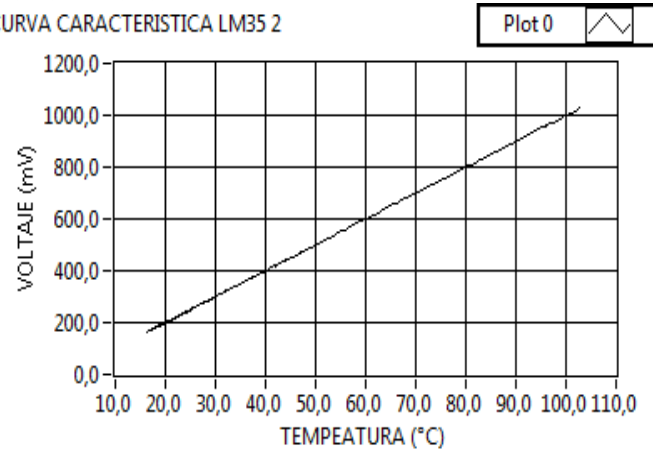


LM35 1

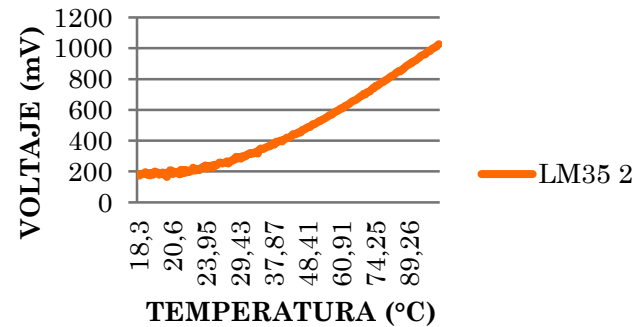


Sensor 2

CURVA CARACTERISTICA LM35 2



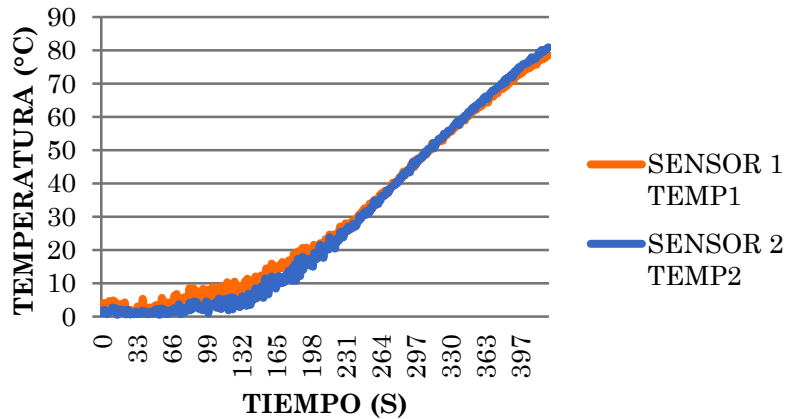
LM35 2



PRUEBAS REALIZADAS

LM35.

LM35



Dispersigrama

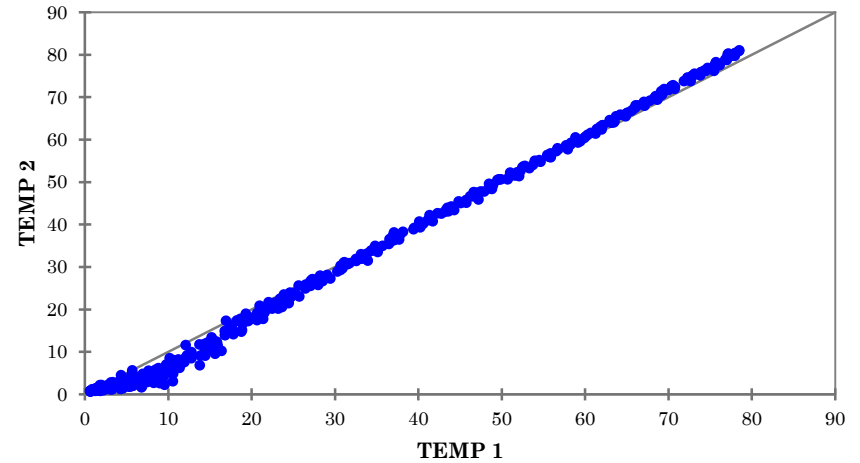
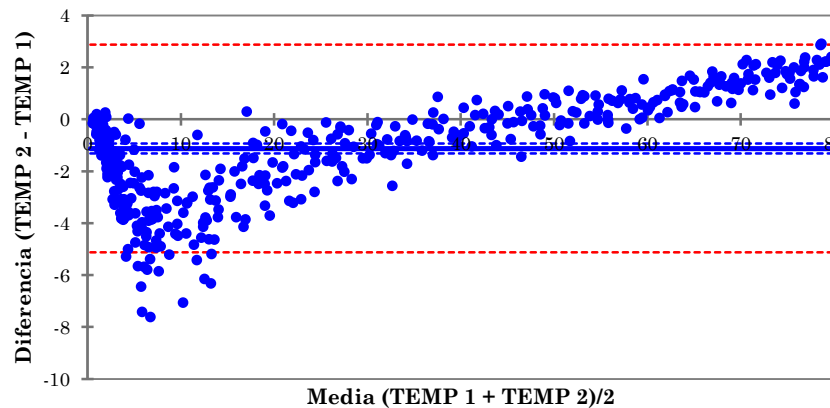


Gráfico de Bland y Altman



— Bias - - - - IC Bias (95%) - - - - IC (95%)

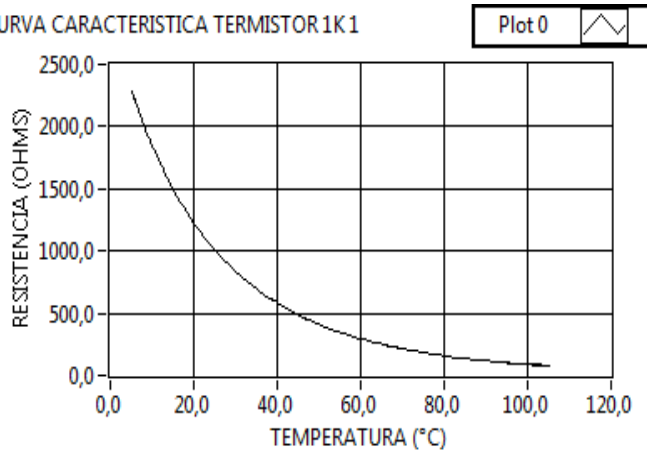


PRUEBAS REALIZADAS

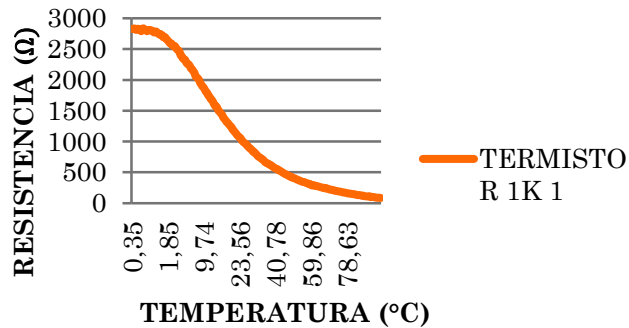
TERMISTOR 1K Ω .

Sensor 1

CURVA CARACTERISTICA TERMISTOR 1K 1

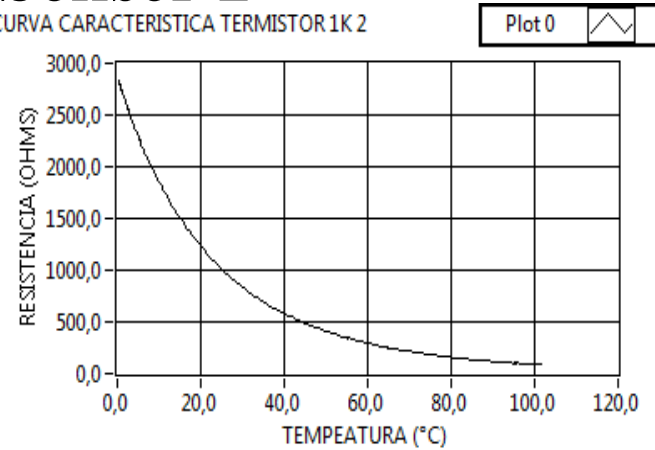


TERMISTOR 1K 1

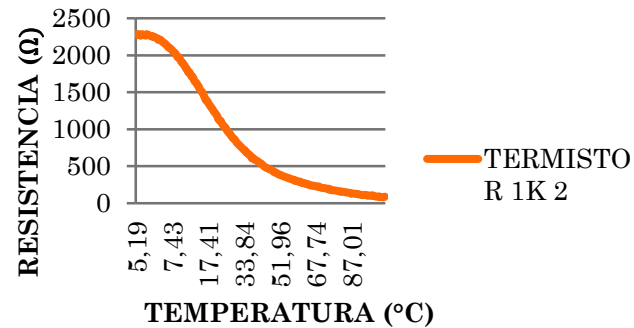


Sensor 2

CURVA CARACTERISTICA TERMISTOR 1K 2



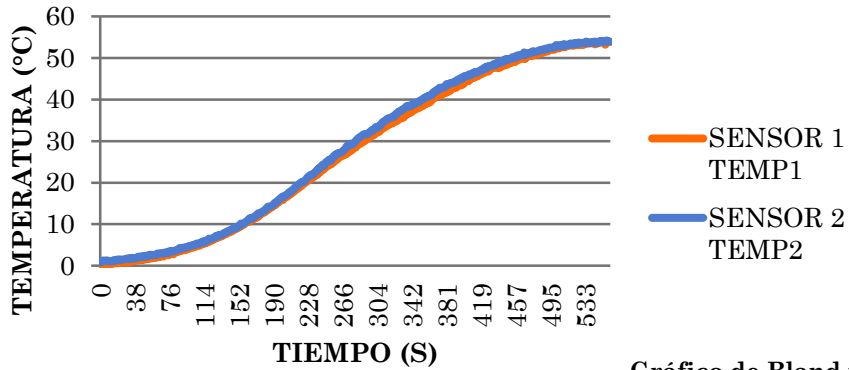
TERMISTOR 1K 2



PRUEBAS REALIZADAS

TERMISTOR 1KΩ.

TERMISTOR 1KΩ



Dispersigrama

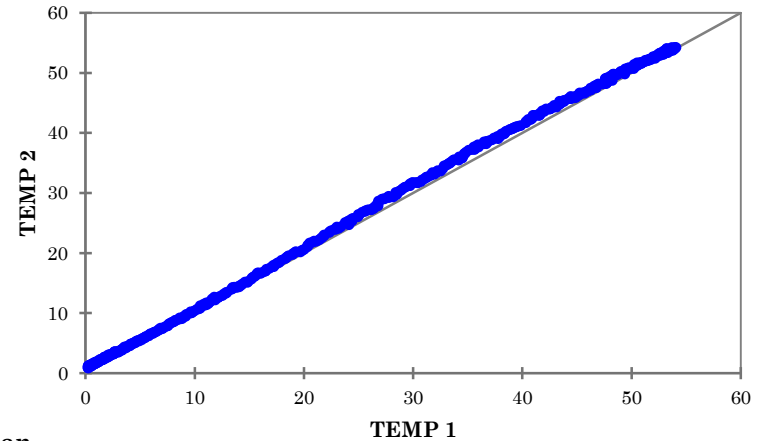
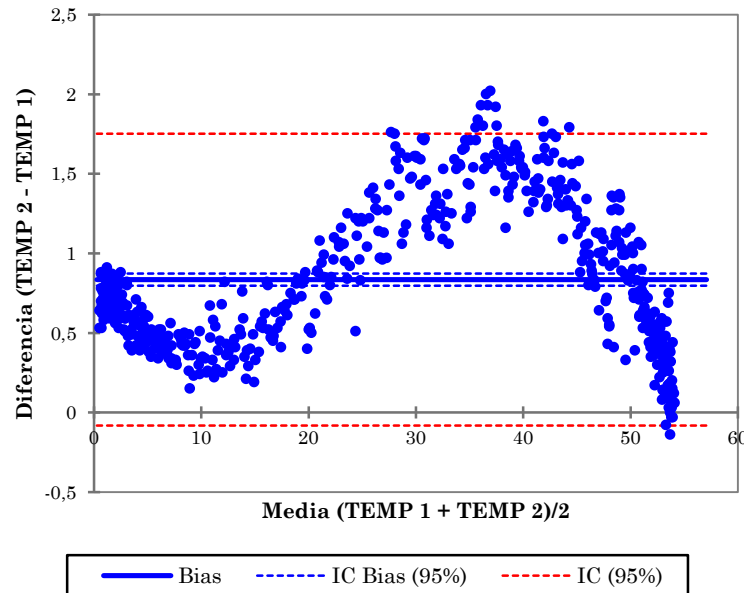


Gráfico de Bland y Altman

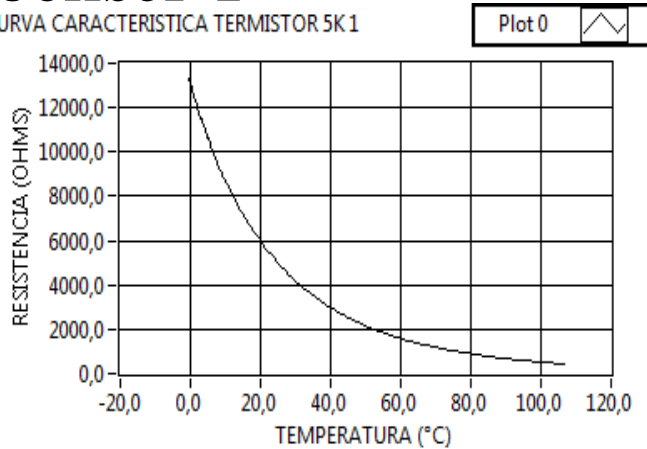


PRUEBAS REALIZADAS

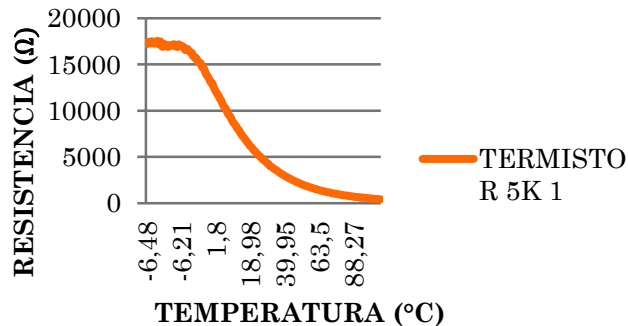
TERMISTOR 5KΩ.

Sensor 1

CURVA CARACTERISTICA TERMISTOR 5K 1

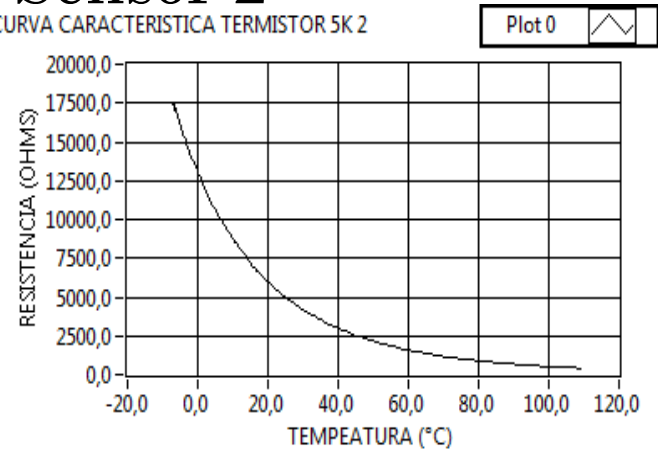


TERMISTOR 5K 1

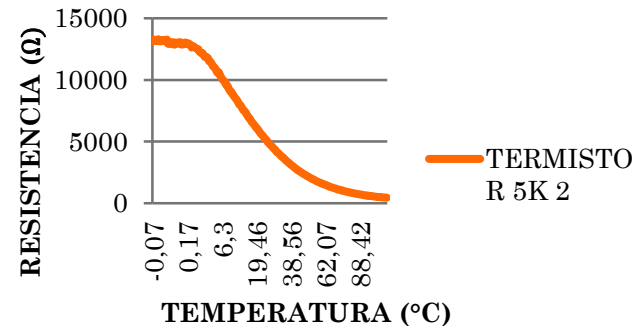


Sensor 2

CURVA CARACTERISTICA TERMISTOR 5K 2



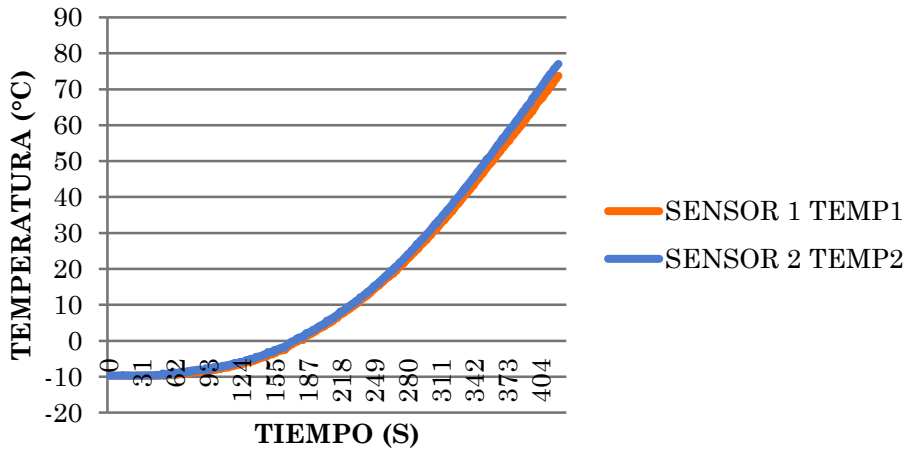
TERMISTOR 5K 2



PRUEBAS REALIZADAS

TERMISTOR 5KΩ.

TERMISTOR 5KΩ



Dispersigrama

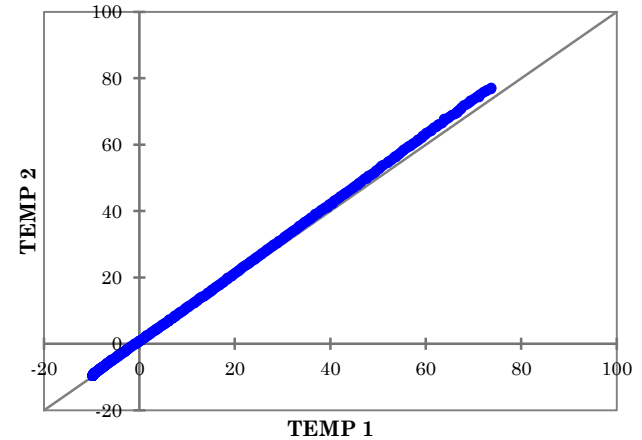
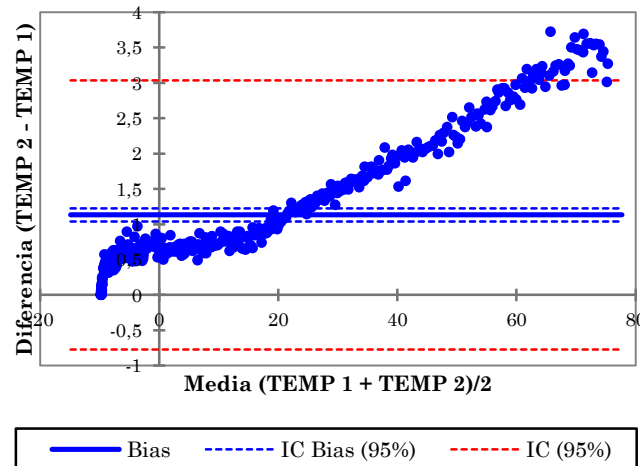


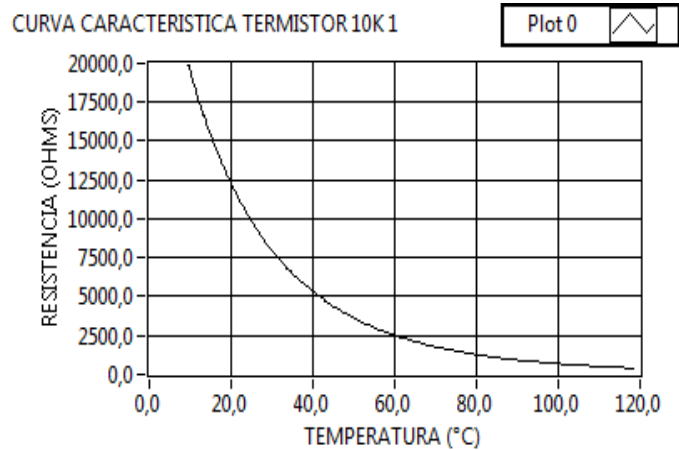
Gráfico de Bland y Altman



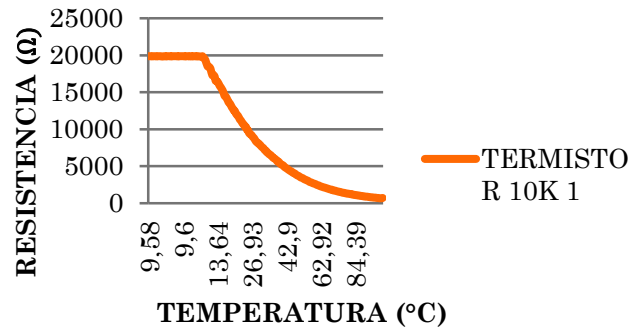
PRUEBAS REALIZADAS

TERMISTOR 10KΩ.

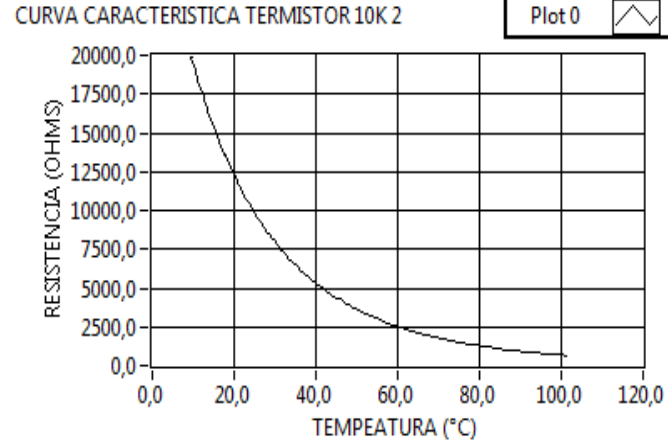
Sensor 1



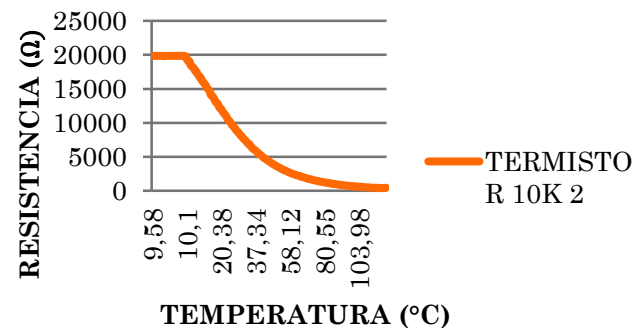
TERMISTOR 10K 1



Sensor 2



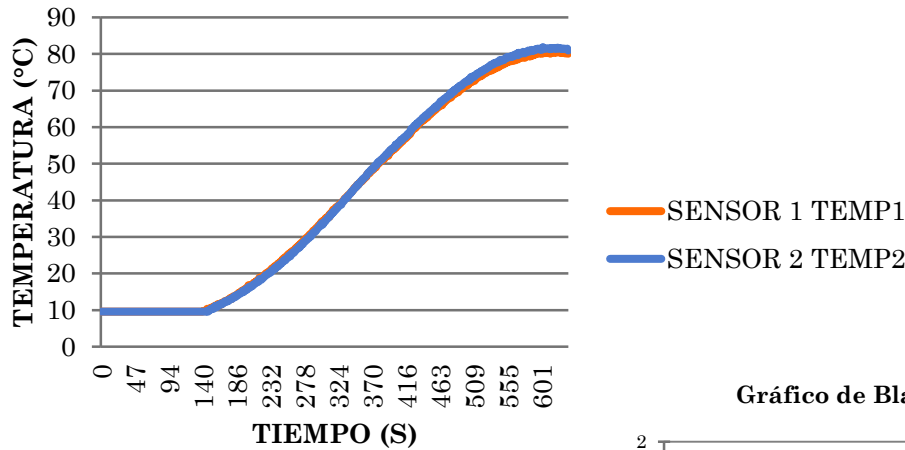
TERMISTOR 10K 2



PRUEBAS REALIZADAS

TERMISTOR 10KΩ.

TERMISTOR 10KΩ



Dispersigrama

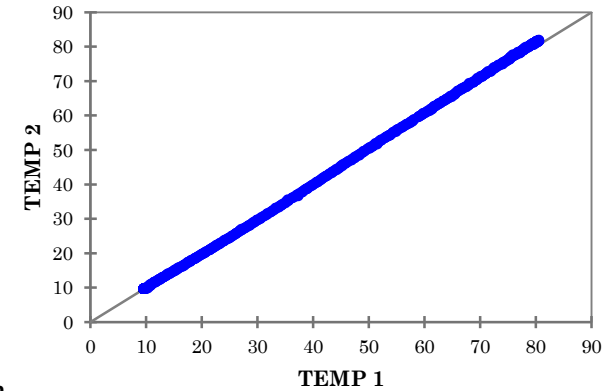
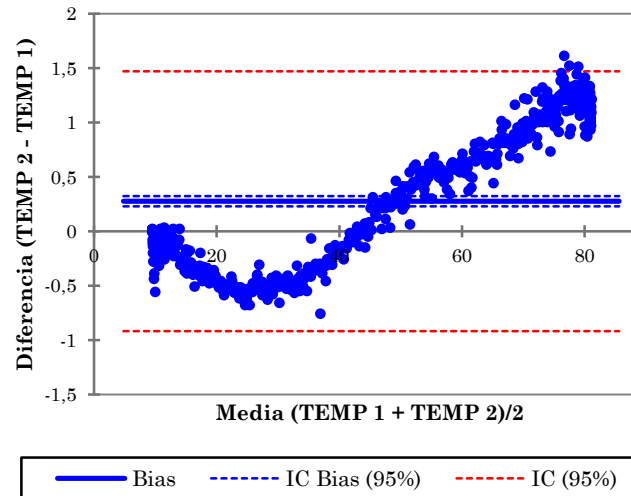
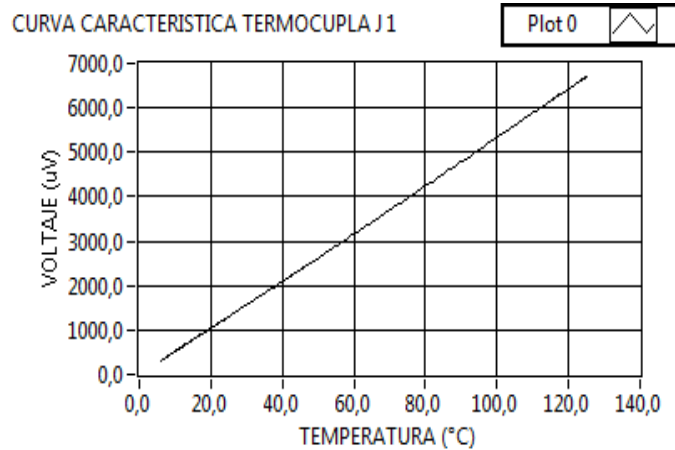


Gráfico de Bland y Altman

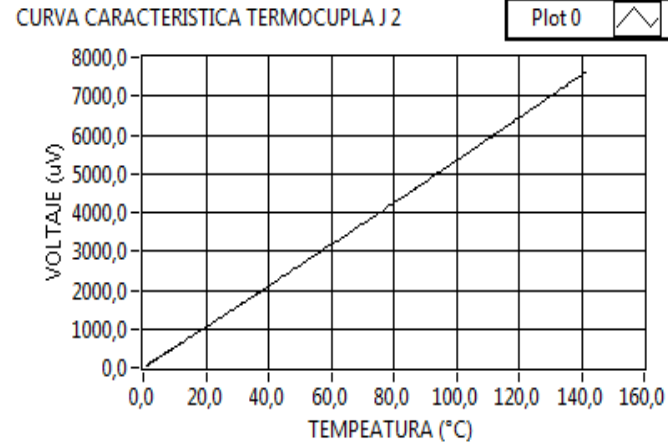


PRUEBAS REALIZADAS

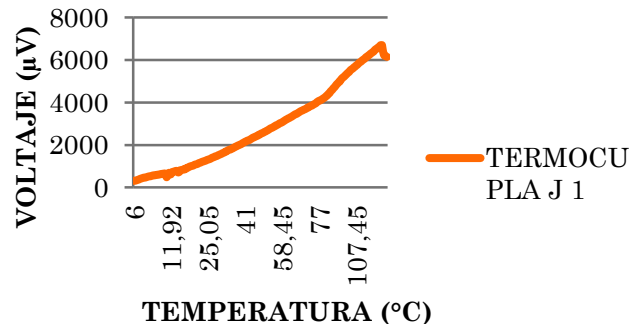
TERMOCUPLA TIPO J. Sensor 1



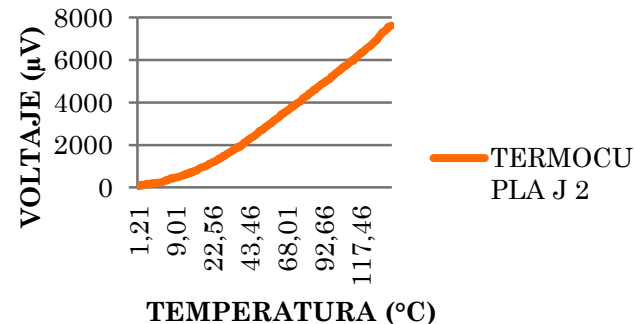
Sensor 2



TERMOCUPLA J 1



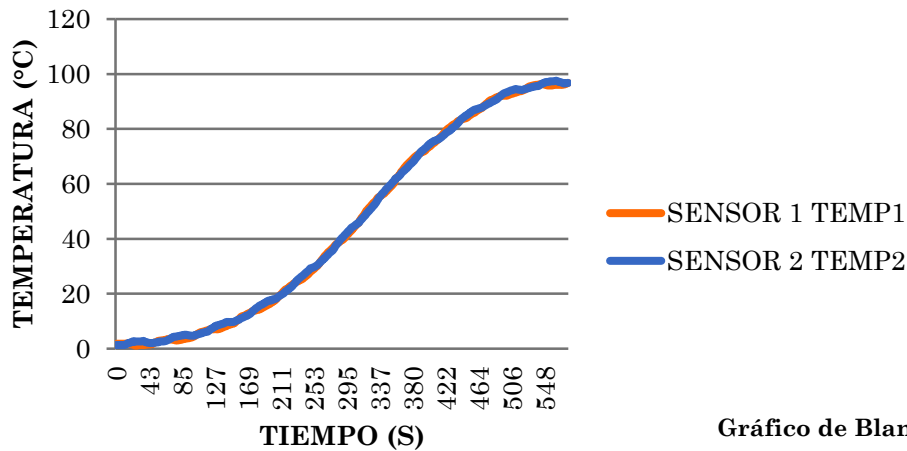
TERMOCUPLA J 2



PRUEBAS REALIZADAS

TERMOCUPLA TIPO J.

TERMOCUPLA J



Dispersigrama

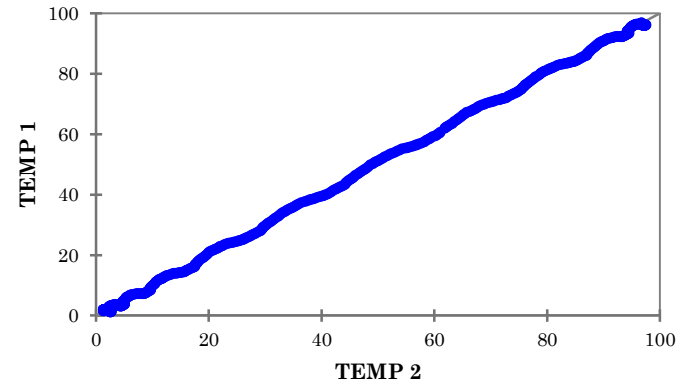
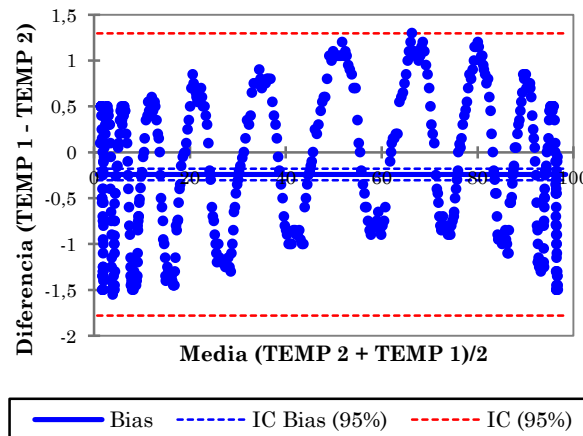


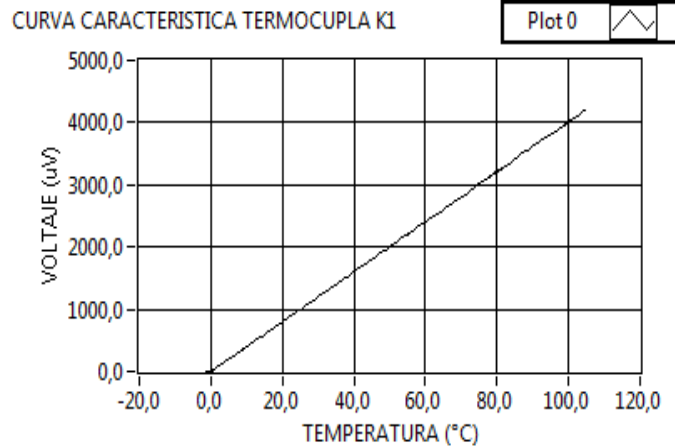
Gráfico de Bland y Altman



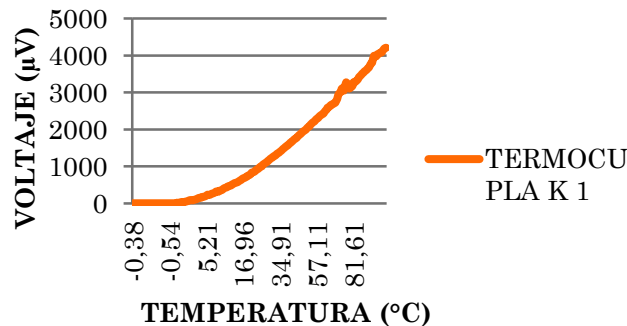
PRUEBAS REALIZADAS

TERMOCUPLA TIPO K.

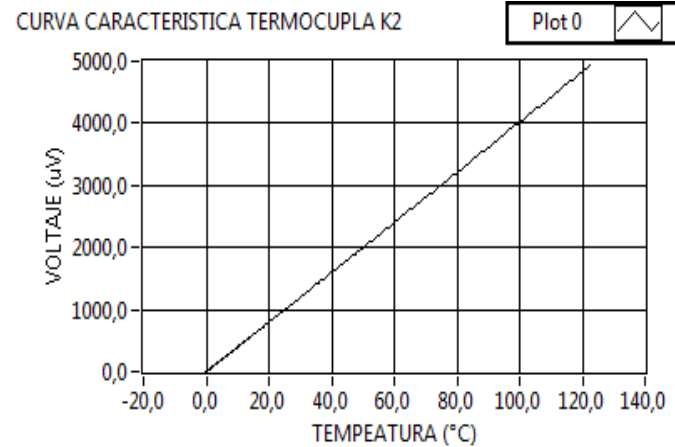
Sensor 1



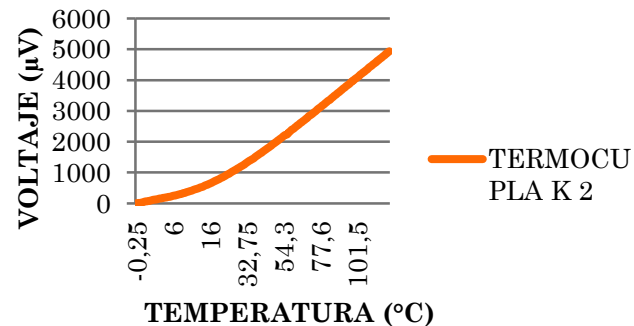
TERMOCUPLA K 1



Sensor 2



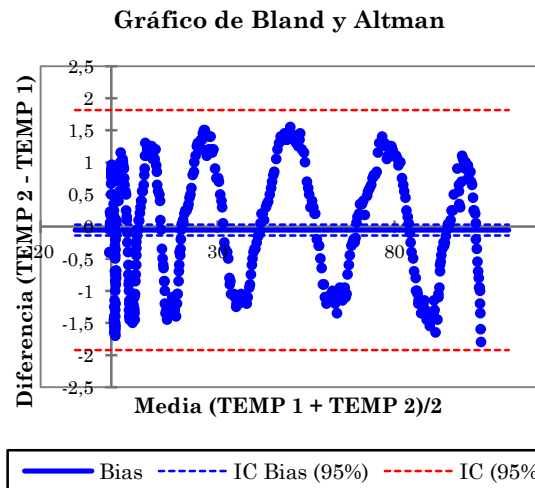
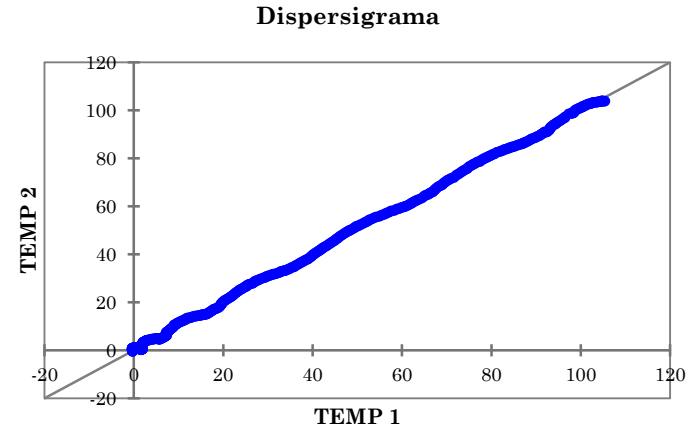
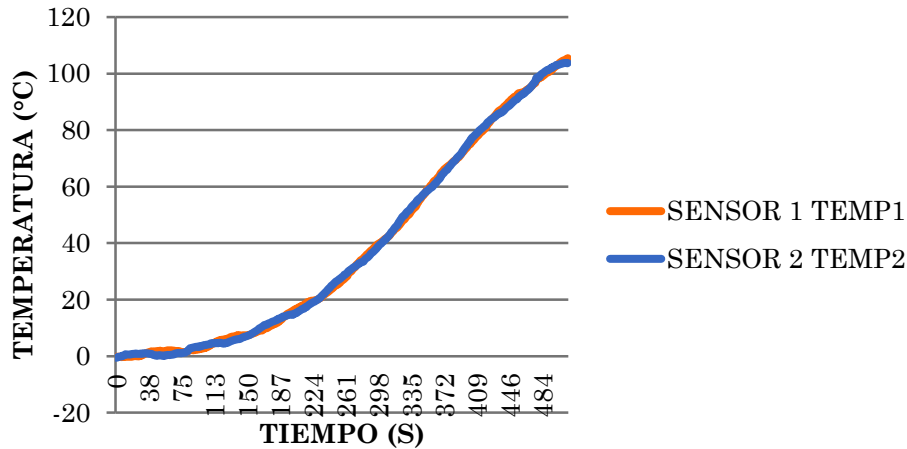
TERMOCUPLA K 2



PRUEBAS REALIZADAS

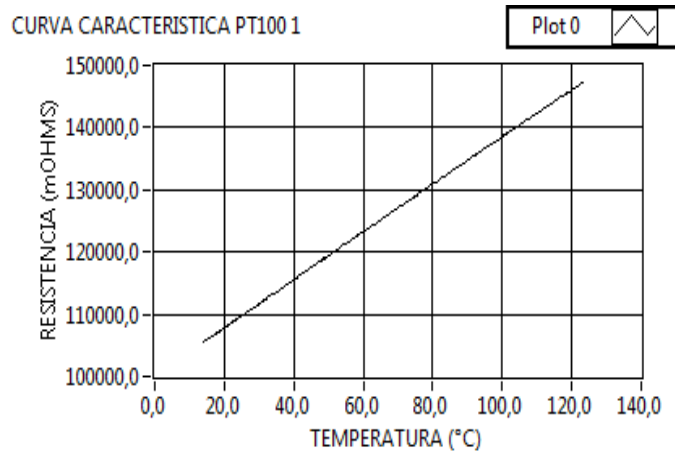
TERMOCUPLA TIPO K.

TERMOCUPLA K

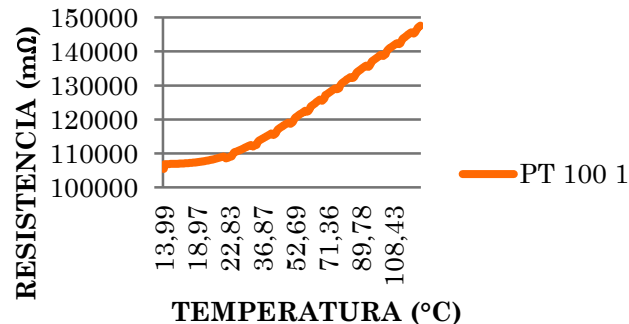


PRUEBAS REALIZADAS

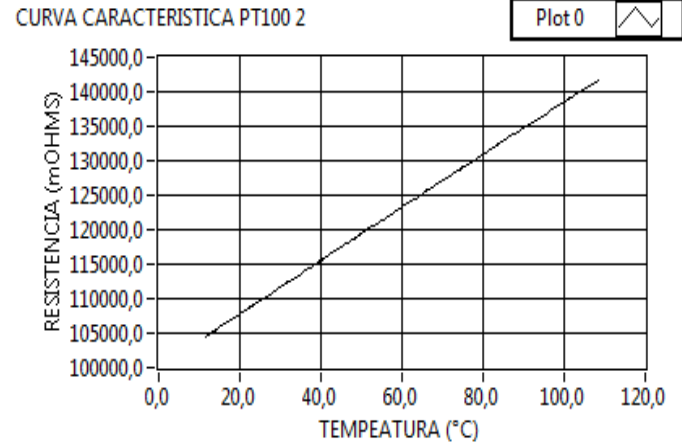
PT100. Sensor 1



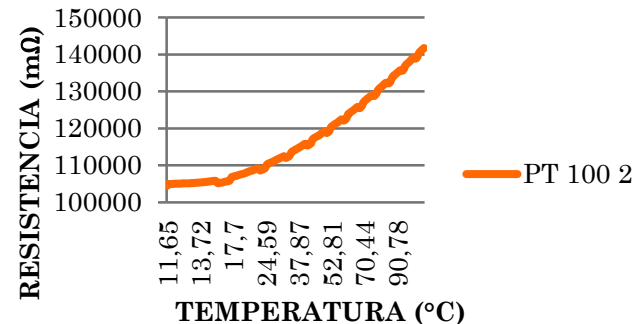
PT 100 1



Sensor 2



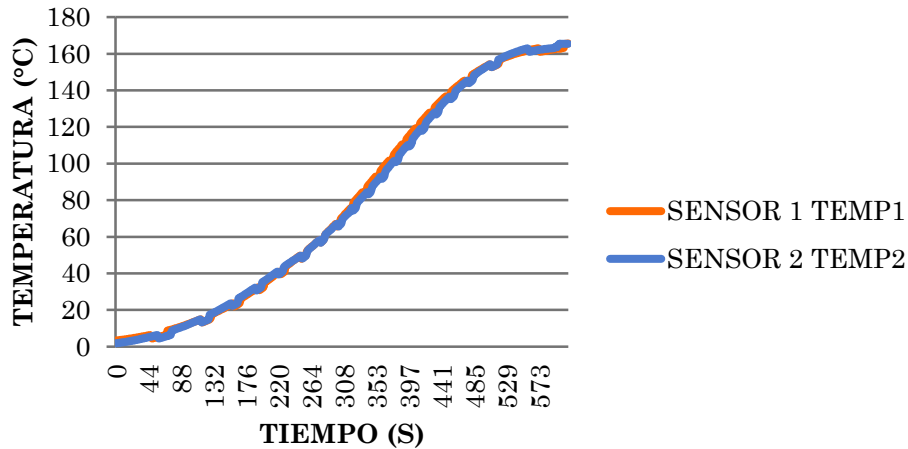
PT 100 2



PRUEBAS REALIZADAS

PT100.

PT100



Dispersigrama

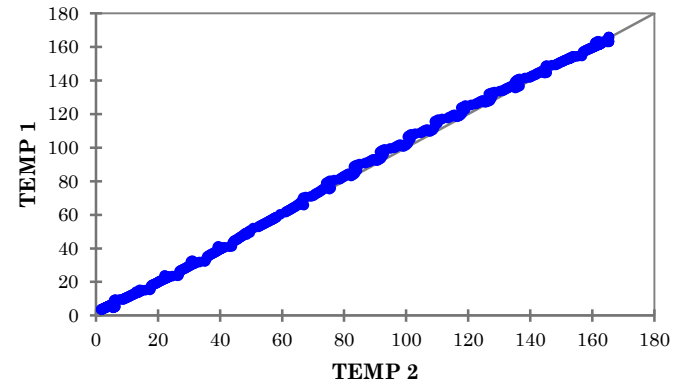
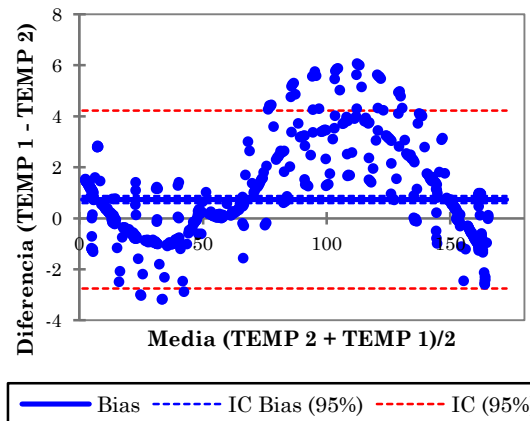
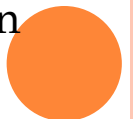


Gráfico de Bland y Altman



CONCLUSIONES.

- Se diseñó e implemento un prototipo de módulo para visualizar por medio de Touch Screen, PC y Dispositivos Móviles curvas características de sensores de temperatura en el rango de 0 a 200 °C, para el laboratorio de Circuitos Electrónicos de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga.
- Con la implementación del sistema de refrigeración se obtuvo una mayor área de enfriamiento de la que proporciona por si solo el módulo Peltier, con esto se logró alcanzar temperaturas menores a la ambiente.
- Con la implementación del sistema de refrigeración se obtuvo una mayor área de enfriamiento de la que proporciona por si solo el módulo Peltier, con esto se logró alcanzar temperaturas menores a la ambiente.
- El prototipo construido permite ayudar a la detección de daños mínimos o completos entre sensores del mismo tipo, con la ayuda de las curvas características generadas por éste, el reporte final dará a conocer si un sensor está en buenas condiciones o presenta algún defecto para seguir utilizándolo.
- Al realizar la comparación entre dos sensores de temperatura del mismo tipo se tomó en cuenta su exactitud, precisión, resolución, parámetros que nos ayudan a conocer las variaciones en cada medición y así dar un diagnóstico.



RECOMENDACIONES.

- Es necesario dimensionar adecuadamente la niquelina para la generación de calor porque al tener una niquelina sobredimensionada el proceso de control será mucho más lento.
- Para un mejor análisis en las curvas características mostradas en la TFT se recomienda el uso de una pantalla mucho más amplia en la que se pueda visualizar las variaciones mínimas en la medición.
- Antes de comenzar a utilizar los diferentes tipos de sensor de temperatura investigar su rango de trabajo para evitar que sean expuestos a temperaturas fuera de sus especificaciones y así evadir desperfectos en el instrumento.
- Debido a las características del generador de temperatura es necesario que los sensores estén lo más cerca posible del sistema de enfriamiento y del sistema de calefacción para lograr con esto tener una respuesta mucho más rápida en la toma de datos.
- Se recomienda el uso de un disipador muy grande para el dispositivo Peltier ya que éste genera demasiado calor en uno de sus lados, ayudándonos con esto a eliminar el calor adicional.



BIBLIOGRAFÍA.

- M. VIGLIANO, «Monografias.com,» s.f s.f s.f. [En línea]. Available: <http://www.monografias.com/trabajos16/modulos-peltier/modulos-peltier.shtml>. [Ultimo acceso: 3 Septiembre 2014].
- F. R. J. V. J. G. Y. M. S. A. AGUSTÍN BUNGE, «Heladera Refrigerante Mediante Efecto Peltier Cooler,» San Juan El Precursor, San Isidro, 2005.
- F. M. GARCÍA, «Dpto. Informática y Automática,» ETSI de Informática, UNED, 11 Enero 2007. [En línea]. Available: <http://www.dia.uned.es/~fmorilla/MaterialDidactico/El%20controlador%20PID.pdf>.
- J. GARCIA, «Dos Tipos de Medidores de Temperatura: Termoresistencias y Termistores,» Departamento de Electrónica, Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, 2000.
- J. VELASCO, «Think Big,» 21 Enero 2014. [En línea]. Available: <http://blogthinkbig.com/accesibilidad-en-la-era-de-los-dispositivos-de-pantalla-tactil/>. [Ultimo acceso: 17 Septiembre 2014].



GRACIAS

