



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN CALIBRADOR-DOCUMENTADOR DE PROCESOS UTILIZANDO MICROCONTROLADORES Y SOFTWARE LIBRE PARA LA CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS DE TEMPERATURA EN EL LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE PROCESOS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA”

Autores:

Germán Israel Once Sucuzhañay
Jonathan Javier Rivera Comina

Tutor:

Ing. Edwin Pruna



AGENDA

Objetivos

Justificación

Diagrama General del Calibrador-Documentador

HARDWARE del Prototipo Implementado

SOFTWARE del Prototipo Implementado

Análisis de Resultados

Alcances y Limitaciones

Conclusiones

Recomendaciones



OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un calibrador-documentador de procesos utilizando microcontroladores y software libre para la calibración de instrumentos de temperatura en el Laboratorio de Redes Industriales y Control de Procesos de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE extensión Latacunga.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Obtener conocimientos acerca de la utilización, configuración y programación de la plataforma Arduino, los elementos o módulos y software libre compatible con este hardware.

Desarrollar el programa que permita controlar todas las variables medidas, generadas y simuladas en la plataforma Arduino del microcontrolador.

Diseñar un HMI para la visualización y control de las variables medidas, generadas y simuladas por medio de la pantalla táctil.

Implementar circuitos para generar tensión, corriente, resistencia eléctrica y alimentación al bucle.

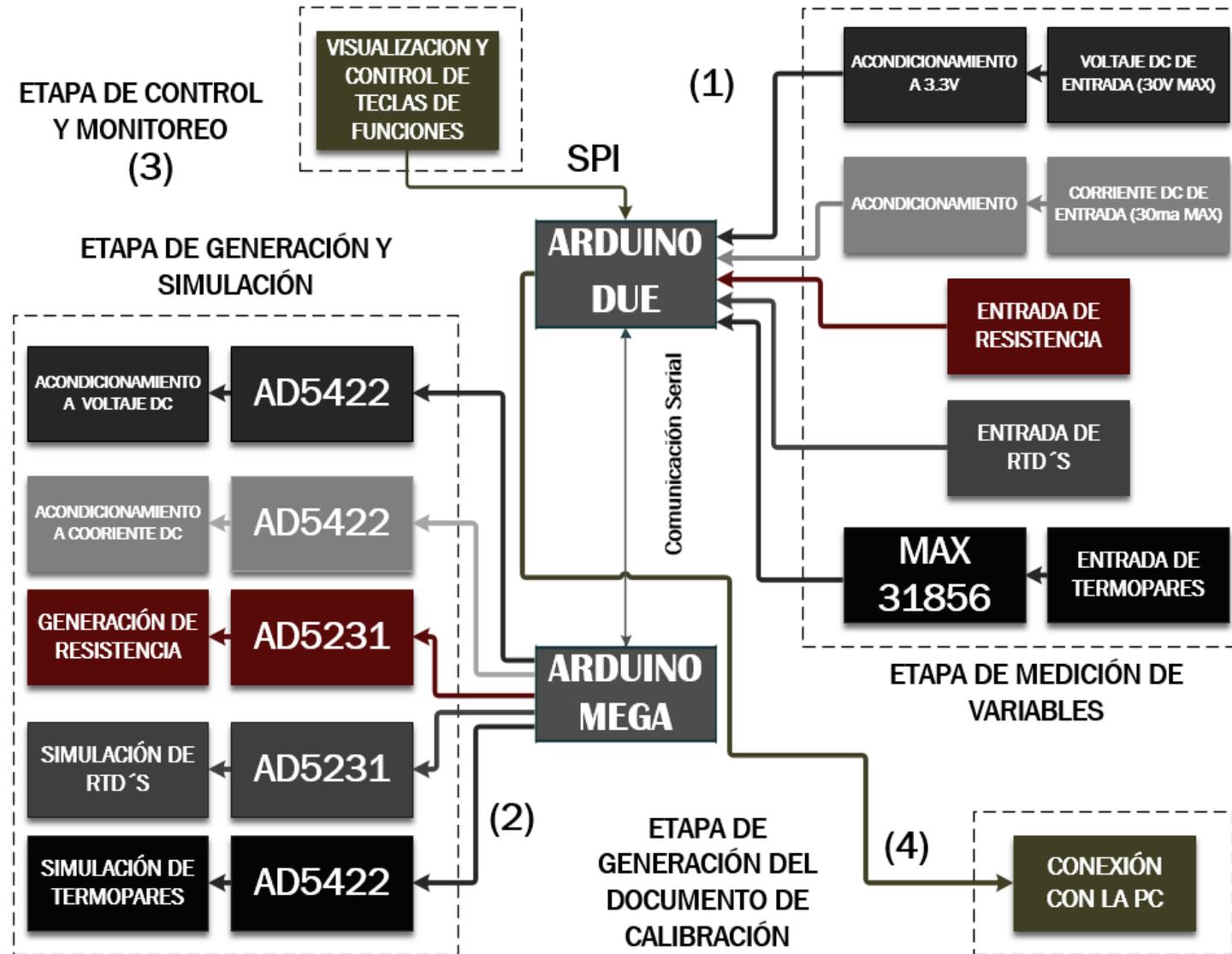


JUSTIFICACIÓN

La construcción del calibrador-documentador de temperatura usando hardware y software libre ayudará de manera positiva al aprendizaje del estudiante, además permitirá que el estudiante pueda calibrar instrumentos de temperatura y documentar los resultados obtenidos, con los cuales tendrá un criterio profesional, profesional, si dicho elemento se encuentra en óptimas condiciones de funcionamiento o si es necesario el ajuste del mismo, lo que normalmente se realiza en una industria, fomentando una formación global del futuro profesional



DIAGRAMA GENERAL DEL CALIBRADOR-DOCUMENTADOR



HARDWARE del Prototipo Implementado

El proyecto consta de cuatro etapas: la primera es una etapa de medición de variables eléctricas, la segunda genera y simula las mismas variables eléctricas, la tercera se encarga del monitoreo y control y la cuarta etapa es la de generación del documento con los datos de calibración



DIAGRAMA GENERAL DEL CALIBRADOR-DOCUMENTADOR

Medición: Una tarjeta Arduino Due es la que se encarga de realizar la lectura de las señales acondicionadas.

Generación o simulación: Se realiza en un Arduino MEGA el mismo que genera señales de voltaje DC (10V máx.), corriente DC (24 mA máx.), mediante el manejo de varios circuitos integrados.

Control y monitoreo: Una pantalla touch de 7 pulgadas es la encargada de mostrar los valores de las señales que mide, genera y simula el prototipo.

Generación del documento: En esta etapa la PC se comunica de forma serial con el arduino Mega y de esta manera generar el documento de calibración con los datos que se envían desde el Arduino Due.



DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL MEDIDOR DE VOLTAJE

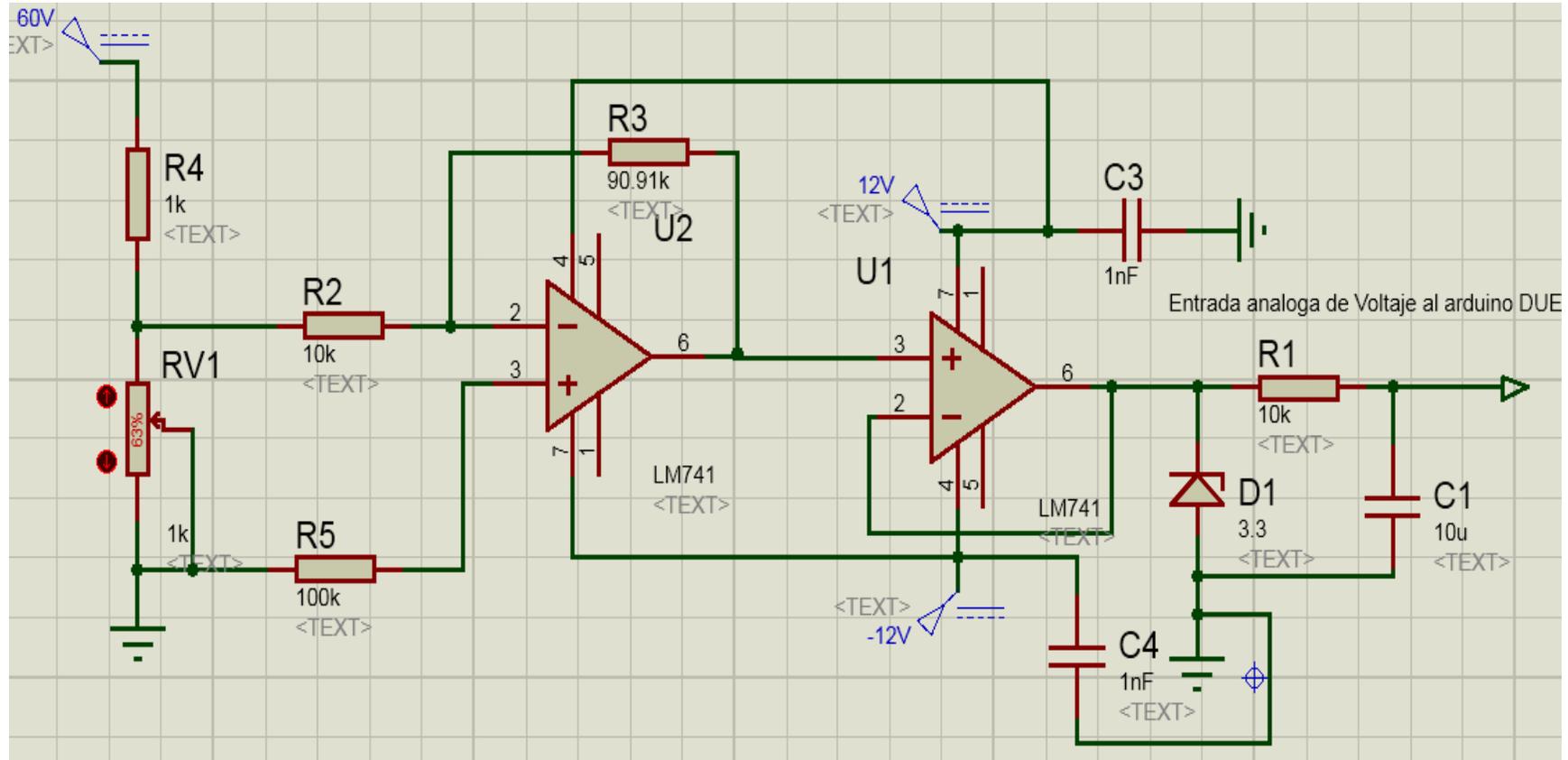


DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL MEDIDOR DE CORRIENTE

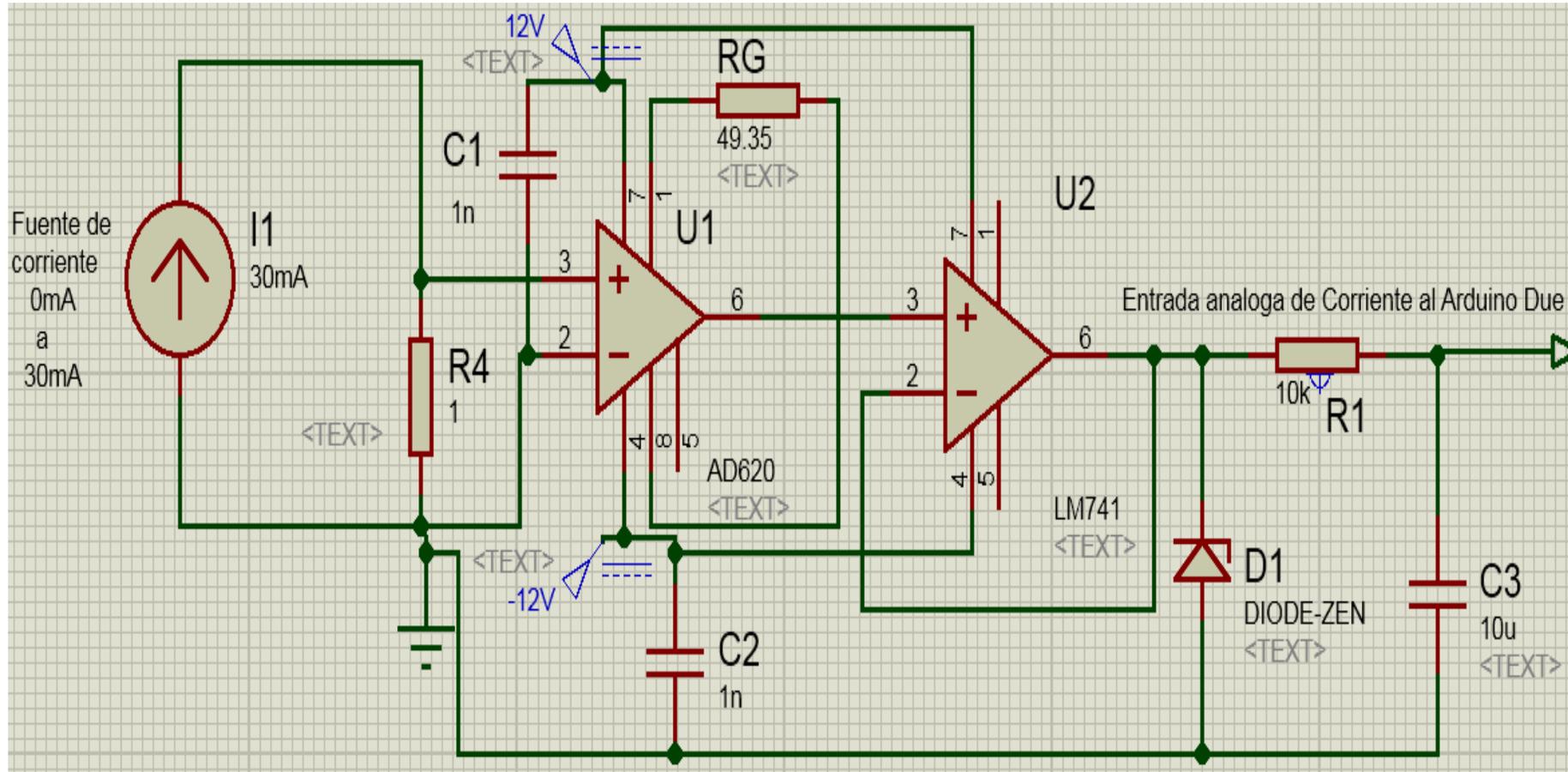


DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL MEDIDOR DE RESISTENCIA

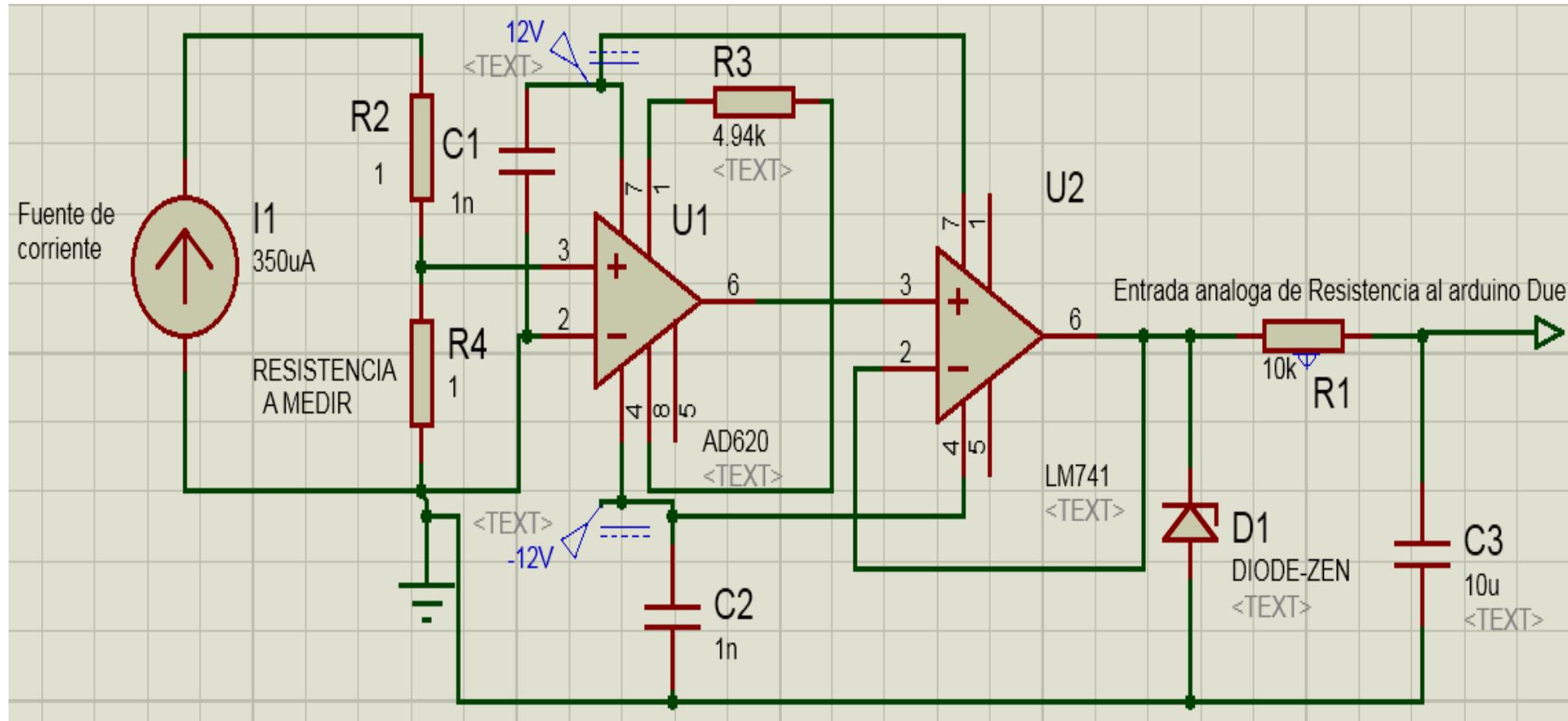


DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL MEDIDOR DE RTD DE 4 HILOS

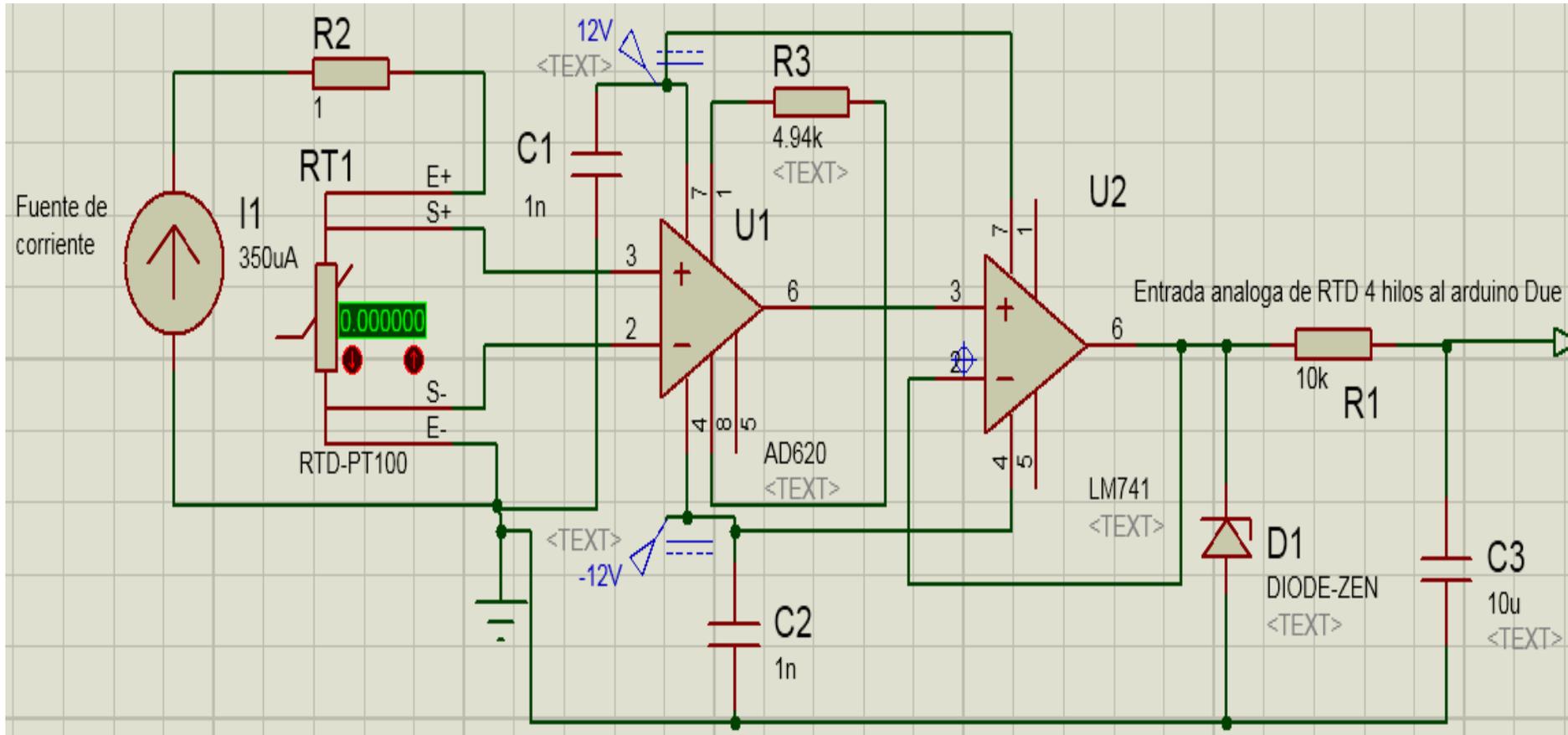


DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL MEDIDOR DE TERMOCUPLAS

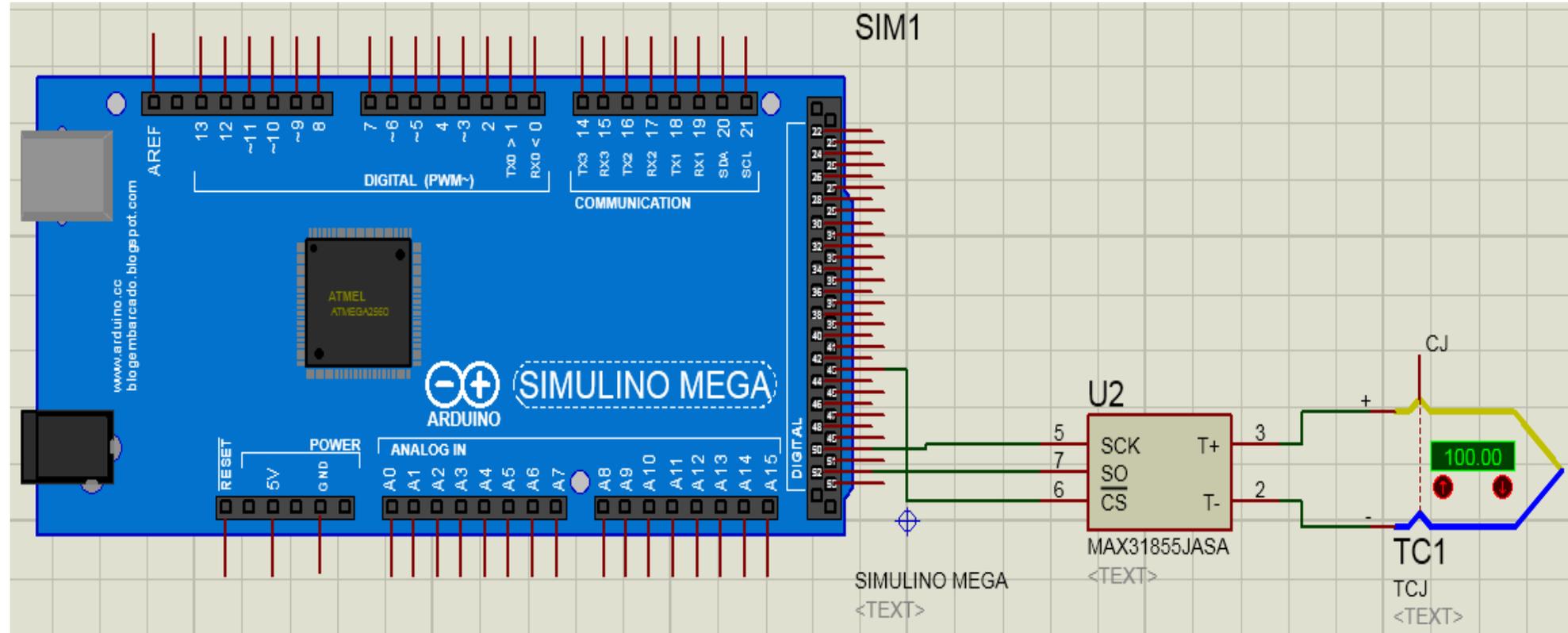


DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL GENERADOR DE RESISTENCIA Y RTD OT100 DE 2 HILOS

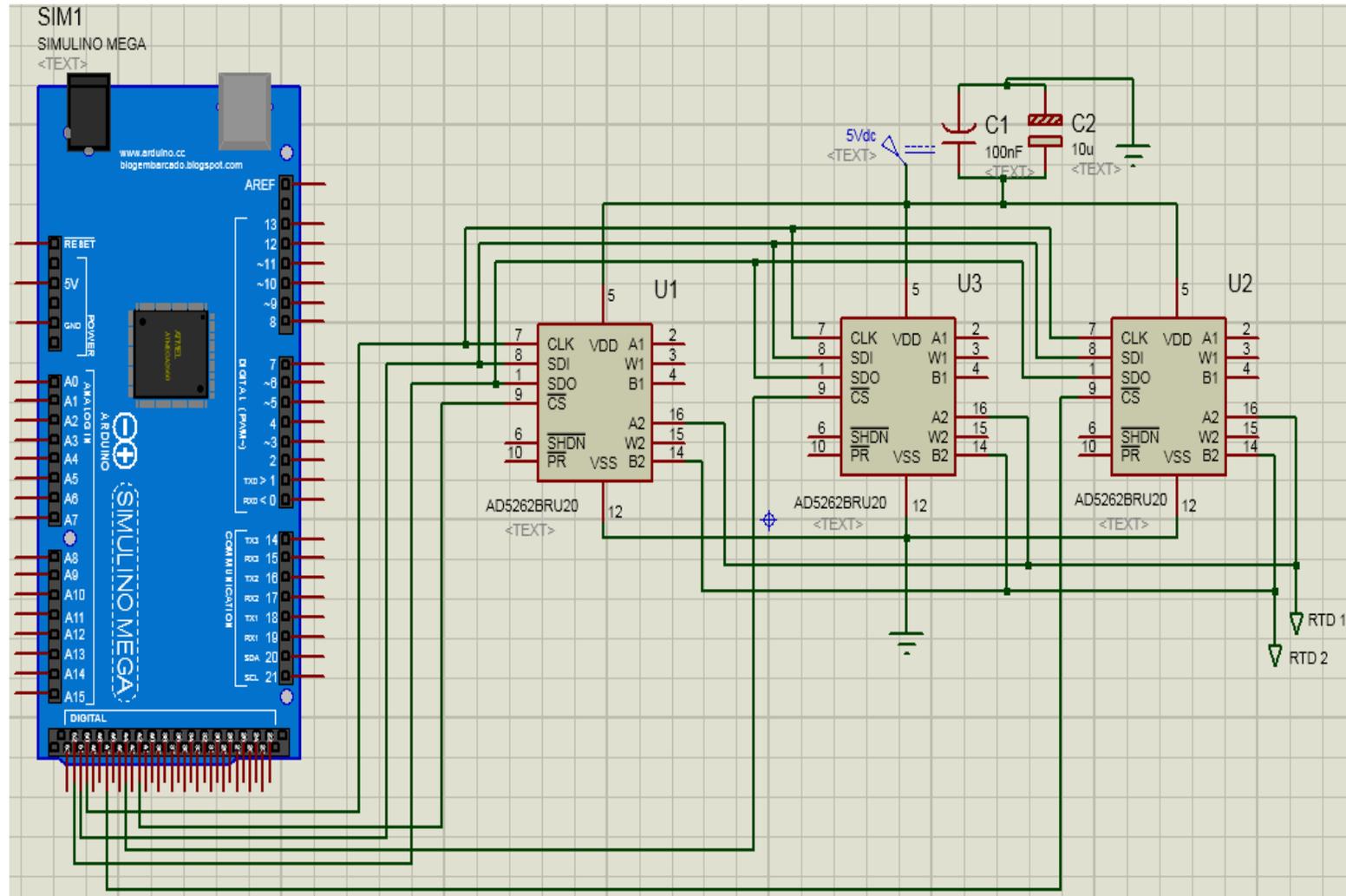
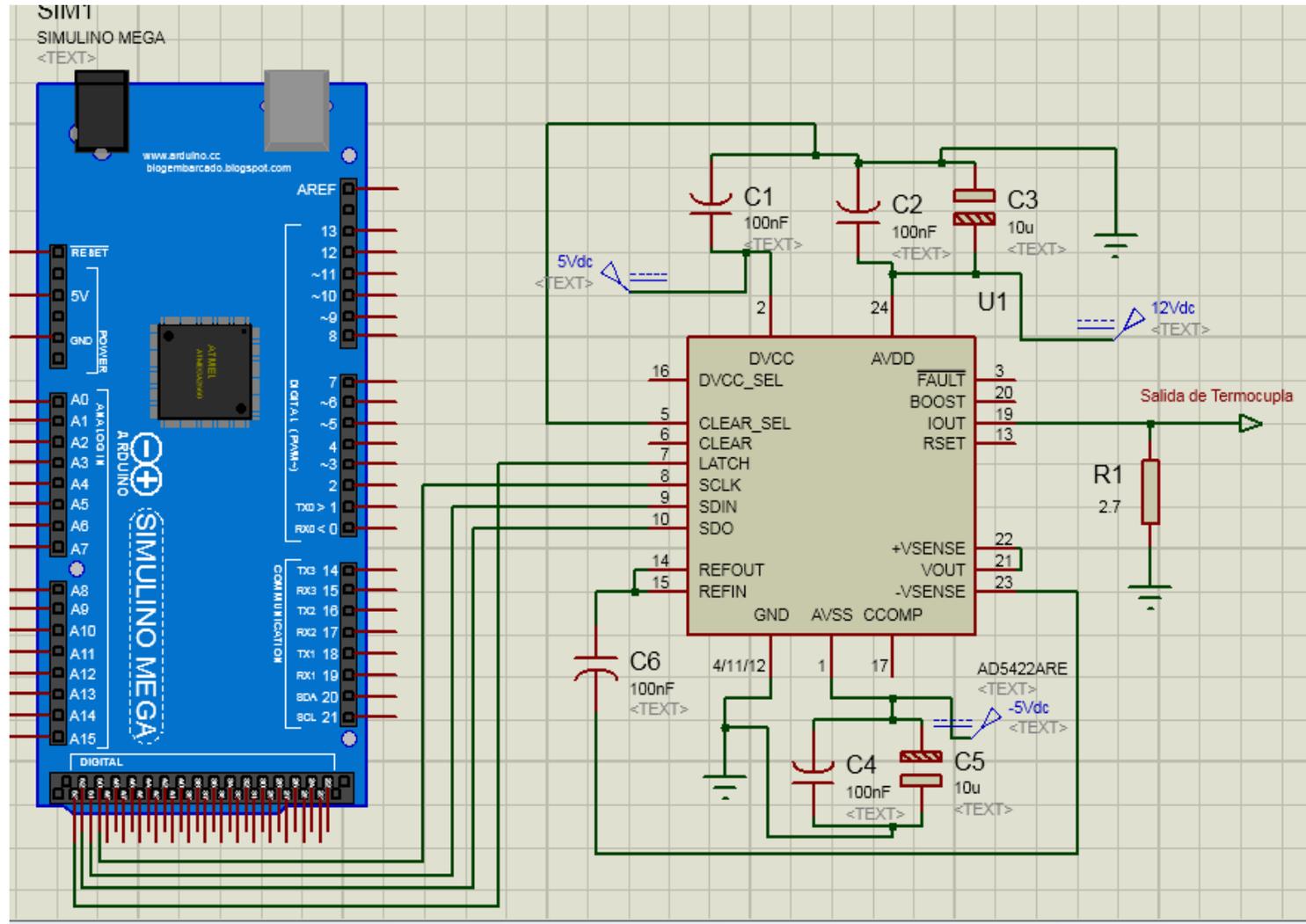
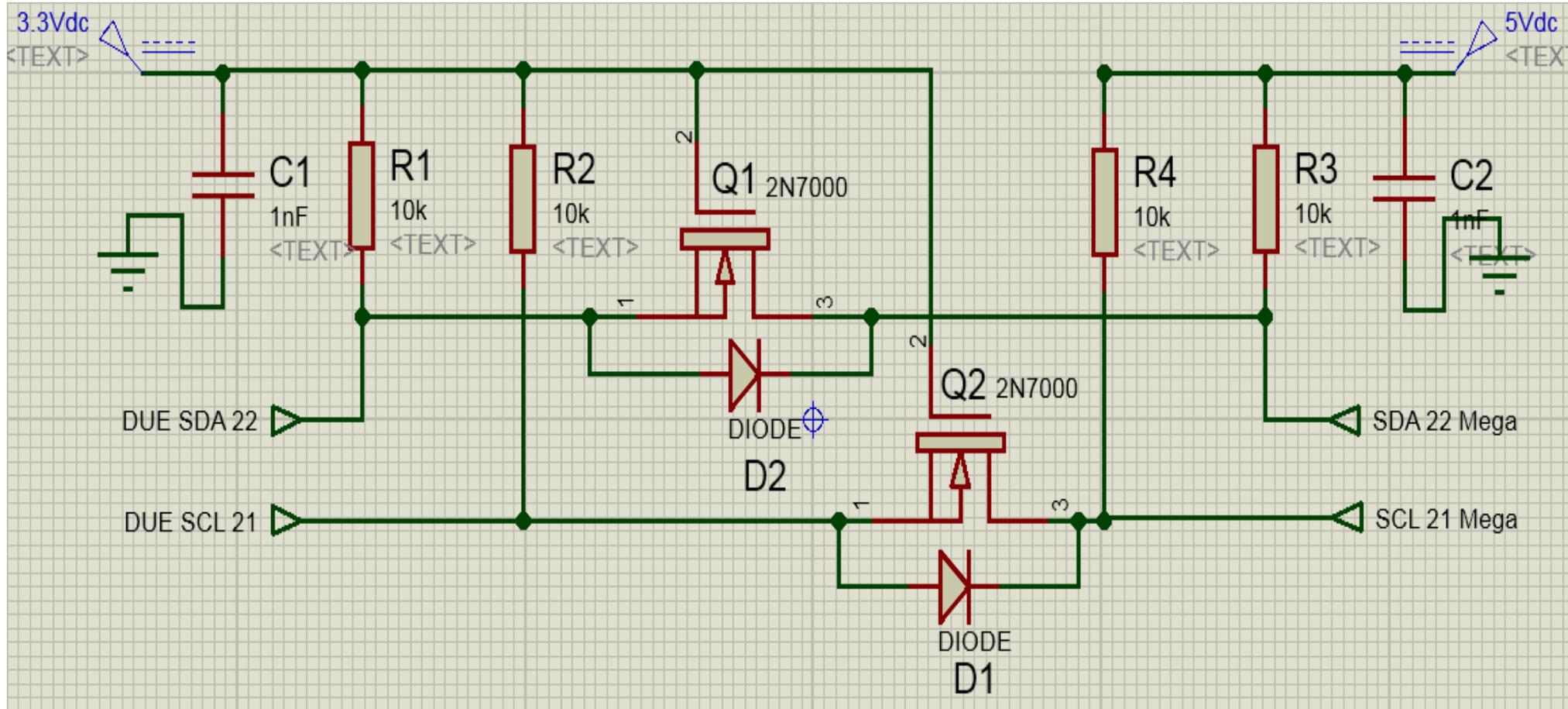


DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LA SIMULACIÓN DE TERMOCUPLA



COMUNICACIÓN I2C ENTRE LOS ARDUINOS DUE Y MEGA



SOFTWARE del Prototipo Implementado

Mediante diagramas de flujo se explica la programación realizada para medir, generar y simular las variables físicas del prototipo implementado, para esto se utiliza el software libre arduino y para generar el documento de calibración, el software python el cual también es software libre.



DIAGRAMA DE FLUJO DE LA MEDICIÓN DE TERMOCUPLAS

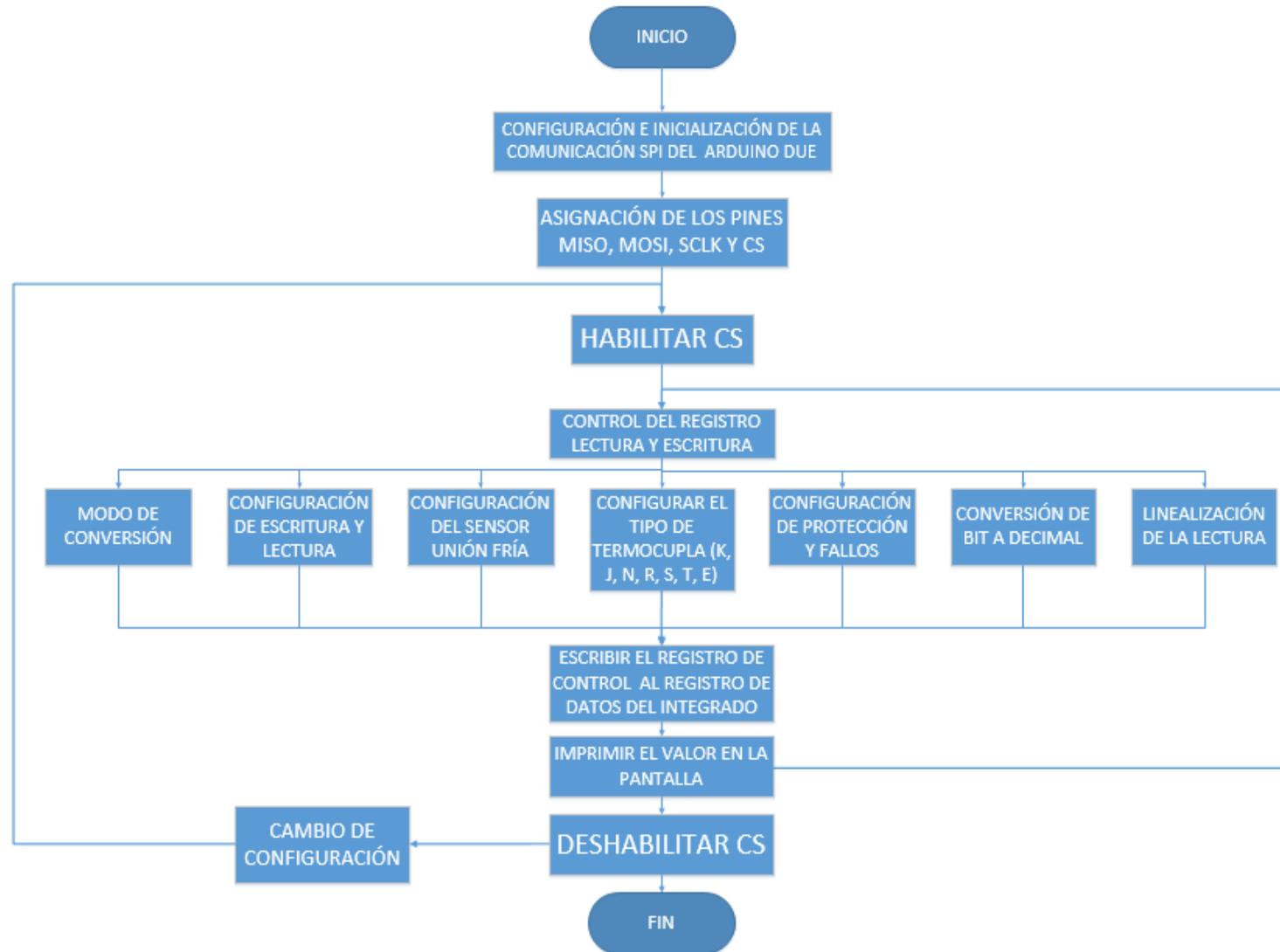


DIAGRAMA DE FLUJO DE LA GENERACIÓN DE VOLTAJE

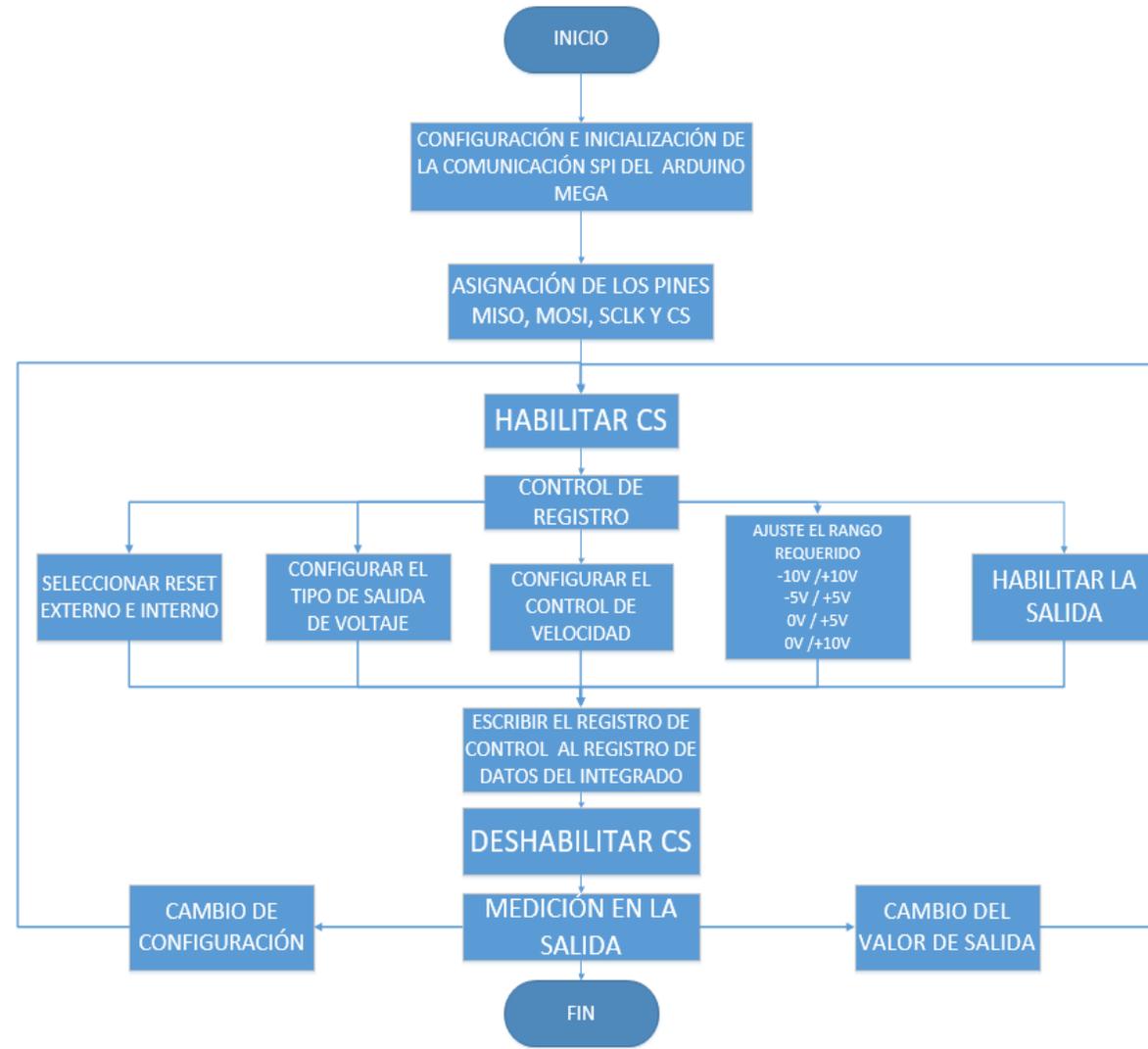
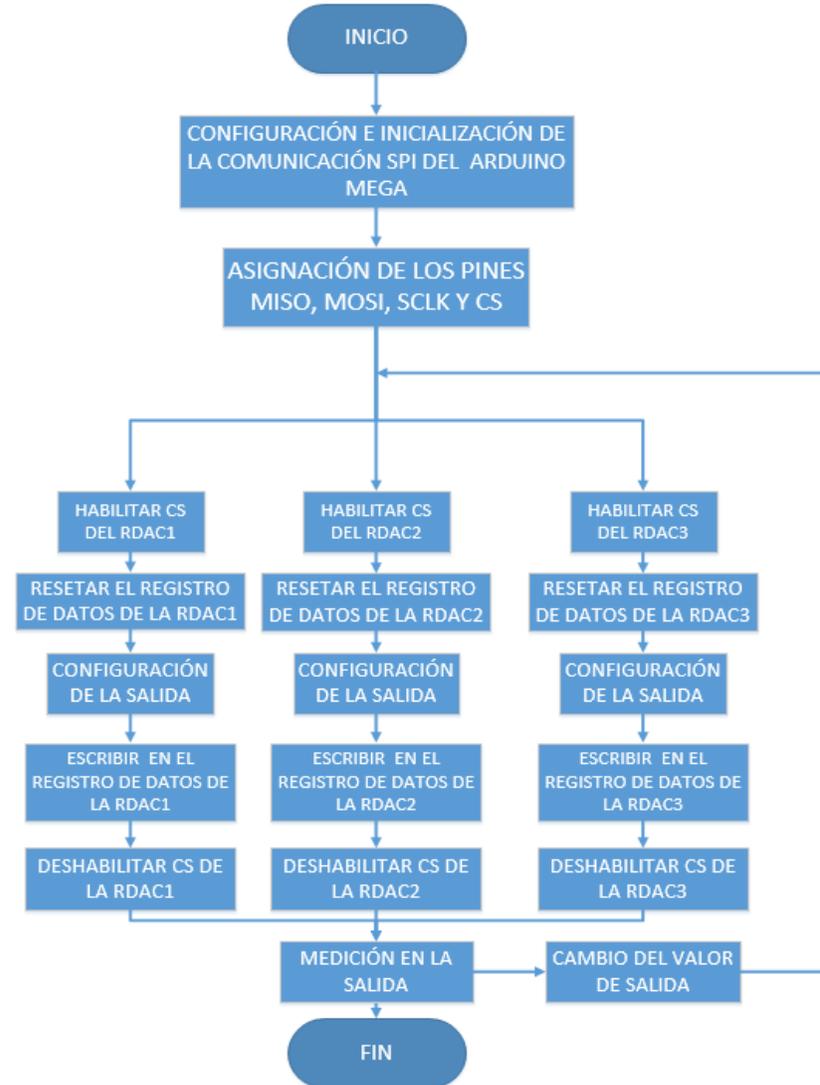
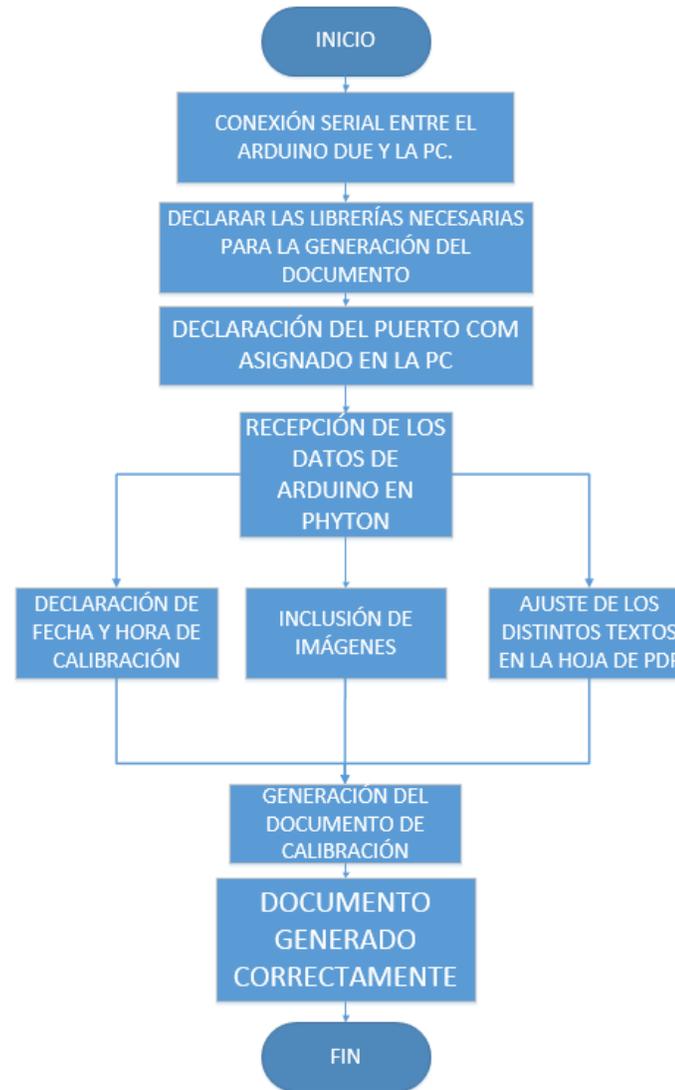


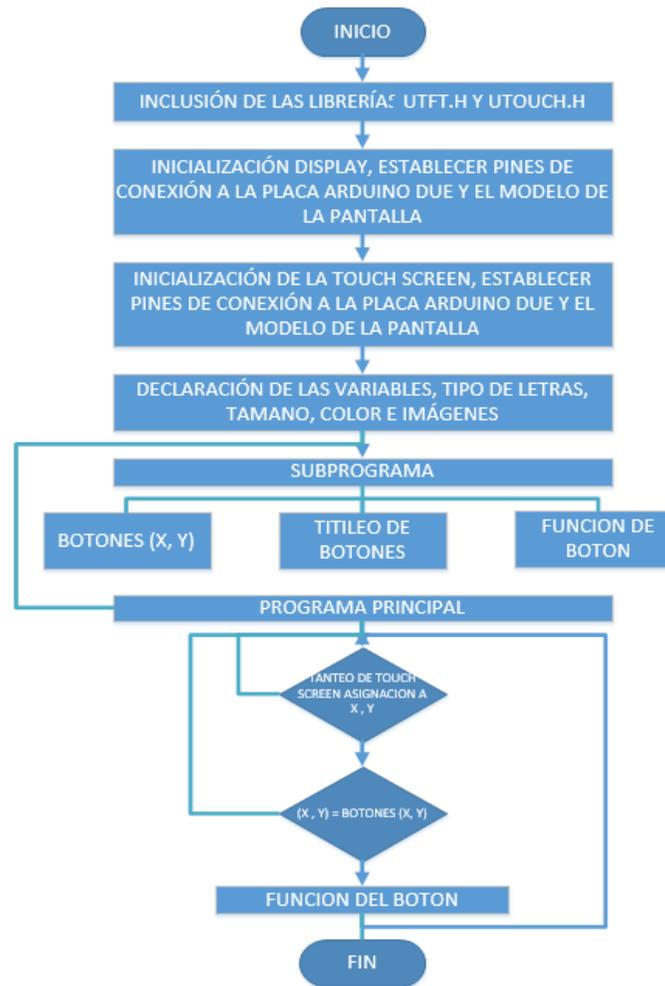
DIAGRAMA DE FLUJO DE LA SIMULACIÓN DE RTD PT100



GENERACIÓN DEL DOCUMENTO DE CALIBRACIÓN



PROGRAMACIÓN DE LA PANTALLA TÁCTIL



CMD PARA LA GENERACION DEL DOCUMENTO DE CALIBRACIÓN

```
C:\Users\Jona>python documento.py
ingrese el puerto COM: 3
Puerto seleccionado: COM3

          DATOS DE LA CALIBRACION
TEMPERATURA  CORRIENTE mA  ERROR %
0.0          3.86      -0.875
25.0         8.15      0.9375
50.0         11.81     -1.1875
75.0         16.14     0.875
100.0        20.19     1.1875
75.0         16.13     0.8125
50.0         11.82     -1.125
25.0         8.16      1.0
0.0          3.86     -0.875

ARCHIVO GENERADO CORRECTAMENTE
NOMBRE DEL ARCHIVO: Documento de Calibracion
C:\Users\Jona>
```



DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

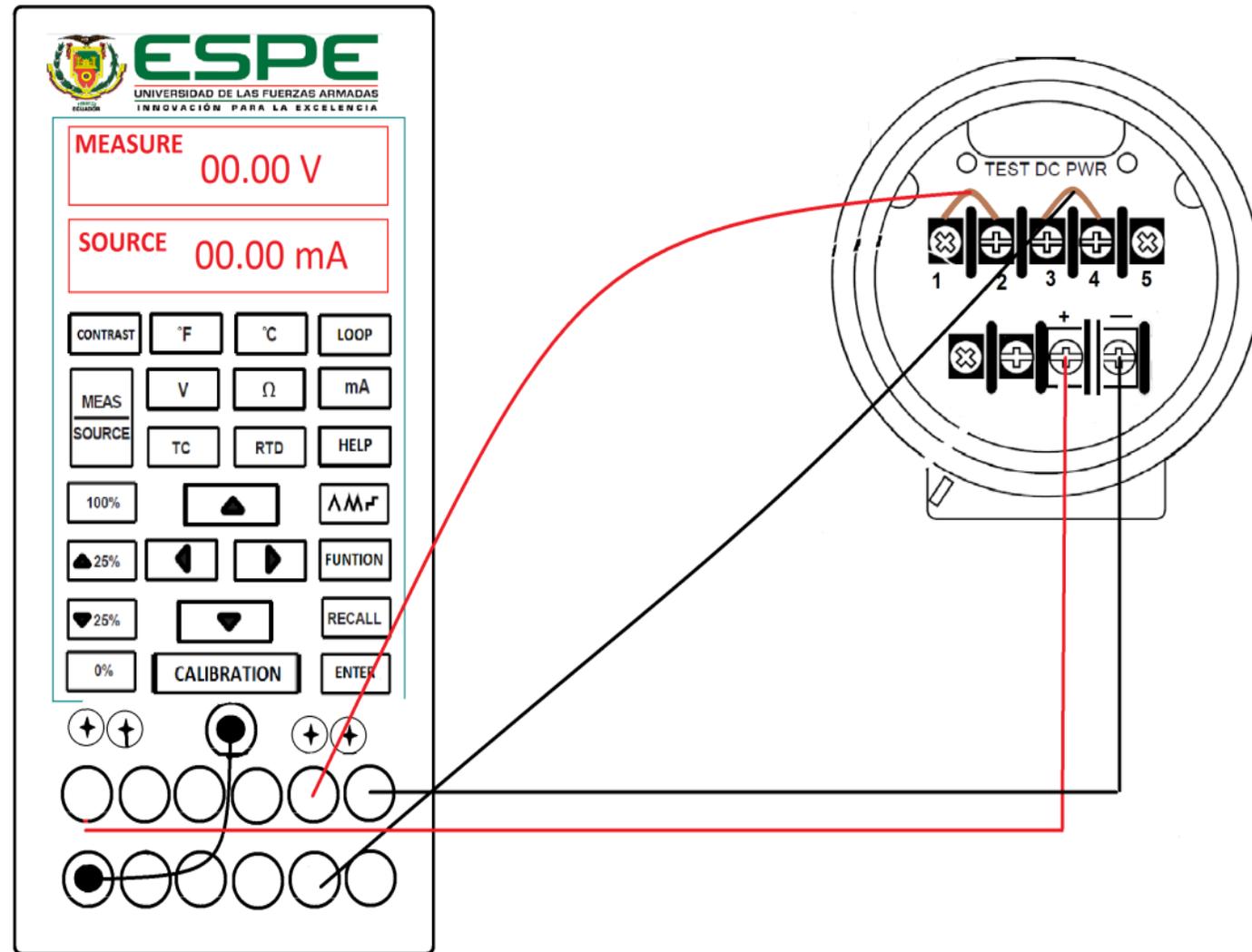
El objeto de la investigación de este proyecto es realizar las operaciones que posee un calibrador de temperatura industrial mediante circuitos integrados, acondicionamientos de señales y utilizando software libre como python y arduino para aportar en la formación académica con respecto a la calibración de transmisores de temperatura.

PRUEBAS REALIZADAS

Las pruebas de calibración de transmisores de temperatura se realizaron en la ciudad de Latacunga en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L en el laboratorio de Redes Industriales y Control de Procesos para lo cual se utilizó como instrumento patrón el calibrador – documentador FLUKE744, así como también un transmisor de temperatura ROSEMOUNT 3144P, para realizar esta operación el equipo implementado realiza la simulación de una RTD PT100 de 2 hilos y simultáneamente mide la corriente que envía el calibrador, esto lo realiza de forma automática, además genera un documento con los datos de la calibración realizada.



PRUEBAS REALIZADAS



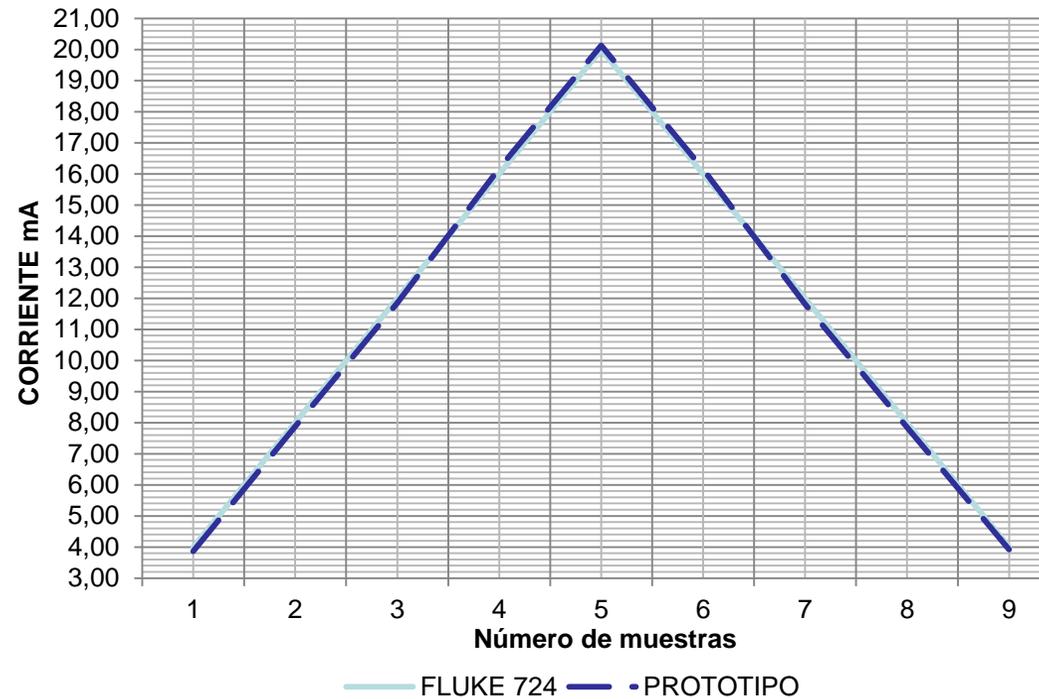
ANÁLISIS DE RESULTADOS

PRUEBA DE CALIBRACIÓN					
No. De Prueba	Porcentaje	Valor Deseado	Valor medido Calibrador	Valor medido Prototipo	ERROR
1	0	4,00	4,00	3,86	-0,88
2	25	8,00	8,00	7,87	-0,81
3	50	12,00	12,00	11,86	-0,88
4	75	16,00	16,00	16,18	1,13
5	100	20,00	20,00	20,13	0,81
6	75	16,00	16,00	16,15	0,94
7	50	12,00	12,00	11,81	-1,19
8	25	8,00	8,00	7,85	-0,94
9	0	4,00	4,00	3,91	-0,56
			PROMEDIO		-0,26
			VARIANZA		0,8718533
			DESVIACIÓN ESTÁNDAR		0,93373085



ANÁLISIS DE RESULTADOS

PRUEBA DE CALIBRACIÓN CON EL PROTOTIPO



Como se aprecia en la figura la calibración del prototipo tiene un error de menos del 1.3% con respecto al instrumento patrón siendo considerado un rango válido, para pruebas de calibración.



ALCANCES

Permite desarrollar la destreza de calibración de transmisores de temperatura mediante la simulación de RTD PT100 de 2 hilos.

El calibrador posee la función de generar corriente DC en el rango de 0 a 24 mA, que es muy útil en los procesos industriales.

La función de calibración del equipo implementado es automática, el usuario únicamente ingresa los valores requeridos para dicha operación y los resultados se presentan en la pantalla.

El calibrador – documentador de procesos genera un documento con la extensión .pdf que presenta los datos obtenidos de la calibración



LIMITACIONES

El calibrador – documentador de procesos únicamente es capaz de simular la RTD PT100 de 2 hilos y las termocuplas tipo J y K que son las más comunes.

El calibrador de procesos únicamente puede realizar el proceso de calibración con la simulación de RTD PT100 de 2 hilos.

El calibrador – documentador de procesos, debido al alto consumo de corriente siempre debe estar conectado a la red eléctrica, con lo cual se asegura que todos los acondicionamientos permanecen estables.

La generación de resistencia y RTD del equipo, en ocasiones difiere de su valor calibrado por las propias características de los integrados.



CONCLUSIONES

- El prototipo implementado necesita de una fuente de voltaje DC constante y estable, ya que los acondicionamientos empleados en la medición no deben tener variaciones de voltaje para que la lectura sea correcta, el equipo consume una corriente alrededor de 1 amperio por lo que no es posible que funcione con baterías recargables ya que las mismas se descargan rápidamente.
- Se realizó el procedimiento de la función calibración del prototipo, el cual se implementó la simulación de una RTD PT100 de 2 hilos en un transmisor de temperatura ROSEMOUNT 3144P con un rango de operación de 0 °C a 100 °C, el error obtenido menor al 1.3% en comparación calibrador documentador FLUKE 744, dicho calibrador fue utilizado para este proceso debido a que el FLUKE724 no posee la función de calibración automática.



RECOMENDACIONES

- Debido a que la tarjeta arduino due posee un ADC de 12 bits, se recomienda utilizar un ADC de al menos de 24 bits para realizar una medición más estable y con mayor resolución de las variables físicas.
- Para generar el certificado de calibración, se recomienda conectar a la PC después del proceso de calibración ya que de otra manera se produce una caída de tensión y por ende un diferente valor de medición de corriente del transmisor.
- Se recomienda esperar 2 segundos para observar los valores de medición de variables físicas para que el equipo muestre la medida real de la variable.





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

