



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

---

*TRABAJO FINAL DEL*

*REALIZADO POR*

*TUTORIZADO POR*

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022



# Resumen

---

Este Trabajo Final de Grado se realiza en las instalaciones de Granzplast S.A., empresa ubicada en el polígono industrial de Sueca, que se dedica a la fabricación de compuestos de PVC rígidos y flexibles para la industria de transformación del plástico.

Actualmente en Granzplast S.A. cuentan con un reómetro Brabender de los años ochenta que se encuentra averiado desde finales del 2019.

Gracias a este proyecto se facilitará al personal de laboratorio de Granzplast S.A. posibilidad de realizar pruebas reológicas del PVC en las instalaciones de la empresa. Para ello se ha de reacondicionar el reómetro de torsión Brabender.

El proyecto se divide en diferentes fases:

Primera fase: Retirar todos los componentes obsoletos ya que de un reómetro de más de treinta años, realizar el diseño de un nuevo esquema eléctrico con los nuevos componentes que se han facilitado por parte de la empresa.

La segunda fase: Programación del autómata de Schneider, modelo: TM251MESE, con SoMachine, incluye diseño y programación del controlador PID para regular la temperatura. Lenguaje de programación estándar según la normativa IEC 61131-3.

Como tercera fase, se desea poder guardar todas las reologías en para consultarlas cuando sea necesario. Para ello se ha implementado un servidor web donde a través de cualquier navegador se puede acceder a las reologías y descargarlas en formato PDF y EXCEL.

**Palabras clave:** reómetro de torsión, reología, Brabender, PLC, PID, automatización, Schneider, Java.

# Abstract

---

This Project is developed at Granzplast S.A., company located at Sueca's industrial park, manufacture rigid and flexible PVC pellets for the plastic industry.

Nowadays Granzplast S.A. owns a Brabender rheometer from the eighties which is broken down since the end of 2019

Thanks to this Project the laboratory team will be able to perform rheological tests of the PVC at the same location where it is made. To make this possible it is a must to refurbish the Brabender rheometer

The Project can be splitted in different phases:

First phase: Remove all the old components which are already out-dated since it is a rheometer that has more 30 years, design the new circuit diagram with the new components provided from Granzplast S.A.

Second phase: Program the PLC from Schneider, model: TM251MESE, with SoMachine, including the design and the programming of the PID controller to regulate the temperature. Programming language according to standard IEC 61131-3.

The third phase is to develop a web server to download the rheologies in PDF and EXCEL format, so lab team will be able to store them or check them anytime

**Keywords:** rheometer, rheological, Brabender, PLC, PID, automation, Schneider, Java.

# Documentos

---

1. Memoria
2. Pliego de condiciones
3. Presupuesto

# REACONDICIONAMIENTO DE UN REÓMETRO DE TORSIÓN BRABENDER

## 1. Memoria

Autora: Anna Benedito Fuster

Tutor: Ángel Miguel Cuenca Lacruz

## TABLA DE CONTENIDO

1.	Introducción. ¿Qué es un reómetro de torsión y para qué sirve? .....	5
2.	Marco teórico .....	5
2.1.	Reómetros .....	5
2.2.	Reómetro Brabender.....	7
2.3.	Automatización y su importancia en la industria.....	10
3.	Contexto y alternativas .....	14
4.	Objetivo y fases del proyecto.....	15
5.	Materiales y software .....	16
5.1.	Fuente de alimentación.....	16
5.2.	Paro de emergencia .....	16
5.3.	Módulo de seguridad. ....	17
5.4.	Convertidor de medida Messtech CVC-V1E .....	18
5.5.	Célula de carga. ....	18
5.6.	Convertidor célula de carga .....	19
5.7.	Cartuchos calefactores de alta densidad calorífica.....	19
5.8.	Autómata y módulos E/S de Schneider.....	20
5.9.	SoMachine V4.3.....	22
5.9.1.	POU.....	24
5.9.2.	Variables Globales.....	26
5.9.3.	Visualizaciones .....	27
5.9.4.	DataLogManager .....	28
5.10.	SEE Electrical .....	30
5.11.	Intelij IDEA.....	30
5.12.	Visual Studio Code.....	30
6.	Diseño del esquema eléctrico .....	31
7.	Diseño del PID .....	32
8.	Programación PLC .....	38
8.1.	Estructura .....	38
8.2.	Proyecto en SoMachine. ....	46
8.3.	Seguridad.....	49
8.4.	VariablesHMI .....	50
8.5.	Control_PID .....	51
8.6.	GuardarValores .....	52

9.	Programación cliente – servidor FTP y servidor web .....	56
10.	Avería .....	67
11.	Conclusiones.....	70
12.	Bibliografía .....	71
13.	Acrónimos .....	72
14.	Anexos .....	72
14.1.	Anexo I: Datasheets materiales.....	72
	Fuente de alimentación .....	73
	Seta de emergencia.....	79
	Módulo de seguridad .....	79
	Convertidor de medida Messtech.....	80
	Célula de carga .....	82
	Convertidor célula de carga .....	83
	TM251MESE .....	84
	TM3DI8.....	85
	TM3DQ8 .....	86
	TM3TI4 .....	87
14.2.	Anexo II: Esquema eléctrico .....	88
14.3.	Anexo III: Cálculo PID.....	100
14.4.	Anexo IV: Programación FTP y web.....	102
	Programación FTP .....	102
	Programación web : App.js.....	106

## TABLA DE FIGURAS

Figura 1 - Reómetro rotacional .....	5
Figura 2 - Reómetro capilar.....	6
Figura 3 - Detalle reómetro capilar .....	6
Figura 4 - Reómetro de torsión .....	7
Figura 5 - Cámara del Brabender con dos husillos rotatorios.....	9
Figura 6 - Ejemplo de Reología.....	9
Figura 7 - Estructura de un PLC (imagen de <a href="https://masterplc.com/programacion/que-es-un-plc/">https://masterplc.com/programacion/que-es-un-plc/</a> ) .....	10
Figura 8 - CPU 1515 - 2PN de Siemens.....	11
Figura 9 - SIMATIC PG M6 de Siemens.....	11
Figura 10 - CPU FPOH de Panasonic .....	12
Figura 11 - CPU TM251MESE de Schneider.....	12
Figura 12 - Diagrama de bloques de un PID en realimentación.....	13
Figura 13 - Reómetro antes del reacondicionamiento .....	14
Figura 14 - Fuente de alimentación .....	16
Figura 15 - Seta de emergencia.....	16
Figura 16 - Módulo de seguridad Pizzato.....	17
Figura 17 – Convertidor de medida Messtech .....	18
Figura 18 - Célula de carga .....	18
Figura 19 - Convertidor célula de carga .....	19
Figura 20 - Cartuchos calefactores de alta densidad .....	19
Figura 21 - PLC TM251MESE .....	20
Figura 22 - TM3DI8.....	20
Figura 23 - TM3DQ8 .....	21
Figura 24 - TM3TI4 .....	21
Figura 25 - Montaje del autómatas y los módulos E/S.....	22
Figura 26 - Como añadir una nueva POU al proyecto.....	24
Figura 27 - Opciones al añadir una nueva POU al proyecto.....	25
Figura 28 - Lenguajes disponibles al añadir una nueva POU al proyecto .....	25
Figura 29 - Como añadir un nuevo objeto ‘Lista de variables globales’.....	26
Figura 30 - Como añadir una nueva Visualización .....	27
Figura 31 - Como añadir un fichero DataLog al DataLogManager .....	28
Figura 32 - Ventana de configuración el fichero DataLog añadido anteriormente .....	29
Figura 33 - Estructura interna para generar los archivos .log.....	29
Figura 34 - Logo SeeElectrical.....	30
Figura 35 - Logo IntelliJ.....	30
Figura 36 - Logo Visual Studio Code .....	30
Figura 37 - POU de prueba .....	32
Figura 38 - Respuesta del sistema ante escalón .....	33
Figura 39 - Módulo PID.....	34
Figura 40 - Respuesta del sistema con $K_p = 1$ .....	35
Figura 41 - Respuesta del sistema con $K_p = 2$ .....	36

Figura 42 - Respuesta del sistema con $K_p = 3$ .....	36
Figura 43 – Añadir un nuevo dispositivo.....	38
Figura 44 – Seleccionar TM251MESE .....	39
Figura 45 – Estructura del proyecto .....	40
Figura 46 – Agregar dispositivo .....	41
Figura 47 – Agregar módulo para entradas digitales TM3DI8/G .....	42
Figura 48 – Agregar módulo para salidas digitales .....	43
Figura 49 - Agregar módulo para entradas analógicas TM3TI4/G .....	44
Figura 50 - Entradas conectadas al módulo TM3DI8/G .....	45
Figura 51 - Salidas conectadas al módulo TM3DQ8T/G.....	45
Figura 52 - Entradas conectadas al módulo TM3TI4/G.....	46
Figura 53 - Estructura de las POU's y la GVL (Lista de Variables Globales).....	47
Figura 54 - Estructura de DataLogManager y del Gestor de visualización.....	47
Figura 55 - POU de la seguridad .....	49
Figura 56 – POU variables HMI.....	50
Figura 57 - Módulo control PID .....	51
Figura 58 – Variables del módulo de control del PID .....	51
Figura 59 - POU GuardarValores .....	52
Figura 60 - Bloque funcional FILE.Delete .....	52
Figura 61 - – Documentación del bloque FILE.Delete .....	53
Figura 62 - Bloque TON para empezar a registrar un nuevo log.....	53
Figura 63 - Bloque BLINK .....	53
Figura 64 - Bloque BLINK y LogRecord .....	54
Figura 65 - Documentación bloque LogRecord.....	54
Figura 66 - Concatenación de los valores del log .....	54
Figura 67 - Concatenación del par .....	55
Figura 68 - Cliente - Servidor FTP .....	56
Figura 69 - Workflow .....	57
Figura 70 - Clase BrabenderController .....	58
Figura 71 - Clase BrabenderParser .....	59
Figura 72- Fichero antes de parsear.....	60
Figura 73 - Fichero JSON.....	60
Figura 74 - Ejemplo de tiempo-valor JSONN (temperatura) .....	61
Figura 75 - Página inicial.....	62
Figura 76 - Listado de los ensayos realizados.....	62
Figura 77 - Muestra la gráfica .....	63
Figura 78 – Detalle de la leyenda y los valores en un instante de tiempo.....	64
Figura 79 – PDF descargado .....	65
Figura 80 – Excel descargado .....	66
Figura 81 - Fallo resistencias .....	67
Figura 82 – Comprobación de las resistencias del cabezal .....	68
Figura 83 – Detección de los cartuchos dañados.....	68
Figura 84 – Cabezal con los nuevos cartuchos.....	69
Figura 85 – Réómetro terminado.....	70
Figura 86 – Respuesta ante escalón con $K_p=3$ .....	100

## 1. Introducción. ¿Qué es un reómetro de torsión y para qué sirve?

Un reómetro de torsión es un instrumento de laboratorio usado para el análisis de los materiales termoplásticos, en el caso de este proyecto en PVC.

Es un instrumento usado en el control de calidad del PVC que permite conocer con antelación el comportamiento que los polímeros, en forma de grana o polvo, tendrían al ser transformados por extrusoras e inyectoras, así mismo también permite la comparación de los mismos materiales con diferentes cargas o resinas.

En este proyecto se usa un reómetro Brabender.

## 2. Marco teórico

### 2.1. Reómetros

En el mercado se pueden encontrar diferentes tipos de reómetros, reómetro rotacional, capilar, extensional y de torsión. A continuación se detallan los tipos de reómetros:

- Reómetro rotacional  
Equipo basado en un elemento móvil (plato o cono) y un elemento fijo (plato), donde se ejerce una cizalla sobre la muestra por rotación de la parte móvil sobre la parte fija.



Figura 1 - Reómetro rotacional

Los ensayos más frecuentes que se realizan con este tipo de reómetros son los de curva de flujo (ensayo rotacional) y los ensayos dinámicos (ensayo oscilatorio)

- Reómetro capilar

Consiste en la extrusión de un polímero a través de un capilar de dimensiones determinadas. Se mide la caída de presión en el orificio. Dicha caída de presión se relaciona mediante fórmulas matemáticas con la viscosidad en función de la velocidad de cizalla. El ensayo más frecuente es de la Curva de flujo.



Figura 2 - Reómetro capilar

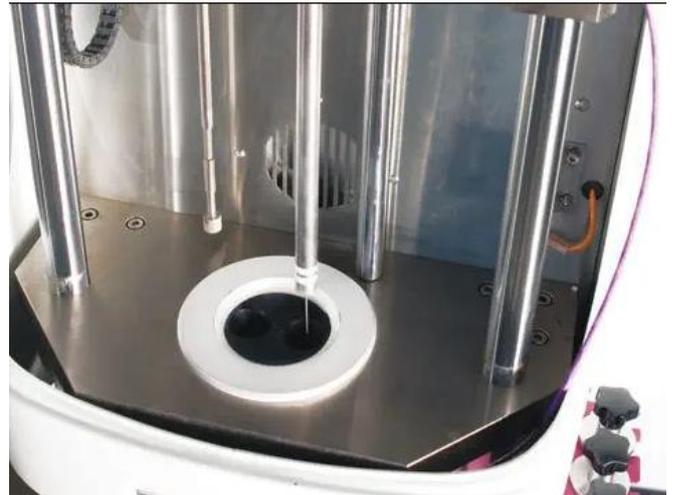


Figura 3 - Detalle reómetro capilar

- Reómetro extensional

En este aparato, el material extruido pasa a través de cuatro ruedas que giran contra rotativamente incrementando la velocidad de giro de forma constante. El material sufre un proceso de estiramiento hasta que llega el punto de rotura con la velocidad de giro. Este tipo de ensayos resultan muy importantes para procesos en los que intervengan etapas de estirado: extrusión, soplado, extrusión de perfiles o hilado.

- Reómetro de torsión o de Torque

Es cómo un mezclador y funciona aplicando al material a analizar una fuerza mediante el giro de unos rotores a una velocidad constante, dentro de una cámara a una determinada temperatura.



Figura 4 - Reómetro de torsión

## 2.2. Reómetro Brabender

Un reómetro Brabender es un tipo de reómetro de torsión que mide una viscosidad mediante un esfuerzo de giro (Torque) de dos husillos, de giro contrarrotativo, dentro de una cámara atemperada. Este reómetro da a conocer si habrá problemas de flujo al inyectar el material, si el material podría llegar a degradarse al procesarlo o cómo puede afectar la diferente carga y aditivos al comportamiento del material.

El Torque (medido en Nm) está directamente relacionado con la viscosidad del material y el fabricante del reómetro proporciona normalmente en las instrucciones una fórmula que relaciona el Torque con la viscosidad.

El Torque depende de:

- El tipo de cámara y rotores (la geometría de la cámara condiciona la relación Torque-Viscosidad)
- La temperatura (la viscosidad sigue la ley de Arrhenius con la temperatura)
- La velocidad de giro de los rotores. Aunque la velocidad no es homogénea dentro de la cámara, hay zonas con mayor y zonas con menor velocidad de cizalla se puede considerar una velocidad media.
- La cantidad de material (volumen) que llena la cámara. A mayor cantidad de material mayor esfuerzo de giro y por lo tanto una mayor viscosidad medida.

El reómetro proporciona la Reología del material analizado. La palabra Reología etimológicamente deriva del término griego rheos(fluid) y logos (estudio o tratado).

La Reología permite, estudiar una amplia variedad de fluidos no newtonianos (que no obedecen al comportamiento definido por la ley de Newton) que pueden presentar un comportamiento viscoelástico, plástico, pseudoplástico, etc., que resulta mucho más complejo que el de los sólidos y líquidos ideales.

La Reología aporta información sobre la estructura polimérica del material y procesabilidad del mismo. Entre las posibles aplicaciones destacan:

- Caracterización de materia prima.
- Idoneidad para procesados: extrusión, inyección, procesos con fenómenos extensión.
- Influencia de aditivación y cargas.
- Estudio de degradaciones.
- Estudio de porcentajes de reciclado óptimos a introducir.
- Simulación.

Para realizar la Reología en el reómetro Brabender, se siguen los siguientes pasos:

- Se calienta la cámara del reómetro.
- Una vez se haya alcanzado la temperatura deseada, se introduce el material en él, normalmente se trata de un sólido pulverulento o granuloso. Dependiendo de la carga del material se produce más o menos Toque (pico de carga). Esto es el esfuerzo inicial que hay que hacer para que se inicie el movimiento.
- En este punto la temperatura disminuye ya que se ha introducido un material “frio” y necesita tiempo para calentarse.
- Al poco tiempo el material empieza a recuperar temperatura y a partir de este momento, el esfuerzo de giro disminuye. Por el efecto mecánico, los granos del material comienzan a romperse y a hacerse más pequeños.
- Las superficies de las partículas de material empiezan a “reblandecerse” por la alta temperatura alcanzada, las partículas empiezan a compactarse entre ellas y el rotor ya no mueve bolas sino que comienza a mover aglomerados más grandes y con ello aumenta la dificultad de movimiento, por lo que aumenta el par.
- El aumento de par crea un mínimo en la curva y además aumenta la contribución del esfuerzo viscoso al aumento de temperatura del material, acelerando el proceso. Se considera que la temperatura a la que ocurre este mínimo es la temperatura de “inicio de gelificación”.



Figura 5 - Cámara del Brabender con dos husillos rotatorios

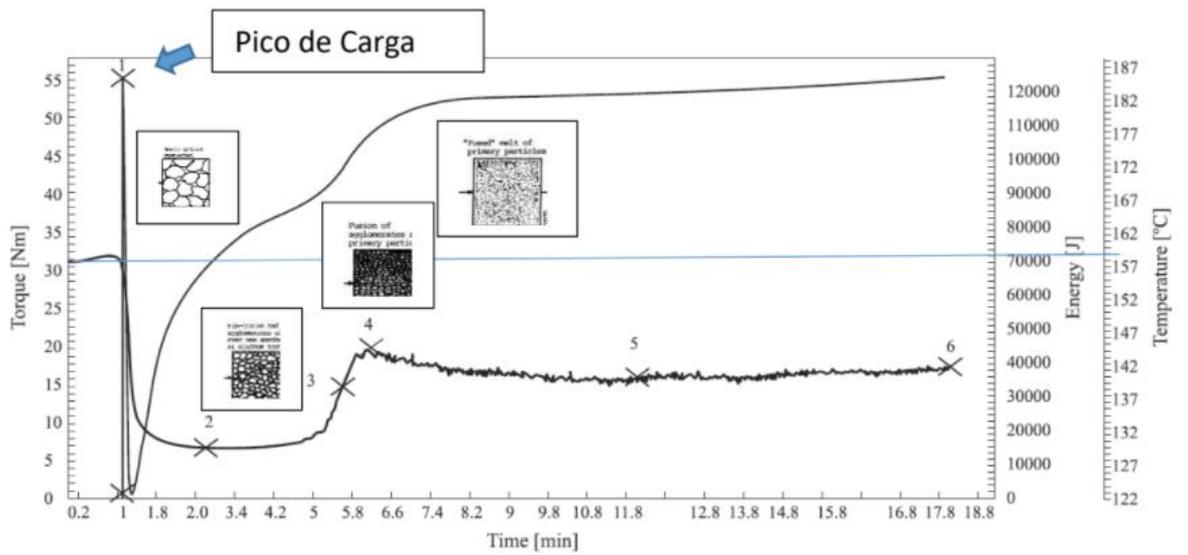


Figura 6 - Ejemplo de Reología

### 2.3. Automatización y su importancia en la industria

La automatización industrial permite la realización de procesos de producción sin intervención humana, ésta ha ido ganando protagonismo en las empresas de diferentes sectores gracias a que permite que sean más competitivas aumentando la producción y reduciendo los costes.

La automatización industrial debe su popularidad a la aparición del PLC (por sus siglas en inglés Programmable Logic Controller), que es un equipo electrónico programable diseñado específicamente para trabajar en un entorno industrial.

Básicamente un PLC, en función del estado de sus entradas, manipula el estado de sus salidas. El programador debe ingresar un programa, con la lógica de programación que ejecutará la CPU para obtener los resultados de operación deseados. Esto permite controlar todo tipo de máquinas y procesos industriales.

La potencia de un PLC se mide en la velocidad con la que ejecuta las instrucciones, con la memoria y la capacidad de expansión del mismo.

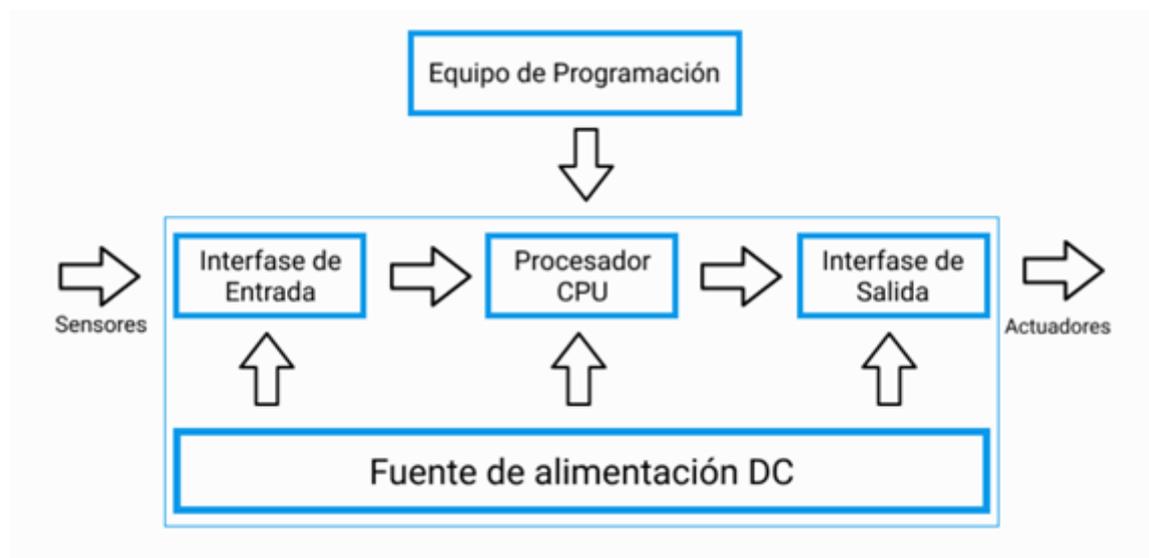


Figura 7 - Estructura de un PLC (imagen de <https://masterplc.com/programacion/que-es-un-plc/>)

Algunos de los principales fabricantes de PLCs del mercado son: Siemens, Schneider, Panasonic, Omron y Rockwell Automation.

A continuación se presenta un pequeño análisis con tres de estas principales marcas:

Los autómatas de Siemens son los más utilizados en la industria y esto es una gran ventaja, puesto que están muy estandarizados. Destaca la CPU 1515 - 2PN, de la gama S7 1500, es uno de los más caros pero también de los más potentes. Tiene una memoria de trabajo de 3,5 MBytes y un tiempo de ejecución de operaciones con bits de 30ns. Dispone de 2 interfaz Profinet, importante para separar la CPU entre las redes OT (producción) e IT (tecnología de la información). Incluye también servidor web integrado, diferentes niveles de protección, etc.



**Figura 8 - CPU 1515 - 2PN de Siemens**

Los inconvenientes de los equipos de Siemens son el elevado coste económico del material, licencias y software. Por una parte, para poder usar la plataforma de programación de Siemens, en este caso TIA Portal, es necesario comprar la licencia. Y para cada nueva versión que sale se debe volver a comprar la actualización y actualizar el firmware de los equipos.

Por otra parte, se necesita un PC muy potente para la ejecución del software TIA Portal ya que consume bastantes recursos del procesador. Siemens recomienda para programar el uso de un PC específico que en, la actualidad, es el SIMATIC PG M6, cuyo precio está entorno a los 8.000 euros con las licencias adecuadas.



**Figura 9 - SIMATIC PG M6 de Siemens**

Los autómatas de Panasonic ofrecen mayor flexibilidad a un coste menor que el anterior. Se destaca de los demás la CPU FPOH que es 8 veces más rápida que los modelos convencionales con velocidad de ejecución de una instrucción básica de 10ns. Su capacidad de programa es el doble que la de los modelos convencionales.



Figura 10 - CPU FPOH de Panasonic

Para la programación de los autómatas de cualquier serie FP de Panasonic se usa el software de programación FPWIN Pro, programación según el estándar internacional IEC1131-3. En este caso y al igual que en los PLCs de Siemens el software de programación no es libre y es bastante caro, aunque existe una versión BASIC, ésta solo es posible para ejecutar 10.000 instrucciones, para algunos proyectos puede ser suficiente, pero para los que no, se debería comprar una licencia.

Por último, los PLCs de Schneider son más económicos que los dos anteriores, el modelo que se utiliza en este proyecto es el TM251MESE



Figura 11 - CPU TM251MESE de Schneider

Las principales razones a la hora de elegir el modelo y marca de PLC son:

- Los PLCs de Schneider se utiliza en su totalidad en los procesos productivos de la fábrica con excelentes resultados de calidad y mantenimiento. Esto es muy importante en cuanto al mantenimiento ya que hay un personal formado en este tipo de PLCs y garantiza una eficaz reacción en cuanto a imprevistos en estos equipos.
- El modelo elegido cumple con los requisitos básicos de capacidad y memoria para la aplicación, y con una reserva para futuras ampliaciones. También, dispone de las interfaces de comunicación requeridas.
- El PLC tiene capacidad de expansión en cuanto a tarjetas de entradas/salidas y tarjetas de comunicación.

El TM251MESE, que es el utilizado en este proyecto, es de la gama de productos Modicon M251, con una capacidad de 8 MB para el programa y 64 MB de RAM, es más que suficiente para esta aplicación donde el protagonista es el controlador PID.

El algoritmo de control PID se compone de tres parámetros: P (proporcional), I (integral) y D (derivada).

La componente proporcional depende del error actual, la integral del error pasado y la derivada es una predicción de los errores futuros. La suma de estas acciones se utiliza para ajustar el proceso por medio de un elemento de control como es la temperatura en el caso de este proyecto, pero esto tiene infinidad de aplicaciones.

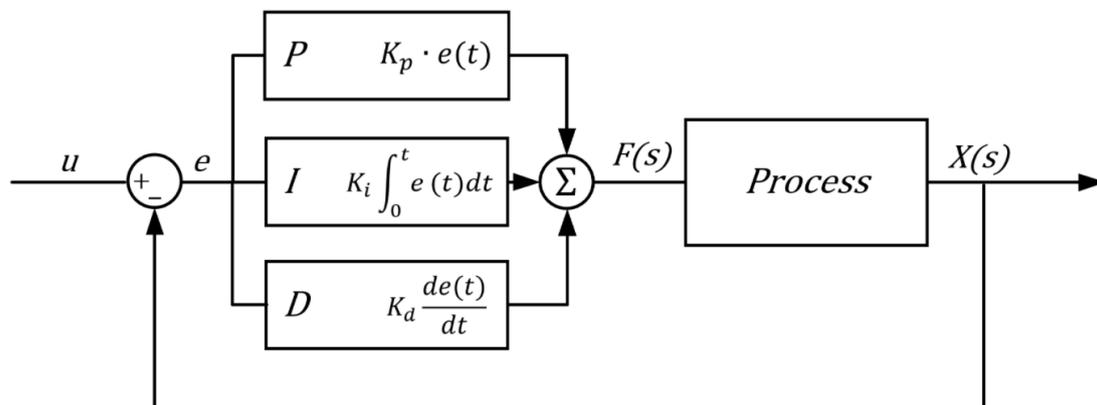


Figura 12 - Diagrama de bloques de un PID en realimentación

### 3. Contexto y alternativas

Este proyecto se realiza en las instalaciones de Granzplast S.A., empresa ubicada en el polígono industrial de Sueca, València, que se dedica a la fabricación de compuestos de PVC rígidos y flexibles para la industria de transformación del plástico.

Actualmente en Granzplast S.A. cuentan con un reómetro de torsión de los años ochenta que se encuentra averiado desde finales del 2019.

En su momento se contempló la opción de enviarlo a la casa a reparar pero se descartó debido al alto coste de su reparación, otra opción era la compra de un reómetro nuevo pero, otra vez, se desechó la idea debido al alto precio. Al poco tiempo llegó la pandemia del covid-19 y con ella una disminución del trabajo, como consecuencia la empresa entró en ERTE y el reómetro quedó olvidado hasta que el volumen de trabajo volvió a la normalidad y entonces se decidió arreglar el reómetro reacondicionándolo con los medios humanos y materiales con los que cuenta la empresa.

El reómetro sobre el cual se va a trabajar es un reómetro Brabender, modelo Plasticorder. Este aparato se usaba en las pruebas de calidad del material, pero debido a la imposibilidad de realizar las pruebas en las instalaciones de la empresa, en estos momentos Granzplast S.A envía muestras de material a la AIMPLAS, Instituto Tecnológico del Plástico, para realizar allí la reología del material y obtener los resultados. Estas pruebas tardan un par de días entre que se envía el material y se analiza lo que dificulta todo el proceso de calidad del material.

La realización de este proyecto implica una gran mejora para el equipo de calidad de Granzplast puesto que va a permitir reducir costes y tiempo en los controles de calidad.



Figura 13 - Reómetro antes del reacondicionamiento

## 4. Objetivo y fases del proyecto

El objetivo de este Trabajo Final de Grado es el de facilitar al personal de laboratorio de Granzplast S.A. la obtención inmediata de los resultados de estas pruebas reológicas del PVC reacondicionando el reómetro de torsión y que pueda volver a ser usado en las pruebas de calidad del material.

Con este propósito el proyecto se divide en diferentes fases:

Debido a que es un reómetro de más de treinta años la electrónica ha quedado totalmente obsoleta, la primera fase es la de retirar estos componentes obsoletos y realizar el diseño de un nuevo esquema eléctrico con los nuevos componentes que se han facilitado por parte de la empresa.

La segunda fase: Programación, tanto del autómeta, en este caso desde Granzplast S.A. ha facilitado un autómeta y módulos de Schneider, como la programación de la interfaz de usuario.

Como tercera fase, y a petición del personal de laboratorio, se desea poder guardar todas las reologías en para consultarlas cuando sea necesario. Para ello se ha implementado un servidor web donde a través de cualquier navegador se puede acceder a las reologías y descargarlas en formato PDF y EXCEL.

Es importante destacar la transversalidad del proyecto puesto que incluye diferentes áreas de estudio de la carrera (como electrónica, electricidad, automática y control) y esto es con lo que generalmente se encuentra un ingeniero en su día a día.

## 5. Materiales y software

### 5.1. Fuente de alimentación.



Figura 14 - Fuente de alimentación

La fuente de alimentación sirve para obtener una corriente continua de 24V a partir de una corriente alterna de 230V. La fuente de alimentación usada en este proyecto es del fabricante Weidmüller (Detmold, Alemania)[[web](#)] y pertenece a la gama Pro ECO 120 W 24V 5A.[[datasheet](#)]

Se trata de una fuente conmutada la cual transforma la energía eléctrica mediante transistores en conmutación. Estas fuentes conmutadas tiene por esquema: rectificador, conmutador, transformador, otro rectificador y salida.

### 5.2. Paro de emergencia



Figura 15 - Seta de emergencia

Según la norma EN ISO 13850, la función de parada de emergencia se usa para prevenir situaciones que puedan poner en peligro a las personas, para evitar daños en la máquina, en

trabajos en curso o para minimizar los riesgos ya existentes, y ha de activarse con una sola maniobra de una persona. (10)

La seta de emergencia XB4BS8445 del fabricante Schneider Electric (Rueil-Malmaison, Francia)[[web](#)] sirve para detener toda acción que se pueda estar ejecutando en una máquina eléctrica.

Para esto se hace uso de la seta de emergencia conectada al módulo de seguridad. ([datasheet](#))

### 5.3. Módulo de seguridad.



Figura 16 - Módulo de seguridad Pizzato

Es un módulo para paradas de emergencia, este módulo desconecta el circuito eléctrico mediante el movimiento mecánico, en el caso de este proyecto es la acción de pulsar la seta de emergencia.

Se ha usado un módulo de seguridad del fabricante Pizzato Elettrica (Marostica VI, Vicenza, Italia) [[web](#)] modelo CS AR-04V024 ([datasheet](#))

#### 5.4. Convertidor de medida Messtech CVC-V1E

La serie de convertidores compactos Messtech aceptan una amplia gama de señales provenientes de transductores (sensores de presión, células de carga...), captadores (de temperatura) y sensores en general que entreguen señales en tensión o intensidad. En el caso de este modelo la salida es de 4-20 mA dc. Es del fabricante Messtech (Mühlenweg 23, 7221 Marz, Austria) [[web](#)]([datasheet](#))

#### FUENTES DE ALIMENTACION

Varios modelos en función de la salida (estabilizada), potencia, etc.

- Tensión de alimentación: 85...260 Vac. / 120...370 Vdc.
- Ejecución en caja para carril DIN 35 mm
- Potencia: bajo demanda



Figura 17 – Convertidor de medida Messtech

#### 5.5. Célula de carga.



Figura 18 - Célula de carga

Una célula de carga sirve para transformar una fuerza ejercida en voltaje, en el caso de este proyecto se usa para saber el par que se produce en la cámara del reómetro. Esta célula está formada por cuatro galgas extensiométricas conectadas en un puente de Wheatstone, es del fabricante de HBM Ibérica(San Sebastián de los Reyes, Madrid, España) modelo Z6FC3, tiene un rango de 0kg a 200kg y una sensibilidad del 2mV/V. ([datasheet](#)) (11)

## 5.6. Convertidor célula de carga



Figura 19 - Convertidor célula de carga

El convertidor es el FORCE ISOFLEX del fabricante Remberg (Lasarte, Gipuzkoa, España) [[web](#)]. Salida 4/20mA ([datasheet](#))

## 5.7. Cartuchos calefactores de alta densidad calorífica



Figura 20 - Cartuchos calefactores de alta densidad

Estos cartuchos de alta densidad calorífica han sido fabricados específicamente para este proyecto por Goher (Aldaia, Valencia) [[web](#)], pueden trabajar a temperaturas muy elevadas, a más del 500°C, tienen una gran eficiencia y una larga durabilidad. Su aplicación en este proyecto es la de calentar la cámara del reómetro a la temperatura deseada.

## 5.8. Autómata y módulos E/S de Schneider.

Para el controlar todo el proceso se utiliza un autómata TM251MESE de Schneider Electric (Rueil-Malmaison, Francia) [[web](#)] ([datasheet](#))



Figura 21 - PLC TM251MESE

El módulo para las entradas digitales es el TM3DI8 del fabricante Schneider Electric ([datasheet](#)):



Figura 22 - TM3DI8

El módulo para las entradas digitales es el TM3DQ8 del fabricante Schneider Electric ([datasheet](#)):



Figura 23 - TM3DQ8

El módulo para las entradas analógicas es el TM3TI4 del fabricante Schneider Electric ([datasheet](#)):



Figura 24 - TM3TI4

El autómata TM251MESE y los módulos de entradas y salidas se concatenan de la siguiente forma en un carril DIN 35mm:



Figura 25 - Montaje del autómata y los módulos E/S

### 5.9. SoMachine V4.3

Para la programación del TM251MESE de Schneider Electric se usa el entorno de desarrollo SoMachine también de Schneider Electric.

SoMachine V4.3 permite la programación de autómatas de Schneider Electric e incluye como estándar, los seis lenguajes IEC (International Electrotechnical Commission) que se indican en la normativa IEC 61131-3. Estos son los lenguajes disponibles en SoMachine:

- Diagrama de funciones (Function Block Diagram, FBD)
- Graficet (Sequential Functional Chart, SFC)
- Texto estructurado (Structured Text, ST)
- Listado de instrucciones (Instruction List, IL)
- Diagrama de contactos (Ladder, LD)
- Continuous Function Chart (CFC)

Dependiendo de las necesidades de cada proyecto, la aplicación puede estar programada con cualquiera de estos 6 lenguajes, y cada POU puede estar programado con un lenguaje distinto dentro del mismo proyecto.

SoMachine entre otras funciones, permite al usuario:

- Creación de bloques funcionales (FBs) por el usuario.
- Creación de funciones por el usuario o usar las predefinidas por el programa.
- Creación de estructura de datos (DUTs).
- Ventanas de supervisión de variables en tiempo de ejecución.
- Monitorización graficas de variables.
- Puntos de interrupción, ejecución instrucción por instrucción.

Estas funciones van a ser de gran utilidad en el desarrollo del proyecto.

SoMachine V4.3 tiene muchísimas aplicaciones y opciones internas, pero a continuación solo se han descrito las que se han usado para la realización de este proyecto.

### 5.9.1. POU

Una POU (por sus siglas en inglés Program Organizational Unit), es la Unidad Organizativa de Programa, se utiliza para todos los objetos de programación (programas, bloques de función, funciones, etc.) que se utilizan para crear una aplicación en el controlador.

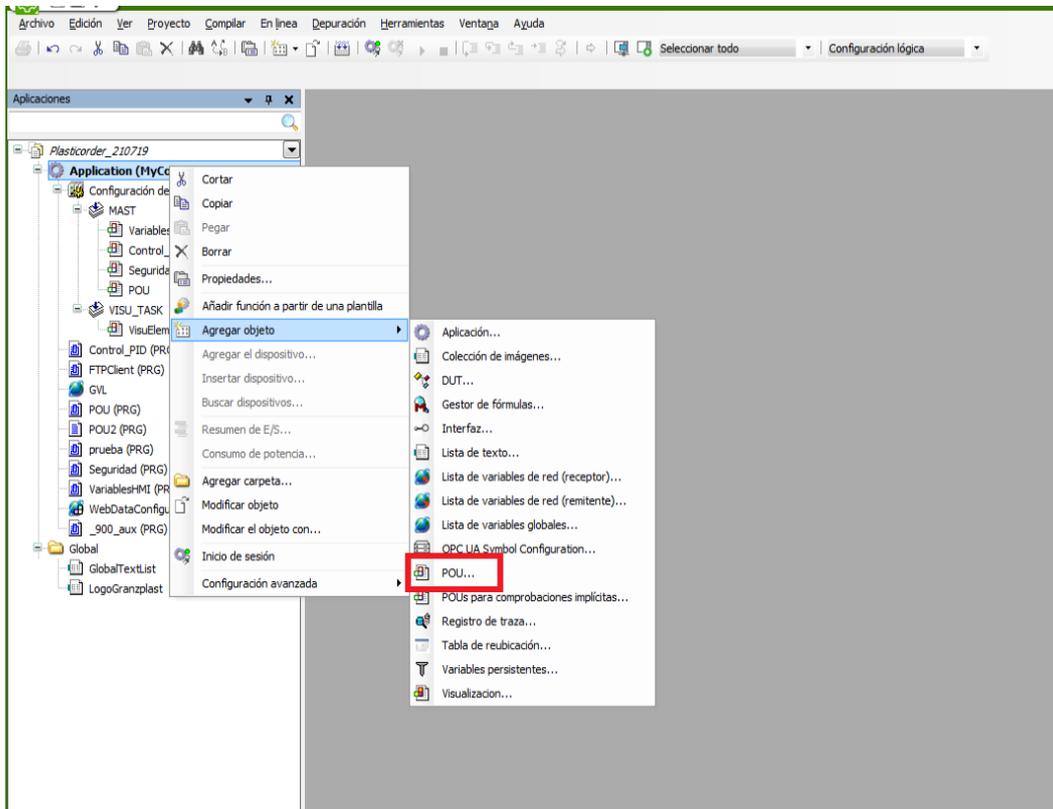


Figura 26 - Como añadir una nueva POU al proyecto

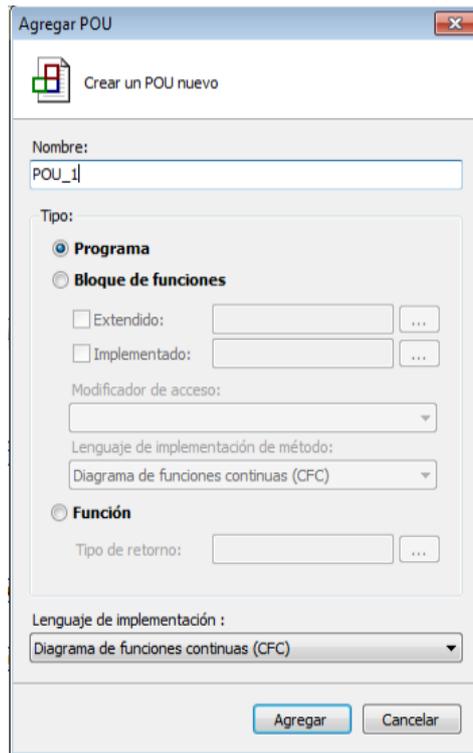


Figura 27 - Opciones al añadir una nueva POU al proyecto

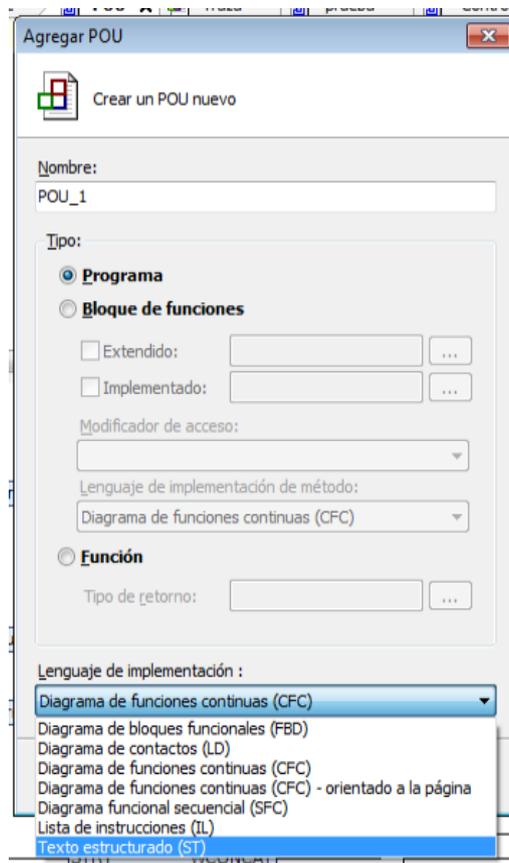


Figura 28 - Lenguajes disponibles al añadir una nueva POU al proyecto

## 5.9.2. Variables Globales

Las variables globales tienen su propio tipo de objeto, que se llama 'Lista de variables globales'. Estas variables son visibles desde cualquier POU del proyecto.

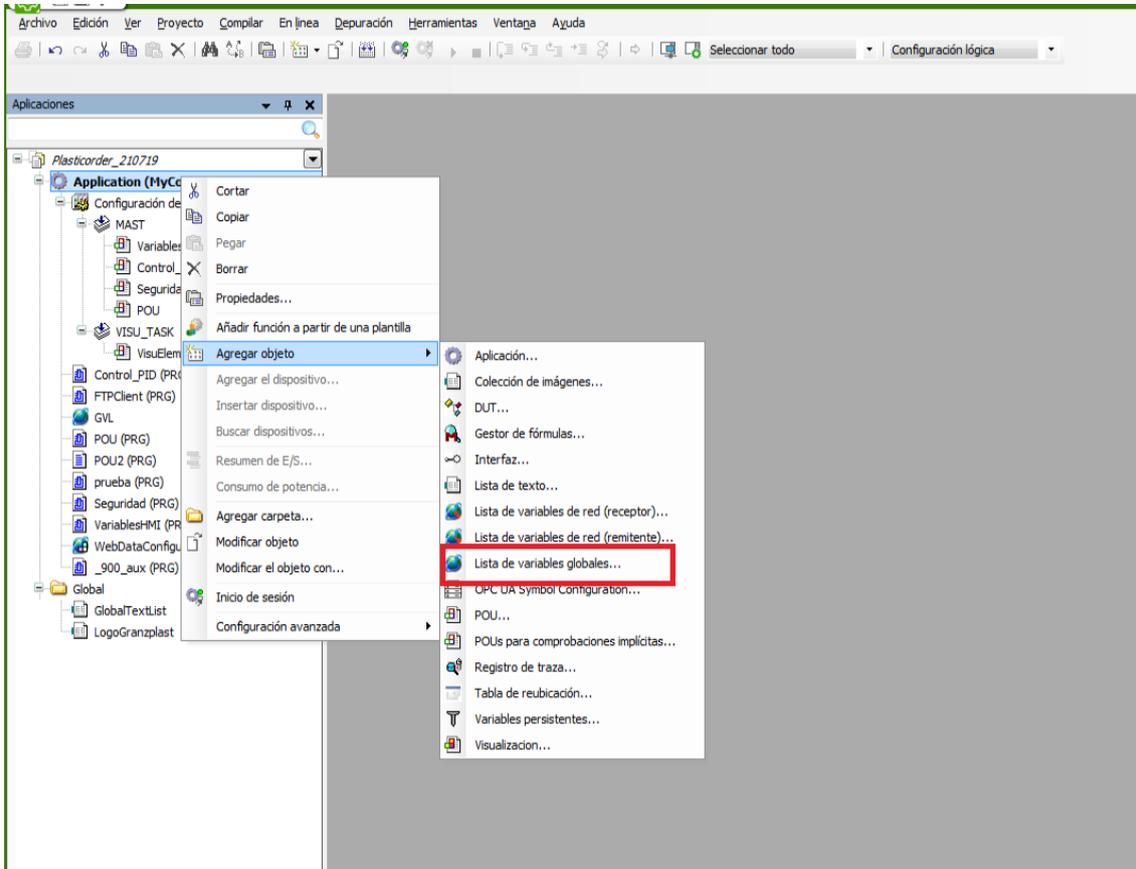


Figura 29 - Como añadir un nuevo objeto 'Lista de variables globales'

### 5.9.3. Visualizaciones

SoMachine incluye un editor gráfico que permite pantallas gráficas donde se puede mostrar las variables del proceso en tiempo real.

El objeto 'Gestor de visualización' se añade automáticamente en la aplicación al crear la primera visualización, cuenta con un 'WebVisualization' donde se indican parámetros como la visualización de arranque, el nombre del archivo .html, la frecuencia de actualización y el tamaño del buffer de comunicaciones.

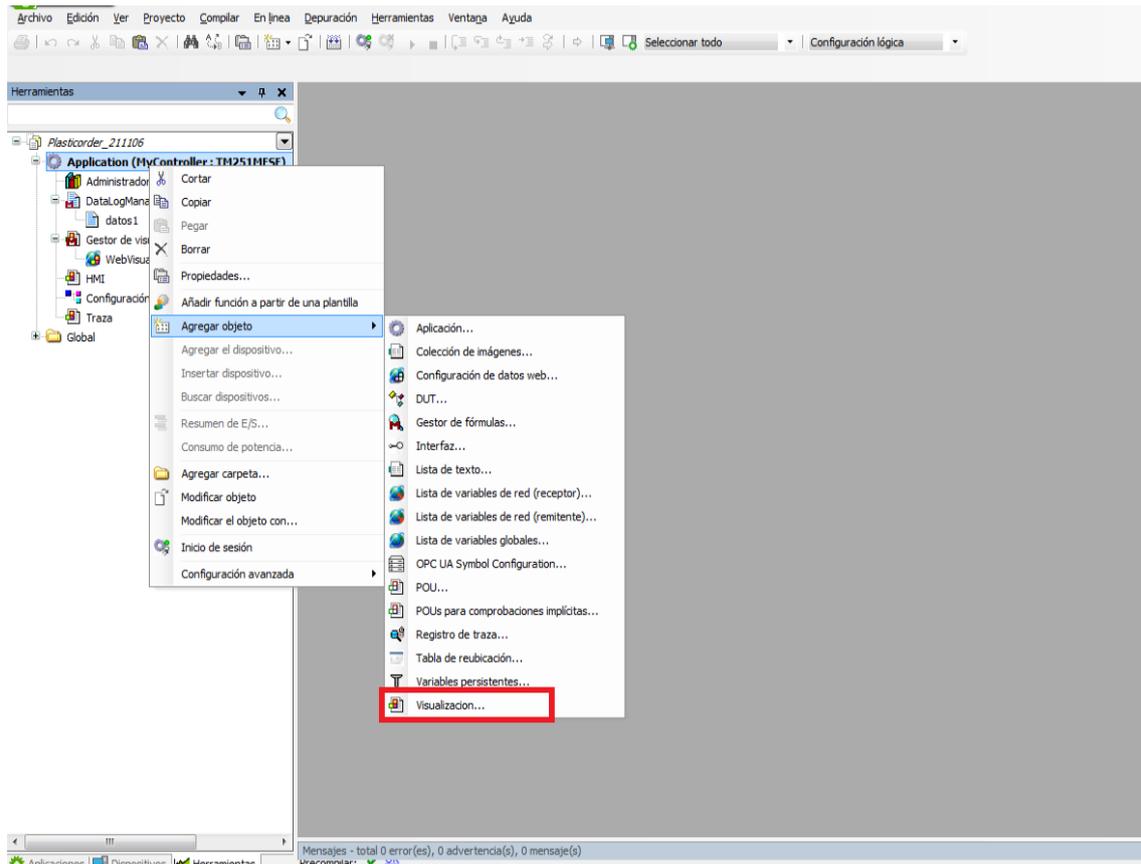


Figura 30 - Como añadir una nueva Visualización

### 5.9.4. DataLogManager

Es usado cuando se necesita guardar ciertos valores, para poder ser descargados y tratados. Para ello se han de guardar los datos en un fichero de tipo DataLog.

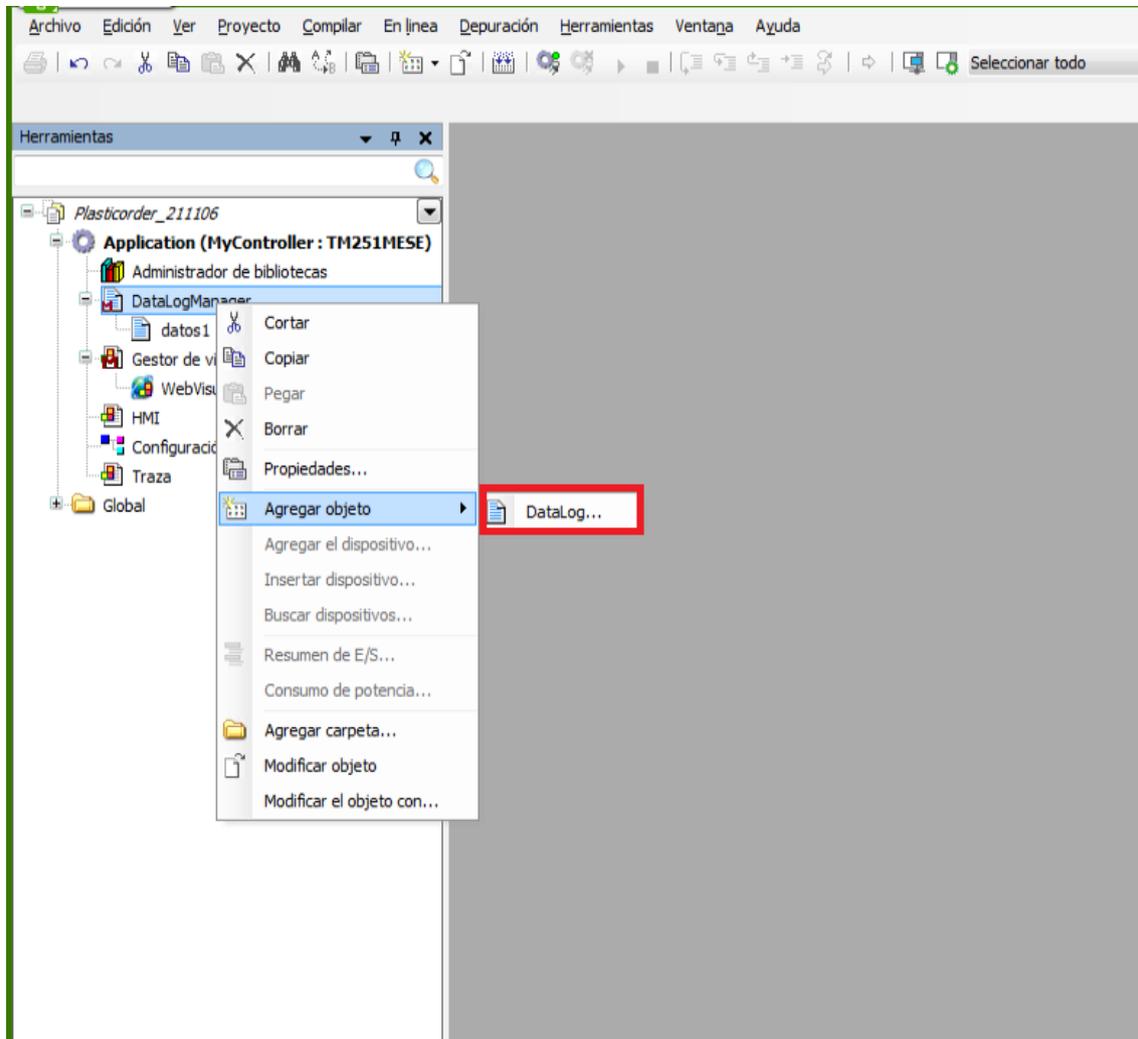


Figura 31 - Como añadir un fichero DataLog al DataLogManager

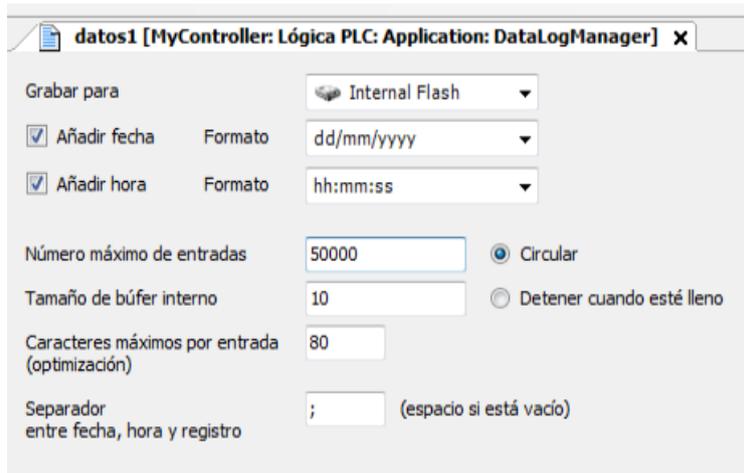


Figura 32 - Ventana de configuración el fichero DataLog añadido anteriormente

Con el bloque de función FB LogRecord y LogRecord.Dump se crean los ficheros .log. Inicialmente se escriben los datos en un buffer y son traspasados a la memoria interna del autómeta.

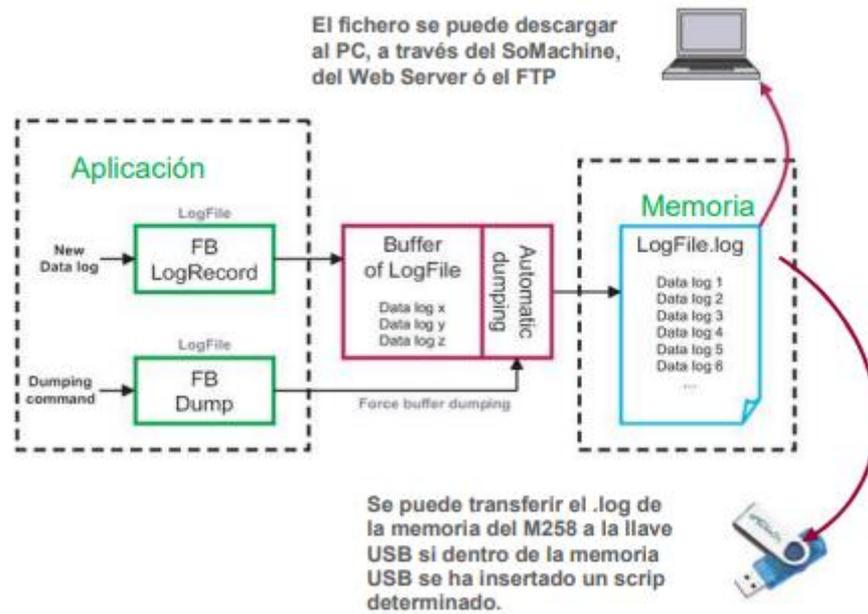


Figura 33 - Estructura interna para generar los archivos .log

### 5.10. SEE Electrical

SEE Electrical desarrollado por IGE+XAO (COLOMIERS, Haute-Garonne) [\[web\]](#), es el software de diseño de esquemas eléctricos usado en este proyecto.



Figura 34 - Logo SeeElectrical

### 5.11. IntelliJ IDEA

Es un entorno de desarrollo integrado, para el desarrollo de programas informáticos creado por JetBrains (Prague 4, Prague, Czechia) [\[web\]](#). Soporta los lenguajes de programación de alto nivel JVM (Java Virtual Machine).

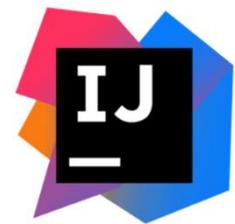


Figura 35 - Logo IntelliJ

### 5.12. Visual Studio Code

Es editor de código fuente desarrollado por Microsoft para Windows, Linux, macOS y Web. Visual Studio Code se basa en el framework Electron. Este editor de código es compatible con muchos lenguajes de programación, como por ejemplo: C, C++, C#, Java, JavaScript React, etc..



Figura 36 - Logo Visual Studio Code

## 6. Diseño del esquema eléctrico

Después de conocer los componentes para el reacondicionamiento del reómetro el siguiente paso es el de diseñar el esquema eléctrico. Este esquema se encuentra en el [Anexo II](#) y se ha realizado usando la plantilla proporcionada por Granzplast.

Este esquema se divide en dos partes: la parte de potencia y la de lógica.

La parte de potencia: A 230V es donde está conectado el regulador de tensión del motor que rectifica la onda senoidal, en este caso es un motor de corriente continua, también se conectan a 230V los cartuchos calefactables de alta densidad calorífica y el convertidor de medida.

La parte de la lógica o de la maniobra: Se trata del PLC y sus módulos de entradas y salidas, están conectados a 24V, por eso lo primero que se puede encontrar en el esquema es la fuente de alimentación que sirve para obtener una corriente continua de 24V a partir de una corriente alterna de 230V. La pantalla va conectada a 5V.

Seguidamente a la alimentación está el módulo de seguridad, la línea es después de la seguridad se indica con 24V.1 y todo lo que esté conectado ahí se desconectará de la red si se pulsa la seta de seguridad.

El autómatas y los módulos de entradas y salidas están conectados antes de la seguridad así como el convertidor de la célula de carga y la pantalla.

## 7. Diseño del PID

El objetivo de ajustar los parámetros PID es lograr que el bucle de control corrija eficaz y rápidamente las posibles perturbaciones y sea capaz de seguir las referencias deseadas. De este modo, si se eligen unos parámetros erróneos, el proceso a controlar puede ser inestable. Como se ha comentado anteriormente para calentar la cámara del reómetro se disponen de seis cartuchos calefactores de alta densidad de carga, el proceso deseado es el de calentar la cámara del reómetro a una velocidad de 2°C/min, para el diseño del PID lo primero es sacar la función de transferencia a partir de la gráfica de la temperatura.

Para ello se presupone que el sistema será de primer grado con un retardo (dado que es así como habitualmente pueden ser aproximados los procesos térmicos) y se observa cómo responde el sistema ante un escalón, la señal de control será de todo o nada. Se calienta la cámara hasta una temperatura deseada, en este caso 190 °.

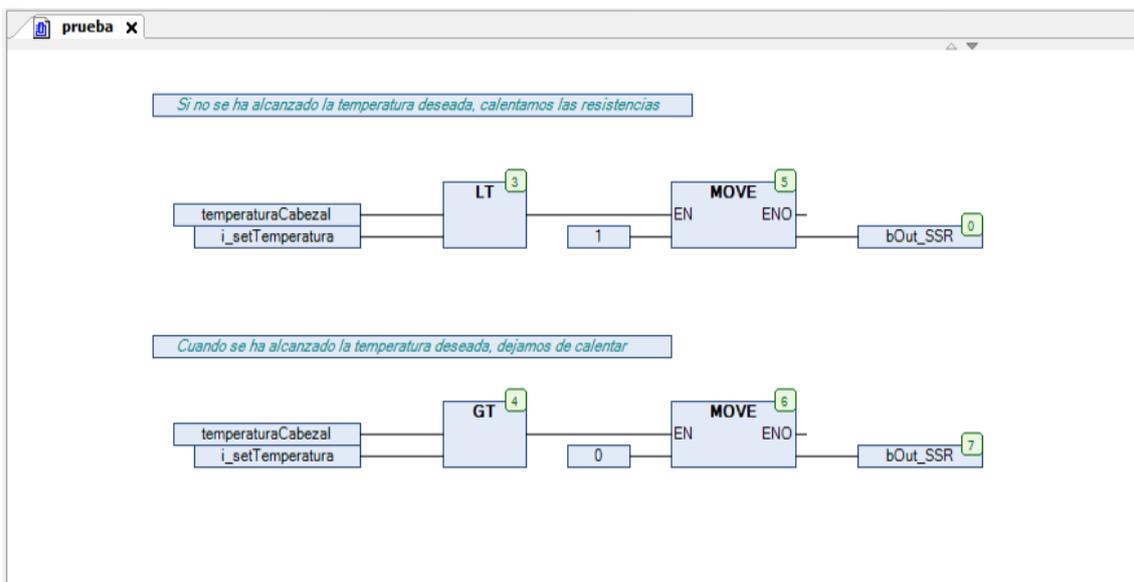
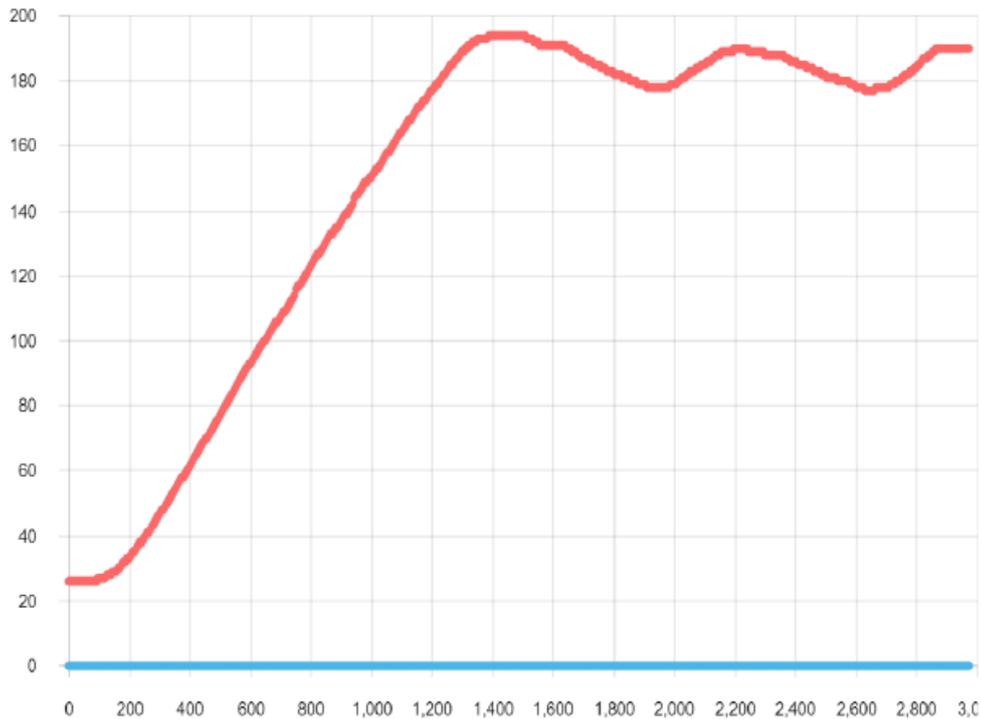


Figura 37 - POU de prueba

Los bloques de funciones de la figura X: Bloque LT, mayor que (Lower Than) y bloque GT, menor que (Greater Than). Bloque MOVE, cuando se habilite (EN, enable) pondrá a 0 o a 1 la salida digital que activa la temperatura.

Mientras que la variable temperaturaCabezal sea menor que (LT) la temperatura deseada se activa la salida digital para calentar las resistencias (MOVE pone la salida a 1). En el momento la variable sea mayor que (GT) la temperatura deseada la salida digital que activa la temperatura se apaga (MOVE pone la salida a 0). Ejecutando esta POU durante 50 minutos se obtiene la siguiente gráfica de temperatura:



**Figura 38 - Respuesta del sistema ante escalón**

Se puede observar claramente en la gráfica que la respuesta del sistema ante escalón no es sobreamortiguada y la temperatura (en rojo) oscila entre 196 y 179 grados centígrados aproximadamente (una vez alcanzado el valor final, debido al todo/nada).

La respuesta ante escalón muestra la presencia añadida de un integrador en la función de transferencia, ya que cuando se introduce un escalón a un sistema y éste responde como una rampa es porque el sistema tiene dicho polo integrador. También se percibe el retardo esperado.

Para identificar este tipo de sistemas se hace en bucle cerrado con la constante proporcional, que se llamará  $K_p$  a un valor pequeño, para así estabilizar la salida.

Se prueba con una  $K_p=1$  usando el bloque de PID de SoMachine, TES.FB\_PID.

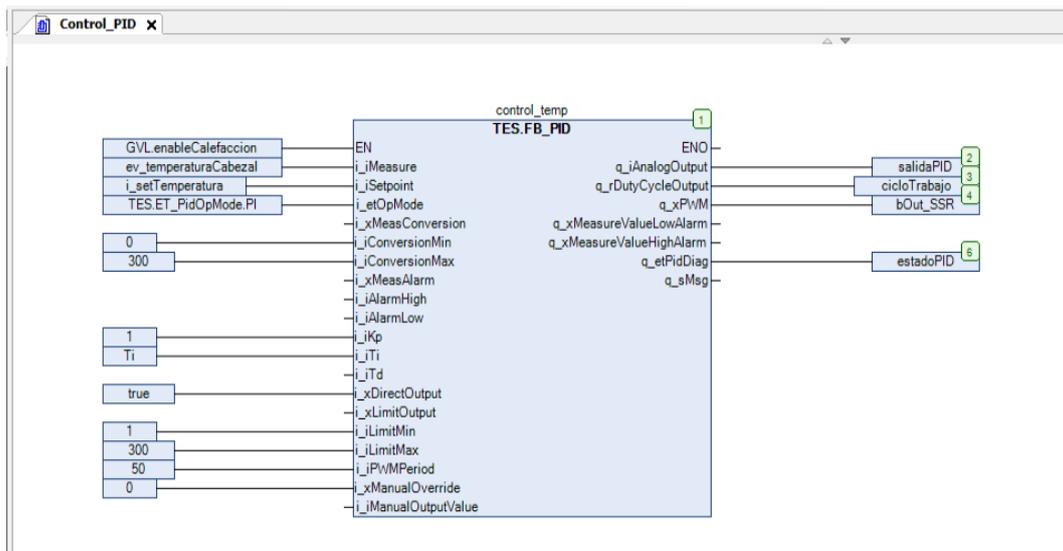


Figura 39 - Módulo PID

El bloque de funciones FB\_PID proporciona un controlador PID.

La siguiente tabla, sacada del manual de Schneider, describe las variables de entrada del bloque PID:

Entrada	Tipo de datos	Descripción
i_iMeasure	INT	Variable de control[1...1000]
i_iSetpoint	INT	Consigna del controlador
l_etOpMode	ET_PidOpMode	PID/PI, el PID se puede sobrescribir para ser compatible.
i_xMeasConversion	BOOL	Activa la conversión de valores medidos a los límites determinados desde [de 0 a 10.000] hasta [de i_iConversionMin a i_iConversionMax].
i_iConversionMin	INT	Conversión del valor mínimo.
i_iConversionMax	INT	Conversión del valor máximo.
i_xMeasAlarm	BOOL	Activa las alarmas del rango de valores medido.
i_iAlarmHigh	INT	Valor de umbral de alarma alta para q_iAnalogOutput.
i_iAlarmLow	INT	Valor de umbral de alarma baja para q_iAnalogOutput.
i_iKp	INT	Factor de ganancia proporcional
i iTi	INT	Constante de tiempo integral
i iTd	INT	Constante de tiempo diferencial (se ignora en el caso de PI)
i_xDirectOutput	BOOL	TRUE: acción directa FALSE: acción inversa
i_xLimitOutput	BOOL	Activa la limitación de la salida.
i_iLimitMin	INT	Límite inferior de la salida
i_iLimitMax	INT	Límite superior de la salida
i_iPWMPeriod	INT	Señal <u>PWM</u>

Tabla 1

En la siguiente tabla se describen las variables de salida del bloque PID:

Salida	Tipo de datos	Descripción
q_iAnalogOutput	INT	Salida del controlador que va a convertirse de digital a analógica [de 1 a 10.000]
q_rDutyCycleOutput	REAL	Se reduce a un valor [de 0 a 1] que puede asignarse a un módulo <u>PWM</u> manualmente.
q_xPWM	BOOL	Salida <u>PWM</u> generada por el software
q_xMeasureValueLowAlarm	BOOL	Monitorización de la variable de control. Se establece en 1, si la variable es inferior al nivel de la alarma baja.
q_xMeasureValueHighAlarm	BOOL	Monitorización de la variable de control. Se establece en 1, si se supera el nivel de la alarma alta.
q_etPidDiag	ET_PidDiag	Código de diagnóstico procedente del controlador <u>PID</u>
q_sMsg	STRING	Mensaje de diagnóstico

Tabla 2

Con esta  $K_p=1$ , se obtiene la siguiente gráfica de temperatura (en rojo):

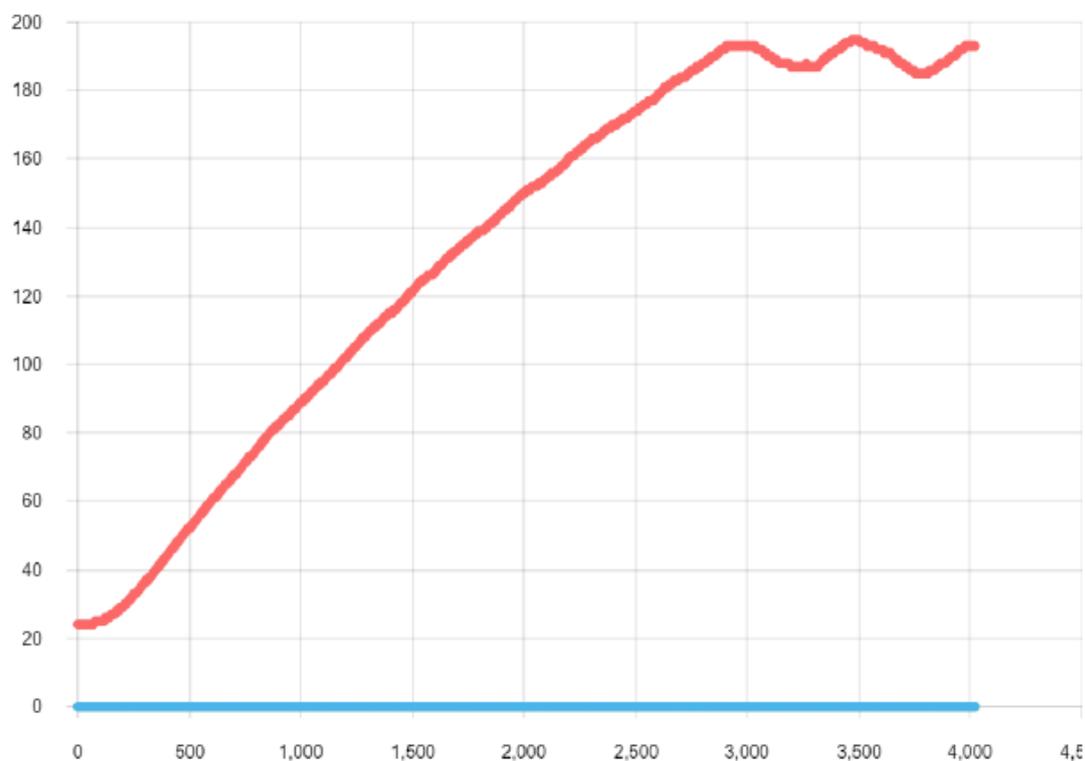
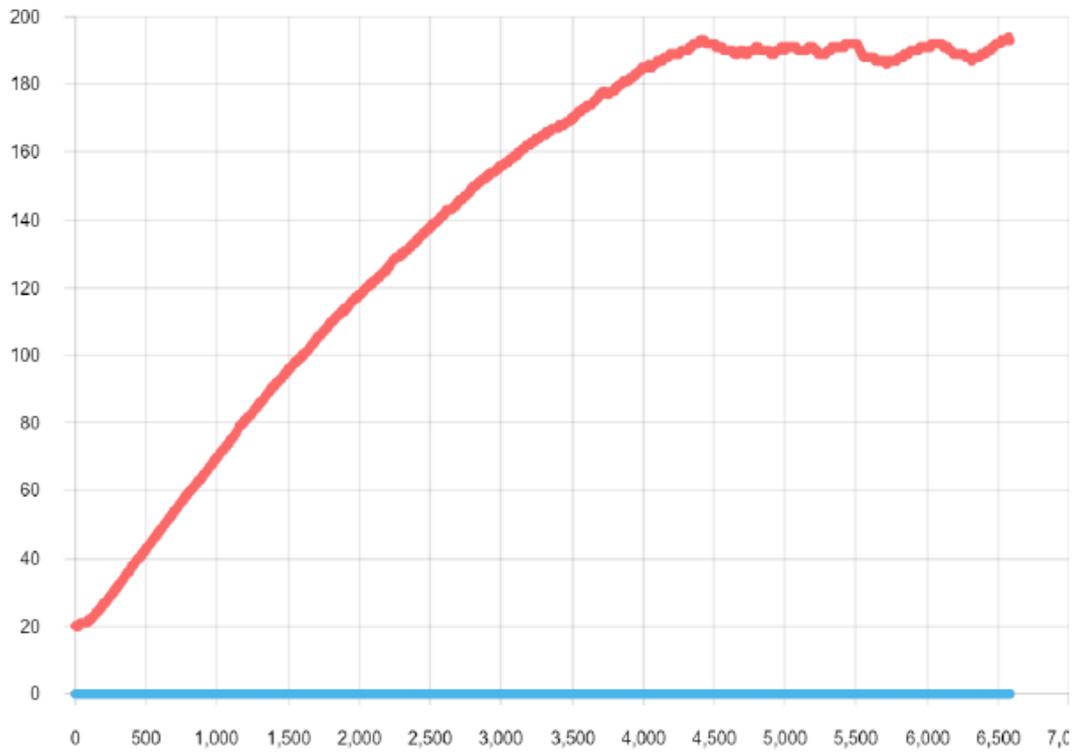
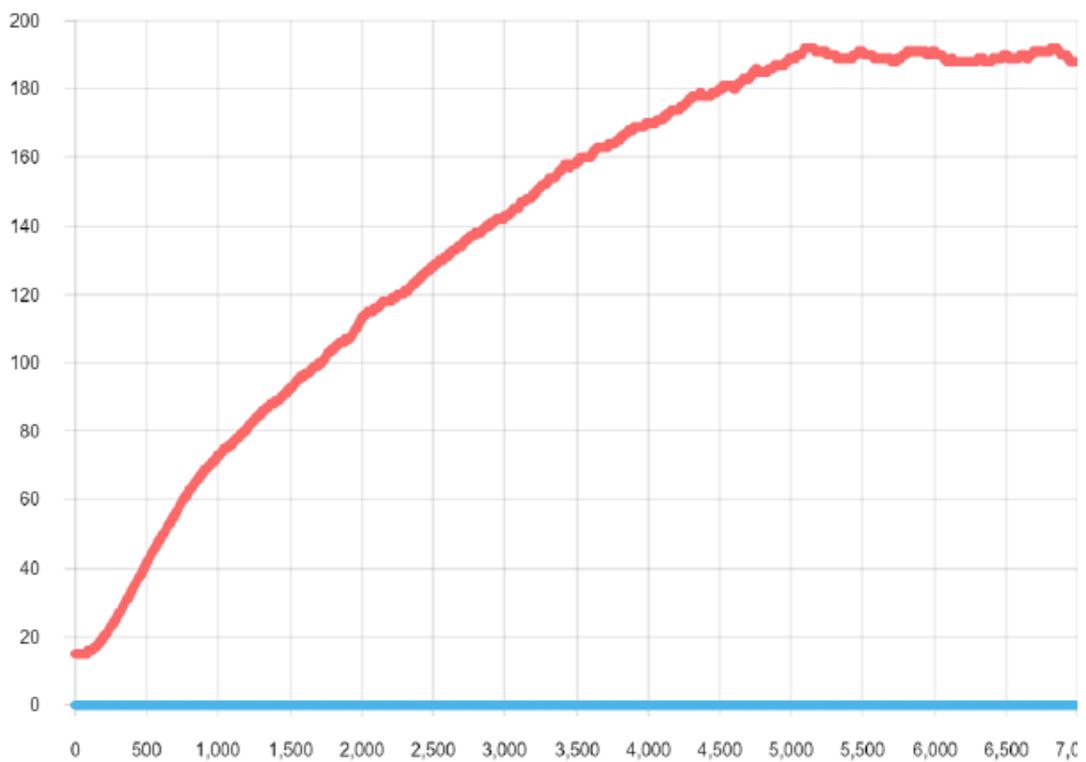


Figura 40 - Respuesta del sistema con  $K_p = 1$



**Figura 41 - Respuesta del sistema con  $K_p = 2$**

Con  $K_p=2$ , se observa que la salida empieza a parecerse más a una exponencial, así que se prueba a aumentar el valor de la  $K_p$  y observar su salida.



**Figura 42 - Respuesta del sistema con  $K_p = 3$**

Con  $K_p=3$ , se puede decir que la salida es exponencial (tras un retardo) y en el permanente se observa una pequeña oscilación, la cual se considerará un ruido que no se va a modelar en este proyecto

Con esta gráfica se obtiene la siguiente función de transferencia:  $Gp(s) = \frac{0.016}{s(1.885+3s)}$

El cálculo para obtener la fdt se encuentra en el [Anexo III](#).

## 8. Programación PLC

Como se ha comentado en el apartado 3, este proyecto se ha realizado con un autómata y módulos de Schneider y se ha programado con SoMachine-V4.3.

### 8.1. Estructura

La estructura del proyecto depende directamente del modelo de autómata que se utilice, en este caso se ha usado un TM251MESE de Schneider. A continuación se muestra la estructura del proyecto, donde se selecciona el autómata y los módulos de entrada y salida correspondientes.

Una vez creado el proyecto se debe añadir el modelo de autómata sobre el que se va a trabajar, para ello se hace click en Gestionar dispositivos.

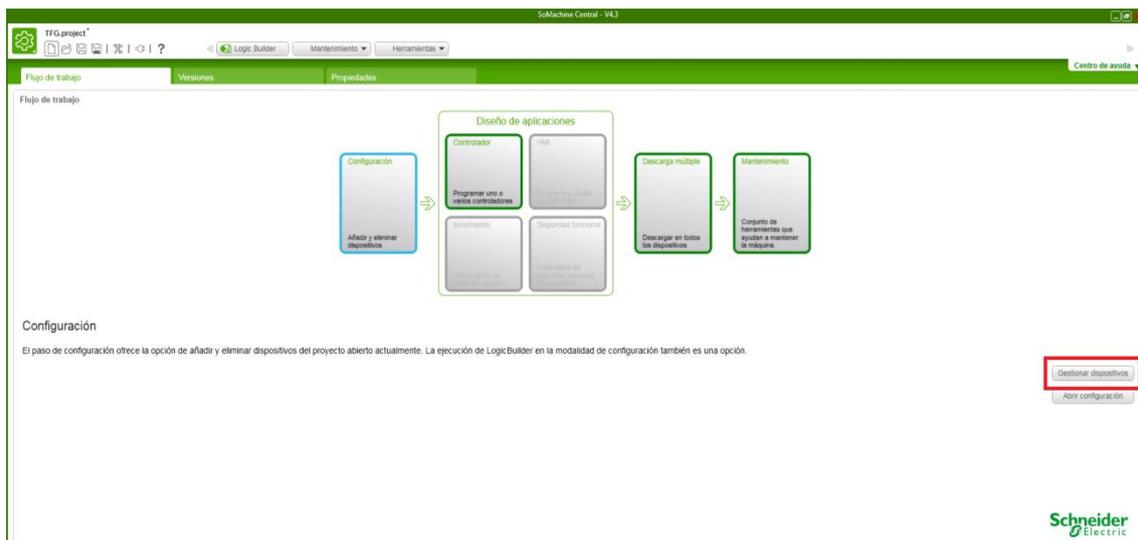


Figura 43 – Añadir un nuevo dispositivo

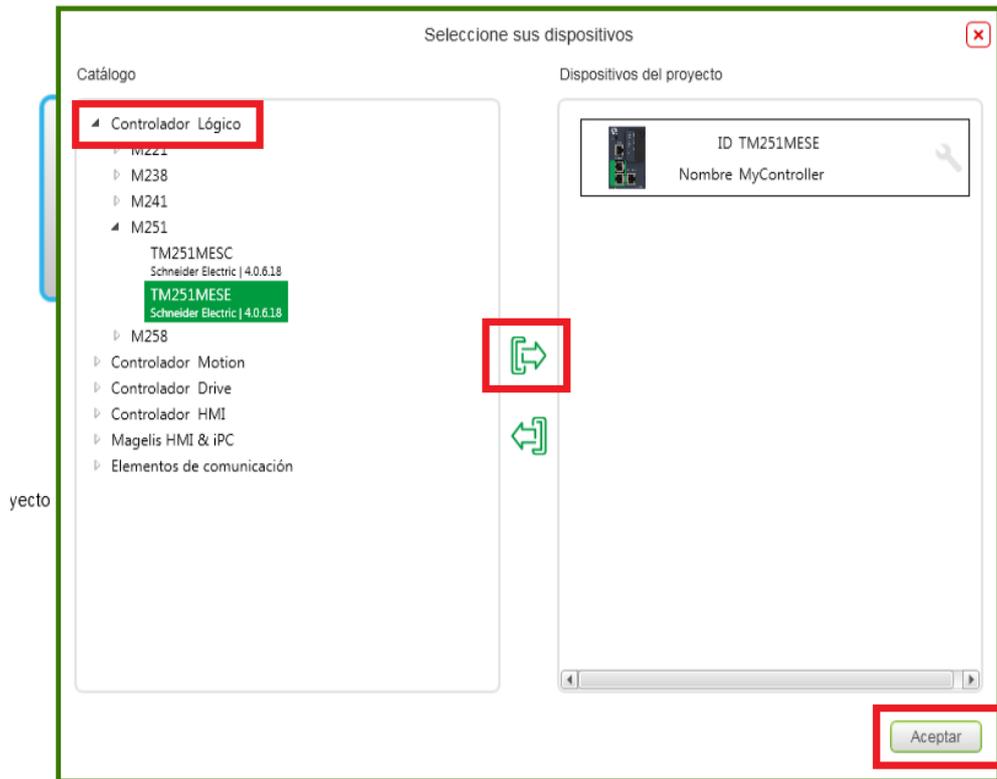


Figura 44 – Seleccionar TM251MESE

Una vez seleccionado el autómata, la estructura del proyecto es la siguiente:

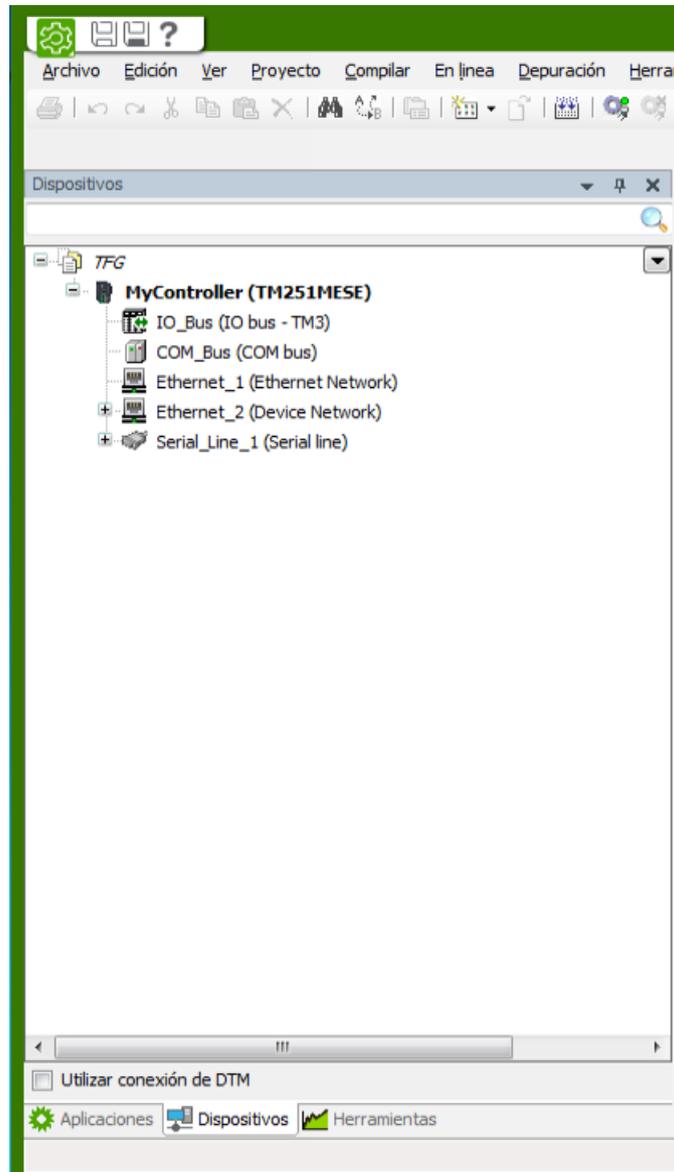


Figura 45 – Estructura del proyecto

Ahora se deben añadir los módulos de entradas y salidas digitales y analógicas correspondientes.

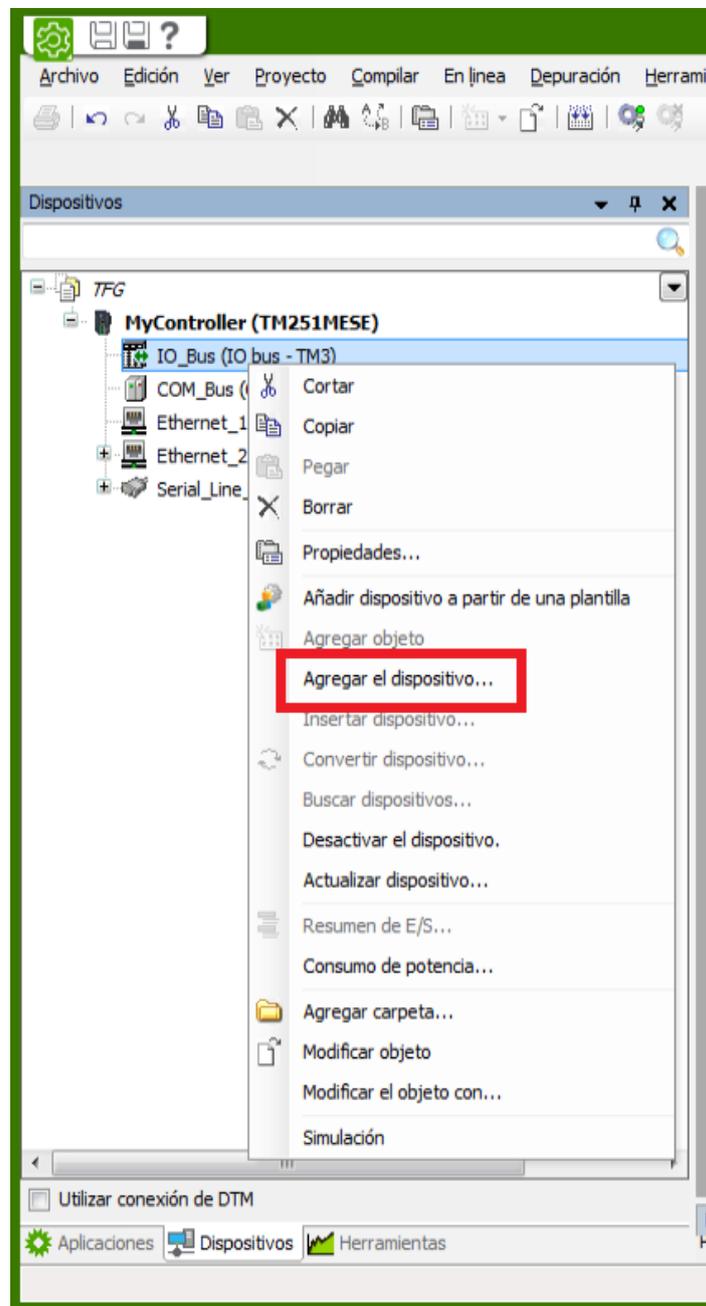


Figura 46 – Agregar dispositivo

Agregar módulo para entradas digitales, TM3DI8

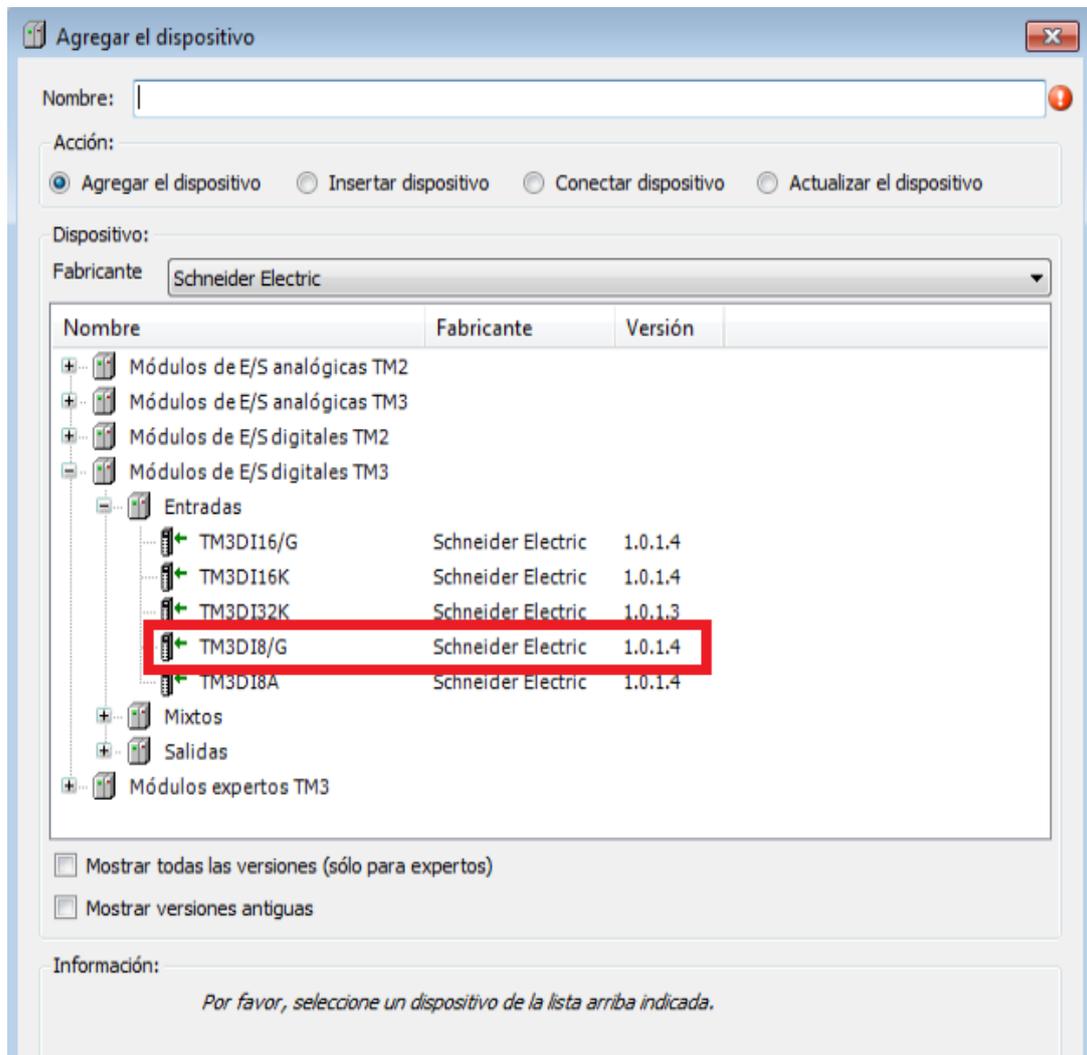


Figura 47 – Agregar módulo para entradas digitales TM3DI8/G

Agregar módulo para salidas digitales, TM3DQ8T/G

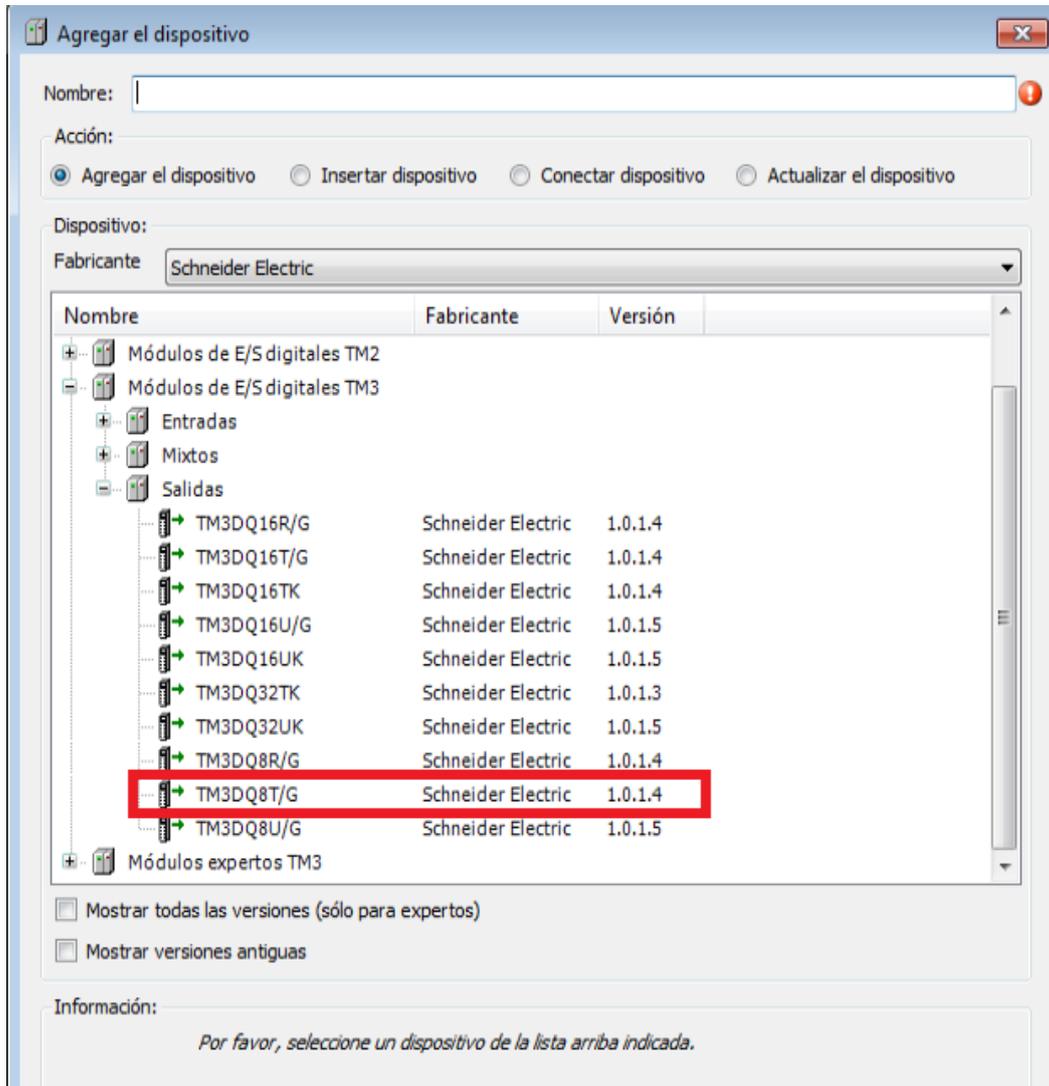


Figura 48 – Agregar módulo para salidas digitales

## Agregar módulo para entradas analógicas, TM3TI4/G

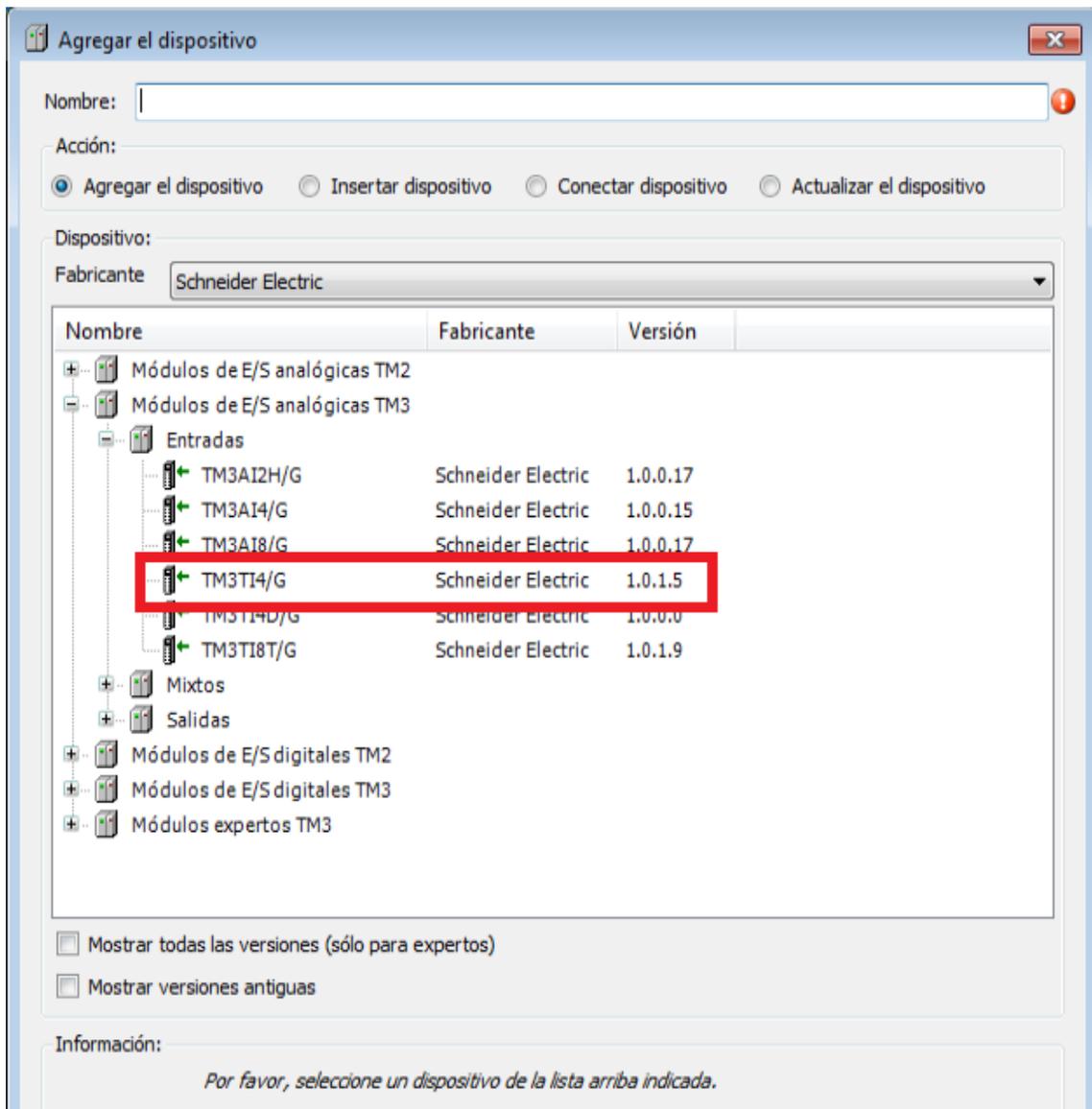


Figura 49 - Agregar módulo para entradas analógicas TM3TI4/G

Estos módulos que se acaban de agregar son los que tienen conectados las entradas y salidas digitales o analógicas físicas.

Cuando se declara una entrada (analógica o digital) en un determinado módulo se quiere decir que hay un cable físico que conecta ese módulo con algún elemento del aparato, como por ejemplo la seta de seguridad, en el caso del módulo TM3DI8/G, o el termopar en el caso del módulo TM3TI4/G.

En cuanto a las salidas digitales del módulo TM3DQ8T/G, son salidas desde el autómatas, que dan la orden de marcha o paro del motor, o encender o apagar la temperatura.

Para las entradas digitales, dentro del módulo TM3DI8/G hay las siguientes variables declaradas:

- setaSeguridad: Indica si la seta de seguridad se ha pulsado o no, tipo Boolean.
- releSeguridad: Indica si el relé de seguridad está armado o no, tipo Boolean.

Variable	Asignación	Canal	Dirección	Tipo	Valor predeterminado	Unidad	Descripción
Entradas							
Application.setaSeguridad		IB0	%IB0	BYTE			
Application.releSeguridad		I1	%IB1	BOOL			
		I2	%DX0.2	BOOL			
		I3	%DX0.3	BOOL			
		I4	%DX0.4	BOOL			
		I5	%DX0.5	BOOL			
		I6	%DX0.6	BOOL			
		I7	%DX0.7	BOOL			

Figura 50 - Entradas conectadas al módulo TM3DI8/G

Para las salidas digitales, dentro del módulo TM3DQ8T/G hay las siguientes variables declaradas:

- bOut\_SSR: Activa o desactiva el relé de estado sólido donde se conectan los cartuchos de alta densidad calorífica para calentar la cámara del reómetro, tipo Boolean.
- bOut\_motor: Paro (FALSE) o marcha (TRUE) del motor, tipo Boolean.

Variable	Asignación	Canal	Dirección	Tipo	Valor predeterminado	Unidad	Descripción
Salidas							
Application.bOut_SSR		QB0	%QB0	BYTE			
Application.bOut_motor		Q0	%QB0	BOOL			
		Q1	%QB1	BOOL			
		Q2	%QX0.2	BOOL			
		Q3	%QX0.3	BOOL			
		Q4	%QX0.4	BOOL			
		Q5	%QX0.5	BOOL			
		Q6	%QX0.6	BOOL			
		Q7	%QX0.7	BOOL			

Figura 51 - Salidas conectadas al módulo TM3DQ8T/G

Para las entradas analógicas, dentro del módulo TM3TI4/G hay las siguientes variables declaradas:

- temperaturaCabezal: Indica la temperatura de la cámara del reómetro, tipo Integer.
- temperaturaMasa: Indica la temperatura de masa del reómetro, tipo Integer.
- iInputFuerza: Indica el esfuerzo de giro de los dos husillos dentro de la cámara a temperatura del reómetro, tipo Integer.
- iRmp: Indica la velocidad del rotor, tipo Integer.

The screenshot shows a software interface with a tree view on the left and a table on the right. The tree view shows a hierarchy of components under 'MyController (TM251MESE)', including 'Module\_3 (TM3TI4/G)'. The table on the right, titled 'Canales', lists the following variables and their configurations:

Variable	Asignación	Canal	Dirección	Tipo	Valor predeterminado	Unidad	Descripción
Application.temperaturaCabezal		IW0	%IW1	INT			
Application.temperaturaMasa		IW1	%IW2	INT			
Application.iInputFuerza		IW2	%IW3	INT			
Application.iRmp		IW3	%IW4	INT			
Diagnóstico							

Figura 52 - Entradas conectadas al módulo TM3TI4/G

## 8.2. Proyecto en SoMachine.

De todos los lenguajes listados anteriormente, este proyecto se ha realizado con CFC (Continuous Function Chart). El proyecto cuenta con cuatro POU, un objeto Lista de Variables Globales, un DataLogManager con su DataLog, un Gestor de Visualización con su WebVisualization y dos Visualizaciones.

Las cuatro POU están organizadas de la siguiente forma:

- POU para controlar la seguridad, llamada Seguridad
- POU para la visualización, llamada VariablesHMI
- POU para el control de temperatura mediante PID, llamada Control\_PID
- POU para registrar los valores en el .log, llamada GuardarValores

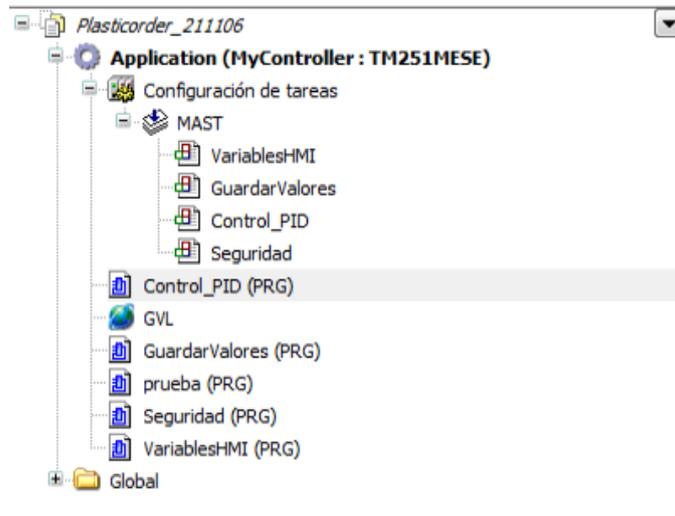


Figura 53 - Estructura de las POUs y la GVL (Lista de Variables Globales)



Figura 54 - Estructura de DataLogManager y del Gestor de visualización

El objeto Lista de Variables Globales, contiene todas las variables que son visibles desde cualquier parte del proyecto, estas son:

#### VAR\_GLOBAL

```
iPar : INT;  
bOut_SSR: BOOL;  
bOut_motor: BOOL;  
temperaturaCabezal: INT;  
temperaturaMasa: INT;  
iRmp: INT;  
releSeguridad: BOOL;  
setaSeguridad: BOOL;  
enableCalefaccion: BOOL;  
calefaccionOn: BOOL := TRUE;  
motorOn: BOOL := TRUE;  
iInputFuerza: INT;  
i_setTemperatura: INT;  
mostrarParametrosMotor: BOOL := TRUE;  
mostrarSetTemperatura: BOOL := TRUE;
```

#### END\_VAR

Algunas de las variables globales definidas anteriormente ya han sido explicadas en el apartado de cada módulo, aquí se explican las que no pertenecen a ningún módulo de E/S:

- iPar : variable para registrar el esfuerzo de los rotores, es de tipo Integer.
- enableCalefaccion: habilita la calefacción es de tipo Boolean.
- calefaccionOn: pone en marcha la calefacción, es de tipo Boolean.
- motorOn: pone en marcha el motor, es de tipo Boolean.
- i\_setTemperatura: es de tipo Integer, es la temperatura que se desea alcanzar
- mostrarParametrosMotor: es de tipo Boolean y al declararla se inicializa a True. Muestra u oculta los parámetros del motor en pantalla.
- mostrarSetTemperatura: es de tipo Boolean y al declararla se inicializa a True. Muestra u oculta los parámetros de la temperatura en pantalla.

### 8.3. Seguridad

La POU de la Seguridad es la siguiente:

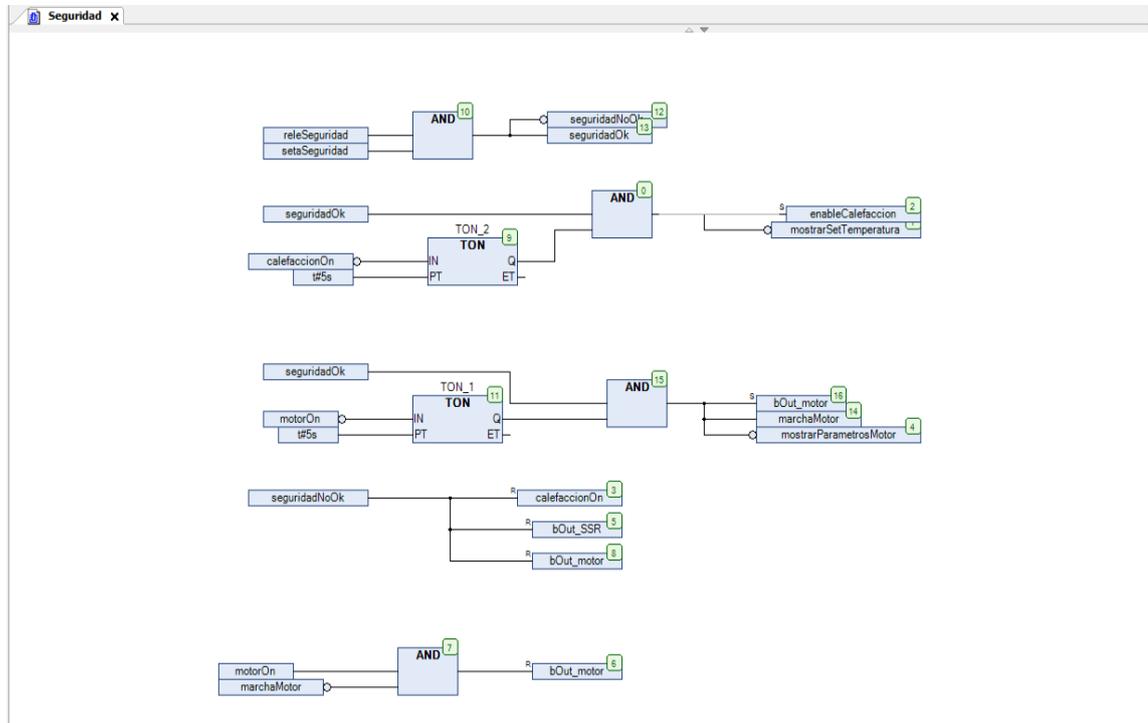


Figura 55 - POU de la seguridad

En esta POU se controla que tanto el relé como la seta de seguridad estén armadas, de no ser así no será posible activar la temperatura ni la rotación del motor, ya que la opción para activarlas no sería visible en la pantalla del usuario.

Si en algún momento de la ejecución la seguridad no fuera correcta se resetearían las salidas `calefaccionOn` y las salidas digitales físicas `bOut_SSR` y `bOut_motor`, se resetean a FALSE, desactivando así cualquier proceso que estuviera en marcha.

## 8.4. VariablesHMI

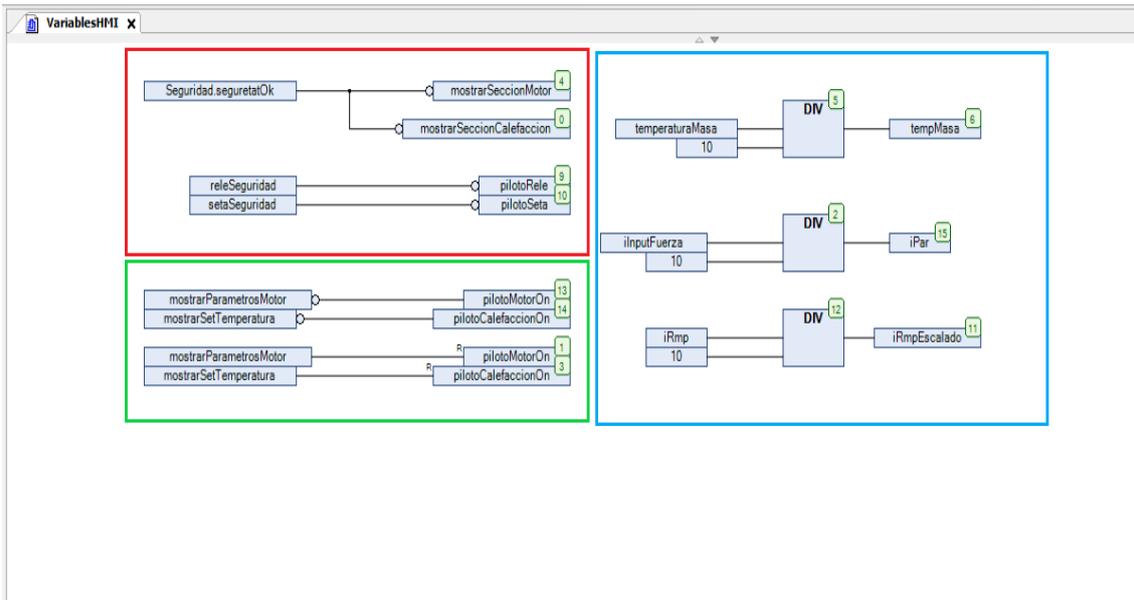


Figura 56 – POU variables HMI

Esta POU tiene tres funciones, dentro del recuadro rojo está la de mostrar o no las diferentes opciones del menú, dependiendo de si la seguridad está ok.

Si la seguridad no está armada saldrá en pantalla un pop-up en rojo indicándolo y no dejará poner en marcha el motor ni seleccionar una temperatura para poder realizar un ensayo. Una vez la seguridad de la máquina esté correcta, el pop-up desaparecerá y aparecerán las opciones de poner en marcha el motor y la de seleccionar una temperatura para el ensayo.

En el recuadro verde están los pilotos, al encenderlos indican al usuario que la temperatura y/o el motor están en marcha.

En el recuadro azul se encuentran tres módulos DIV (función de dividir). Se divide por 10 cada valor de la izquierda (`temperaturaMasa`, `iInputFuerza` y `iRmp`), al autómeta le llegan estos valores sin escalar.

Por ejemplo, la `temperaturaMasa` le llega al autómeta con el valor 220, pero la temperatura real son 22 grados, por eso se debe dividir por 10. Pero si por ejemplo hay 225 y el valor real es 22,5 grados, esos 0,5 grados se despreciarían, ya que solo se va a trabajar con números enteros.

Los valores que se muestran por pantalla al usuario son los valores ya escalados: `tempMasa`, `iPar`, `iRmpEscalado`

## 8.5. Control\_PID

### POU del Control\_PID

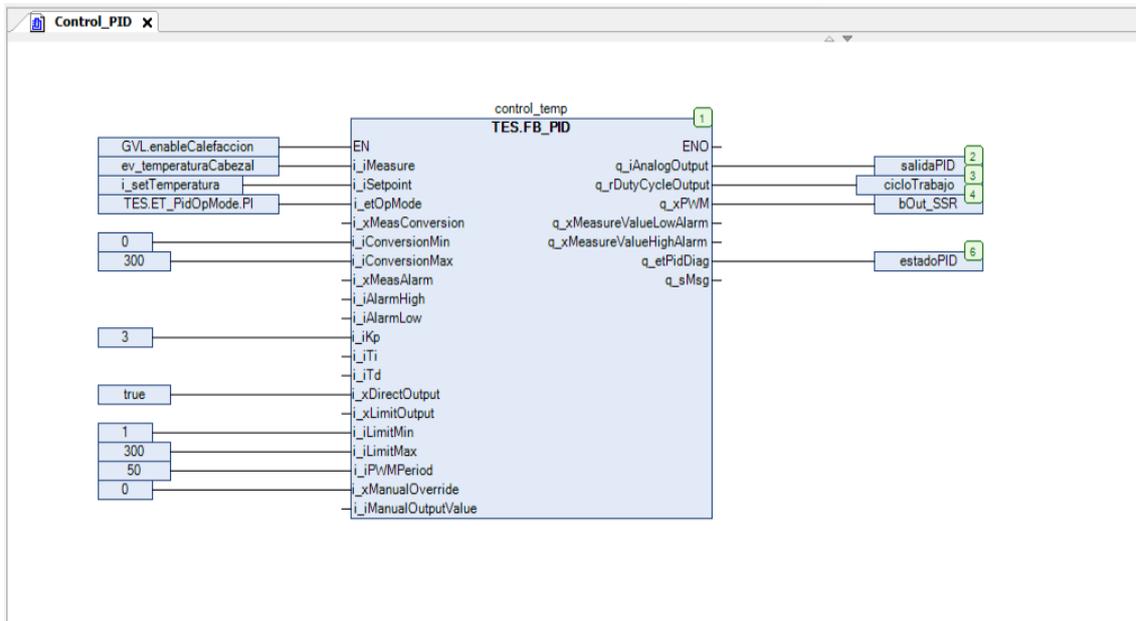


Figura 57 - Módulo control PID

#### FUNCTION\_BLOCK FB\_PID

Copyright (c) Schneider Electric Automation GmbH 2018. Schneider Electric. All rights reserved. Warning: This computer program is protected by copyright law and international treaties. Unauthorized reproduction or distribution of this program, or any portion of it, may result in severe civil and criminal penalties, and will be prosecuted to the maximum extent possible under the law.

Nombre	Tipo de datos	Heredado de	Dirección	Valor inicial	Comentario
i_iMeasure	INT				
i_iSetpoint	INT				
i_etOpMode	ET_PidOpMode				
i_xMeasConversion	BOOL				
i_iConversionMin	INT				
i_iConversionMax	INT				
i_xMeasAlarm	BOOL				
i_iAlarmHigh	INT				
i_iAlarmLow	INT				
i_iKp	INT				
i_iTi	INT				
i_iTd	INT				
i_xDirectOutput	BOOL				
i_xLimitOutput	BOOL				
i_iLimitMin	INT				
i_iLimitMax	INT				
i_iPWMPeriod	INT				
i_xManualOverride	BOOL				
i_iManualOutputValue	INT				
q_iAnalogOutput	INT				
q_rDutyCycleOutput	REAL				
q_xPWM	BOOL				
q_xMeasureValueLowAlarm	BOOL				
q_xMeasureValueHighAlarm	BOOL				
q_etPidDiag	ET_PidDiag				
q_sMsg	STRING(80)				

Figura 58 – Variables del módulo de control del PID

## 8.6. GuardarValores

La POU de GuardarValores es la siguiente:

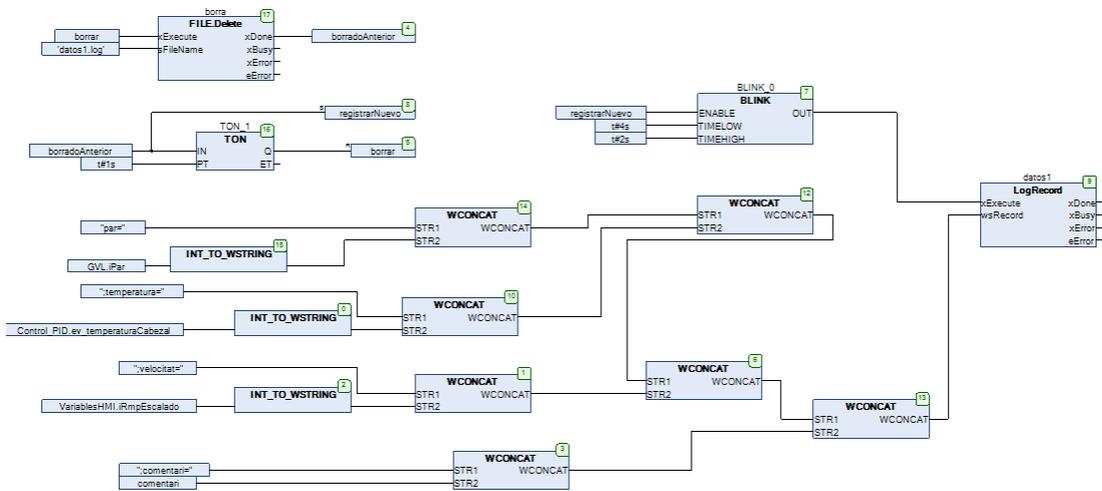


Figura 59 - POU GuardarValores

El autómata de Schneider Electric TM251MESE tiene la opción de comportarse como un servidor FTP, primer paso de esta POU es el de borrar el log anterior, ya que en el servidor FTP sólo se quiere almacenar un log, el de la última reología.

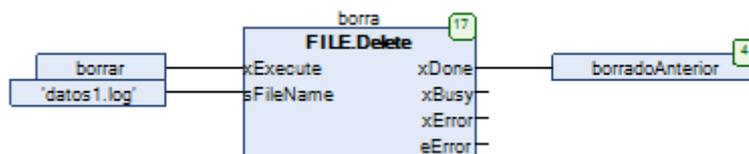


Figura 60 - Bloque funcional FILE.Delete

Este bloque funciona de la siguiente manera:

Cuando se habilita la variable `borrar`, se borra el fichero que esté en `sFileName`, en este caso es el fichero `'datos1.log'`. Al realizar con éxito esta operación `xDone` habilita la variable `borradoAnterior`.

El bloque `FILE.Delete` es un bloque funcional de la librería `FILE` disponible en `SoMachine`.

FUNCTION\_BLOCK Delete EXTENDS CBM.ETrig

Nombre	Tipo de datos	Heredado de	Dirección	Valor inicial	Comentario
<b>xExecute</b>	BOOL	ETrig			Rising edge: Action start Falling edge: Resets outputs If a falling edge occurs before the function block has completed its action, the outputs operate in the usual manner and are only reset if either the action is completed or in the event of an error. In this case, the corresponding output values (xDone, xError, iError) are present at the outputs for exactly one cycle.
<b>xDone</b>	BOOL	ETrig			Action successfully completed
<b>xBusy</b>	BOOL	ETrig			Function block active
<b>xError</b>	BOOL	ETrig			TRUE: error occurred, function block aborts action FALSE: no error
<b>sFileName</b>	CAA.FILENAME				file name
<b>eError</b>	ERROR				Local library error ID (0: no error; 5101: time out)

Figura 61 - Documentación del bloque FILE.Delete

Una vez borrado el log anterior (borradoAnterior=TRUE) ya se puede empezar un nuevo ensayo y se puede empezar a grabar un log con los datos de esta nueva reología (registrarNuevo = TRUE) y la variable borrar, que ejecuta el bloque funcional FILE.Delete, se pone a FALSE.

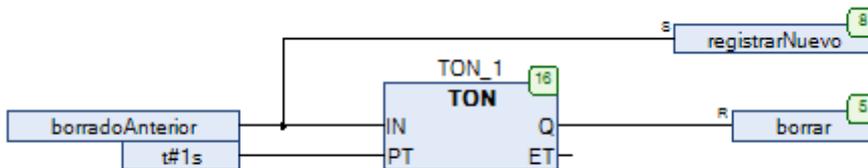


Figura 62 - Bloque TON para empezar a registrar un nuevo log

La función del bloque TON es la de introducir 1 segundo de retardo entre que se empieza a registrar el nuevo y se pone la variable borrar a FALSE.

El siguiente paso es del de habilitar el bloque LogRecord para ir guardando los valores de par, revoluciones por minuto y temperatura de la reología, pero no se quiere que esté constantemente guardando estos parámetros, así que se hace uso del bloque BLINK, este bloque funciona de la siguiente manera:

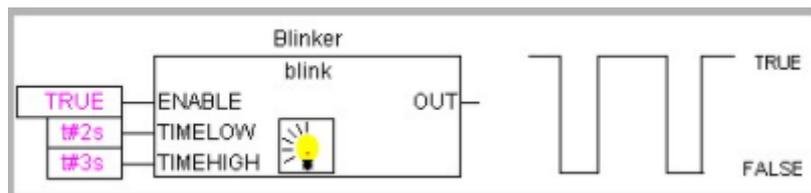


Figura 63 - Bloque BLINK

El bloque BLINK activa su salida en cada flanco de subida, en este caso el bloque BLINK se ha programado para estar 4 segundos a nivel bajo y 2 segundos a nivel alto, entonces esto indica que se guardarán valores en el log cada 6 segundos.

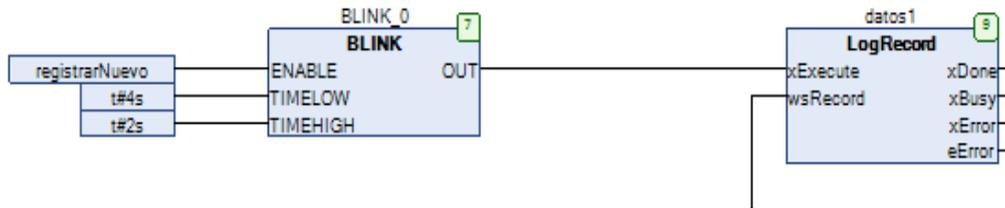


Figura 64 - Bloque BLINK y LogRecord

Bloque LogRecord, cada 6 segundos se activará xExecute y se grabará lo que haya en wsRecord.

FUNCTION\_BLOCK LogRecord EXTENDS CBM.ETrig

Nombre	Tipo de datos	Heredado de	Dirección	Valor inicial	Comentario
xExecute	BOOL	ETrig			Rising edge: Action start Falling edge: Resets outputs If a falling edge occurs before the function block has completed its action, the outputs operate in the usual manner and are only reset if either the action is completed or in the event of an error. In this case, the corresponding output values (xDone, xError, iError) are present at the outputs for exactly one cycle.
xDone	BOOL	ETrig			Action successfully completed
xBusy	BOOL	ETrig			Function block active
xError	BOOL	ETrig			TRUE: error occurred, function block aborts action FALSE: no error
wsRecord	WSTRING (255)				Text to write to the log file
eError	ERROR				Error code

Figura 65 - Documentación bloque LogRecord

El contenido de wsRecord es una concatenación de concatenaciones de Strings:

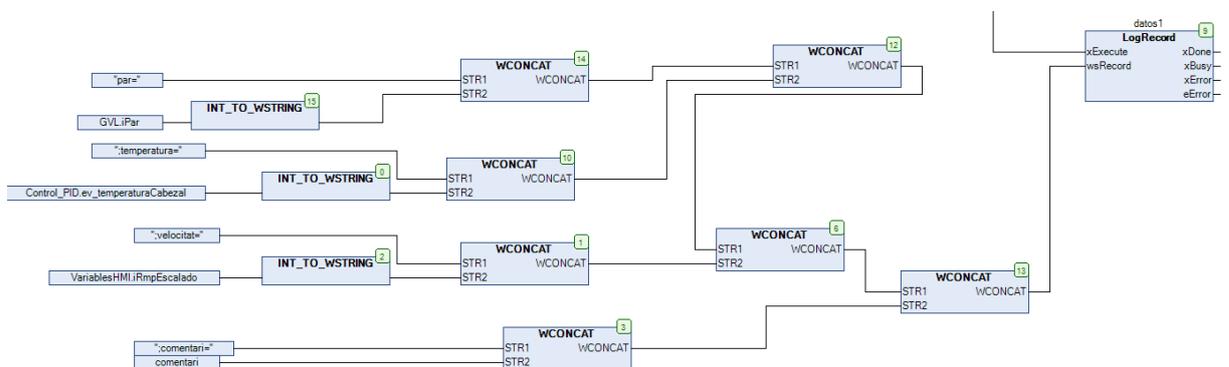


Figura 66 - Concatenación de los valores del log

Se concatena el String "par=" con el par actual del motor en ese preciso instante, se hace igual para la temperatura y para las revoluciones del motor.



Figura 67 - Concatenación del par

Ya que al final de todo lo que tiene que llegar al bloque LogRecord es un solo String.

## 9. Programación cliente – servidor FTP y servidor web

Como se ha comentado anteriormente, para esta parte se han usado las herramientas: Visual Studio Code e IntelliJ. Se ha creado la siguiente estructura:



El FTP (File Transfer Protocol) es un protocolo de intercambio de archivos, este protocolo funciona en dispositivos que estén conectados a una red TCP (Transmission Control Protocol), o lo que es lo mismo, dispositivos conectados a internet, como es el caso de este proyecto.

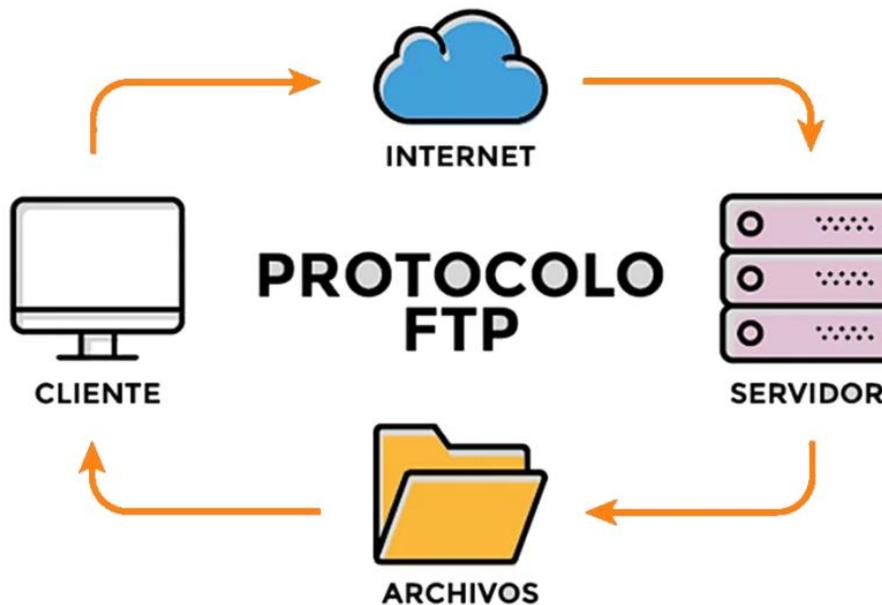


Figura 68 - Cliente - Servidor FTP

Este protocolo tiene la relación cliente-servidor, es decir que un dispositivo configurado como cliente podrá ver los archivos del otro y será el que haga las peticiones sobre qué archivos quiere, y el otro dispositivo estará configurado como servidor y enviará al cliente los archivos demandados.

El siguiente workflow muestra el funcionamiento del sistema:

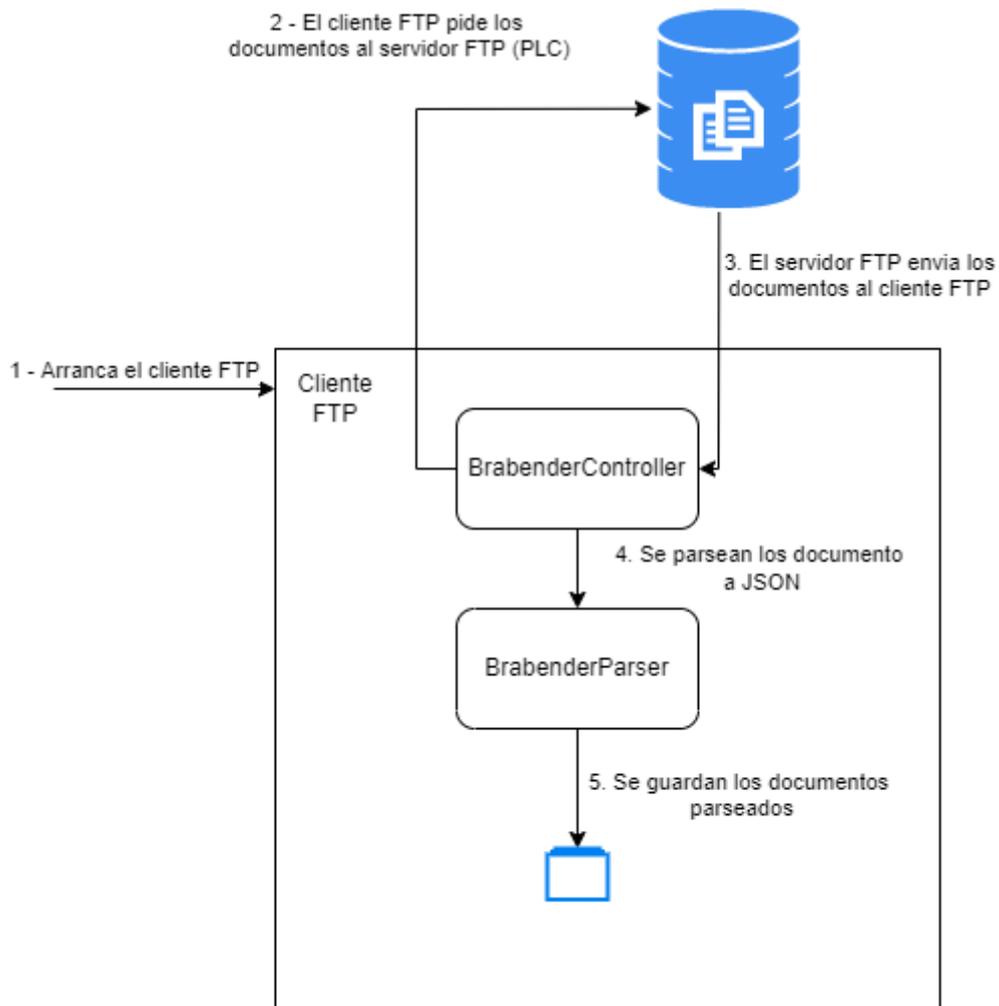


Figura 69 - Workflow

### Servidor FTP

Para la configuración del autómatas TM251MESE de Schneider Electric como servidor FTP solo hace falta activar los derechos de usuario o crear un usuario para el primer inicio de sesión, esto se hace desde el SoMachine.

## Ciente FTP

Para el desarrollo del cliente FTP se han usado las siguientes librerías:

```
import org.apache.commons.net.ftp.FTP;  
import org.apache.commons.net.ftp.FTPClient;  
import org.apache.commons.net.ftp.FTPReply;
```

No se van a explicar en detalle estas librerías, se han descargado de la página web oficial [Apache Commons](#)

Las clases que se han desarrollado específicamente para el cliente FTP de este proyecto y si que se van a explicar son:

```
public class BrabenderController
```

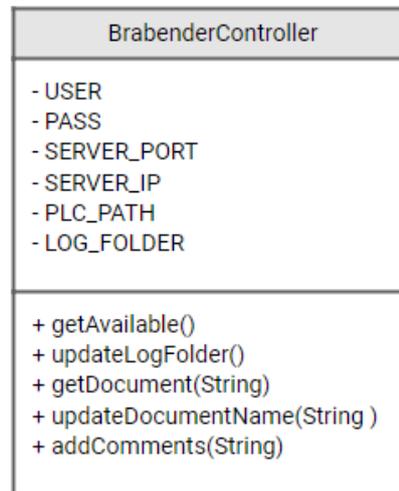


Figura 70 - Clase BrabenderController

Los atributos o propiedades de la clase BrabenderController son:

- USER: usuario con el que se accede al autómata.
- PASS: contraseña para acceder autómata.
- SERVER\_PORT: puerto para conectarse con el autómata.
- SERVER\_IP: ip para para conectarse con el autómata.
- PLC\_PATH: ruta dentro del PLC donde se encuentra el archivo log que se quiere descargar.
- LOG\_FOLDER: carpeta en local donde se copia el log descargado del autómata.

Los métodos de esta clase son:

- `getAvailableDocuments()`: devuelve una `List<String>` con todos los archivos log, estos aparecen en una desplegable en el navegador web.
- `updateLogFolder()`: consulta si hay nuevos archivos para añadir a la lista, si es así se añaden y antes se parsean a JSON.
- `getDocument(String)`: devuelve un documento en concreto que se ha seleccionado desde el cliente web.
- `updateDocumentsName(String)`: por defecto el nombre de los archivos .log es la fecha y la hora cuando ha empezado el ensayo, este método da la posibilidad de cambiar el nombre, este cambio se hace desde el navegador web.
- `addComments(String)`: permite añadir comentarios que se verán al descargar el PDF.

```
public final class BrabenderParser
```

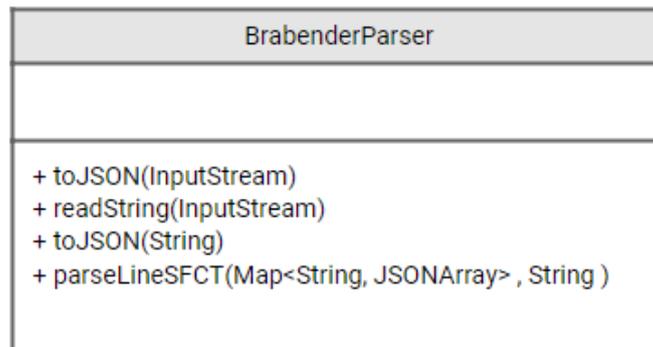


Figura 71 - Clase BrabenderParser

Esta clase no contiene atributos, los métodos de la clase BrabenderParser son:

- `toJSON(InputStream )`: este método simplemente devuelve el String de la llamada a `toJSON(readString(InputStream))`.
- `readString(InputStream)`: Codifica el archivo log al formato UTF\_16LE.
- `toJSON(String)`: recorre todo el archivo log y por cada línea hace una llamada al método `parseLineSFCT`.
- `parseLineSFCT(Map<String JSONArray>, String)`: parsea línea a línea el archivo log.

Este es el archivo .log antes de parsearlo:

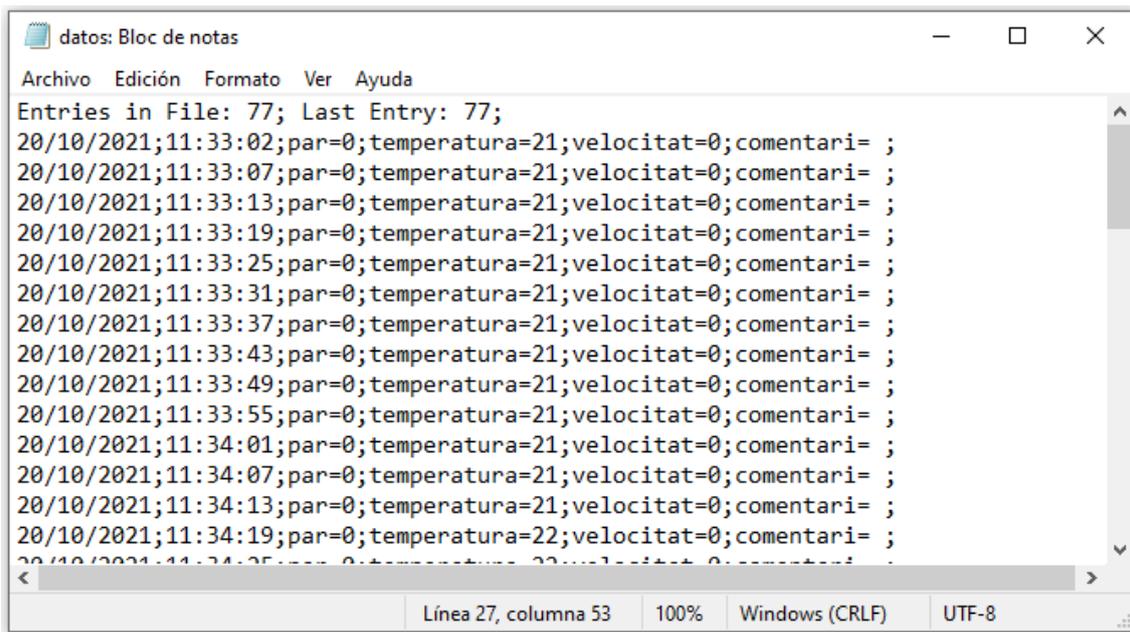


Figura 72- Fichero antes de parsear

Se decide parsear el archivo .log a JSON (JavaScript Object Notation) por las siguientes razones:

- JSON es un formato para guardar y transportar datos.
- JSON se usa a menudo para enviar datos del servidor a una página web como es el caso de este proyecto.

Y este es el fichero después de pasarlo al formato JSON:



Figura 73 - Fichero JSON

Donde por cada medida (metrics: par, temperatura y velocidad) hay un apartado, y para cada instante de tiempo "time" se indica el valor "value". Para cada medida hay un número X de time-value, dependiendo del tiempo que dure el ensayo.

```
1 {
2   "date": "20/10/2021",
3   "comments": " ",
4   "time": "11:33:02",
5   "metrics": {
6     "par": [
7       {
8         "time": "11:33:02",
9         "value": "0"
10      },
11      {
12        "time": "11:33:07",
13        "value": "0"
14      },
15      {
16        "time": "11:33:13",
17        "value": "0"
18      },
19      {
20        "time": "11:33:19",
21        "value": "0"
22      },
23      {
24        "time": "11:33:25",
25        "value": "0"
26      },
27      {
28        "time": "11:33:31",
29        "value": "0"
30      }
31    ]
32  }
33 }
```

**Figura 74 - Ejemplo de tiempo-valor JSONN (temperatura)**

## Cliente web

El cliente web se ha desarrollado con React, que es una librería de JavaScript. Se conecta al cliente FTP a través de REST (Representational State Transfer), y monta la página web que se muestra a continuación:

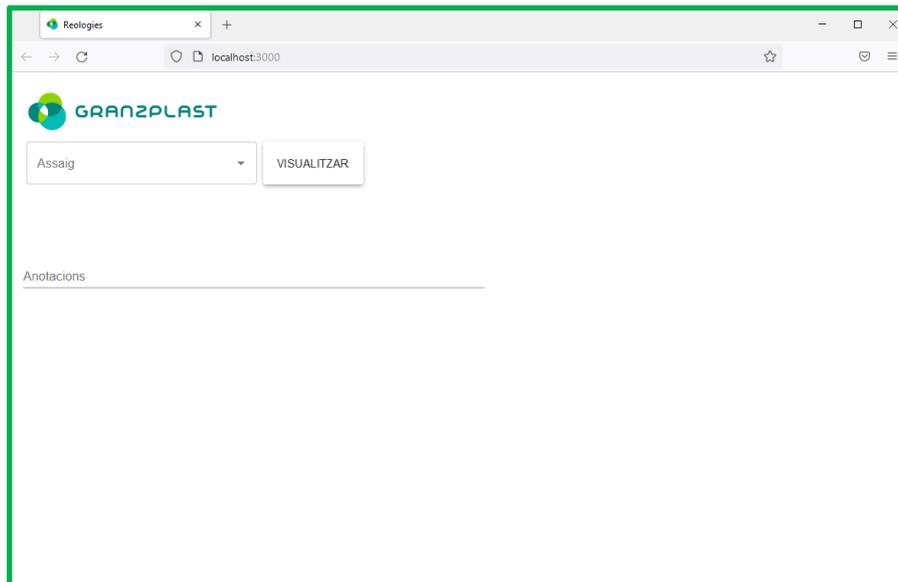


Figura 75 - Página inicial

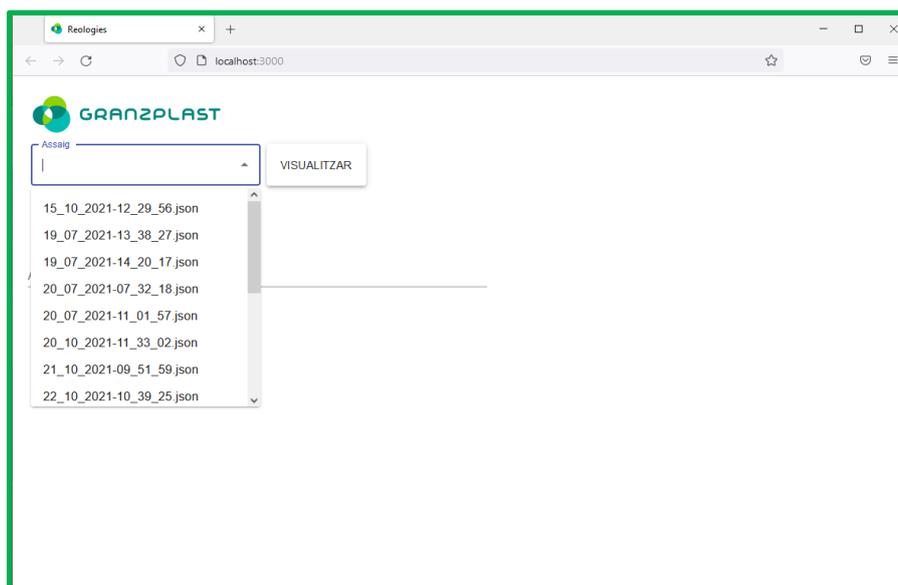


Figura 76 - Listado de los ensayos realizados

Al seleccionar un ensayo, se muestra su gráfica y se ofrece la opción de añadir anotaciones, guardarlas y descargar la gráfica con las anotaciones en formato PDF y Excel.



Figura 77 - Muestra la gráfica

Al poner el ratón encima de cualquier línea sale el tooltip donde se ve con más detalle los valores de temperatura, par y velocidad en cada instante de tiempo.

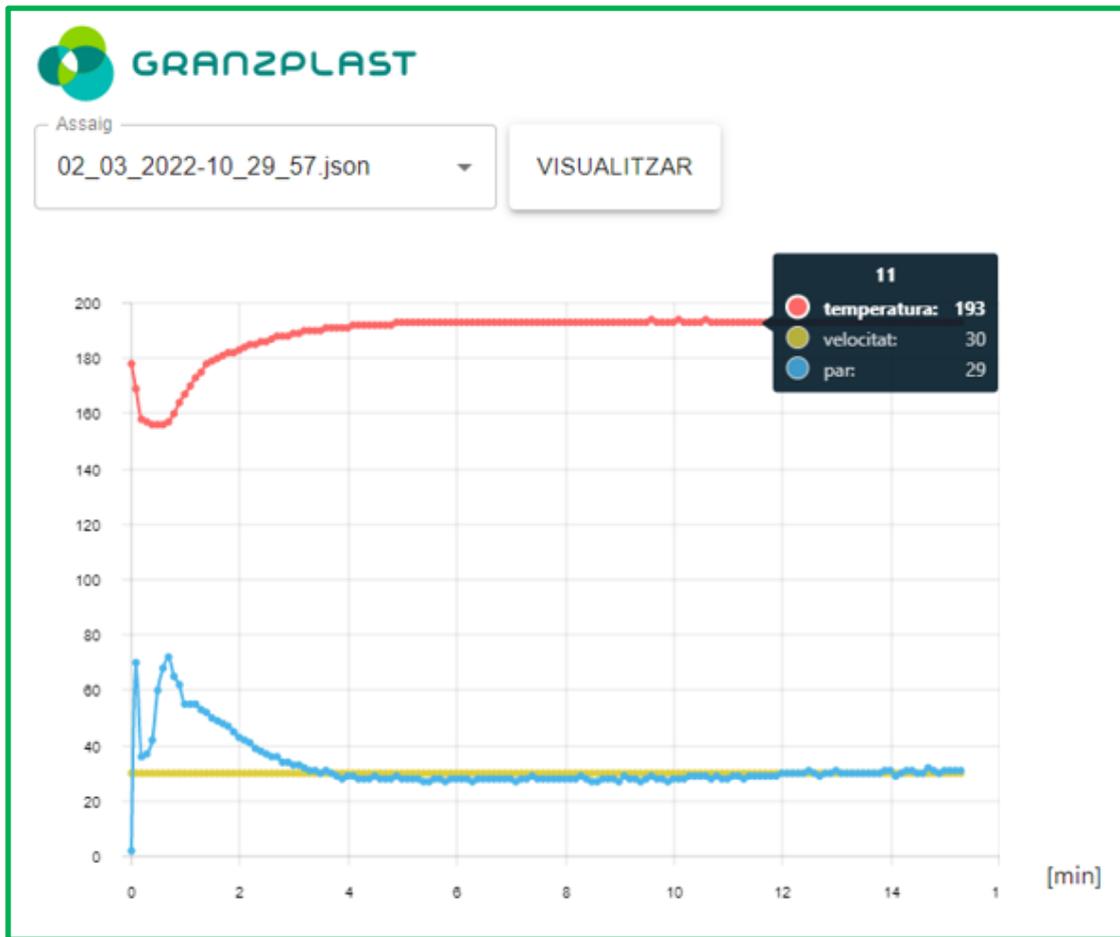
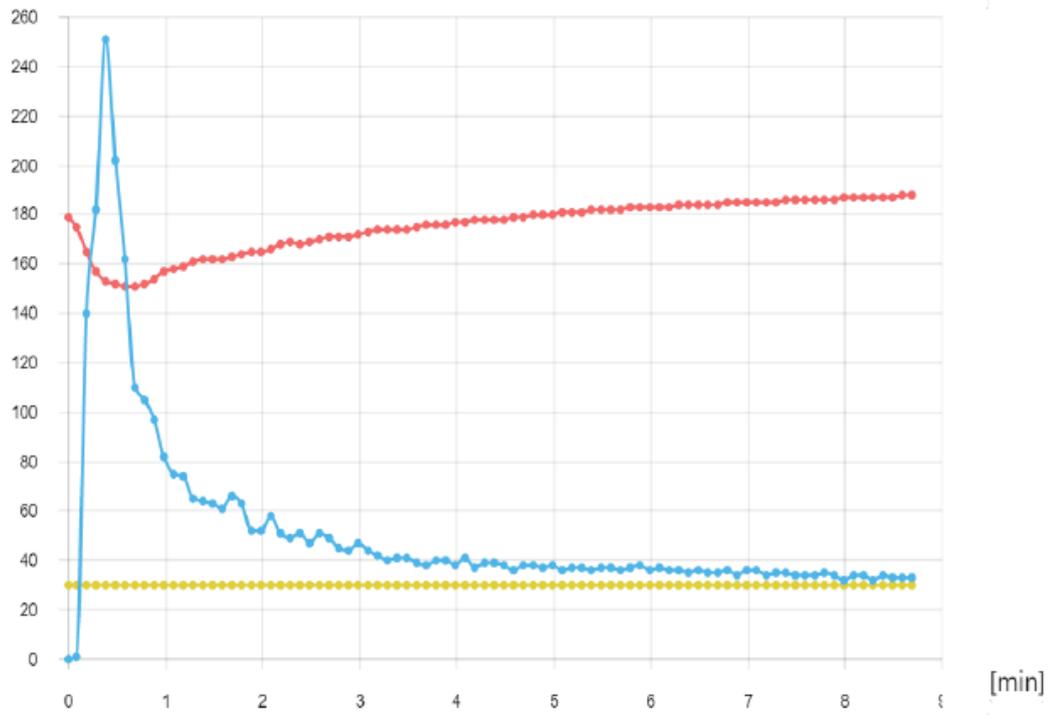


Figura 78 – Detalle de la leyenda y los valores en un instante de tiempo

Reologia, data: 07-03-2022

Verde mc gf top profile, partida 04/4600



Temp Par RPM

Figura 79 – PDF descargado

	A	B	C	D	E	F
1	Entries in File: 87	Last Entry: 87	par	temperatura	RPM	
2	07/03/2022	12:56:36	0	179	30	
3	07/03/2022	12:56:41	1	175	30	
4	07/03/2022	12:56:47	140	165	30	
5	07/03/2022	12:56:53	182	157	30	
6	07/03/2022	12:56:59	251	153	30	
7	07/03/2022	12:57:05	202	152	30	
8	07/03/2022	12:57:11	162	151	30	
9	07/03/2022	12:57:17	110	151	30	
10	07/03/2022	12:57:23	105	152	30	
11	07/03/2022	12:57:29	97	154	30	
12	07/03/2022	12:57:35	82	157	30	
13	07/03/2022	12:57:41	75	158	30	
14	07/03/2022	12:57:47	74	159	30	
15	07/03/2022	12:57:53	65	161	30	
16	07/03/2022	12:57:59	64	162	30	
17	07/03/2022	12:58:05	63	162	30	
18	07/03/2022	12:58:11	61	162	30	
19	07/03/2022	12:58:17	66	163	30	
20	07/03/2022	12:58:23	63	164	30	
21	07/03/2022	12:58:29	52	165	30	
22	07/03/2022	12:58:35	52	165	30	
23	07/03/2022	12:58:41	58	166	30	
24	07/03/2022	12:58:47	51	168	30	
25	07/03/2022	12:58:53	49	169	30	
26	07/03/2022	12:58:59	51	168	30	
27	07/03/2022	12:59:05	47	169	30	
28	07/03/2022	12:59:11	51	170	30	
29	07/03/2022	12:59:17	49	171	30	
30	07/03/2022	12:59:23	45	171	30	
31	07/03/2022	12:59:29	44	171	30	
32	07/03/2022	12:59:35	47	172	30	
33	07/03/2022	12:59:41	44	173	30	
34	07/03/2022	12:59:47	42	174	30	
35	07/03/2022	12:59:53	40	174	30	
36	07/03/2022	12:59:59	41	174	30	
37	07/03/2022	13:00:05	41	174	30	
38	07/03/2022	13:00:11	39	175	30	

Figura 80 – Excel descargado

Todo el código que se ha implementado para la realización de este apartado se encuentra en el [Anexo IV](#).

## 10. Avería

Una vez hecha la puesta en marcha del reómetro se informa desde el laboratorio que sale una alarma en la pantalla:



**Figura 81 - Fallo resistencias**

Este fallo se produce cuando la corriente que pasa por los cartuchos de alta densidad calorífica no es suficiente, esto quiere decir: hay 4 cartuchos que consumen 1.1A aproximadamente cada uno, si la intensidad es menor salta la alarma.

Para detectar cuál es el cartucho dañado, se hace uso de una pinza amperimétrica y se comprueban todos:



Figura 82 – Comprobación de las resistencias del cabezal

Al final se detectan dos cartuchos dañados, por las cuales no pasa corriente:



Figura 83 – Detección de los cartuchos dañados

Se reemplazan por cartuchos nuevos y se comprueba que pasa corriente por todos y que la alarma de fallo desaparece.



**Figura 84 – Cabezal con los nuevos cartuchos**

## 11. Conclusiones

La mayor ventaja de este proyecto final de grado es que ha sido algo real, algo que ahora hará más fácil y rápido obtener datos de los diferentes materiales a los técnicos de laboratorio de Granzplast.

A día de la redacción de esta memoria el reómetro lleva ya un mes funcionando en el laboratorio de Granzplast.



Figura 85 – Reómetro terminado

Pero el hecho de que fuera un proyecto real también ha sido un inconveniente por que se le ha sumado la presión de querer terminarlo a tiempo, otro inconveniente ha sido que no ha resultado fácil obtener manuales/información del autómata con el que se ha realizado este proyecto.

Se puede relacionar este proyecto directamente con diversas asignaturas cursadas, especialmente con:

**Automática Básica y Técnicas de Control.** Los conocimientos adquiridos en estas asignaturas, de segundo y de tercer curso respectivamente, han sido clave para obtener la función de transferencia de este sistema y así diseñar el PID según las especificaciones dadas.

**Instrumentación Electrónica.** Cursar esta asignatura me ha dado una buena base a la hora de trabajar con los diferentes componentes del reómetro.

**Tecnología Eléctrica.** Esta asignatura de segundo curso me ha ayudado al poder detectar y entender diferentes averías eléctricas, no solo en este proyecto sino en mi trabajo del día a día. Aunque en clase no se ha realizado el diseño de ningún esquema eléctrico, sí que me ha dado una base para poder interpretarlos.

Todo el contenido del apartado 9 no es de este grado, pero gracias a mis estudios de Ingeniería Informática de Sistemas cursada en la Universidad de Politécnica de Valencia y sobre todo a mi experiencia profesional como desarrolladora de software me han valido de mucho para poder dar una solución que con otras herramientas no podía (p. ej. autómata)

## 12. Bibliografía

- [http://www.infopl.net/files/descargas/schneider/infoPLC\\_net\\_SoMachine\\_Manual\\_de\\_formacion.pdf](http://www.infopl.net/files/descargas/schneider/infoPLC_net_SoMachine_Manual_de_formacion.pdf)
- <http://plasticosydesarrollo.blogspot.com/2014/03/torque-reometro.html>
- [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/124501/04632017R\\_TFG\\_15620620189\\_472305970320436473433.pdf?sequence=1](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/124501/04632017R_TFG_15620620189_472305970320436473433.pdf?sequence=1)
- [https://product-help.schneider-electric.com/Machine%20Expert/V1.1/es/TwiEmSup/TwiEmSup/Advanced\\_FBs/Advanced\\_FBs-5.htm](https://product-help.schneider-electric.com/Machine%20Expert/V1.1/es/TwiEmSup/TwiEmSup/Advanced_FBs/Advanced_FBs-5.htm) - fecha de consulta 16/11/2021
- <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/s7-1200.html> - fecha de consulta 20/11/2021
- <https://new.siemens.com/es/es/productos/automatizacion/sistemas/simatic/field-pg.html> - fecha de consulta 20/11/2021
- [https://www.artisanng.com/itemimages/Brabender\\_PlastiCorder\\_PL2000\\_View5.jpg](https://www.artisanng.com/itemimages/Brabender_PlastiCorder_PL2000_View5.jpg)  
fecha de consulta 20/11/2021
- <https://www.panasonic-electric-works.com/es/plc-fp0h.htm> - fecha de consulta 23/11/2021
- [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_JVM\\_languages](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_JVM_languages) - fecha de consulta 23/11/2021
- <https://www.euchner.de/es-es/productos/dispositivos-de-parada-de-emergencia/dispositivo-de-parada-de-emergencia-es/> - fecha de consulta 27/11/2021
- <https://www.hbm.com/es/2701/celula-de-carga-de-viga-z6/> - fecha de consulta 27/11/2021
- [https://es.wikipedia.org/wiki/Esquema\\_el%C3%A9ctrico](https://es.wikipedia.org/wiki/Esquema_el%C3%A9ctrico) - fecha de consulta 18/12/2021

## **13. Acrónimos**

- PWM - pulse width modulation
- PLC - Programmable logic unit
- JVM - Java Virtual Machine.
- POU - Program Organizational Unit
- FB - Functional Block
- DUT - Data Type Unit

## **14. Anexos**

### **14.1. Anexo I: Datasheets materiales**

## Fuente de alimentación

### Hoja técnica

#### PRO DCDC 120W 24V 5A



Weidmüller Interface GmbH & Co. KG

Klingenbergstraße 26  
D-32758 Detmold  
Germany

[www.weidmueller.com](http://www.weidmueller.com)



El controlador ORing MOSFET integrado disocia con seguridad cualquier posible cortocircuito interno. Permite la conexión directa en paralelo de convertidores CA/CC y CC/CC de la serie PROtop para conseguir redundancia o incrementar la potencia. Esto hace que la utilización de otros diodos comunes o módulos redundantes resulte obsoleta. Además, los convertidores CC/CC PROtop están equipados con la potente tecnología DCL y su módulo de comunicación ofrece una transparencia de datos total y permite el control remoto.

#### Datos generales para pedido

Versión	Convertidor DC/DC, 24 V
Código	2001800000
Tipo	PRO DCDC 120W 24V 5A
GTIN (EAN)	4050118383836
Cantidad	1 Pieza

Fecha de creación 8 de marzo de 2022 19:53:54 CET

Versión del catálogo 11.02.2022 / Nos reservamos el derecho de introducir modificaciones técnicas

1

## Hoja técnica



### PRO DCDC 120W 24V 5A

**Weidmüller Interface GmbH & Co. KG**  
Klingenbergstraße 26  
D-32758 Detmold  
Germany

www.weidmueller.com

## Datos técnicos

### Dimensiones y pesos

Profundidad	120 mm	Profundidad (pulgadas)	4,724 inch
Altura	130 mm	Altura (pulgadas)	5,118 inch
Anchura	32 mm	Anchura (pulgadas)	1,26 inch
Peso neto	767 g		

### Temperaturas

Temperatura de almacenamiento	-40 °C...85 °C	Temperatura de servicio	-25 °C...70 °C
Humedad a temperatura de servicio	5...95 % (sin condensación)	Humedad	5...95 % (sin condensación)

### Conformidad medioambiental del producto

REACH SVHC	Lead 7439-92-1
------------	----------------

### Entrada

Fusible de entrada (interno)	Sí	Fusible previo recomendado	10 A, car. B, fusible automático, 10 A, car. C, fusible automático
Gama de tensión de entrada DC	14-32 V (durante funcionamiento), 18-32 V (puesta en marcha)	Intensidad de conexión	máx. 10 A
Limitación de intensidad de conexión	Sí	Potencia admitida nominal	130,4 VA
Sistema de conexión	Conexión brida-tornillo	Tensión nominal de entrada	24 V DC

### Salida

Carga capacitiva	ilimitado	
Conmutado paralelo	sí, máx. 5 (sin módulo de diodos)	
Corriente de salida	5 A	
Corriente de salida nominal para $U_{\text{nominal}}$	5 A @ 60 °C	
DCL - reserva de carga pico	Duración de incremento	5 s
	Multiple of the rated current	150 %
	Duración de incremento	200 ms
	Multiple of the rated current	200 %
	Duración de incremento	100 ms
	Multiple of the rated current	300 %
	Duración de incremento	50 ms
	Multiple of the rated current	400 %
Duración de incremento	20 ms	
Multiple of the rated current	600 %	
Potencia de salida	120 W	
Protección contra tensión inversa	Sí	
Protección de sobrecarga	Sí	
Rizado residual, picos de tensión de desconexión	max. 20 mVpp @ 24 VDC, IN	
Sistema de conexión	Conexión brida-tornillo	
Tensión de salida, max.	29,5 V	
Tensión de salida, min.	22,5 V	
Tensión de salida, observacione	(ajustable con potenciómetro frontal)	
Tensión nominal de salida	24 V DC $\pm$ 1 %	
Tiempo de subida	$\leq$ 9 ms ( $U_{\text{out}}$ : 10%...90%)	

Fecha de creación 8 de marzo de 2022 19:53:54 CET

Versión del catálogo 11.02.2022 / Nos reservamos el derecho de introducir modificaciones técnicas

2

**PRO DCDC 120W 24V 5A**

**Weidmüller Interface GmbH & Co. KG**  
Klingenbergstraße 26  
D-32758 Detmold  
Germany

www.weidmueller.com

**Datos técnicos**

**Datos generales**

Categoría de sobretensión	III	Grado de eficiencia	típ. 92 %
Humedad	5...95 % (sin condensación)	Limitación de intensidad	150% I <sub>out</sub>
Máx. humedad rel. del aire (en servicio)	5 %...95 % RH	Pie de enclavamiento	Metálico
Posición de montaje, instrucciones de montaje	Horizontal en un carril TS35. 50 mm de espacio en parte superior e inferior para circ. de aire. Se pueden montar en línea sin espacio intermedio., 50 mm de distancia en todas direcciones para circulación libre de aire, con montaje en línea sin separación	Protección contra cortocircuito	Sí
Protección contra exceso de temperatura	Sí	Protección contra tensión inversa de la carga	33...34 V DC
Pérdida de potencia, sin carga	2 W	Temperatura de servicio	-25 °C...70 °C
Tiempo de puentado de fallo de CA @ I <sub>nominal</sub>	> 10 ms @ 24 V DC	Versión especial de la capota	Metal, resistente a la corrosión

**Coordenadas de aislamiento**

Categoría de sobretensión	III	Clase de protección	III, sin conexión PE, para SELV
Grado de polución	2	Humedad a temperatura de servicio	5...95 % (sin condensación)
Tensión de aislamiento entrada /salida	1,5 kV		

**EMC / choque / vibración**

Emisión de ruidos de conformidad con la norma EN55032	Clase B	Limitación de corrientes de armónicos de red	Conforme a la norma EN 61000-3-2
Prueba de resistencia a interferencias según	EN 61000-4-2 (ESD), EN 61000-4-4 (encendido), EN 61000-4-5 (sobretensión), EN 61000-4-6 (dirigido), EN61000-4-3 (HF field)	Resistencia a la vibración según IEC 60068-2-6	2,3 g (15 Hz - 150 Hz)
Resistencia al impacto según IEC 60068-2-27	30 g en todas las direcciones		

**Seguridad eléctrica (normas aplicadas)**

Equipamiento eléctrico de las máquinas	según EN60204	Equipos electrónicos con componentes electrónicos	según EN50178 / VDE0160
Protección contra corrientes peligrosas	Según VDE 0106-101	Separación segura / protección frente a choques eléctricos	VDE0100-410 / según DIN57100-410
Tensión baja de protección	SELV según IEC 60950-1, PELV conforme a la norma EN 60204-1	Transformadores de seguridad para fuentes de alimentación conmutadas	Conforme a la norma EN 61558-2-16

Fecha de creación 8 de marzo de 2022 19:53:54 CET

Versión del catálogo 11.02.2022 / Nos reservamos el derecho de introducir modificaciones técnicas

3

**PRO DCDC 120W 24V 5A**

**Weidmüller Interface GmbH & Co. KG**  
 Klingenbergstraße 26  
 D-32758 Detmold  
 Germany

www.weidmueller.com

**Datos técnicos**

**Datos de conexión (entrada)**

Protección de polaridad	Sí	Sección de conexión del conductor AWG/kcmil , max.	12 AWG
Sección de conexión del conductor AWG/kcmil , min.	30 AWG	Sección de conexión del conductor, flexible , max.	4 mm <sup>2</sup>
Sección de conexión del conductor, flexible , min.	0,2 mm <sup>2</sup>	Sección del conductor, rígido , máx.	4 mm <sup>2</sup>
Sección del conductor, rígido , mín.	0,2 mm <sup>2</sup>	Sistema de conexión	Conexión brida-tornillo

**Datos de conexión (salida)**

Número de bornes	8 (+ / - / señal)	Protección de polaridad	Sí
Sección de conexión del conductor AWG/kcmil , max.	14 AWG	Sección de conexión del conductor AWG/kcmil , min.	24 AWG
Sección de conexión del conductor, flexible , max.	2,5 mm <sup>2</sup>	Sección de conexión del conductor, flexible , min.	0,2 mm <sup>2</sup>
Sección del conductor, rígido , máx.	2,5 mm <sup>2</sup>	Sección del conductor, rígido , mín.	0,2 mm <sup>2</sup>
Sistema de conexión	Conexión brida-tornillo		

**Datos de conexión (señal)**

Sistema de conexión	Conexión brida-tornillo
---------------------	-------------------------

**Homologaciones**

Instituto (cULus)	CULUS	Instituto (cULusEX)	CULUSEX
N.º de certificado (cULus)	E258476	N.º de certificado (cULusEX)	E470829

**Clasificaciones**

ETIM 6.0	EC002540	ETIM 7.0	EC002540
ETIM 8.0	EC002540	ECLASS 9.0	27-04-07-01
ECLASS 9.1	27-04-07-01	ECLASS 10.0	27-04-07-01
ECLASS 11.0	27-04-07-01		

**Homologaciones**

Homologaciones



ROHS	Conformidad
UL File Number Search	E258476

Fecha de creación 8 de marzo de 2022 19:53:54 CET

Versión del catálogo 11.02.2022 / Nos reservamos el derecho de introducir modificaciones técnicas

## Hoja técnica



### PRO DCDC 120W 24V 5A

**Weidmüller Interface GmbH & Co. KG**  
Klingenbergstraße 26  
D-32758 Detmold  
Germany

[www.weidmueller.com](http://www.weidmueller.com)

## Datos técnicos

### Descargas

Homologación/certificado/documento de conformidad	<a href="#">DE_PA5200_160310_002.pdf</a>
Datos de ingeniería	<a href="#">CAD data - STEP</a>
Datos de ingeniería	<a href="#">EPLAN, WSCAD</a>
Documentación del usuario	<a href="#">Operating Instructions</a>
Catálogo	<a href="#">Catalogues in PDF-format</a>

Fecha de creación 8 de marzo de 2022 19:53:54 CET

Versión del catálogo 11.02.2022 / Nos reservamos el derecho de introducir modificaciones técnicas

5

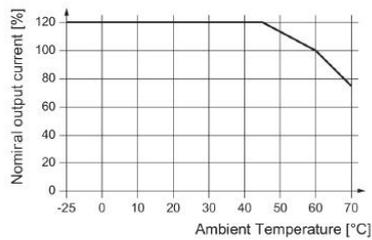
# Hoja técnica

## PRO DCDC 120W 24V 5A

**Weidmüller Interface GmbH & Co. KG**  
 Klingenbergstraße 26  
 D-32758 Detmold  
 Germany

www.weidmueller.com

# Dibujos

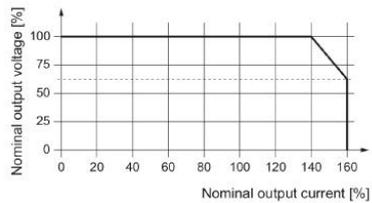


Derating curve

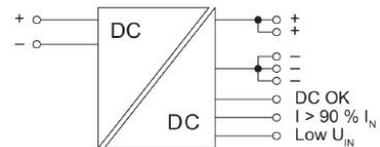
Event	Input	Output	LED (Gr/Ye/Rd)		Transistor status outputs		
			g r = "DC OK"	Ye = "I > 90% I <sub>N</sub> "	Rd = "FAD T"	"I low U <sub>IN</sub> "	DC OK
U <sub>IN</sub> < 14 V			OFF	ON	Low	Low	Low
U <sub>IN</sub> = 14...19.2 V			Gr	ON	High	Low	Low
*)	I > 90% I <sub>N</sub>		Ye	ON	High	High	Low
	U < 20.4 V		Rd	ON	Low	Low	Low
U <sub>IN</sub> > 19.2 V	I < 90% I <sub>N</sub>		Gr	OFF	High	Low	High
	I > 90% I <sub>N</sub>		Ye	Low	High	High	High
			Rd	OFF	Low	Low	High

Gr = grün / green / verde / verde / verde / 绿色  
 Ye = gelb / yellow / jaune / giallo / amarillo / amarelo / 黄色  
 Rd = rot / red / rosso / rosso / rojo / vermelho / 红色  
 \*) während des Betriebes / during operations / en cours de fonctionnement / durante l'esercizio / durante el servicio / durante a operação / 运行过程中

Signal states



UI characteristic curve



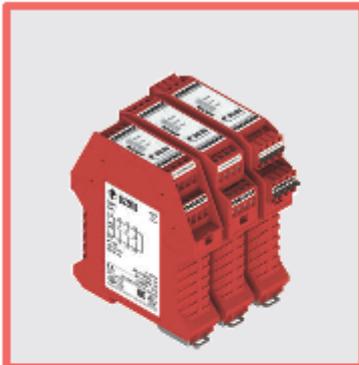
Switching symbol

## Seta de emergencia

### Módulo de seguridad

10A

#### Safety module CS AR-01



**Module for emergency stops, end position monitoring for movable guards, OSSD semiconductor outputs and magnetic safety sensors**

##### Main features

- For safety applications up to SIL CL 3/PL e
- Input with 1 or 2 channels
- Choice between automatic start, manual start or monitored start
- Can be connected to OSSD semiconductor outputs, to electromechanical contacts or to magnetic safety sensors
- Reduced housing width of 22.5 mm
- Output contacts: 2 NO safety contacts, 1 NC auxiliary contact
- Supply voltage: 10 ... 30 Vdc, 24 Vac/dc, 120 Vac, 230 Vac

##### Utilization categories

Alternating current: AC15 (50...60 Hz)  
 Ue (V) 230  
 Ie (A) 3  
 Direct current: DC13 (6 oper. cycles/min.)  
 Ue (V) 24  
 Ie (A) 4

##### Quality marks:



EC type examination certificate: IMQ CP 432 DM  
 UL approval: E131787  
 CCC approval: 2020970305002290  
 EAC approval: RU C-IT.YT03.B.00035/19

##### Compliance with the requirements of:

Machinery Directive 2006/42/EC,  
 EMC Directive 2014/30/EC,  
 RoHS Directive 2011/65/EU.

#### Technical data

##### Housing

Polyamide housing PA 66, self-extinguishing V0 acc. to UL 94  
 Protection degree acc. to EN 60529: IP40 (housing), IP20 (terminal strip)  
 Dimensions: see page 355, design A

##### General data

SIL level (SIL CL) up to: SIL CL 3 acc. to EN 62061  
 Performance Level (PL) up to: PL e acc. to EN ISO 13849-1  
 Safety category up to: cat. 4 acc. to EN ISO 13849-1  
 Safety parameters: see page 417  
 Ambient temperature: -25°C...+55°C  
 Mechanical endurance: >10 million operating cycles  
 Electrical endurance: >100,000 operating cycles  
 Pollution degree: external 3, internal 2  
 Rated impulse withstand voltage (U<sub>imp</sub>): 4 kV  
 Rated insulation voltage (U<sub>i</sub>): 250 V  
 Overvoltage category: II

##### Supply

Rated supply voltage (U<sub>s</sub>): 10 ... 30 Vdc  
 24 Vac/dc; 50...60 Hz  
 120 Vac; 50...60 Hz  
 230 Vac; 50...60 Hz  
 Max. DC residual ripple in DC: 10%  
 Supply voltage tolerance: ±15% of U<sub>s</sub>  
 Power consumption AC: < 5 VA  
 Power consumption DC: < 2 W

##### Control circuit

Protection against short circuits: PTC resistance, I<sub>th</sub>=0.5 A  
 PTC times: response time > 100 ms, release time > 3 s  
 Maximum resistance per input: ≤ 50 Ω  
 Current per input: 30 mA (typical)  
 Min. duration of start impulse t<sub>min</sub>: > 100 ms, > 50 ms (E02)  
 Response time t<sub>r</sub>: < 50 ms, < 150 ms (E02)  
 Release time t<sub>ri</sub>: < 20 ms  
 Release time in absence of power supply t<sub>r</sub>: < 70 ms, < 100 ms (E02)  
 Simultaneity time t<sub>c</sub>: unlimited

##### In compliance with standards:

EN 60204-1, EN ISO 13855, EN ISO 14118, EN ISO 12100, EN ISO 13850, EN 60529, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, EN 61326-1, EN 60664-1, EN 60947-1, EN IEC 63000, EN ISO 13849-1, EN ISO 13849-2, EN 62061, UL 508, CSA C22.2 n° 14-95, GB/T14048.5

##### Output circuit

Output contacts: 2 NO safety contacts,  
 1 NC auxiliary contact  
 Contact type: forcibly guided  
 Material of the contacts: gold-plated silver alloy  
 Maximum switching voltage: 230/240 Vac; 300 Vdc

Max. current per contact: 6 A  
 Conventional free air thermal current I<sub>th</sub>: 6 A  
 Max. total current Σ I<sub>th</sub>: 72 A<sup>2</sup>  
 Minimum current: 10 mA  
 Contact resistance: ≤ 100 mΩ  
 External protection fuse: 4 A

The number and the load capacity of output contacts can be increased by using expansion modules or contactors. See pages 295-304.

#### Code structure

**CS AR-01V024**

Connection type	Supply voltage
<b>V</b> Screw terminals	<b>024</b> 24 Vac/dc
<b>M</b> Connector with screw terminals	<b>120</b> 120 Vac
<b>X</b> Connector with spring terminals	<b>230</b> 230 Vac
	<b>E02</b> 10 ... 30 Vdc

#### Features approved by UL

Rated supply voltage (U<sub>s</sub>): 24 Vac/dc; 50...60 Hz  
 120 Vac; 50...60 Hz  
 230 Vac; 50...60 Hz  
 Power consumption AC: < 5 VA  
 Power consumption DC: < 4 W  
 Electrical ratings: 230/240 Vac  
 6 A general use  
 C300 pilot duty

Notes:  
 - Use 60 or 75°C copper (Cu) conductor and wire size No. 30-12 AWG, stranded or solid.  
 - The terminal tightening torque of 5-7 lb in.  
 - Only for 24 Vac/dc version: supply from remote Class 2 source or limited voltage limited energy.

# Convertidor de medida Messtech



## CONVERTIDORES DE MEDIDA

### DESCRIPCION



La serie de convertidores compactos **Messtech** aceptan una amplia gama de señales provenientes de transductores (sensores de presión, células de carga...), captadores (de temperatura...) y sensores en general que entreguen señales en tensión o intensidad.

Se presentan en caja de plástico adaptándose fácilmente a carril DIN de 35 mm. Posee un conector enchufable de 11 vías para facilitar la conexión con el proceso de forma fácil y segura.

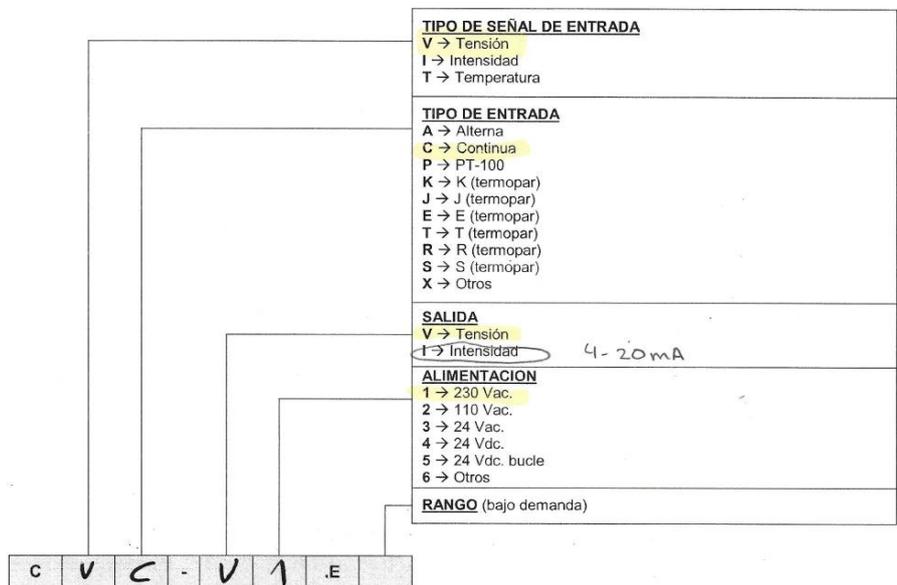
Los convertidores disponen en su interior de potenciómetros de cero y span accesibles para efectuar recalibrados adicionales de manera fácil y rápida en todos los rangos del programa de suministro.

Las salidas pueden ser de 4÷20 mAdc. o de 0÷10 Vdc. (según modelo). En los modelos de alimentación por bucle de corriente la salida de 4÷20 mAdc. acepta un amplio margen de tensión de alimentación (8÷35 Vdc.)

Las tensiones de alimentación de los convertidores pueden ser en corriente alterna o continua (véanse características).

Los rangos de trabajo de las señales de entrada serán en todos los casos bajo demanda.

### CODIFICACION DE LOS CONVERTIDORES DE MEDIDA



MODELOS y CARACTERISTICAS TECNICAS

Modelo	DIA5-E.1	DIC60-E.1	DT-CC, DT-CA	RA.267.1	FA-24E
Tensión de alimentación	230 Vca.	230 Vca.	230 Vca.	230 Vca.	230 Vca.
Frecuencia de funcionamiento	50/60 Hz.	50/60 Hz.	50/60 Hz.	50/60 Hz.	50/60 Hz.
Variación de la tensión	+/- 15%	+/- 15%	+/- 15%	-10% / +15%	+/- 15%
Otras tensiones	Bajo demanda	Bajo demanda	Bajo demanda	Bajo demanda	Bajo demanda
Escala de regulación	0,5 - 5 Aac.	Bajo demanda Shunt máx. 100 mV	Bajo demanda Máx.500 Vcc o Vca	sup.0/20 mAdc	---
Máxima intensidad de entrada	---	---	---	35 mAdc.	---
Tensión de excitación	---	---	---	24 Vdc.	---
Tensión de salida	---	---	---	---	24 Vdc.
Intensidades superiores a 5 Aac	Trafo int. X/5 según VDE0660 T3	---	---	---	---
Histéresis	10%	10%	10%	30 µA	---
Resistencia de entrada	---	---	---	150 Ω	---
Contacto de salida con carga resistiva	10A-250 Vca. 10A-24 Vdc.	10A-250 Vca. 10A-24 Vdc.	10A-250 Vca. 10A-24 Vdc.	10A-250 Vca. 10A-24 Vdc.	---
Contacto de salida con carga inductiva	5A-250 Vca. 5A-24 Vdc.	5A-250 Vca. 5A-24 Vdc.	5A-250 Vca. 5A-24 Vdc.	5A-250 Vca. 5A-24 Vdc.	---
Potenciometro	---	---	---	25 vueltas sin fin	---
Vida mecánica	> 30x10 <sup>6</sup> op.	> 30x10 <sup>6</sup> op.	> 30x10 <sup>6</sup> op.	> 30x10 <sup>6</sup> op.	> 30x10 <sup>6</sup> op.
Material del contacto	Ag-Ni, 90/10	Ag-Ni, 90/10	Ag-Ni, 90/10	Ag-Ni, 90/10	---
Servicio permanente	100% ED	100% ED	100% ED	100% ED	100% ED
Intensidad salida	---	---	---	---	0,1 Adc.
Potencia de salida	---	---	---	---	2,5 W
Consumo	3,5 Va.	4,5 Va.	4,5 Va.	5 Va.	4,5 Va.
Rizado máximo a plena carga	---	---	---	---	20 mVdc. p/p
Conector enchufable	11 vías	11 vías	11 vías	11 vías	11 vías
Protección bornes	IP-10	IP-10	IP-10	IP-10	IP-10
Capacidad de conexión	2-1,5 mm <sup>2</sup>	2-1,5 mm <sup>2</sup>	2-1,5 mm <sup>2</sup>	2-1,5 mm <sup>2</sup>	2-1,5 mm <sup>2</sup>
Indicación funcionamiento del relé	Led rojo	Led rojo	Led rojo	Led rojo	---
Presencia de tensión de red	Led verde	Led verde	Led verde	Led verde	Led verde
Temperatura de trabajo	-10/+60 °C	-10/+60 °C	-10/+60 °C	-10/+60 °C	-10/+60 °C
Peso	< 250 gramos	< 250 gramos	< 250 gramos	< 250 gramos	< 250 gramos
Protección de la caja	IP-50	IP-50	IP-50	IP-50	IP-50
Posición de montaje	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
Dimensiones	Véase croquis	Véase croquis	Véase croquis	Véase croquis	Véase croquis
Adaptación mecánica	Carril Din 35mm	Carril Din 35mm	Carril Din 35mm	Carril Din 35mm	Carril Din 35mm

# Z6FC3/Z6FD1 BEAM TYPE LOAD CELL

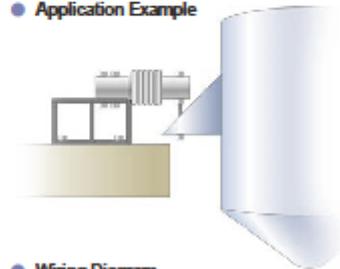


**IP68**

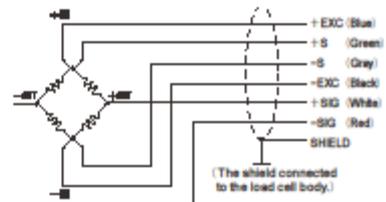
**Specifications**

Model	Z6FD1-5KG	Z6FC3-10KG	Z6FC3-20KG, Z6FC3-50KG, Z6FC3-100KG, Z6FC3-200KG, Z6FC3-500KG, Z6FC3-1T	
Rated capacity	5kg	10kg	20kg, 50kg, 100kg, 200kg, 500kg, 1t	
Rated output	2.0 $\pm$ 0.05	2±0.1%	2±0.05%	mV/V
Safe overload		150		%R.O.
Non-linearity	0.05		0.0180 typ.	%R.O.
Hysteresis	0.05		0.0170 typ.	%R.O.
Crimp	0.049		0.0186	%R.O./30min
Compensated temperature range		-10 to +40		°C
Safe temperature range		-30 to +70		°C
Temperature effect on zero	0.05		0.0125	%R.O./10°C
Temperature effect on span	0.05		0.0080 typ.	%R.O./10°C
Input resistance		350 to 480		$\Omega$
Output resistance	356±0.2		356±0.12	$\Omega$
Maximum excitation voltage		12		V
Insulation resistance		5000 or more		M $\Omega$
Degrees of protection	IP68			
Cable	∅5.4 6 conductor shield cable 3m End treatment 7-leads.			
Load cell material	Stainless steel			

**Application Example**

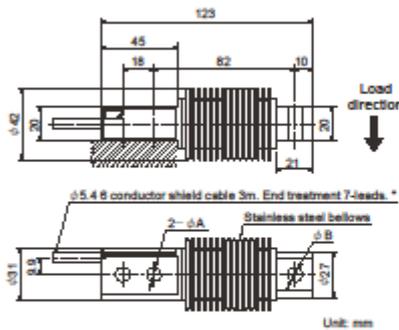


**Wiring Diagram**

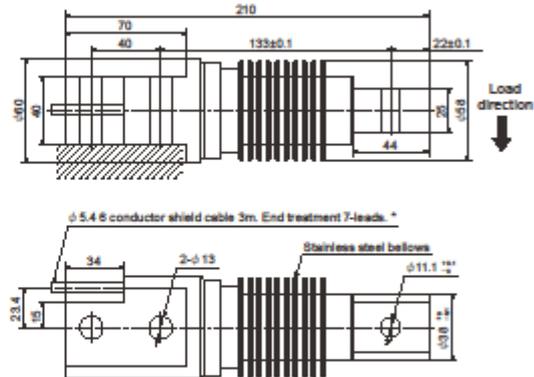


**External dimension**

**Z6FD1-5KG/Z6FC3-10KG to 500KG**



**Z6FC3-1T**



Model	Deflection at rated	Weight	A	B
Z6FD1-5KG	0.24mm	0.5kg	8.2	8.2
Z6FC3-10KG	0.3mm	0.5kg	8.2	8.2
Z6FC3-20KG	0.29mm	0.5kg	8.2	8.2
Z6FC3-50KG	0.27mm	0.5kg	8.2	8.2
Z6FC3-100KG	0.31mm	0.5kg	8.2	8.2
Z6FC3-200KG	0.39mm	0.5kg	8.2	8.2
Z6FC3-500KG	0.8mm	0.5kg	10.5	11.1
Z6FC3-1T	0.55mm	2.3kg	—	—

\* Connector can be attached to the cable according to your requests.

## Convertidor célula de carga



**NUEVO**

hasta 4 CÉLULAS



CÉLULA  
1.. 4  
±V, i

0-4/20mA

±0.. 10V

## CONVERTIDOR DE CÉLULAS DE CARGA

# FORCE ISO FLEX

Rangos de ganancia y tara configurables,  
con escalones de alta precisión y estabilidad.

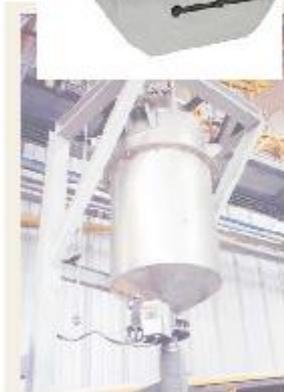
**MULTIESCALA**

Tara configurable  SUMAR  
 RESTAR

**ALIMENTACIÓN AISLADA**  
DC 24VDC (20.. 30V)  
con amplios márgenes



Bornas enchufables  
Colores independientes  
Reduce mantenimiento,  
reparaciones,...



**SALIDA MÚLTIPLE AISLADA**

0/20mA, 4/20mA, 12±8mA, ..

0/10V, 0/±10V, ..

Bidireccional automático



**Rambert®**



# Hoja de características del producto

Especificaciones



## Controlador lógico M251 2 x Ethernet

TM251MESE

### Principal

Gama de producto	Modicon M251
Tipo de producto o componente	Autómata programable
[Us] tensión de alimentación asignada	24 V DC

### Complementario

Numero de E/S del módulo de expansión	7 - tipo de cable: local 14 - tipo de cable: remoto
Límites tensión alimentación	20,4...28,8 V
Corriente de entrada	60 A
Consumo de energía en W	32,6...40,4 W - tipo de cable: módulo de expansión con número máximo de E/S)
Capacidad de memoria	8 MB para programa 64 MB para <i>system memory</i> (**) RAM
Orejetas terminales de anillo	128 MB memoria flash integrada para backup of user programs (**) )
Mantenido TI24	<= 16 GB Tarjeta SD - tipo de cable: opcional)
Tipo de batería	BR2032 litio no-recargable, vida batería: 4 <i>yr</i>
Tiempo de backup	2 años en 25 °C
Tiempo de ejecución para 1 Kinstrucción	0,3 <i>ms</i> para evento <i>f</i> tarea periódica 0,7 <i>ms</i> para otra instrucción
Execution time per instruction	0.022 <i>µs</i>
Estructura de aplicación	4 <i>cf</i> clic master tasks (**) ) 8 event tasks 3 <i>cf</i> clic master tasks + 1 freewheeling task (**) ) 8 external event tasks (**) )
Reloj en tiempo real	Donde
Deriva del reloj	<= 60 <i>s/month</i> en 25 °C
Tipo de conexión integrada	Porta USB con capacidad de sujeción: USB 2.0 mini B conector Enlace serie sin aislar serie con capacidad de sujeción: RJ45 conector <i>f</i> L/R = RS232/RS485 interface Dual-port (**) ) Ethernet 1 (**) ) con capacidad de sujeción: RJ45 conector Puerto Ethernet Ethernet 2 (**) ) con capacidad de sujeción: RJ45 conector
Suministro	- tipo de cable: serie)fuente de alimentación de enlace serie, estado 1 6 V, <200 mA
Velocidad de transmisión	1,2-116,2 kbit/s (116,2 kbit/s por defecto) para long bus de 16 m para RS485 1,2-116,2 kbit/s (116,2 kbit/s por defecto) para long bus de 3 m para RS232 480 Mbit/s para long bus de 3 m para USB
Communication port protocol	Porta USB, estado 1 USB protocolo - SoMachine-Red Enlace serie sin aislar, estado 1 Modbus protocolo maestro/esclavo - RTU/ASCII o Red SoMachine

Aviso Legal: Esta documentación no pretende sustituir ni debe utilizarse para determinar la adecuación o la fiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de los usuarios.

# Product data sheet

Specifications



## Discrete input module, Modicon TM3, 8 inputs (screw) 24 VDC

TM3DI8

### Main

Range of product	Modicon TM3
Product or component type	Discrete input module
Range compatibility	Modicon M241 Modicon M261 Modicon M221 Modicon M262
Discrete input number	8 for input conforming to IEC 61131-2 Type 1
Discrete input logic	Sink or source (positive/negative)
Discrete input voltage	24 V
Discrete input current	7 mA for input

### Complementary

Discrete I/O number	8
Current consumption	6 mA at 6 V DC via bus connector (at state off) 0 mA at 24 V DC via bus connector (at state on) 0 mA at 24 V DC via bus connector (at state off) 24 mA at 6 V DC via bus connector (at state on)
Discrete input voltage type	DC
Voltage state 1 guaranteed	16...28.8 V for input
Current state 1 guaranteed	>= 2.6 mA (input)
Voltage state 0 guaranteed	0...5 V for input
Current state 0 guaranteed	<= 1 mA (input)
Input impedance	3.4 kOhm
Response time	4 ms (turn-on) 4 ms (turn-off)
Local signalling	1 LED per channel (green) for input status
Electrical connection	11 x 2.6 mm <sup>2</sup> removable screw terminal block with pitch 5.08 mm adjustment for inputs
Maximum cable distance between devices	Unshielded cable: <30 m for regular input
Insulation	Between input and internal logic at 600 V AC Non-insulated between inputs
Marking	CE
Mounting support	Top hat type TH36-16 rail conforming to IEC 60716 Top hat type TH36-7.6 rail conforming to IEC 60716 plate or panel with fixing kit

Disclaimer: This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications.

# Hoja de características del producto

Especificaciones



## Módulo TM3 - 8 salidas transistor PNP

TM3DQ8T

### Principal

Gama de producto	Modicon TM3
Tipo de producto o componente	Módulo de salida discreta
Compatibilidad de gama	Modicon M241 Modicon M261 Modicon M221 Modicon M340
Tipo de salida digital	Transistor
Número de salidas discretas	8
Lógica de salida discreta	Lógica positiva (fuente)
Tensión de salida	24 V CC para salida transistor
Montado en la pared del conducto	600 mA para salida transistor

### Complementario

Número de E/S digitales	8
Consumo de corriente	6 mA en 6 V DC vía conector de bus - tipo de cable: do estado desligado) 0 mA en 24 V DC vía conector de bus - tipo de cable: do estado desligado) 20 mA en 24 V DC vía conector de bus - tipo de cable: en estado on) 10 mA en 6 V DC vía conector de bus - tipo de cable: en estado on)
Tiempo respuesta	460 $\mu$ s - tipo de cable: turn-on) 460 $\mu$ s - tipo de cable: turn-off)
1 contacto de puerta	0,1 mA para salida transistor
Maximum voltage drop	<0,4 V
Carga de tungsteno	<3 W para salida transistor
Señalizaciones en local	Estado salida, estado 1 1 LED por canal - tipo de cable: verde)
Consecutivo, seguido, continuo, adosado	11 2,6 mm <sup>2</sup> bornero de tornillo extraíble con capacidad de sujeción: paso 5,08 mm para salidas
Maximum cable distance between devices	Cable sin apantallar, estado 1 <30 m para salida transistor
Aislamiento	Entre la salida y la lógica interna en 600 V AC Sin aislamiento entre las salidas
Marcado	CE
Soporte de montaje	Tipo de tapón TH36-16 carril acorde a IEC 60716 Tipo de tapón TH36-7.6 carril acorde a IEC 60716 placa o panel con juego de fijación
Altura	90 mm

Atento Legat: Esta documentación no puede sustituir ni debe utilizarse para determinar la adecuación o la fiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de los usuarios

Product data sheet  
Characteristics

TM3TI4  
Módulo TM3 - 4 entradas temperatura



Price\*: 207.24 EUR



Principal

Gama de producto	Modicon TM3
Tipo de producto o componente	Módulo entrada analógica
Compatibilidad de gama	Modicon M221 Modicon M241 Modicon M261 Modicon M340
Número de entrada analógica	4
Tipo de entrada analógica	Corriente 4...20 mA Corriente 0...20 mA Tensión 0...10 V Tensión - 10...10 V Termopar - 200...1000 °C con capacidad de sujeción: termopar J Termopar - 200...1300 °C con capacidad de sujeción: termopar K Termopar 0...1760 °C con capacidad de sujeción: termopar R Termopar 0...1760 °C con capacidad de sujeción: termopar S Termopar 0...1820 °C con capacidad de sujeción: termopar B Termopar - 200...400 °C con capacidad de sujeción: termopar T Termopar - 200...1300 °C con capacidad de sujeción: termopar N Termopar - 200...800 °C con capacidad de sujeción: termopar E Termopar 0...2316 °C con capacidad de sujeción: Termopar C Ni 100/Ni 1000 sonda temperatura - 60...0,180 °C Pt 100 sonda temperatura - 200...0,860 °C Pt 1000 sonda temperatura - 200...600 °C

Complementario

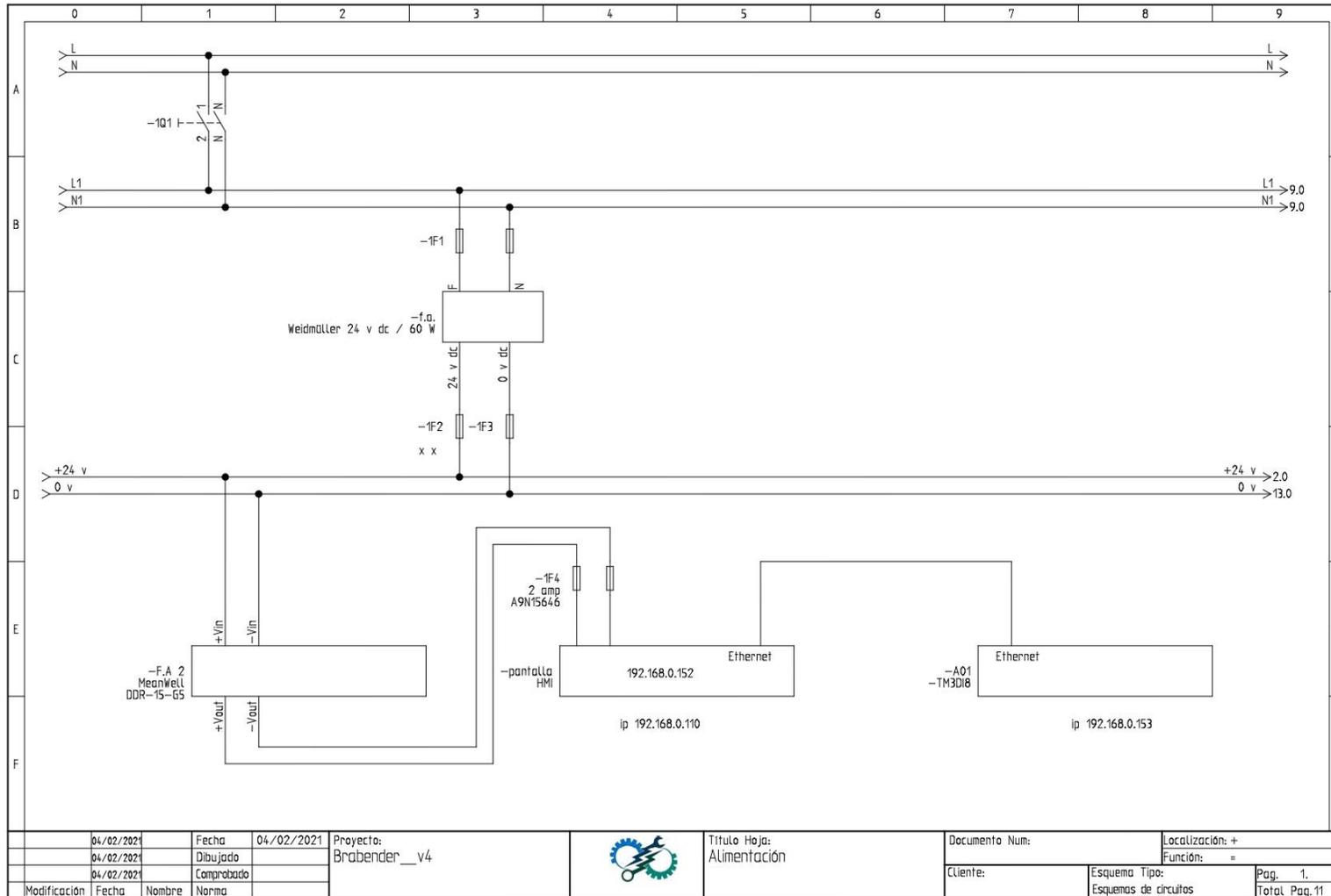
Resolución de entrada analógica	16 bits 16 bits + signo
Sobrecarga continua admitida	13 V, tipo entrad analoga: tensión 40 mA, tipo entrad analoga: corriente
Tapa de conexiones trasero	<= 60 Ohm corriente >= 1 MOhm tensión >= 1 MOhm termopar >= 1 MOhm sonda temperatura
Clip-en las cubiertas	2.44 mV 0...10 V tensión 4.88 mV - 10...10 V tensión 4.88 µA 0...20 mA corriente 3.91 µA 4...20 mA corriente 0,1 °C sonda temperatura 0,1 °C termopar
Tiempo convers	100 ms + 100 ms per channel + 1 controller cycle time (( <sup>o</sup> )) termopar 100 ms + 100 ms per channel + 1 controller cycle time (( <sup>o</sup> )) sonda temperatura 10 ms + 10 ms per channel + 1 controller cycle time (( <sup>o</sup> )) tensión/comiente
Duración de muestreo	10 Ms, tipo entrad analoga: tensión/comiente 100 Ms, tipo entrad analoga: tensión/comiente 100 Ms, tipo entrad analoga: termopar 100 Ms, tipo entrad analoga: sonda temperatura

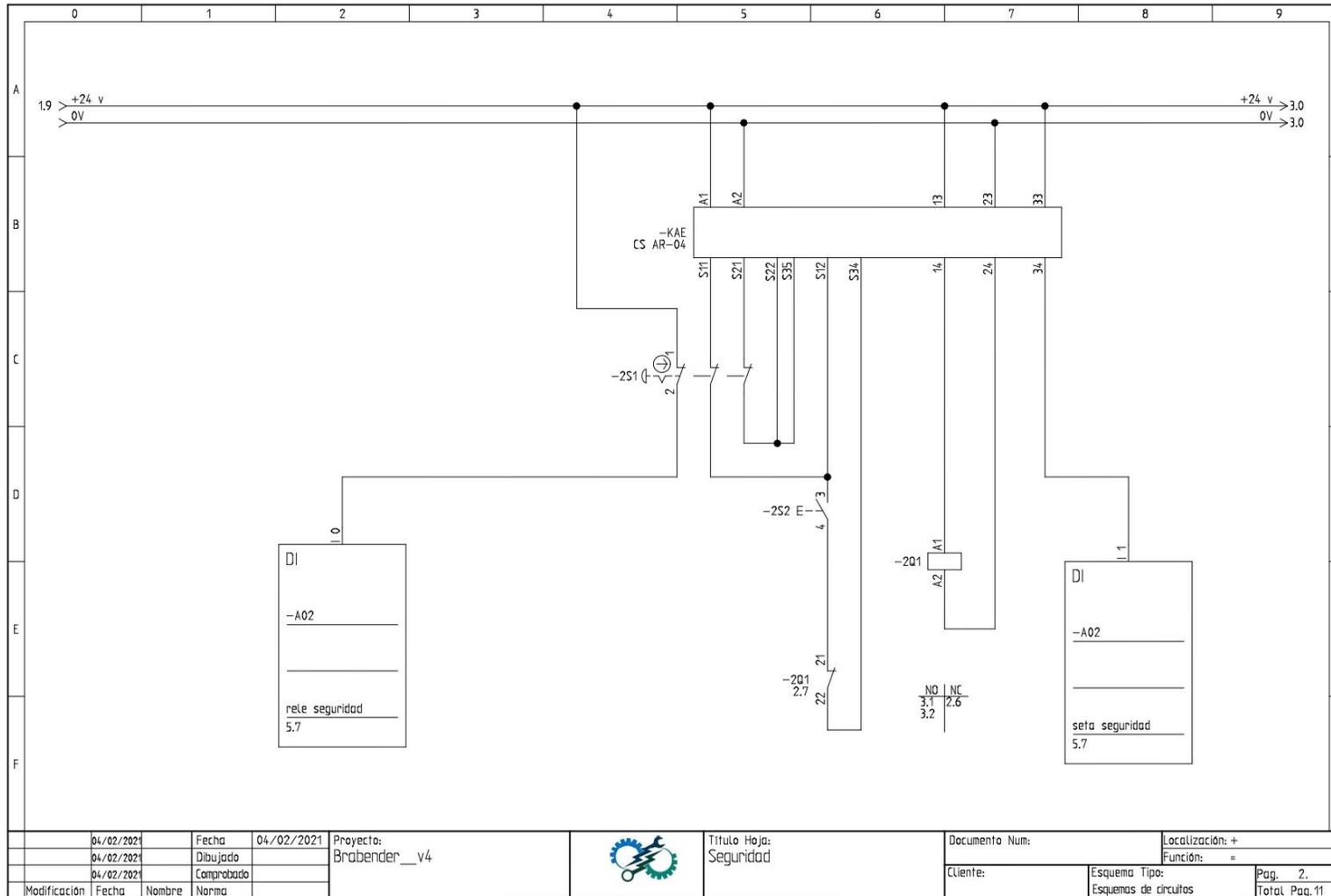
The information provided in this document contains general descriptions and/or technical characteristics of the products of the Schneider Electric group. It is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications. It is the duty of any such user or integrator to perform the appropriate and complete risk analysis, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof. Neither Schneider Electric Industries SAS nor any of its affiliates or subsidiaries shall be responsible or liable for misuse of the information contained herein. \*Prices are indicative

08-mar-2022

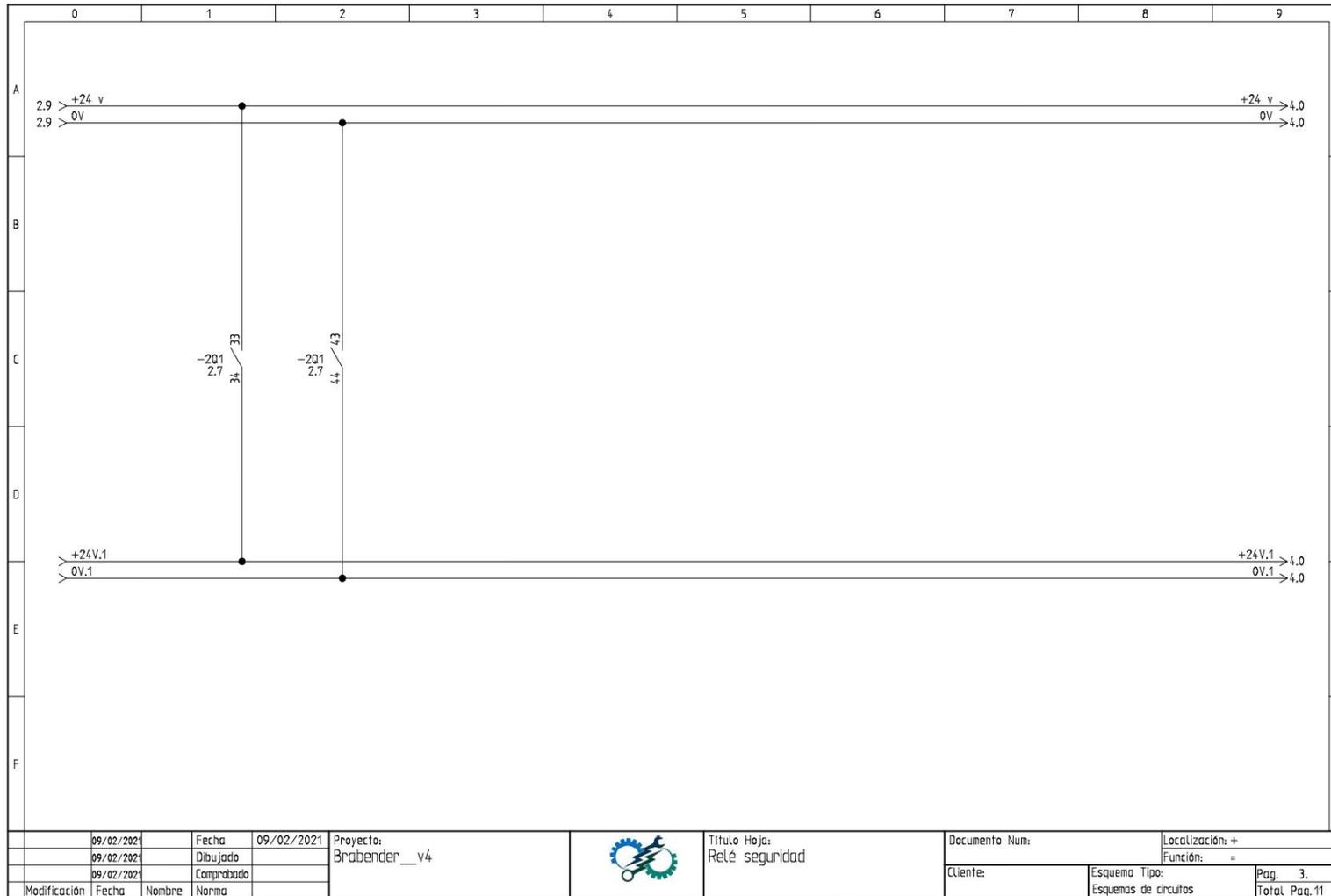


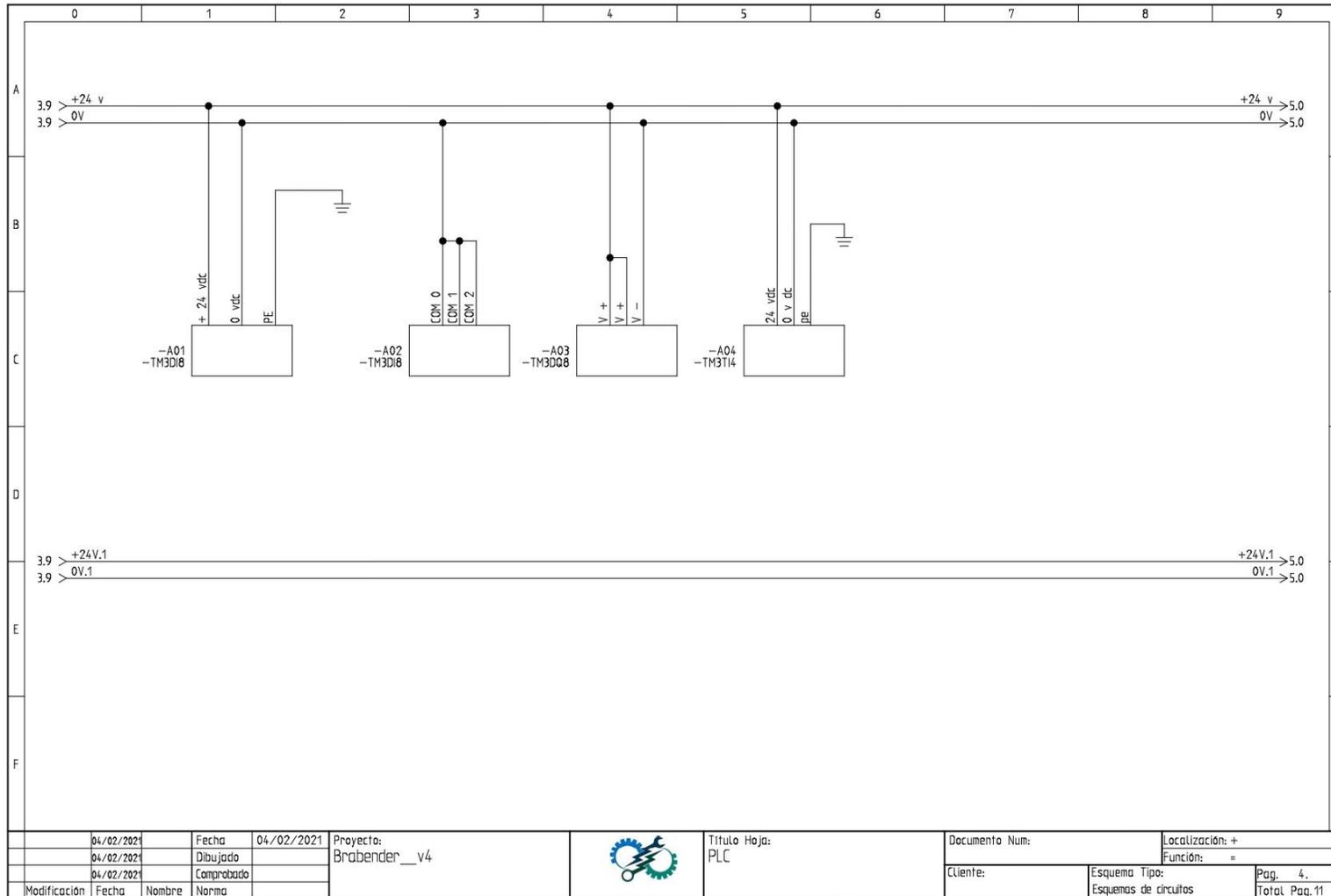
## 14.2. Anexo II: Esquema eléctrico

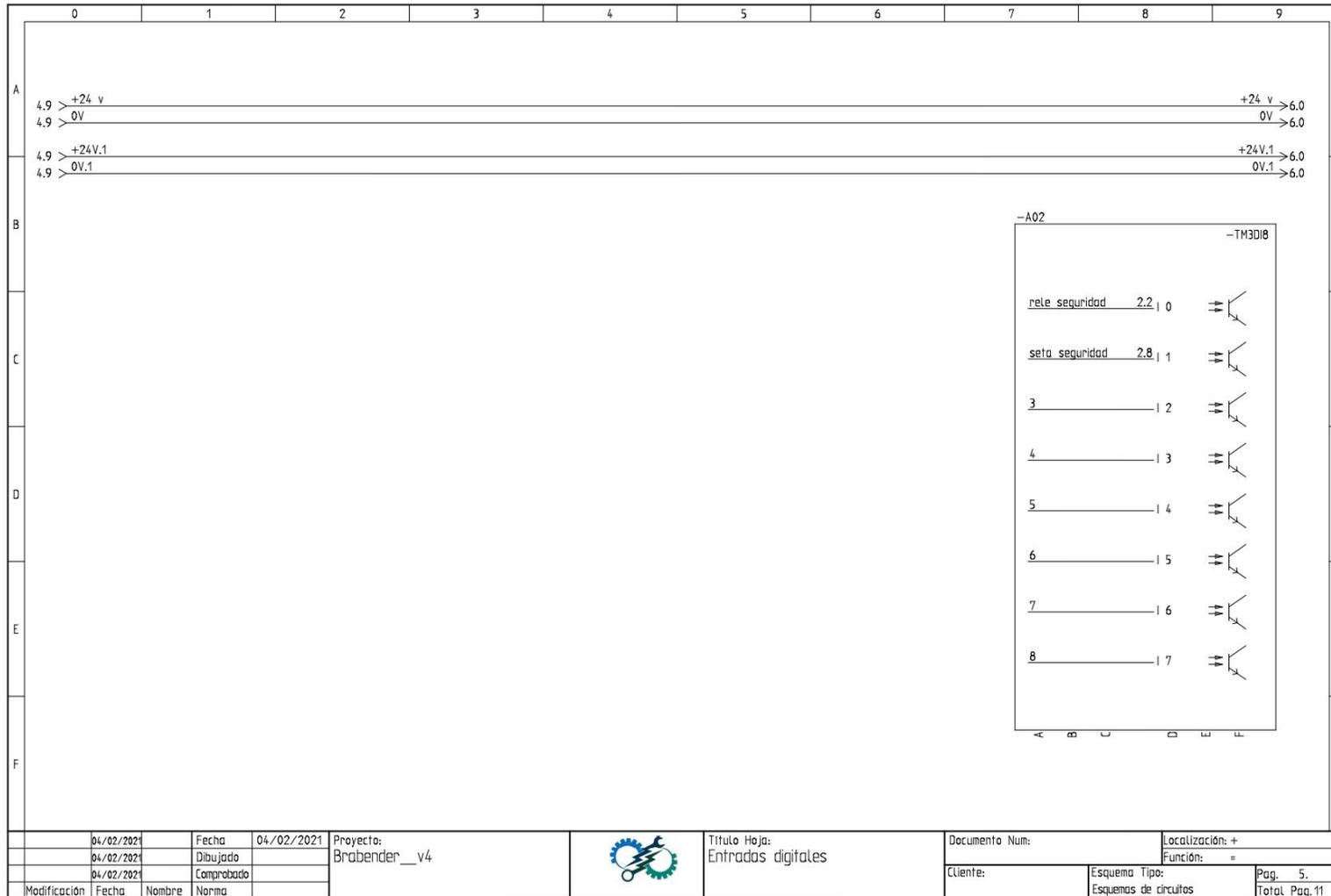


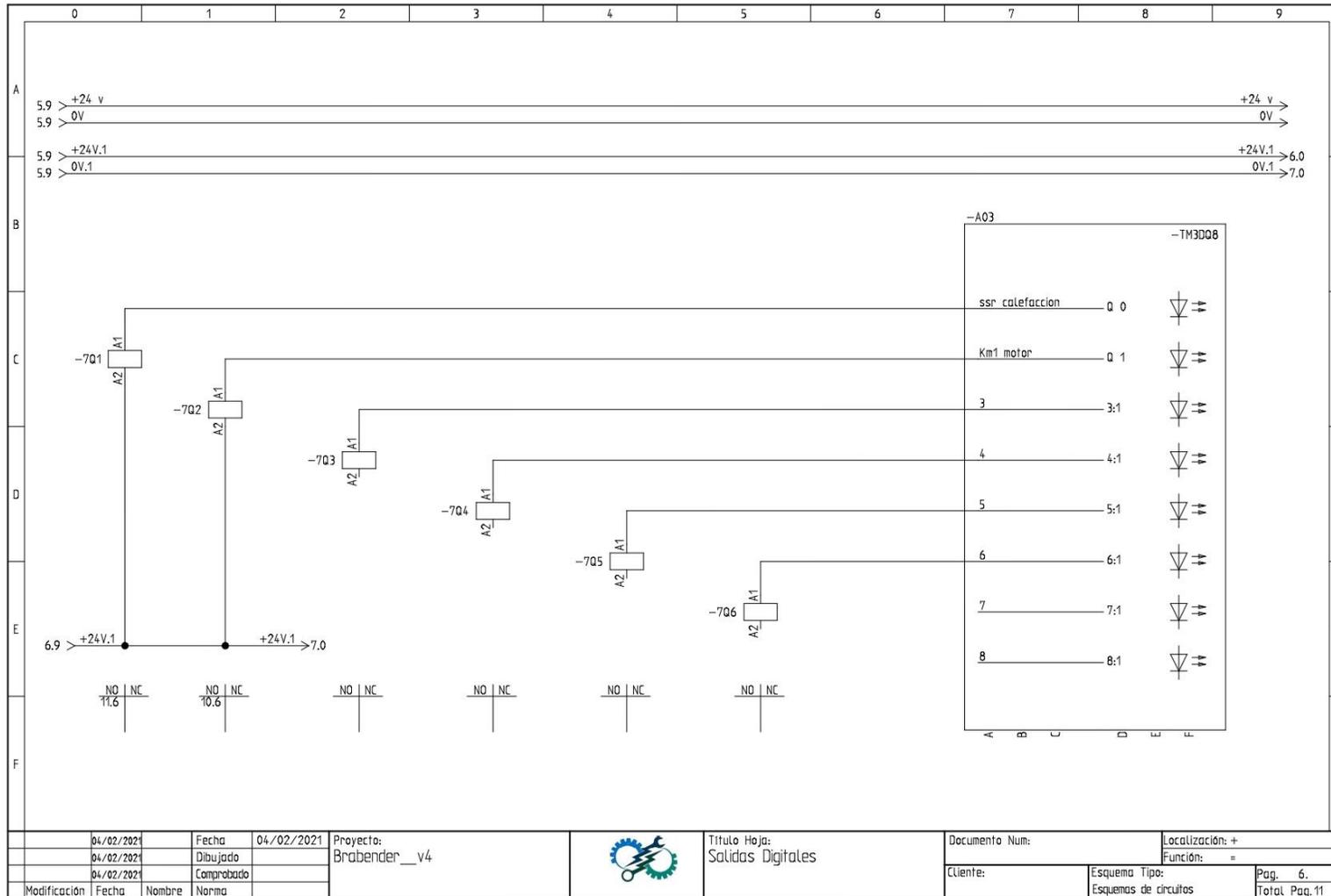


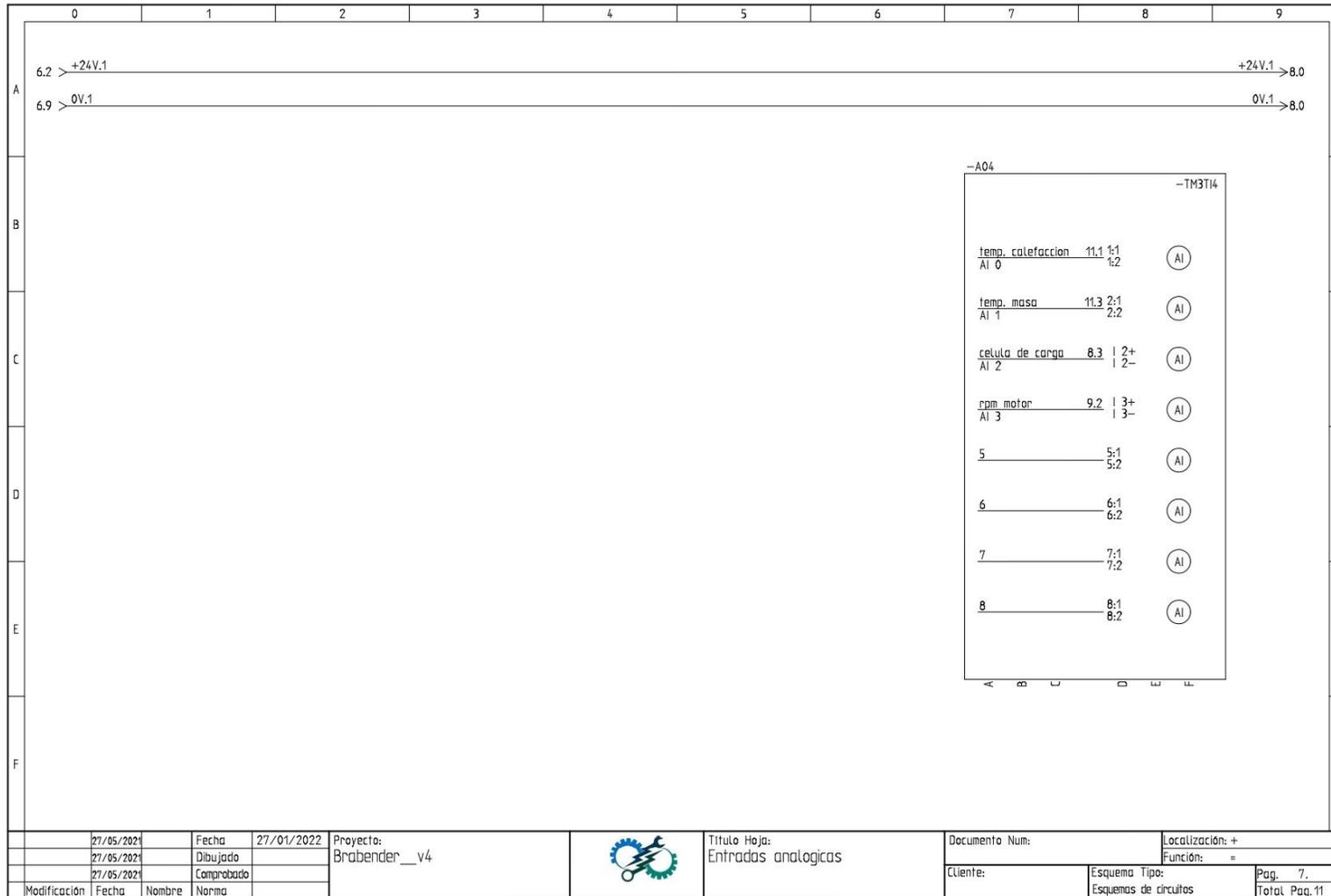
	04/02/2021	Fecha	04/02/2021	Proyecto:		Título Hoja:	Documento Num:	Localización: +
	04/02/2021	Dibujado		Brabender__v4		Seguridad		Función: =
	04/02/2021	Comprobado					Cliente:	Esquema Tipo:
Modificación	Fecha	Nombre	Norma				Esquemas de circuitos	Total Pag.11

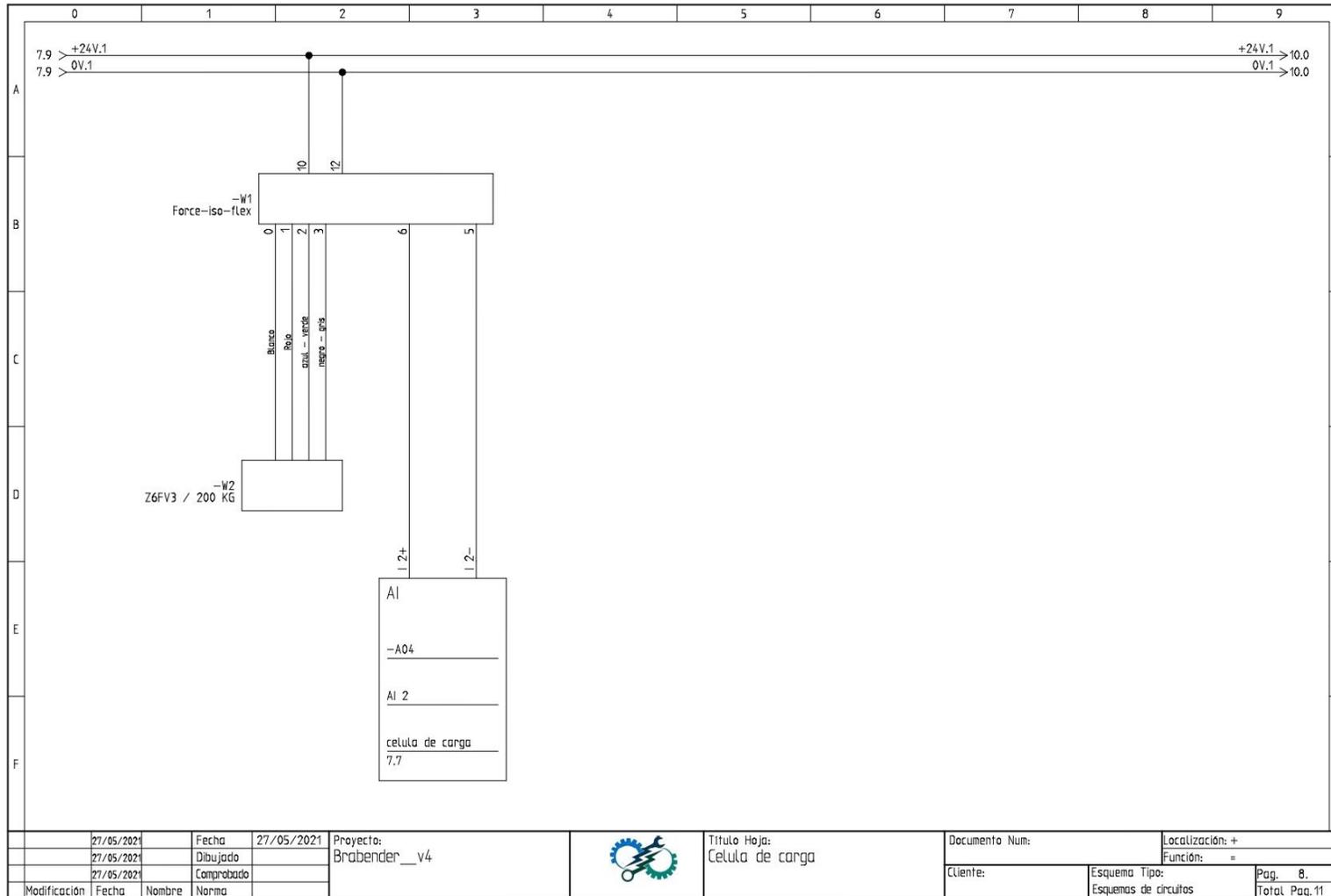


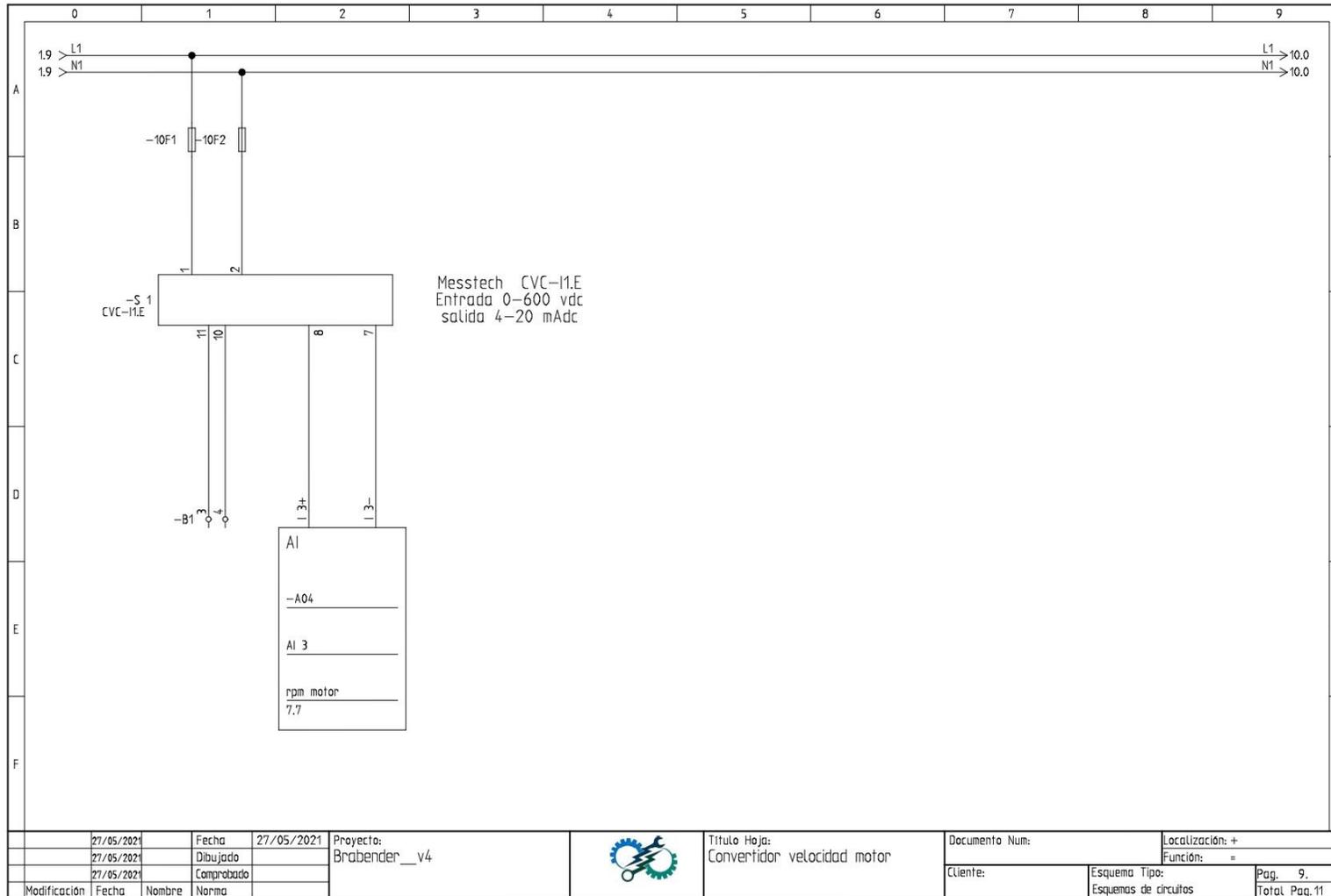


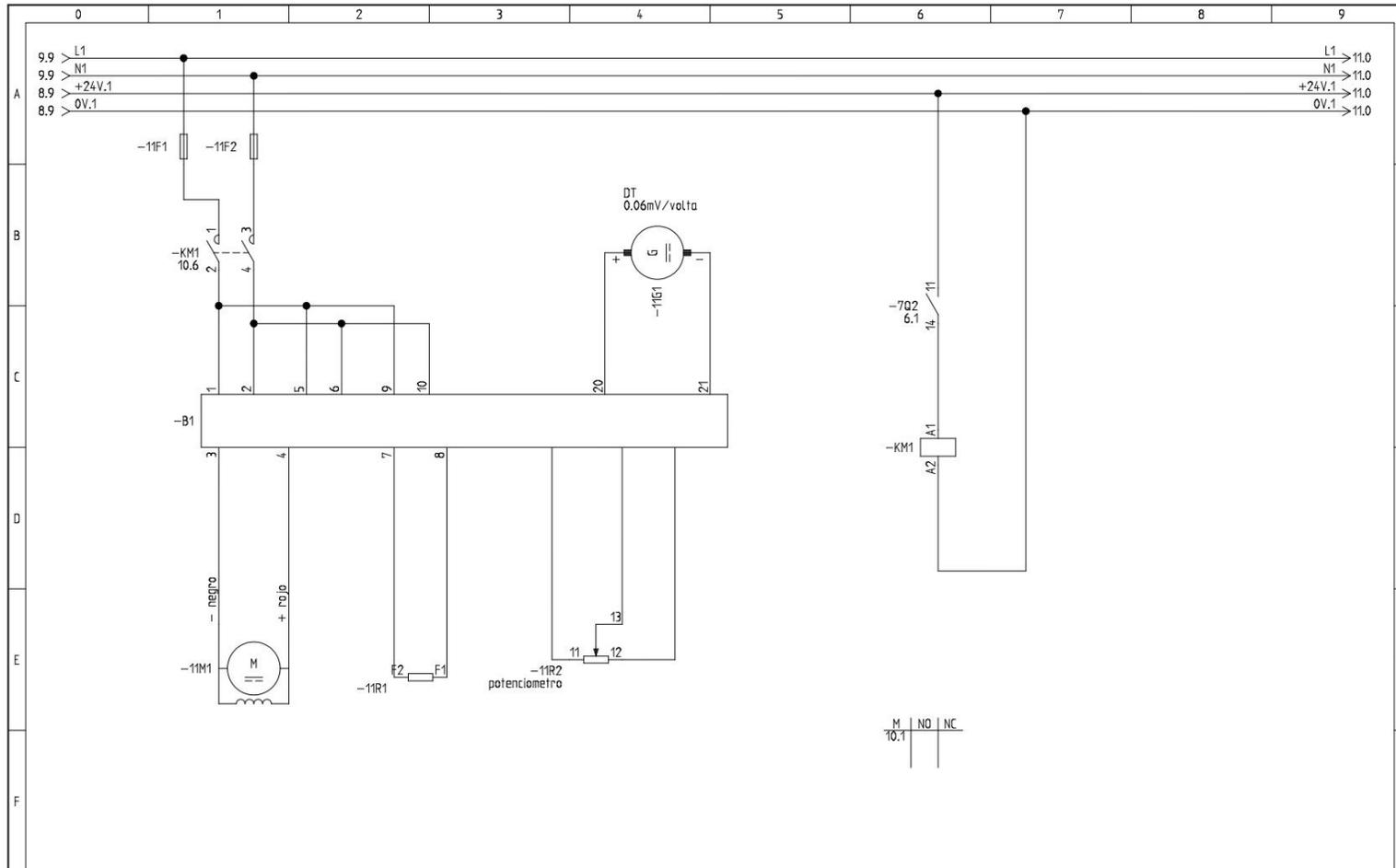




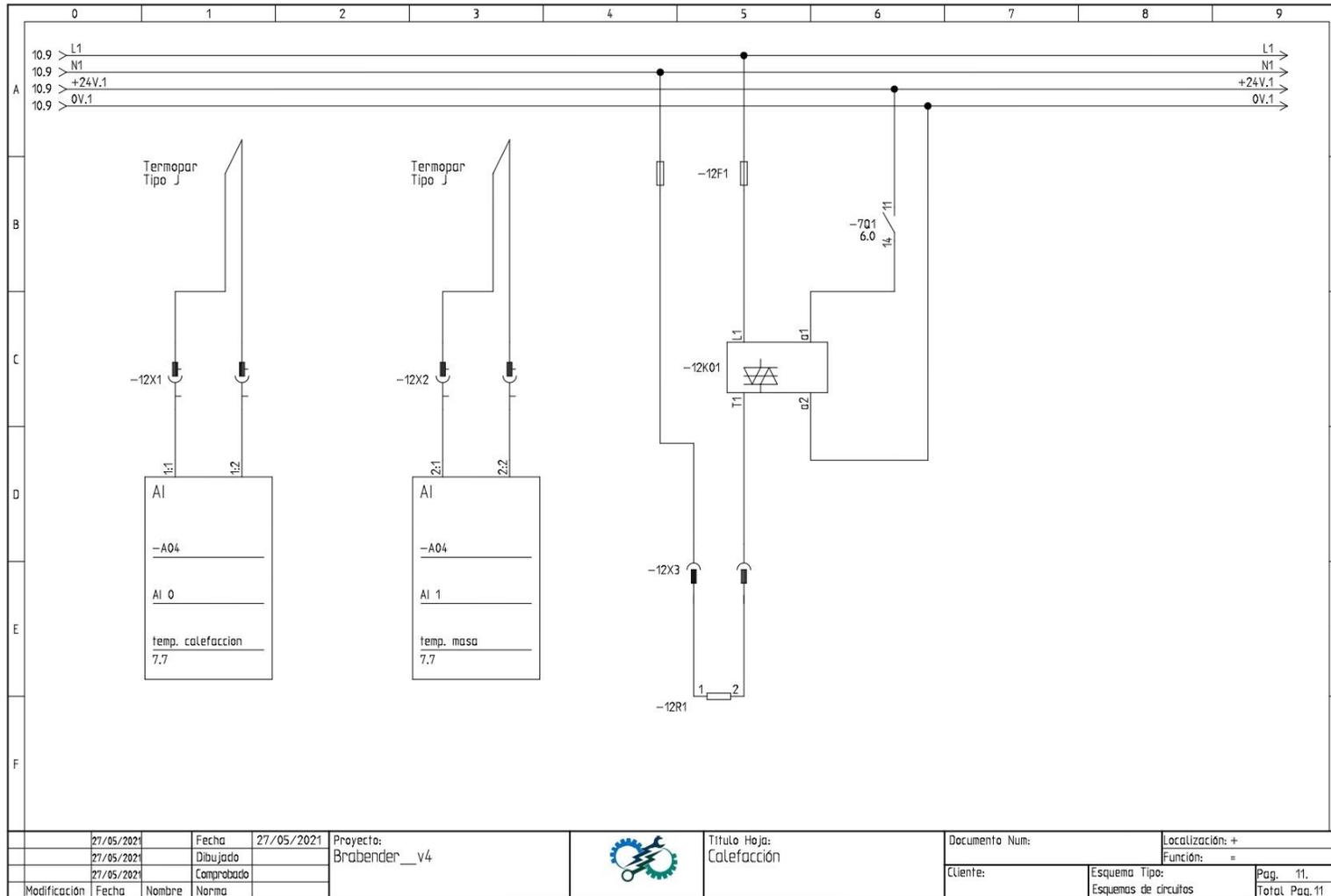








	27/05/2021	Fecha	27/05/2021	Proyecto:		Título Hoja:	Documento Num:	Localización: +	
	27/05/2021	Dibujado		Brabender_v4		Variador tensión	Ciente:	Esquema Tipo:	Función: =
	27/05/2021	Comprobado					Esquemas de circuitos	Pag. 10.	Total Pag.11
Modificación	Fecha	Nombre	Norma						



	27/05/2021	Fecha	27/05/2021	Proyecto:		Título Hoja:	Localización: +
	27/05/2021	Dibujado		Brabender_v4		Calefacción	Función: =
	27/05/2021	Comprobado					Pag. 11.
Modificación	Fecha	Nombre	Norma			Esquema Tipo:	Total Pag.11
						Esquemas de circuitos	

### 14.3. Anexo III: Cálculo PID

Con la siguiente gráfica explicada en el apartado 5 donde 190°C es la temperatura deseada y  $K_p=3$  se calcula  $G_p(s)$ :

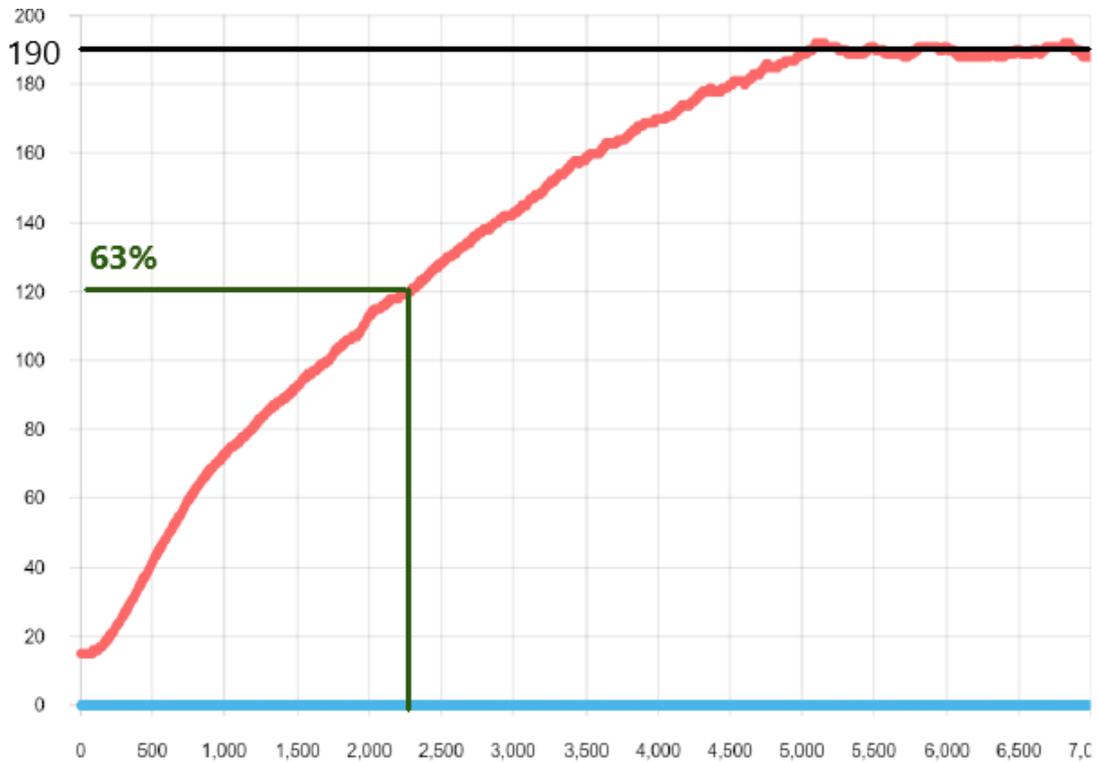


Figura 86 – Respuesta ante escalón con  $K_p=3$

$$y(\infty) = A * K = 190K = 190 \rightarrow K = 1$$

$$y(\tau) = 0.6321 * y(\infty) = 0.6321 * 190 = 120.09 \rightarrow \tau = 2250$$

$$G(s) = \frac{1}{2250s + 1} * e^{-100s}$$

De  $G(s)$  se observa que el momento en el que se alcanza el 63% de la temperatura deseada es en 2250 segundos desde que empieza la prueba y que hay un retardo de  $T= 100$  segundos antes de que empiece a subir la temperatura. Para obtener unos cálculos más sencillos se pasan los segundos a minutos, de esta forma  $G(s)$  que así:

$$G(s) = \frac{1}{37.5s + 1} * e^{-1.66s}$$

Aproximación por Taylor:  $e^{-Ts} = \frac{1}{e^{Ts}} = \frac{1}{1+Ts}$

$$e^{-1.66s} = \frac{1}{e^{1.66s}} = \frac{1}{1 + 1.66s} = \frac{0.602}{0.602 + s}$$

$$G(s) = \frac{1}{37.5s + 1} = \frac{0.0266}{0.0266 + s} = \frac{2.66 * 10^{-2}}{2.66 * 10^{-2} + s}$$

$$G'(s) = \frac{2.66 * 10^{-2}}{2.66 * 10^{-2} + s} * \frac{0.602}{0.602 + s} = \frac{0.016}{(2.66 * 10^{-2} + s) * (0.602 + s)}$$

$$Gbc(s) = G'(s)$$

$$G_R(s) = Kp = 3$$

$$H(s) = 1$$

$$Gp(s) = \frac{Gbc(s)}{G_R(s)(1 - Gbc * H(s))}$$

$$Gp(s) = \frac{\frac{0.016}{(2.66 * 10^{-2} + s) * (0.602 + s)}}{3 * \left(1 - \frac{0.016}{(2.66 * 10^{-2} + s) * (0.602 + s)} * 1\right)}$$

$$Gp(s) = \frac{0.016}{3((2.66 * 10^{-2} + s) * (0.602 + s) - 0.016)}$$

$$Gp(s) = \frac{0.016}{3 * (0.016 + 0.602s + 2.66 * 10^{-2}s + s^2 - 0.016)}$$

$$Gp(s) = \frac{0.016}{3(0.6286s + s^2)} = \frac{0.016}{s(1.885 + 3s)}$$

Con esta gráfica se obtiene la siguiente función de transferencia:

$$Gp(s) = \frac{0.016}{s(1.885 + 3s)}$$

## 14.4. Anexo IV: Programación FTP y web

### Programación FTP

```
package granzplast.fileserver.controllers;
```

```
import granzplast.fileserver.util.BrabenderParser;
import org.apache.commons.io.FileUtils;
import org.apache.commons.net.ftp.FTP;
import org.apache.commons.net.ftp.FTPClient;
import org.apache.commons.net.ftp.FTPReply;
import org.json.JSONException;
import org.json.JSONObject;
import org.springframework.http.HttpStatus;
import org.springframework.http.MediaType;
import org.springframework.http.ResponseEntity;
import org.springframework.web.bind.annotation.*;
import org.springframework.web.server.ResponseStatusException;
```

```
import java.io.*;
import java.nio.charset.StandardCharsets;
import java.nio.file.Files;
import java.nio.file.Path;
import java.util.Arrays;
import java.util.List;
import java.util.Objects;
import java.util.stream.Collectors;
```

```
@RestController
```

```
@RequestMapping("brabender")
```

```
public class BrabenderController {
```

```
    private static final String USER = "USER";
    private static final String PASS = "USER";
    private static final int SERVER_PORT = 21;
    private static final String SERVER_IP = "192.168.1.110";
    private static final String PLC_PATH = "/usr/Log/datos1.log";
    //TODO find a way to put the resources in the jar
    private static final String LOG_FOLDER = "..\\Brabender";
```

```
@CrossOrigin
```

```
@RequestMapping("/availableDocuments")
```

```
public List<String> getAvailableDocuments() {
```

```
    // todo what if cannot connect?
```

```
    updateLogFolder();
```

```
    String[] files = new File(LOG_FOLDER).list();
```

```
    if (files == null) {
```

```
        throw new ResponseStatusException(HttpStatus.NOT_FOUND, "La carpeta de logs no s'ha trobat");
    }
```

```
    return Arrays.stream(Objects.requireNonNull(files))
        .filter(file -> file.endsWith(".json"))
```

```

        .collect(Collectors.toList());
    }

    private static void updateLogFolder() {
        //create ftp client
        try {
            FTPClient ftpClient = new FTPClient();
            ftpClient.connect(SERVER_IP, SERVER_PORT);
            int reply = ftpClient.getReplyCode();
            if (!FTPReply.isPositiveCompletion(reply)) {
                ftpClient.disconnect();
                throw new IOException("Exception in connecting to FTP Server");
            }
            ftpClient.login(USER, PASS);
            ftpClient.setFileType(FTP.BINARY_FILE_TYPE);

            InputStream input = ftpClient.retrieveFileStream(PLC_PATH);

            //clone InputStream
            ByteArrayOutputStream baos = new ByteArrayOutputStream();
            input.transferTo(baos);
            InputStream firstClone = new ByteArrayInputStream(baos.toByteArray());
            InputStream secondClone = new ByteArrayInputStream(baos.toByteArray());

            //copy log to LOG_FOLDER\Log
            File file = new File(LOG_FOLDER + "\\Log\\test.csv");
            try {
                FileUtils.copyInputStreamToFile(firstClone, file);
            } catch (IOException e) {
                e.printStackTrace();
            }

            JSONObject json = BrabenderParser.toJSON(secondClone);
            String time = json.getString("time").replace(':', '_');
            String date = json.getString("date").replace('/', '_');

            String fileName = date + "-" + time + ".json";
            String fileNameLog = date + "-" + time + ".csv";

            //rename file log in LOG_FOLDER\Log
            File file2 = new File(LOG_FOLDER + "\\Log\\" + fileNameLog);
            // Rename file
            boolean success = file.renameTo(file2);

            // TODO
            FileWriter fileWriter = new FileWriter(LOG_FOLDER + "\\" + fileName);
            fileWriter.write(json.toString());
            fileWriter.flush();
            fileWriter.close();
        }
    }

```

```

    } catch (IOException | JSONException e) {
        System.out.println(e);
    }
}

```

```

@CrossOrigin
@RequestMapping(value = "/document", produces = MediaType.APPLICATION_JSON_VALUE)
public String getDocument(@RequestParam String aDocumentName) {
    try {
        File log = new File(LOG_FOLDER + "\\\" + aDocumentName);
        return Files.readString(log.toPath(), StandardCharsets.UTF_8);
    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
        //todo useful message
        return "Fail";
    }
}

```

*//TODO use a POST*

```

@CrossOrigin
@RequestMapping(value = "/updateComment", produces =
MediaType.APPLICATION_JSON_VALUE)
public String updateComment(@RequestParam String aDocumentName, @RequestParam String
aNewComment) {
    System.out.println("Nou comentari " + aNewComment + " per a " + aDocumentName);
    //TODO add logic json
    return "OK";
}

```

```

@CrossOrigin
@RequestMapping(value = "/documentCSV", produces =
MediaType.APPLICATION_JSON_VALUE)
public String getDocumentCSV(@RequestParam String aDocumentName) {
    try {
        File log = new File(LOG_FOLDER + "\\Log\\" + aDocumentName);
        return Files.readString(log.toPath(), StandardCharsets.ISO_8859_1);
    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
        //todo useful message
        return "Fail";
    }
}

```

```

@CrossOrigin
//TODO Get json object instead
@RequestMapping(value = "/updateDocumentName", method = RequestMethod.POST, consumes =
"text/plain")
public ResponseEntity<String> updateDocumentName(@RequestBody String aOriginalName) {
    String[] names = aOriginalName.trim().split(",");
    try {
        Files.move(Path.of(LOG_FOLDER, names[0]), Path.of(LOG_FOLDER, names[1]));
        return ResponseEntity.status(HttpStatus.OK).build();
    }
}

```

```

    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
        // Todo message
        return ResponseEntity.status(HttpStatus.INTERNAL_SERVER_ERROR).build();
    }
}
}

```

```

package granzplast.fileserver.util;

```

```

import org.json.JSONArray;
import org.json.JSONException;
import org.json.JSONObject;

```

```

import java.io.ByteArrayOutputStream;
import java.io.IOException;
import java.io.InputStream;
import java.nio.charset.StandardCharsets;
import java.util.HashMap;
import java.util.Map;

```

```

//TODO error handling

```

```

public final class BrabenderParser {

```

```

    private BrabenderParser() {
    }

```

```

    public static JSONObject toJSON(InputStream aFileContent) throws JSONException, IOException {
        return toJSON(readString(aFileContent));
    }

```

```

    private static String readString(InputStream inputStream) throws IOException {
        ByteArrayOutputStream into = new ByteArrayOutputStream();
        byte[] buf = new byte[4096];
        for (int n; 0 < (n = inputStream.read(buf)); ) {
            into.write(buf, 0, n);
        }
        into.close();
        return into.toString(StandardCharsets.UTF_16LE); // Or whatever encoding
    }

```

```

    public static JSONObject toJSON(String aFileContent) throws JSONException {
        String[] lines = aFileContent.split("\n");

```

```

        Map<String, JSONArray> metrics = new HashMap<>();
        //Ignore header
        for (int i = 1; i < lines.length; i++) {
            String aLine = lines[i];
            parseLineSFCT(metrics, aLine);
        }

```

```

JSONObject json = new JSONObject();
String time = lines[1].split(";")[1];
json.put("time", time);
String date = lines[1].split(";")[0];
json.put("date", date);
String comment = (lines[1].split(";")[5]).split("=")[1];
json.put("comments", comment);
json.put("metrics", metrics);

return json;
}

```

```

private static void parseLineSFCT(Map<String, JSONArray> aMetricsSFCT, String aLine) throws
JSONException {
    String[] data = aLine.split(";");
    if (data.length < 3) {
        return;
    }
    String time = data[1];

    for (int i = 2; i < data.length - 2; i++) {
        String[] metricValue = data[i].split("=");

        JSONObject record = new JSONObject();
        record.put("time", time);
        record.put("value", metricValue[1]);

        JSONArray metricValues = aMetricsSFCT.computeIfAbsent(metricValue[0], (metric) -> new
JSONArray());
        metricValues.put(record);
    }
}
}

```

## Programación web : App.js

```

import React, { Component } from 'react';

// Documentation https://www.npmjs.com/package/react-charts
import { Chart } from 'react-charts';

// Documentation https://material-ui.com
import Grid from '@material-ui/core/Grid';
import TextField from '@material-ui/core/TextField';
import Autocomplete from '@material-ui/lab/Autocomplete';
import Button from '@material-ui/core/Button';
import Box from '@material-ui/core/Box';
import Paper from '@material-ui/core/Paper';

```

```

import download from "downloadjs";

//https://www.npmjs.com/package/jspdf
import * as htmlToImage from 'html-to-image';
import { jsPDF } from "jspdf";

class App extends Component {

  state = {
    selectedDocument: undefined,
    selectedDocumentContent: undefined,
    availableDocuments: []
  }

  componentDidMount() {
    fetch('http://localhost:8080/brabender/availableDocuments')
      .then(res => res.json())
      .then((data) => { this.setState({ availableDocuments: data }) })
      .catch(console.log)
  }

  MyChart = () => {
    this.componentRef = React.createRef();
    if (this.state.selectedDocumentContent !== undefined) {
      const content = this.state.selectedDocumentContent;
      const firstTimeStamp = this.toTimestampSeconds(content.time);
      const metricKeys = Object.keys(content.metrics);
      var data = [];
      for (var i = 0; i < metricKeys.length; i++) {
        const entries = content.metrics[metricKeys[i]];
        var metricData = [];
        for (var j = 0; j < entries.length; j++) {
          let entry = entries[j];
          let timestamp = this.toTimestampSeconds(entry.time);
          metricData.push([timestamp - firstTimeStamp, entry.value]);
        }
        data.push({ label: metricKeys[i], data: metricData })
      }

      const axes = [
        { primary: true, type: 'linear', position: 'bottom' },
        { type: 'linear', position: 'left' }
      ];

      const lineChart = (
        // A react-chart hyper-responsively and continuously fills the available
        // space of its parent element automatically

        <div
          style={{
            margin: '30px',
            width: '600px',
            height: '400px'
          }}
        >
          <Chart data={data} axes={axes} tooltip options={options}/>
        </div>
      )
    }
  }
}

```

```

    return lineChart;
  }
}

comments = () => {
  if (this.state.selectedDocumentContent !== undefined) {
    const content = this.state.selectedDocumentContent;
    var comments = content.comments;
  }
  const text = (
    <TextField id="standard-basic" label="Anotacions" defaultValue={comments} style={{ width:
'600px' }}></TextField>
  )
  return text;
}

buttonSave = () => {
  return (
    <Button size='large' style={{ right: 'right', heigth: '40px' }} onClick={this.handleChange}>
      
      Guardar
    </Button>
  );
}

// Expected format 06:05:25
toTimestampSeconds = (formattedTime) => {
  let time = formattedTime.split(":");
  // Using an arbitrary year, month and day as it is not relevant
  var datum = new Date(Date.UTC(2021, 5, 30, time[0], time[1], time[2]));
  return (datum.getTime() / 1000)/60;
}

handleChange = (event) => {
  if (event.state.selectedDocumentContent !== undefined) {
    alert(event.target.value);
    /* fetch('http://localhost:8080/brabender/document?aDocumentName=' +
this.state.selectedDocument,
    method: 'POST',
    body: JSON.stringify({ comments: this.state.comments});*/
    //this.setState({ textValue: this.state.selectedDocumentContent.comments});
  }
}

downloadCSV = () => {
  var documentCSV = this.state.selectedDocument.replace('json', 'csv')
  const onClick = () => {
    const url = 'http://localhost:8080/brabender/documentCSV?aDocumentName=' + documentCSV;
    fetch(url)
      .then(res => res.text())
      .then(data => download(data, documentCSV, "text/csv"));
  };

  return (
    <div className="App" >
      <Button style={{ right: 'right', heigth: '40px', padding: '12px' }} onClick={onClick}>
        </img>
        Download EXCEL</Button>
      </div>
    );
}

```

```

}

downloadPDF = () => {
  let fecha = this.state.selectedDocument.slice(0, 10).replaceAll("_", "-");
  let titulo = "Reologia, data: " + fecha;
  let text = "";
  let temperatura = "Temperatura";
  let par = "Par";
  let rpm = "RPM";
  let logo = "data:image/";

  const onClick = () => {
    let domElement = document.getElementById('chart');

    htmlToImage.toPng(domElement).then(function (dataUrl) {
      console.log(dataUrl);
      const pdf = new jsPDF('l', 'mm', 'a4');
      pdf.addImage(logo, 'PNG', 5, 5, 90, 20);
      pdf.text(22, 31, titulo);
      pdf.text(22, 41, text);
      var width = pdf.internal.pageSize.getWidth();
      var height = pdf.internal.pageSize.getHeight() - 60;
      pdf.addImage(dataUrl, 'PNG', 12, 45, width, height);
      pdf.save("download.pdf");
    })
    .catch(function (error) {
      console.error('oops, something went wrong!', error);
    });
  };

  return (
    <div className="App" >
      <Button style={{ right: 'right', height: '40px', padding: '12px' }} onClick={onClick}>
        </img>
        Download PDF</Button>
      </div>
  );
}

render() {
  let combobox = <Autocomplete
    id="combo-box-assaig"
    options={this.state.availableDocuments}
    onChange={(event, newValue) => this.setState({ selectedDocument: newValue })}
    style={{ width: 300 }}
    renderInput={(params) => <TextField {...params} label="Assaig" variant="outlined" />}
  />
  let button = <Box p={0.87}>
    <Button size='large' style={{ right: 'left' }} onClick={() => {
      console.log(this.state.selectedDocument);
      if (this.state.selectedDocument !== undefined) {
        fetch('http://localhost:8080/brabender/document?aDocumentName=' +
          this.state.selectedDocument)
          .then(res => res.json())
          .then((data) => { this.setState({ selectedDocumentContent: data }) })
          .catch(console.log)
        }
      }>Visualitzar</Button>
    </Box>
}

```

```

return (
  <div style={{ margin: '20px' }}>
    <Grid container item xs={20}>
      <Grid>
        <Box m={0.5}>
          <img id='imageLogo' src='https://www.granzplast.es/wp-content/uploads/LOGO-Granzplast.svg' style={{ width: '250px', height: '55px' }} />
        </Box>
      </Grid>
    </Grid>
    <Grid container item xs={20}>
      <Grid>
        <Box m={0.5}>
          <Paper elevation={0}>
            {combobox}
          </Paper>
        </Box>
      </Grid>
      <Grid>
        <Box m={0.5}>
          <Paper elevation={3}>
            {button}
          </Paper>
        </Box>
      </Grid>
    </Grid>
    <br></br>
    <Grid id='chart' container item xs={12}>
      <Grid>
        <div>
          <Paper elevation={0}>
            {this.MyChart()}
          </Paper>
        </div>
      </Grid>
    </Grid>
    <br></br>
    <br></br>
    <br></br>
    <Grid container item xs={12}>
      <Grid item xs={8}>
        <Paper elevation={0}>
          {this.comments()}
        </Paper>
      </Grid>
    </Grid>
    <br></br>
    <br></br>
    <br></br>
    <Grid container item xs={0}>
      <Grid>
        <Box m={1}>
          <Paper elevation={3}>
            {this.state.selectedDocument ? this.buttonSave() : null}
          </Paper>
        </Box>
      </Grid>
      <Grid>
        <Box m={1}>

```

```
        <Paper elevation={3}>
          {this.state.selectedDocument ? this.downloadPDF() : null}
        </Paper>
      </Box>
    </Grid>
  </Grid>
</div >
  );
}
}

export default App;
```

# REACONDICIONAMIENTO DE UN REÓMETRO DE TORSIÓN BRABENDER

## 2. Pliego de Condiciones

Autora: Anna Benedito Fuster

Tutor: Ángel Miguel Cuenca Lacruz

## **Pliego de condiciones**

1. Objeto
2. Requerimientos funcionales
3. Componentes materiales
4. Condiciones de uso mantenimiento y seguridad
5. Pruebas y ajustes finales

## **1. Objeto**

El presente Pliego de Condiciones Técnicas es el resumen de las características que se deberán cumplir en la ejecución del proyecto del reacondicionamiento de un reómetro de laboratorio Brabender, para la empresa Granzplast S.A.

## **2. Requerimientos funcionales**

Los requerimientos funcionales son:

- Controlar cada lote de materia prima que se recibe en Granzplast S.A.
- Controlar que el producto acabado cumple con las mismas condiciones de plastificación y así reducir la variabilidad en las condiciones de extrusión.
- Permitir que se puedan realizar reologías en el laboratorio de la empresa Granzplast S.A. y poder hacerlo con una interfaz 'user friendly'

## **3. Componentes y materiales**

Los materiales suministrados por la empresa para la realización de este proyecto son los siguientes:

- Fuente de alimentación Weidmüller, modelo Pro ECO.
- Módulo de seguridad Pizzato, modelo CS AR-04V024.
- Convertidor de medida Messtech, modelo CVC-I1.
- Célula de carga de Hbm, modelo Z6FC3.
- Convertidor célula de carga de FORCE ISO-FLEX.
- Autómata y módulos E/S de Schneider.

## **4. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad**

El mismo reómetro lleva un sistema de seguridad que solo habilita su uso si está todo correcto, de lo contrario el sistema está bloqueado.

También contará con dos pictogramas de advertencia, uno donde indica peligro por altas temperaturas y otro de peligro por atrapamiento.

El operario de laboratorio debe tener la formación adecuada para manejar este aparato, es el mismo personal de laboratorio el que debe realizar la limpieza y el mantenimiento básico del reómetro de torsión.

## **5. Pruebas y ajustes finales.**

Antes de entregar el reómetro se realizan diferentes ensayos con el material que la empresa ha facilitado.

Estos ensayos consisten en realizar una reología de un material que ya ha sido analizado anteriormente, por tanto se conocen los resultados que debería dar. Se verificará que los datos obtenidos coincidan con los que ya se tienen o que difieran lo menos posible.

# REACONDICIONAMIENTO DE UN REÓMETRO DE TORSIÓN BRABENDER

## 3. Presupuesto

Autora: Anna Benedito Fuster

Tutor: Ángel Miguel Cuenca Lacruz

El presupuesto del proyecto es el siguiente:

### COSTES DE MATERIALES

Descripción	Uds	Precio por ud	Cantidad	Precio total (€)
Fuente de alimentación Weidmüller, Pro ECO.	u	71,51 €	1	71,51 €
Módulo de seguridad Pizzato, CS AR-04V024.	u	112,00 €	1	112,00 €
Convertidor de medida Messtech, CVC-I1	u	125,00 €	1	125,00 €
Célula de carga de Hbm, Z6FC3.	u	382,88 €	1	382,88 €
Cartuchos de alta densidad calorífica	u	20,00 €	4	80,00 €
Convertidor célula de carga de FORCE ISO-FLEX.	u	233,65 €	1	233,65 €
CPU de Schneider, TM251MESE	u	650,00 €	1	650,00 €
Módulo para entradas digitales de Schneider, TM3DI8	u	150,00 €	1	150,00 €
Módulo para salidas digitales de Schneider, TM3DQ8	u	98,79 €	1	98,79 €
Módulo para entradas analógicas de Schneider, TM3TI4	u	250,00 €	1	250,00 €
Licencia SoMachine 4.3	u	340,00 €	1	
<b>TOTAL</b>				<b>2153,83 €</b>

### COSTES DE MANO DE OBRA

Descripción	Uds	Precio por ud	Cantidad	Precio total (€)
Estudio del proyecto	h	20€/h	8	160,00 €
Investigación	h	20€/h	20	400,00 €
Diseño del esquema eléctrico	h	20€/h	10	200,00 €
Diseño e implementación del software	h	20€/h	60	1200,00 €
Puesta en marcha	h	20€/h	10	200,00 €
<b>TOTAL</b>				<b>2160,00 €</b>

## MATERIAL Y MANO DE OBRA

Descripción	Precio total (€)
Costes de material	2153,83 €
Costes de mano de obra	2160,00 €
<b>TOTAL</b>	<b>4313,83 €</b>

## COSTES GENERALES Y BENEFICIO

Descripción	Precio total (€)
Costes generales del proyecto (12% sobre el total)	517,65 €
Beneficio industrial (6% sobre el total)	258,89 €
<b>TOTAL</b>	<b>776,50€</b>

## PRESUPUESTO

Descripción	Precio total (€)
Costes de material y mano de obra	4313,83 €
Costes generales y beneficio	776,50 €
<b>TOTAL (21% IVA incluido)</b>	<b>6159,30 €</b>