



Universidad de Oviedo

Memoria del Trabajo Fin de Máster realizado por
FRANCISCO ALBERTO DAGO BERODIA
para la obtención del título de
Máster en Ingeniería de Automatización e Informática Industrial

DESARROLLO DE PLATAFORMA DE
SIMULACIÓN DE PROCESOS PARA LA
REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE ACEPTACIÓN
EN FÁBRICA (FAT) DE SISTEMAS
AUTOMATIZADOS

APLICACIÓN A UN CASO PRÁCTICO

JULIO 2015

TÍTULO DEL PROYECTO:

DESARROLLO DE PLATAFORMA DE SIMULACIÓN DE PROCESOS PARA
LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE ACEPTACIÓN EN FÁBRICA (FAT) DE
SISTEMAS AUTOMATIZADOS

APLICACIÓN A UN CASO PRÁCTICO

ESTUDIOS:

MÁSTER EN INGENIERÍA DE AUTOMATIZACIÓN E INFORMÁTICA
INDUSTRIAL

AUTOR:

FRANCISCO ALBERTO DAGO BERODIA

TUTOR ACADÉMICO:

ANTONIO ROBLES ALVAREZ

DEPARTAMENTO:

INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, DE COMPUTADORES Y
SISTEMAS.

RESUMEN:

Este trabajo describe el desarrollo de una plataforma de simulación para la prueba y verificación del funcionamiento de sistemas de control automático.

Se pretende conseguir un modelo de simulación que permita la realización de pruebas en el programa con anterioridad a su implantación en el equipo a controlar.

La plataforma se diseña basándose en la aplicación a un caso práctico: la prueba de maquinaria destinada al movimiento de áridos. Esto implica desarrollar un modelo lógico del comportamiento de los equipos que conforman la máquina. Para lograr esto último se utilizara la plataforma de simulación SIMIT del fabricante Siemens.

El trabajo se realiza durante un periodo de prácticas de 5 meses de duración (Julio a Diciembre del 2014) en la empresa **TSK Electrónica y Electricidad**. Este periodo de prácticas es un requisito para la obtención del Master Universitario en Automatización e Informática Industrial impartido por la Universidad de Oviedo.

INDICE:

1	INTRODUCCIÓN	9
1.1	CONTEXTO.....	9
1.2	OBJETO.....	9
1.3	FASES DEL PROYECTO	10
1.4	ESTRUCTURA DE ESTE DOCUMENTO	10
2	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA MAQUINARIA A SIMULAR	11
2.1	DESCRIPCIÓN OPERATIVA DEL RECLAIMER VP3	12
	CABESTRANTES.....	14
	CADENAS	14
	SISTEMAS DE DESPLAZAMIENTO DE LA MAQUINA (TRAVELLING)	14
	CABLE DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA.....	15
	OTROS SISTEMAS.....	15
	MEDIOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA POSICIÓN	15
2.2	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL	16
	VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL	16
	HMI DE CONTROL	17
	PERIFERIA DISTRIBUIDA Y BUS DE CAMPO PROFIBUS	18
2.3	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DEL INTERFACE HMI.....	18
	PUPITRES DE CONTROL	18
	MODOS DE FUNCIONAMIENTO.....	19
3	PLANIFICACIÓN TEMPORAL	21
4	DEFINICIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES FUNCIONALES	23
4.1	SISTEMA DE EMULACIÓN DEL PROCESO	24
4.2	INTERFACE GRÁFICA PARA EL CONTROL DE LA SIMULACIÓN	24
4.3	SISTEMA DE COMUNICACIONES ENTRE EL SISTEMA A PROBAR Y EL SIMULADOR	25

5	ESTUDIO DE OPCIONES DE DISEÑO	26
5.1	SOLUCIÓN I: AÑADIR MODULOS AL PLC A PROBAR	27
5.2	SOLUCIÓN II: PLC A PLC.....	27
5.3	SOLUCIÓN III: WIN AC SOBRE PLATAFORMA PC.....	28
5.4	SOLUCIÓN IV: UTILIZACION DE INTERFACES OPC.....	29
5.5	SOLUCIÓN V: PLC-SIMBA -SIMIT	31
6	SELECCIÓN ENTRE LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO	32
6.1	DEFINICIÓN DE REQUISITOS	32
6.2	CUANTIFICACIÓN DE CRITERIOS DE SELECCIÓN	33
6.3	SELECCIÓN Y JUSTIFICACIÓN.....	36
7	DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN	37
7.1	ARQUITECTURA GENERAL DE LA SOLUCIÓN.....	37
7.2	SIMIT: ESTRUCTURA DEL SOFTWARE DESDE EL PUNTO DE VISTA FUNCIONAL	41
7.3	SIMIT: HERRAMIENTAS LÓGICAS PARA LA SIMULACIÓN.....	42
	FUNCIONES Y MACROS.....	42
	DIAGRAMAS LÓGICOS	43
7.4	SIMIT: TIPOS DE GATEWAYS	44
	GATEWAY PROFIBUS	45
	GATEWAY EXCELL	45
	OTRAS GATEWAYS POSIBLES.....	46
7.5	SIMIT: TIPOS DE SEÑALES EN LA SIMULACIÓN	46
7.6	VENTANAS DE OPERACIÓN	47
8	EJEMPLO DE MODELADO DE LOS COMPONENTES DEL RECLAIMER VP3	49
8.1	CABESTRANTES	53
	DIAGRAMA LÓGICO DE UN CABESTRANTE	53
	MACRO DE SIMULACIÓN DE UN CABESTRANTE: LISTADO DE SEÑALES	56
	EJEMPLOS DEL USO DE FUNCIONES DENTRO DE UNA MACRO	59
	VENTANA DE OPERACIÓN DE UN CABESTRANTE.....	61
8.2	TRAVELLING	63
	DIAGRAMA LÓGICO DEL SISTEMA DE TRAVELLING.....	63

LISTA DE SEÑALES DEL TRAVELLING	68
VENTANA DE OPERACIÓN DEL TRAVELLING	71
8.3 CADENAS	72
DIAGRAMA LÓGICO DE UNA CADENA.....	72
LISTADO DE SEÑALES DE UNA CADENA	73
VENTANA DE OPERACIÓN DE UNA CADENA	74
8.4 CABLE DE ALIMENTACIÓN.....	75
DIAGRAMA LOGICO	75
LISTADO DE SEÑALES.....	76
VENTANA DE OPERACIÓN	78
9 MANUAL DE USUARIO DE LA PLATAFORMA DE SIMULACIÓN	79
9.1 ELEMENTOS NECESARIOS PARA LA SIMULACIÓN.....	79
SISTEMA A PROBAR	79
PLATAFORMA DE SIMULACIÓN	80
COMUNICACIONES ENTRE EL PLC Y LA PLATAFORMA DE SIMULACIÓN:.....	80
9.2 PREPARACION DE LA SIMULACIÓN	81
ETAPA 1: CONEXIÓN FÍSICA DE LOS COMPONENTES HARDWARE.....	81
ETAPA 2: CONFIGURACIÓN DEL HARDWARE EN SIMATIC S7	82
ETAPA 3: EXPORTADO DE LA TABLA DE SÍMBOLOS.	84
ETAPA 4: CONFIGURACIÓN DEL HMI EN WINCC.....	84
ETAPA 5: CONFIGURACIÓN DE LA TARJETA SIMBA.....	85
ETAPA 6: CONFIGURACIÓN DE SIMIT	92
10 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS VENTANAS DE OPERACIÓN	104
10.1 VENTANA DE OPERACIÓN DE CONTROL GENERAL	104
FUNCIONALIDAD	104
IMAGEN DE LA VENTANA DE OPERACIÓN	105
DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS DE LA VENTANA.....	105
10.2 VENTANA DE OPERACIÓN DE CABESTRANTE.....	108
FUNCIONALIDAD	108
IMAGEN DE LA VENTANA DE OPERACIÓN	108
ELEMENTOS DE CONTROL.....	108

10.3	VENTANA DE OPERACIÓN DEL TRAVELLING	111
	FUNCIONALIDAD	111
	IMAGEN DE LA VENTANA DE OPERACIÓN	111
	ELEMENTOS DE CONTROL	112
10.4	VENTANA DE OPERACIÓN DE CADENA Y ENGRASADO DE CADENA.....	116
10.5	VENTANA DE OPERACIÓN DE CONTROL DEL CABLE DE ALIMENTACIÓN	117
10.6	VENTANA DE OPERACIÓN DE ENGRASADO DEL TRAVELLING	118
11	ANÁLISIS DE RESULTADOS	119
11.1	UTILIDADES DE LA PLATAFORMA.....	119
11.2	PROBLEMAS PREVISIBLES.....	119
11.3	FUTURAS MEJORAS	120
	MODULARIDAD Y POSIBILIDADES DE AMPLIACIÓN	120
	APROVECHAMIENTO DE LAS MACROS YA REALIZADAS EN EL DESARROLLO DE OTRAS NUEVAS.	121
	POSIBILIDAD DE USO CON EQUIPOS DE DIFERENTES FABRICANTES	121
	ANEXO I: PRESUPUESTO	122

1 INTRODUCCIÓN

En esta introducción se presentara el contexto en el que se realiza este trabajo, su objeto y las fases de las que constara el proyecto. También se comentara la estructura en que se organiza el presente documento explicativo.

1.1 CONTEXTO

TSK, a través de su filial PHB construye máquinas para el movimiento de material a granel en sectores como la minería, el tratamiento de áridos, los parques de almacenamiento de carbón u otras aplicaciones similares.

Estas máquinas están formadas por un conjunto de componentes mecánicos accionados mediante motores eléctricos que se comandan mediante sus correspondientes circuitos de mando. Los diferentes elementos que componen la máquina disponen de un cierto número de sensores para permitir que el sistema reciba información desde el campo.

La lógica de control se implementa mediante la utilización de Autómatas Programables que, en principio, pueden ser de diferentes fabricantes y que se acompañan de paneles de control para permitir al operador el manejo de la máquina.

1.2 OBJETO

Se pretende desarrollar una aplicación que facilite la realización de pruebas para la verificación del funcionamiento del software de control de las maquinas.

El programa de simulación se plantea como una herramienta que permita testear el funcionamiento del sistema automático antes de ser cargado en la maquina real. De esta manera se pretende facilitar la detección de disfunciones del Software de control y reducir los tiempos necesarios para la puesta en marcha de las instalaciones con la consiguiente reducción de costes. La simulación se podría usar también con fines de demostración del funcionamiento del equipo ante el cliente.

Para la implementación del simulador será necesario generar un modelo lógico de la máquina de manera que el simulador haga llegar al PLC de control las señales de entrada y salida de forma y manera a como seria esperable en una maquina real. Así mismo será necesario disponer de una interfaz HMI que permita el control de la simulación por el usuario. Esta interfaz será distinta al HMI de control de la maquina dado que este último se considera parte del sistema sujeto a prueba.

1.3 FASES DEL PROYECTO

Algunos de los hitos a salvar durante el desarrollo del proyecto serían los siguientes:

- ❖ Analizar el funcionamiento de las maquinas
- ❖ Fijar las especificaciones del sistema de simulación
- ❖ Seleccionar la solución óptima entre las diversas posibles
- ❖ Descomponer los equipos en subsistemas más pequeños
- ❖ Analizar la interrelación entre los diferentes subsistemas
- ❖ Modelizar la lógica de cada sistema
- ❖ Diseñar e implementar el interface HMI mediante el cual el usuario controlara el proceso de simulación
- ❖ Realizar las pruebas del sistema y analizar los resultados

1.4 ESTRUCTURA DE ESTE DOCUMENTO

Este trabajo se organiza en los siguientes capítulos:

- ❖ En el **Capítulo número 2, Descripción de la maquinaria a simular**, se presenta el funcionamiento básico de los equipos cuyo sistema de control va a ser sometido a pruebas explicando brevemente su funcionamiento operativo y la estructura de su sistema de control.
- ❖ **Capitulo número 3, Planificación:** en este epígrafe se realiza un estudio previo de los tiempos que se estimaron necesarios para la realización del proyecto.
- ❖ En el **Apartado 4, “Definición de especificaciones”** se definen los requisitos generales y funcionales que se consideran deseables para la plataforma de simulación.
- ❖ El **capítulo 5** se dedica al estudio de diferentes alternativas de diseño.
- ❖ En el **capítulo 6** se justifica la elección de aquella alternativa que mejor se ajusta a los requisitos deseados.
- ❖ Los **capítulos 7 y 8** se dedican a la descripción de la solución adoptada. En el capítulo 7 se describe la arquitectura general de la misma y en el capítulo 8 se muestran ejemplos de modelado de los componentes. Como guía a lo largo de todo este capítulo se utiliza el caso específico de una maquina concreta.
- ❖ En el **capítulo 9** se presenta el Manual de Usuario de la plataforma desarrollada, describiendo el proceso de configuración de una nueva simulación y el manejo de las pantallas del HMI de simulación. Se utilizan un ejemplo concreto como guía.
- ❖ En el **capítulo 10** se describen las ventanas del HMI de control de la plataforma.
- ❖ Por último, en el **capítulo 11**, se realiza un análisis de los resultados del proyecto y se proponen posibles mejoras a implementar en el futuro.

2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA MAQUINARIA A SIMULAR

En este apartado se pretende realizar una breve descripción del tipo de maquinaria cuyo sistema de control se pretende simular con objeto de situar al lector en el contexto del trabajo.

Como ya se ha comentado, las maquinas se destinan al movimiento de áridos y materiales a granel.

Una de las familias de equipos objeto de estudio serían los rascadores dedicados a extraer el material desde tolvas de almacenamiento. Estas máquinas son equipos móviles de gran envergadura de los que existen varias versiones diferentes, aunque todas basadas en una misma configuración básica. En la figura siguiente se muestran sendas maquetas correspondientes a dos versiones de estos equipos.



Figura 1: Reclaimer VP3 (tres brazos rascadores) y Reclaimer VP1 (un brazo rascador)
Existen otros equipos formados por dos brazos rascadores

Un punto importante a tener en cuenta es el hecho de que, desde un punto de vista funcional, estas máquinas pueden, a su vez, subdividirse en diferentes componentes. Esta característica será utilizada para planificar el modelo de simulación como un conjunto de submodelos que podrá irse ampliando con el tiempo. Cada uno de esos submodelos se corresponderá con un determinado componente de la máquina y la agregación de varios de ellos interactuando entre si podrá ser utilizada para simular una maquina al completo.

Esta filosofía de trabajo concuerda con la filosofía de programación utilizada en el software de control en donde a cada sistema de las maquinas se le asigna un bloque de programación diferente.

Se ha de recalcar que el planteamiento del trabajo no se limita a una maquina en concreto sino que pretende utilizar la subdivisión en sistemas mencionada para crear modelos adaptables a maquinas con más o menos componentes.

Aun así, el estudio se realizará tomando como ejemplo un equipo en concreto, el RECLAIMER VP3, cuyo funcionamiento general se pasa a describir. En las instalaciones de TSK se dispone de una maqueta de esta máquina que se utiliza para fines de demostración ante el cliente. Las fotografías que acompañan a este texto corresponden a la mencionada maqueta.

2.1 DESCRIPCIÓN OPERATIVA DEL RECLAIMER VP3

El Reclaimer VP3 es un rascador de gráneles que se utiliza para la recogida del producto desde una pila para su traslado, por ejemplo, a una cinta transportadora. Para realizar esa tarea la maquina debe desplazarse a lo largo de la longitud de la pila de material y debe ajustar la posición de sus brazos a medida que el material se va reduciendo.

La máquina trabaja como la suma de un conjunto de elementos coordinados entre sí. A efectos de este trabajo se ha subdivido el equipo en subconjuntos diferenciados según la función que realizan.

Una imagen de una maqueta correspondiente a una de estas maquina aparece en la **Figura 1** de la página anterior. En la página siguiente se muestra la misma imagen pero identificando los diferentes elementos que componen el equipo.

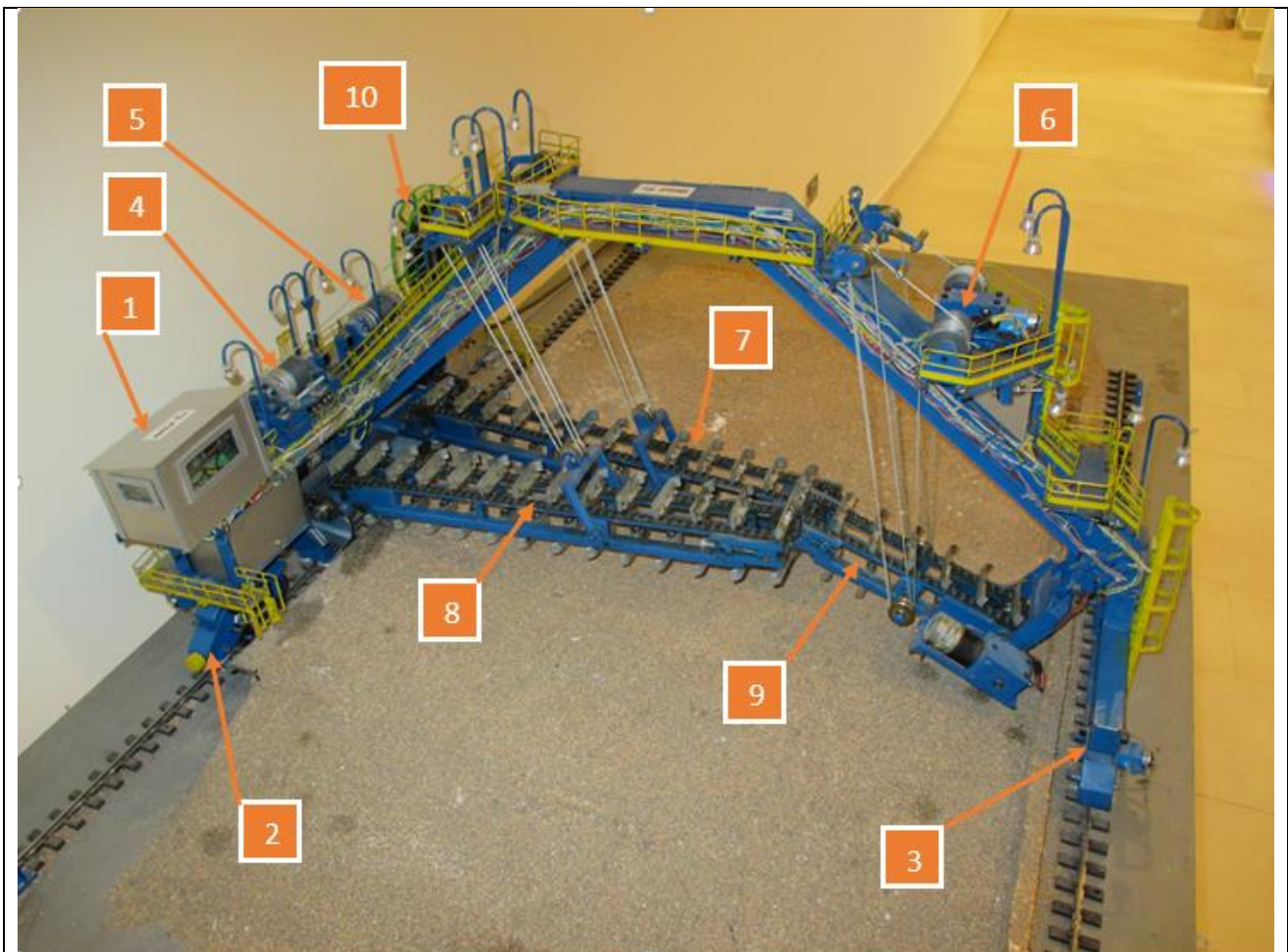


Figura 2: Maqueta de un rascador de tres brazos (Reclaimer VP3). La identificación de cada elemento es la siguiente:

- 1 - Cabina Eléctrica y de control general
- 2 - Motor para el desplazamiento (Travelling) del apoyo principal del portico
- 3 - Motor para el desplazamiento (Travelling) del apoyo secundario del pórtico.
- 4 - Motor para el manejo del cabestrante del Brazo principal número 1.
- 5 - Motor para el manejo del cabestrante del Brazo principal número 2.
- 6 - Motor para el manejo del cabestrante del Brazo auxiliar.
- 7 - Cadena rascadora Brazo Principal numero 2
- 8 - Cadena rascadora Brazo Principal numero 1
- 9 - Cadena rascadora Brazo auxiliar
- 10 - Sistema para extender y recoger el cable de alimentación en Media Tensión a medida que la maquina se va desplazando.

En los puntos siguientes se realiza una breve descripción de la función de cada uno de los componentes marcados en la imagen anterior.

CABESTRANTES

El Reclaimer dispone de tres cabestrantes, dos principales y uno auxiliar. La función de cada uno de ellos es permitir el posicionamiento de su brazo asociado elevándolo o bajándolo según las necesidades. Existen dos finales de carrera de trabajo que limitan el Angulo en grados en que se puede mover el cabestrante y otros dos finales de carrera de seguridad, uno inferior y otro superior.

El motor de cada cabestrante dispone de dos devanados lo que permite desarrollar dos velocidades diferentes.

CADENAS

Cada uno de los cabestrantes anteriores permite la elevación o el descenso de un brazo metálico sobre el que va montada una cadena. Al accionarse la cadena mediante su correspondiente motor eléctrico las palas entran en funcionamiento posibilitando el movimiento del material a tratar.

Las cadenas disponen de un sensor fotoeléctrico que detecta el movimiento de las palas a fin de confirmar que el funcionamiento es correcto.

SISTEMAS DE DESPLAZAMIENTO DE LA MAQUINA (TRAVELLING)

La estructura metálica sobre la que van montados los cabestrantes y las cadenas se sustenta sobre dos apoyos metálicos móviles que forman un pórtico. Cada una de esos apoyos puede ser desplazada a lo largo de una vía. Para ello existe un motor eléctrico instalado en cada apoyo.

Ambos lados de la maquina se deben desplazar de forma coordinada de manera que no se genere desalineamiento (también denominado torsión) entre los dos apoyos o, si se generase, que este no superé un valor determinado y sea corregido. Para lograrlo existe un sistema de medida de ese desalineamiento. En caso de que se produzca el sistema de control de la maquina actuaría sobre los convertidores de frecuencia que accionan cada uno de los motores para regular la velocidad de los mismos a fin de efectuar la corrección.

Al igual que en el caso de los cabestrantes existen cuatro finales de carrera para controlar el desplazamiento de la maquina: dos marcan los límites de trabajo (uno para el sentido Forward y otro para el Reverse) y otros dos actúan como finales de carrera de emergencia.

La cantidad de material a tratar se regula mediante la modificación de la velocidad con la que se realiza el travelling modificando la señal a los convertidores mencionados.

CABLE DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA

La alimentación eléctrica al conjunto de la maquina se realiza en media tensión. En la sala eléctrica existe un transformador de media a baja tensión mediante el cual se obtiene el voltaje necesario para la alimentación de los equipos de baja tensión que accionan y controlan la máquina.

Dado que, como se ha comentado, la maquina es móvil la alimentación eléctrica a la misma se ha de realizar utilizando un sistema que permita esa movilidad. Para conseguir esto, solidaria a la máquina, se instala una lira en la que se enrolla el cable de media tensión de longitud suficiente para permitir el desplazamiento a lo largo de todo el recorrido de la máquina. Esa lira girara de forma sincronizada con el desplazamiento de la máquina de forma que recogerá el cable cuando el equipo se esté acercando al punto de alimentación y lo desplegara cuando la maquina se aleje del mismo.

Existen sensores que detectan la situación del cable. Estos sensores serian:

- Cable tenso
- Cable flojo
- Cable en sentido Derecha
- Cable en sentido Izquierda.

Todos ellos se basan en finales de carrera que se activan o desactivan en función de la posición que ocupe el cable.

OTROS SISTEMAS

Además de los sistemas mencionados la maquina dispone de otros elementos auxiliares para dar servicio a los ya descritos. Serían los siguientes:

- Sistema de lubricación de las cadenas
- Sistema de engrasado del travelling:
- Sistema de control general y tratamiento de alarmas generales

MEDIOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA POSICIÓN

El sistema de control necesita conocer en todo momento tanto la posición de los cabestrantes (posición en grados) como la del apoyo principal dentro de las vías (posición en metros). Para ello, en cada uno de estos cuatro elementos se instala un encoder absoluto que envía la correspondiente señal de posición al PLC.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

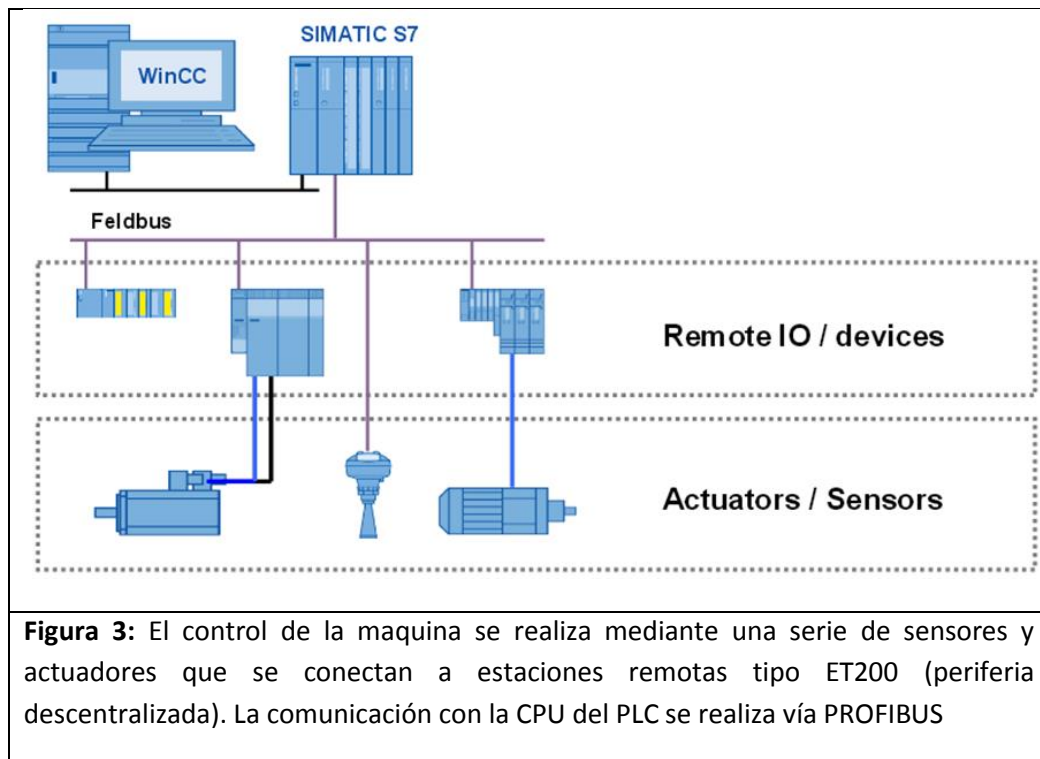
En este apartado se describe la configuración de hardware y software utilizada en el sistema de control de las máquinas. La explicación se va a realizar de forma genérica, sin centrarse en una máquina determinada pero todo lo comentado será aplicable al caso particular del Reclaimer VP3 cuyo funcionamiento se ha descrito en puntos anteriores.

VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL

Una configuración típica del sistema de control automático de la máquina que se va a someter a pruebas sería la siguiente:

- ❖ Un PLC de control
- ❖ Una interfaz HMI para el control del equipo.
- ❖ Sus módulos de comunicación para la conexión al Bus de campo
- ❖ Una serie de estaciones remotas para el conexionado de la periferia distribuida.
- ❖ Sus correspondientes módulos de entradas y salidas

Esa estructura se muestra de forma gráfica en la figura de la página siguiente:



Los PLC,S utilizados pueden pertenecer a fabricantes diferentes: Siemens, Rockwell, Schneider. El sistema se ajustará a las siguientes características generales:

- Número de entradas y salidas variable pero que se podría estimar en un máximo de 256 entradas y 128 salidas.
- Las salidas y entradas serán en su mayoría de tipo digital pero con algunos elementos que manejan señales analógicas mediante su correspondiente tarjeta de conversión.

HMI DE CONTROL

Existirá una pantalla de operador HMI asociado al PLC para el control de la máquina. Ese HMI dispone de varias mascarar para controlar cada uno de los diferentes elementos del equipo.

PERIFERIA DISTRIBUIDA Y BUS DE CAMPO PROFIBUS

Como se ha comentado, la periferia del PLC se implementara mediante estaciones remotas y la comunicación las mismas se realizaran a través de Bus de comunicaciones que, en principio, se supondrá será PROFIBUS.

2.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DEL INTERFACE HMI

En este apartado se describen los paneles de control de los que dispone la máquina para permitir su manejo por parte de los operarios.

PUPITRES DE CONTROL

Existirá un pupitre principal situado en la sala eléctrica y paneles locales situados en cada uno de los elementos de la máquina.

2.3.1.1 PUPITRE DE LA SALA ELECTRICA

En la sala eléctrica, ubicada en la estructura de la máquina, está instalado un pupitre de control en donde se dispone de los selectores y pulsadores necesarios para el manejo del equipo en los diferentes modos de operación (VEASE EPIGRAFE 2.3.2).

La selección realizada se muestra en la pantalla táctil del pupitre principal. Desde donde se podrá realizar el manejo de la maquina siempre que la selección realizada sea la adecuada.

2.3.1.2 PANELES LOCALES EN CADA ELEMENTO DE LA MAQUINA

En cada uno de los elementos de la máquina, (cabestrantes, travelling, cadena...), existe una caja de mando local en la que se encuentran elementos básicos para el accionamiento de su elemento asociado y un selector con las siguientes dos posiciones:

- ❖ **Local:** en esta posición el control del elemento se realiza en modo local
- ❖ **Remoto:** en esta posición el control pasa a realizarse desde el panel principal

2.3.1.3 ACCIONAMIENTO EN LOCAL Y ACCIONAMIENTO EN REMOTO

Para que la maquina pueda ser operada desde el panel principal es necesario que todos los selectores de las cajas de control local estén en modo Remoto

Para que un elemento de la maquina pueda ser operado desde su caja de control local es necesario que su selector este en modo Local y los selectores del resto de elementos sin excepción se encuentren en modo remoto.

MODOS DE FUNCIONAMIENTO

El paso previo para poner en marcha el equipo será la actuación en el pupitre de la sala eléctrica para elegir el modo de funcionamiento deseado. Para ello se dispone de un selector de modo con 5 posiciones posibles:

- ❖ Posición **cero**: ningún modo seleccionado
- ❖ **Uno**: Modo Mantenimiento
- ❖ **Dos**: Modo Manual (Cabina)
- ❖ **Tres**: Modo Automático
- ❖ **Cuatro**: Modo programación

2.3.1.4 SELECTOR EN CERO

Con el selector en cero el PLC recibe señales desde el pupitre o de los instrumentos o sensores pero no se pueden utilizar por no haber un modo seleccionado. La máquina se encuentra detenida y no aceptara órdenes de marcha ni cambios de parámetros.

2.3.1.5 SELECTOR EN MODO MANTENIMIENTO

Este modo está ideado para su uso en labores de chequeo y de mantenimiento.

Cuando se activa este modo es posible manejar un único elemento de la maquina con la condición de que su selector este colocado en modo local y todos los demás selectores se encuentren en modo remoto.

No es posible trabajar sobre más de un accionamiento a la vez dado que el hecho de que haya dos selectores en modo remoto deja la maquina no operativa.

2.3.1.6 SELECTOR EN MODO PROGRAMACIÓN

Esta posición es utilizada para que el operario pueda manipular la máquina manualmente con el fin de realizar la programación para su funcionamiento en modo automático.

2.3.1.7 SELECTOR EN MODO AUTOMÁTICO

La máquina opera de forma autónoma conforme a la programación realizada.

2.3.1.8 SELECTOR EN MODO CABINA

La máquina es operada desde el panel principal recibiendo órdenes de forma directa del operario.

<p>NOTA FINAL: Para más información acerca del funcionamiento detallado del equipo del equipo se deberá consultar el correspondiente manual de usuario.</p>
--

3 PLANIFICACIÓN TEMPORAL

En la figura de la página siguiente se muestra un diagrama de Gant mostrando la planificación temporal del trabajo a realizar. Este diagrama se preparó en la fase inicial del periodo destinado a la realización del proyecto.

DIAGRAMA DE GANTT: Plataforma de simulación de Procesos para la realización de pruebas de aceptación en Fábrica (FAT) de sistemas de control de máquinas de Manejo de Materiales

Nº Act	Actividades	MESES / Nº DE SEMANA DEL PROYECTO																																			
		JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																
1	Comprensión del problema planteado y determinación de las especificaciones de la plataforma																																				
2	Análisis de las máquinas a simular y listado de entradas y salidas																																				
3	Estudio de arquitecturas posibles para la solución																																				
4	Selección de la arquitectura																																				
5	Definición del Interface de comunicación																																				
6	Definición de aplicación PC y HMI																																				
7	Preparación de prototipo de prueba																																				
8	Prueba de comunicaciones entre los componentes de la plataforma																																				
9	Desarrollo programación del modelo de simulación																																				
10	Desarrollo HMI : estructura, número de pantallas																																				
11	Pruebas y mejoras																																				
12	Ampliación del sistema a otras máquinas																																				
13	Elaboración documentación final																																				

4 DEFINICIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES FUNCIONALES

En este apartado se definirán las especificaciones funcionales deseables para la plataforma de simulación con el fin de poder plantear soluciones que las satisfagan.

Como ya se ha comentado, el objetivo genérico del diseño es permitir la realización de las pruebas de aceptación en fábrica del sistema automático previas a su instalación en la maquina real.

El procedimiento empleado para la realización de las pruebas consistirá en forzar las entradas y los parámetros de configuración del sistema automatizado sujeto a pruebas y monitorizar el efecto de esas modificaciones sobre las salidas del sistema. Este forzado de las señales deberá realizarse de forma y manera a cómo sería esperable en una maquina real.

La plataforma deberá permitir al usuario una fácil configuración del sistema de forma que, ante una maquina nueva, la simulación pueda ser preparada de forma rápida y sencilla. Este requisito obligará a cierta generalidad en el diseño.

Para conseguir el objetivo descrito la plataforma deberá disponer de una serie de componentes que se enumeran a continuación diferenciándolos según la función que realizan.

1. Sistema de emulación del proceso:

Dado que las pruebas se realizaran sin una maquina real será necesario disponer de un medio para programar la lógica que simula el funcionamiento del equipo entregando al PLC sujeto a pruebas las señales de entrada que serían esperables si estuviera conectado a una maquina real.

2. Interface gráfica para el control de la simulación:

El usuario deberá poder intervenir en la simulación realizando tareas como, por ejemplo:

- ❖ Modificación de parámetros: velocidad máxima, mínima, posiciones limite en los desplazamientos..
- ❖ Forzado de valores
- ❖ Anulación de alarmas

Además de lo anterior el usuario deberá disponer de un interface que le aporte información relativa al desarrollo de la simulación.

3. Sistema de comunicaciones entre los diferentes componentes

El sistema deberá permitir la comunicación entre el sistema a prueba y la CPU encargada del control de la simulación.

En esta sección se analizaran que requisitos funcionales se consideran necesarios para cada uno de los tres componentes mencionados.

4.1 SISTEMA DE EMULACIÓN DEL PROCESO

La plataforma FAT deberá disponer de una CPU que permita al usuario realizar las siguientes tareas:

- ❖ Programar diferentes rutinas de prueba adecuadas para cada sistema automatizado:
 - Secuencias de arranques y paradas de los equipos del sistema
 - Pruebas del funcionamiento de los Enclavamientos
 - Pruebas de activación de alarmas.
 - Pruebas de paradas de emergencia
- ❖ Activar, pausar y detener las rutinas de prueba.
- ❖ Acceder a las entradas del PLC a prueba y permitir su forzado cuando sea necesario
- ❖ Simular señales variables de entrada: encoders, señales analógicas, etc... conforme a lo esperable en una maquina real.
- ❖ Leer las salidas del PLC a prueba
- ❖ Modificar los parámetros de configuración interna que pueda tener el sistema automatizado.

4.2 INTERFACE GRÁFICA PARA EL CONTROL DE LA SIMULACIÓN

La interacción entre el usuario y la plataforma deberá hacer posible al usuario:

- ❖ Ordenar la activación, pausa y detención de las rutinas de prueba.
- ❖ Presentar visualmente la información relativa a las incidencias durante de la prueba y al estado de evolución de la misma.
- ❖ Controlar visualmente la rutina de pruebas en proceso. En relación a este último punto la interfaz HMI de la plataforma de pruebas se entenderá como un complemento al sistema SCADA del sistema a prueba. Se entiende que la información principal relativa al estado de funcionamiento del sistema a prueba llegara al operador vía SCADA del sistema.

El HMI de la plataforma se limitara a señalar los siguientes aspectos:

- Estado de las entradas al sistema a prueba
- Estado de las salidas del sistema a prueba.
- Valor de los parámetros del sistema

No será, por tanto necesario realizar una aplicación HMI específica para cada máquina sino que, en aras de una mayor polivalencia, se tratara de diseñar una interfaz de pruebas más sencilla pero más fácilmente configurable y adaptable a las

diferentes equipos a probar. El sistema HMI de la plataforma actuara como un complemento de los HMI de control específicos de los equipos sujetos a prueba.

4.3 SISTEMA DE COMUNICACIONES ENTRE EL SISTEMA A PROBAR Y EL SIMULADOR

Los requisitos a cumplir por el Sistema de comunicaciones entre la plataforma de pruebas y el sistema a probar serán:

- ❖ **En cuanto a la necesidad de cumplir especificaciones para trabajar en Tiempo real:**
No se esperan requisitos de trabajo elevados de tiempo real. El tráfico esperado se corresponderá con los estados de las señales de entrada y salida con origen y destino los sensores de campo y los paneles de operador. No es esperable un flujo continuo de datos o la transmisión de información con tiempos de respuesta críticos.
- ❖ **Tamaño y frecuencia del tráfico en la red:**
Dado que la red estará formada únicamente por dos equipos no es previsible una frecuencia elevada de tráfico y los paquetes de información serán de tamaño reducido.
- ❖ **Polivalencia:**
La solución a implementar deberá permitir la comunicación entre la plataforma de pruebas y un PLC que, según la instalación, podrá variar en cuanto a fabricante y características. Existirán por tanto dos sistemas que deberán comunicarse entre sí:
 - Plataforma de pruebas: fija para todas las simulaciones
 - PLC a probar: Variable en cuanto a características y fabricantes.

La plataforma de pruebas deberá ser lo más polivalente posible, de forma que permita la comunicación entre sistemas de diferentes fabricantes con las menores modificaciones posibles

A título orientativo se informa que los PLC,s más utilizados en las maquinas se corresponden a los reflejados en la tabla siguiente:

Fabricante	Frecuencia de uso aproximada (%)
Siemens	70
Schneider	10
Rockwell-Allen Bradley	20

Como se aprecia, los equipos utilizados con mayor frecuencia se corresponden con los del fabricante Siemens.

5 ESTUDIO DE OPCIONES DE DISEÑO

En este epígrafe se realiza, primero, una breve explicación de las diferentes soluciones planteadas a la hora de definir la arquitectura del sistema de simulación de forma que se satisfagan los requisitos definidos en el **Epígrafe 4: Definición de las especificaciones funcionales**.

Posteriormente, en el apartado **6 Selección entre las alternativas de diseño**, se explica cuál es el diseño elegido y las razones de esa elección en base a otros criterios como coste, polivalencia, etc..

En todos los casos la plataforma deberá disponer de elementos capaces de realizar las siguientes funciones:

- ❖ Un **elemento de control programable** que se encargue de implementar la lógica de la simulación.
- ❖ Un **elemento de interface HMI** que permita al usuario interactuar con el sistema
- ❖ Un **sistema de comunicaciones** que permita la comunicación con el sistema sujeto a prueba

Las soluciones alternativas que se plantean son las siguientes:

❖ **Alternativa Nº 1:**

Añadir módulos de programación destinados a la simulación que correrán dentro del mismo PLC sujeto a prueba.

❖ **Alternativa Nº 2:**

Instalar una CPU física de un segundo PLC junto a su correspondiente fuente de alimentación y tarjeta de comunicaciones

❖ **Alternativa Nº 3:**

Utilizar un PC en el que se instala un programa capaz de realizar las funciones de un PLC virtual como, por ejemplo, el software y la tarjeta WinAC de Siemens.

❖ **Alternativa Nº 4 (ampliación de las alternativas 2 y 3):**

Utilización de interfaces OPC. Con esta modificación se permitiría la comunicación entre PLC,s de diferentes marcas.

❖ **Alternativa Nº 5:**

PLC-SIMBA–SIMIT. En este caso se utilizara un software específico sobre plataforma PC para permitir la realización de la simulación (SIMIT de siemens) y una tarjeta PCI para permitir la comunicación con el PLC (tarjeta SIMBA).

En los epígrafes siguientes se realiza una explicación de cada una de estas alternativas.

5.1 SOLUCIÓN I: AÑADIR MODULOS AL PLC A PROBAR

En este caso nos limitaríamos a añadir módulos de programa al cargado en el PLC. La función de dichos módulos sería permitir la simulación cuando fueran llamados por el autómatas y serían utilizados para forzar las entradas del PLC.

Esta solución implica la modificación, de forma específica para cada caso, del programa cargado en el PLC objeto de prueba. Esta acción en sí, se considera alejada de los requisitos de generalidad y facilidad de configuración que se consideran necesarios.

Por otra parte no existiría una HMI específica para el control del proceso a prueba.

Es una forma de realizar la simulación poco elaborada, que no aporta facilidad de uso y que implica la modificación de cada programa de forma específica para caso lo que le resta polivalencia.

5.2 SOLUCIÓN II: PLC A PLC

Esta solución se basaría en utilizar un segundo PLC para controlar el proceso de simulación e interconectarlo con el PLC sobre el que corre el programa a simular.

Además del PLC mencionado sería necesario disponer de una pantalla HMI (un panel de operador) para implementar el HMI de control de la simulación

INCONVENIENTES DE LA SOLUCIÓN:

Un primer problema que nos genera esta solución es la necesidad de añadir hardware adicional.

Por otra parte nos encontraríamos con la dificultad derivada de tener que comunicar dos PLC,s entre sí, uno de los cuales puede variar en cuanto a fabricante y características por lo que se deberá prever diferentes sistemas de comunicación entre ambos PLC,s. Esto llevaría a la necesidad de tener previstas diferentes tarjetas de comunicaciones para diferentes buses y aun así no sería posible garantizar la no existencia de problemas de compatibilidad entre fabricantes.

5.3 SOLUCIÓN III: WIN AC SOBRE PLATAFORMA PC

Esta opción es una variación de la SOLUCION II en la que el PLC de control de simulación se sustituye por el software WinAC de Siemens que, junto a una tarjeta PCI, permite implementar la funcionalidad de un PLC sobre una plataforma PC.

Además, sería posible implementar la interface HMI en el propio PC utilizando el software WinCC.

Las principales ventajas de esta elección frente a la de utilizar un PLC convencional serian:

- ❖ Se sustituye la plataforma hardware física por un software instalado en el PC con el consiguiente ahorro de costes.
- ❖ El PC utilizado puede ser el mismo que albergue el resto de componentes de la plataforma FAT con lo que se contribuye a crear una solución físicamente compacta e integrada. En este caso no se considera necesario instalar el software en un PC industrial porque el objeto de la aplicación es la realización de pruebas puntuales en taller y no el funcionamiento permanente en entornos industriales agresivos.
- ❖ WinACC admite comunicaciones con servidores OPC por lo que se facilita la compartición de los datos con el PLC sujeto a pruebas utilizando programas cliente OPC instalados en el mismo PC.
- ❖ Al estar WinAC y Wincc y los interfaces OPC instalados sobre una misma plataforma no es necesario el uso de Buses de campo para la transmisión de la información.
- ❖ WinACC aporta las mismas funcionalidades que los autómatas de la gama s7300 y s7400 lo que permite una potencia de cálculo mas que suficiente para la aplicación a implementar y deja abierta la posibilidad de ampliaciones y mejoras del sistema.

Como inconvenientes se siguen manteniendo los problemas en la comunicación entre PLC,s de diferentes fabricantes.

5.4 SOLUCIÓN IV: UTILIZACION DE INTERFACES OPC

Para solventar los problemas de comunicaciones descritos en las dos propuesta de solución anteriores una posibilidad podría ser el uso de OPC como interface de comunicaciones de manera que actúe a la manera de interprete entre los PLC,s de diferentes fabricantes.

Una posible arquitectura de esta solución construida basándose en utilizar una plataforma PC conforme a lo descrito en la Solución III se muestra en la figura siguiente:

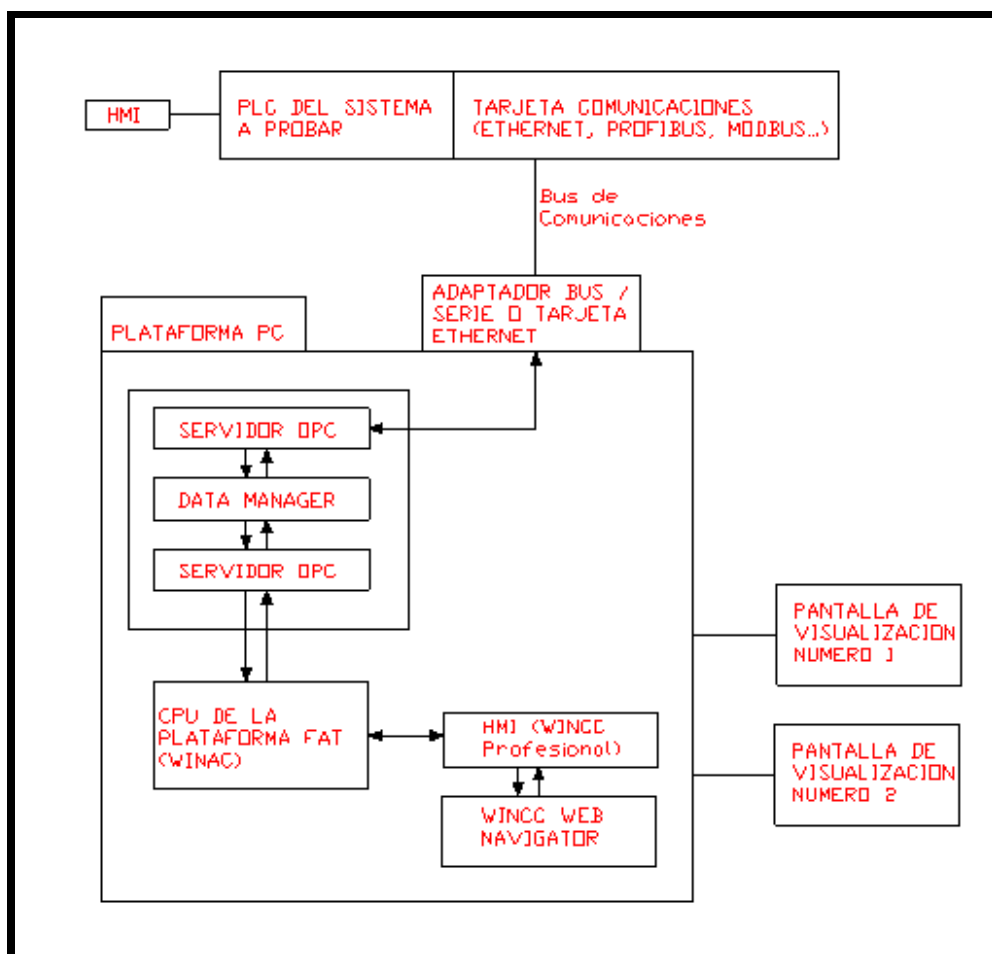


Figura 5: Arquitectura de la solución propuesta

En ella se ha añadido una interfaz para permitir la conexión web y se proponen dos pantallas para permitir controlar el proceso de simulación con más claridad.

Posibles desventajas de esta solución serían:

- ❖ Necesidad de disponer de servidores OPC adecuados a cada PLC a probar y a cada bus de comunicaciones utilizado con los consiguientes aumentos de costes.

- ❖ Las funciones de HMI para el control de visualización y de CPU para el control del sistema de simulación la realizan programas diferentes lo que complica la configuración del sistema e incrementa los costes al ser necesarias dos licencias.
- ❖ La CPU de control de simulación no requiere manejar un programa complejo por lo que, al utilizar, WinAC se estaría sobredimensionado el sistema al utilizar un software cuyo potencial está por encima de las necesidades de potencia y capacidad de cálculo que requiere la plataforma.

En los puntos que siguen se describen las funciones que tendrían cada uno de los elementos que aparecen en la figura anterior

SERVIDOR OPC PARA EL PLC A PRUEBA:

Permitiría la comunicación entre el PLC a probar y la CPU de la plataforma FAT. Se trata de un programa de software que proporciona la interfaz OPC para realizar las funciones de intérprete entre ambos sistemas.

Dado que la CPU puede cambiar en el PC deberían instalarse diferentes servidores OPC en función del fabricante del PLC a prueba y el bus de comunicaciones seleccionado o bien instalar un único servidor OPC que permita incorporar los Plug-in adecuados para los diferentes fabricantes.

SERVIDOR OPC PARA EL PLC DE CONTROL

Proporciona la interfaz OPC con el PLC de control de la plataforma.

En este caso se trata de un PLC predefinido por lo que será suficiente con instalar un servidor adecuado al equipo seleccionado.

CLIENTE OPC, DATA MANAGER:

Con el objeto de permitir la comunicación entre los dos servidores. Se propone el software Data Manager de Matrikonopc

APLICACIÓN HMI INSTALADA EN EL PC:

Su función será permitir al usuario el control del proceso de pruebas aportando:

- ❖ La visualización gráfica del proceso de pruebas
- ❖ La representación gráfica de los estados de las salidas y entradas
- ❖ Un complemento a la información representada en el HMI del PLC a probar.

CPU DE CONTROL DEL SISTEMA FAT:

Se optara por autómatas de siemens basándose en los siguientes criterios:

- ❖ Minimizar el riesgo de incompatibilidad con el software usado para implementar la interface HMI que será del mismo fabricante.
- ❖ Dado que la mayoría de los autómatas empleados en los equipos a probar son de la marca Siemens se considera adecuada que el equipo de prueba también lo sea con el fin, nuevamente, de facilitar la implementación.

5.5 SOLUCIÓN V: PLC-SIMBA -SIMIT

Este diseño se podría considerar una evolución del descrito en el punto anterior.

La clave de esta solución se basa en la utilización del software SIMIT de Siemens unido a la tarjeta emuladora de red PROFIBUS SIMBA.

SIMIT es un software que proporciona las herramientas lógicas para la modelización del proceso y permite la comunicación con los sistemas a prueba. Para implementar esa comunicación SIMIT da la opción de utilizar diferentes pasarelas, entre ellas OPC, y PROFIBUS. SIMIT puede, por tanto, realizar la función de CPU del sistema de simulación y permite solucionar la cuestión de la comunicación con el sistema a prueba. Al tener la posibilidad de utilizar un interfaz OPC, de forma similar a lo descrito en la Solución IV, se abre la puerta a utilizar este software con PLC,s de fabricantes diferentes a Siemens.

SIMIT permite también el desarrollo de aplicaciones HMI sencillas pero suficientes para generar el HMI de control de la simulación. Con ello se evita la necesidad de disponer de otro software específico para ese fin con el correspondiente ahorro en licencias.

Por su parte, **SIMBA** es una tarjeta hardware de Siemens que permite la emulación de señales PROFIBUS de la periferia de un PLC de manera que el sistema sujeto a pruebas recibe las señales correspondientes a esa periferia a través de la tarjeta sin necesidad de que la red PROFIBUS este realmente instalada. Para lograrlo SIMBA permite importar la configuración del Hardware del sistema creada en el programa Simatic Step 7.

De esta manera se pueden realizar las pruebas del programa de control antes de disponer de la periferia utilizando SIMBA para que las señales de salida del PLC sean pasadas a SIMIT y las señales de entrada del programa lleguen al PLC a partir de la simulación realizada por SIMIT

6 SELECCIÓN ENTRE LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO

En el capítulo 4 de este documento se han definido las especificaciones funcionales deseables para la plataforma. En el capítulo 5 se plantearon varias alternativas que se ajustan a las especificaciones funcionales. En este capítulo se justificará cuál es la opción más adecuada entre las posibles. Para ello realizará el siguiente proceso:

Paso 1: Definición de requisitos.

Se definen brevemente los requisitos a cumplir para las opciones. Esta definición se debe entender como una síntesis de las ideas expuestas en los epígrafes 4.1, 4.2 y 4.3 donde se explicaron razonadamente las funcionalidades deseables para la plataforma. Además se incluyen otros factores como el coste.

Paso 2: Asignación de pesos para cada requisito.

Cada requisito tendrá un peso diferente de cara a la decisión final en función de la importancia que se le conceda. Para cuantificar esa relevancia a cada requisito se le asignará un coeficiente entre 0 y 1 donde el valor uno representa el peso máximo en la decisión y el valor cero el peso mínimo.

Paso 3: Coeficiente de cumplimiento para cada requisito.

Para cada opción considerada y para cada uno de los requisitos definidos se asigna un coeficiente que estima el grado de cumplimiento de ese requisito. Este coeficiente irá entre 0 y 10 representando el valor 10 un cumplimiento óptimo del requisito.

Paso 4: Cálculo de valor de cumplimiento del requisito.

Se obtendrá para cada requisito mediante el producto del coeficiente de cumplimiento definido en el paso anterior por el peso correspondiente.

Paso 5: Valor de decisión para cada opción:

Se obtendrá como suma de sus respectivos valores de cumplimiento de requisitos. La solución a elegir será aquella que obtenga un valor de decisión más alto.

6.1 DEFINICIÓN DE REQUISITOS

En base a las consideraciones anteriores los requisitos a tener en cuenta serán.

Coste:

El coste de la plataforma deberá ser el mínimo posible. A este respecto se deberán tener en cuenta aspectos como:

- ❖ Si el cliente dispone ya de elementos hardware que puedan ser utilizados para la plataforma o es necesaria la adquisición de equipos nuevos.
- ❖ Si es necesaria o no la adquisición de nuevas licencias de software.

El hecho de que el cliente ya disponga de determinados equipos condicionará la selección de alternativas debido al correspondiente ahorro en costes.

Compatibilidad con PLC,s de diferentes fabricantes:

El sistema deberá permitir la comunicación con PLC,s de diferentes fabricantes

Modularidad:

El sistema deberá permitir la simulación de máquinas diferentes de forma que adaptándose al diferente número de componentes de la maquina en cada caso.

Escalabilidad:

El sistema debe permitir el crecimiento constante de manera que se puedan crear nuevos módulos en caso de que sea necesario simular una máquina que tiene elementos no previstos, permitiendo crear nuevas versiones de módulos ya existentes.

Interface:

El sistema deberá permitir la creación de una interface que permita la comunicación entre el operador de la simulación y la plataforma.

6.2 CUANTIFICACIÓN DE CRITERIOS DE SELECCIÓN

En las tablas siguientes se muestran, para cada una de las opciones de diseño que se explicaron en el capítulo 5, los criterios que se han tenido en cuenta, el peso de cada uno de ellos y el valor de cumplimiento de cada requisito. En cada caso obtiene un valor de decisión. La opción con el valor de decisión más elevado será considerada como la óptima.

SOLUCIÓN I: AÑADIR MODULOS AL PLC A PROBAR

CRITERIO	P: PESO DEL CRITERIO (0-10)	C: COEFICIENTE DE CUMPLIMIENTO (0-10)	Vc: VALOR DE CUMPLIMIENTO (P x C)
Coste	7	7,0	49
Compatibilidad con diferentes fabricantes	8	7,0	56
Modularidad	8	2,0	16
Escalabilidad	7	1,0	7
Interface	8	2,0	16
VALOR DE DECISION ($\sum Vc$) :			144

SOLUCIÓN II: PLC A PLC

CRITERIO	P: PESO DEL CRITERIO (0-10)	C: COEFICIENTE DE CUMPLIMIENTO (0-10)	Vc: VALOR DE CUMPLIMIENTO (P x C)
Coste	7	5,0	35
Compatibilidad con diferentes fabricantes	8	2,0	16
Modularidad	8	5,0	40
Escalabilidad	7	7,0	49
Interface	8	2,0	16
VALOR DE DECISION ($\sum Vc$) :			156

SOLUCION III: WIN AC SOBRE PLATAFORMA PC

CRITERIO	P: PESO DEL CRITERIO (0-10)	C: COEFICIENTE DE CUMPLIMIENTO (0-100)	Vc: VALOR DE CUMPLIMIENTO (P x C)
Coste	7	5,0	35
Compatibilidad con diferentes fabricantes	8	2,0	16
Modularidad	8	7,0	56
Escalabilidad	7	7,0	49
Interface	8	5,0	40
VALOR DE DECISION ($\sum Vc$) :			196

SOLUCIÓN IV: UTILIZACION DE INTERFACES OPC

CRITERIO	P: PESO DEL CRITERIO (0-10)	C: COEFICIENTE DE CUMPLIMIENTO (0-10)	Vc: VALOR DE CUMPLIMIENTO (P x C)
Coste	7	5,0	35
Compatibilidad con diferentes fabricantes	8	2,0	16
Modularidad	8	5,0	40
Escalabilidad	7	7,0	49
Interface	8	2,0	16
VALOR DE DECISION ($\sum Vc$) :			156

SOLUCIÓN V: PLC-SIMBA –SIMIT

CRITERIO	P: PESO DEL CRITERIO (0-10)	C: COEFICIENTE DE CUMPLIMIENTO (0-10)	Vc: VALOR DE CUMPLIMIENTO (P x C)
Coste	7	5,0	35
Compatibilidad con diferentes fabricantes	8	7,5	60
Modularidad	8	6,0	48
Escalabilidad	7	6,0	42
Interface	8	3,2	25,6
	VALOR DE DECISION ($\sum Vc$) :		210,6

6.3 SELECCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

De entre las opciones descritas en el epígrafe anterior la que ha obtenido una mayor valoración es la SOLUCION NUMERO 5, utilización de SIMIT.

En la elección se han tenido en cuenta los siguientes hechos:

- ❖ TSK ya dispone de la aplicación por lo que no es necesario el pago de nuevas licencias reduciendo el coste.
- ❖ SIMIT permite la posibilidad de utilizar diversas gateways diferentes lo que haría posible, en el futuro, la aplicación del sistema de simulación a sistemas de control de diferentes fabricantes o utilizar simuladores como SIMPLC de Siemens, lo que permitiría prescindir de un PLC real para el desarrollo de la simulación.
- ❖ SIMIT se ajusta a los criterios de modularidad deseados porque permite organizar los diferentes elementos de la simulación en diagramas y bloques diferenciados.
- ❖ SIMIT permite crear una librería de componentes de manera que cada nuevo tipo de componente se corresponda con una macro predefinida. Esto agiliza la preparación de nuevas simulaciones.
- ❖ SIMIT permite el desarrollo de una interfaz HMI de manera que el interfaz de control de la simulación resulte amigable para el usuario por lo que no es necesario adquirir un software específico para realizar esa función.

En los epígrafes siguientes se describirá dicha solución.

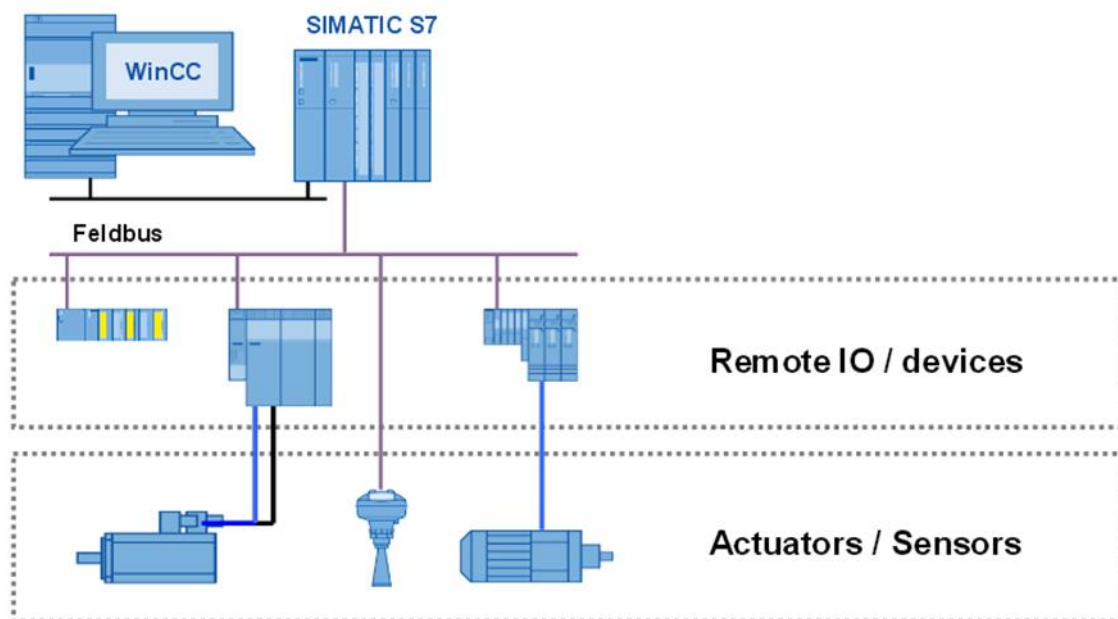
7 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

En este capítulo se va a realizar una descripción de la arquitectura de la solución propuesta que, como se acaba de explicar, se basará en la utilización del programa SIMIT y la tarjeta SIMBA.

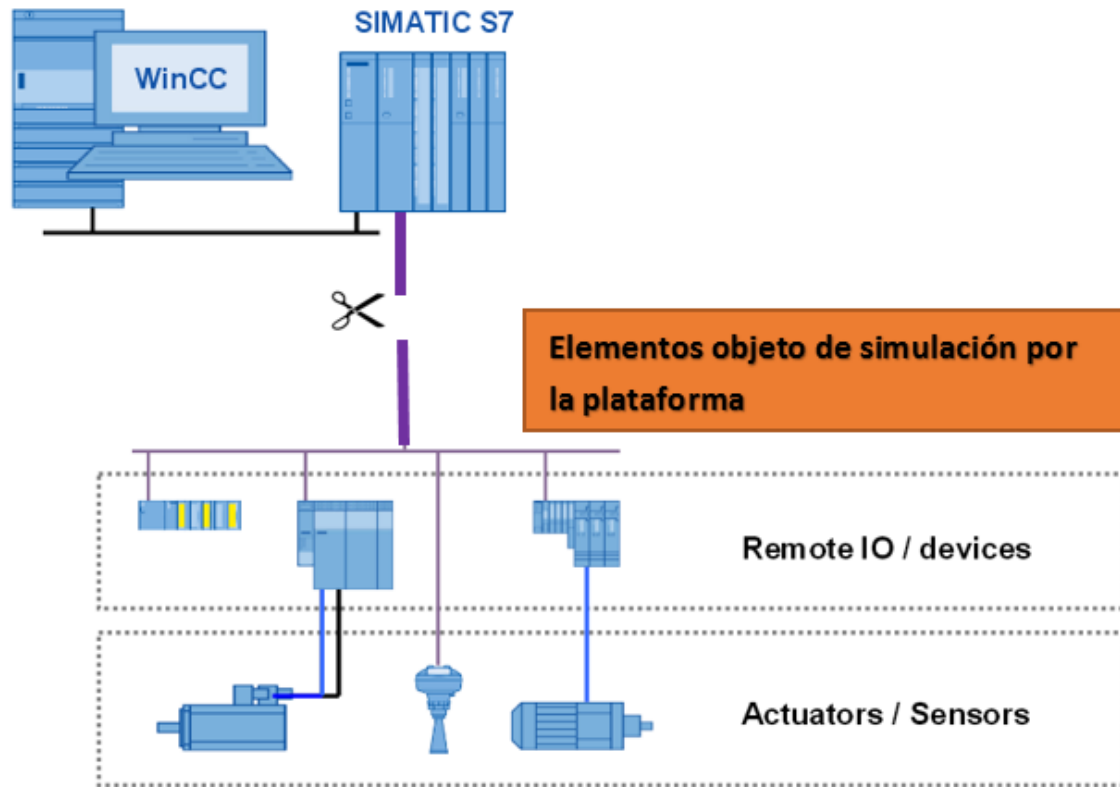
Inicialmente se mostrará un esquema con la arquitectura de la solución. Posteriormente se realizará una explicación de las características básicas de SIMIT enumerando las pasarelas de comunicación que admite, los tipos de señales que se van a emplear y la organización de los elementos que proporciona para implementar la lógica de la simulación.

7.1 ARQUITECTURA GENERAL DE LA SOLUCIÓN

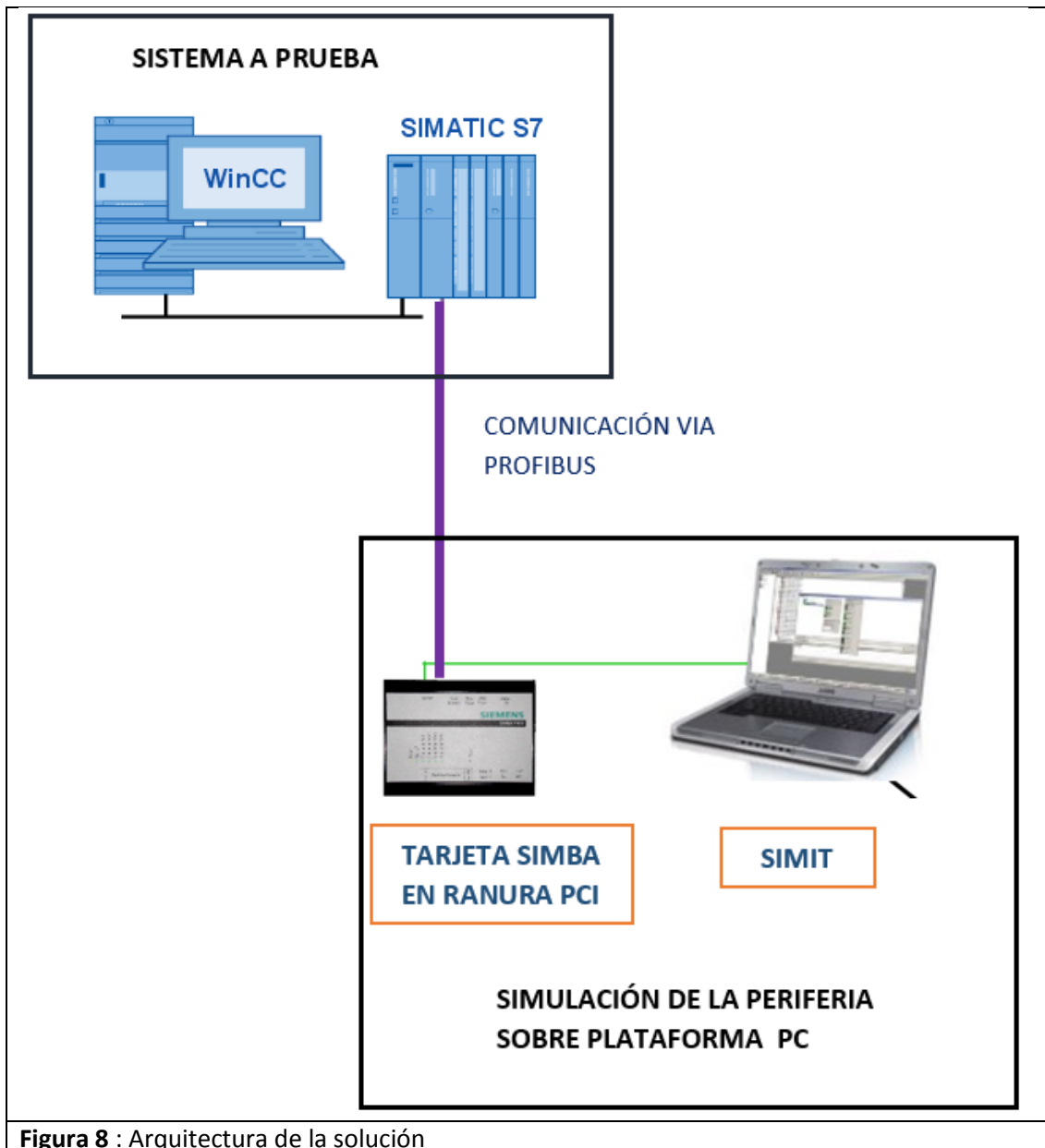
Dado el sistema automático descrito en el Epígrafe 2.2 de este documento y cuya arquitectura se muestra en el siguiente esquema:



Se pretende realizar una simulación del funcionamiento del mismo en taller, cuando aún no está disponible la periferia distribuida. Para ello será necesario sustituir dicha periferia por un sistema que permita simular su comportamiento en el supuesto de que estuviera instalada en la máquina real. Véase la figura siguiente.



La solución propuesta tendrá la siguiente estructura (Figura 8):



La función de cada uno de los elementos representados se explica a continuación:

SISTEMA A PRUEBA

Se trata del objeto de la prueba y estará formado por un PLC en el que está cargado el programa a probar. Puede incluir su pantalla HMI correspondiente cuyo funcionamiento acorde a las especificaciones también es objeto de comprobación.

El PLC estará comunicado con su pantalla HMI con el interface que proceda y con la tarjeta SIMBA mediante PROFIBUS. Este último requisito es imperativo para poder utilizar la tarjeta SIMBA por lo que la CPU del PLC deberá disponer

de un puerto PROFIBUS integrado o, en caso contrario, admitir y disponer de la tarjeta de comunicaciones adecuada.

SIMULADOR DE PERIFERIA: LA TARJETA SIMBA:

En el momento que se vaya a utilizar el simulador lo más probable es que aún no se disponga ni de la periferia de tarjetas de entrada / salida (que en el sistema real estarían distribuidas por los armarios de la máquina) ni, por supuesto, de la máquina real.

La periferia será simulada mediante la tarjeta Simba que será la encargada de “engañar” al PLC haciéndole ver todas esas señales correspondientes a las entradas y salidas. Para ello emulará la existencia de una red PROFIBUS.

Se debe resaltar que SIMBA solo puede emular redes PROFIBUS y se comunica con el PLC a prueba mediante ese sistema. En el caso de desear comunicarse con el PLC mediante otros buses de campo, se debería recurrir a soluciones diferentes. Por lo tanto, esta tarjeta Hardware trabajará estrechamente unida a la Gateway PROFIBUS del simulador SIMIT que se explica en puntos posteriores.

SIMIT

El programa SIMIT se encargara de las siguientes tareas:

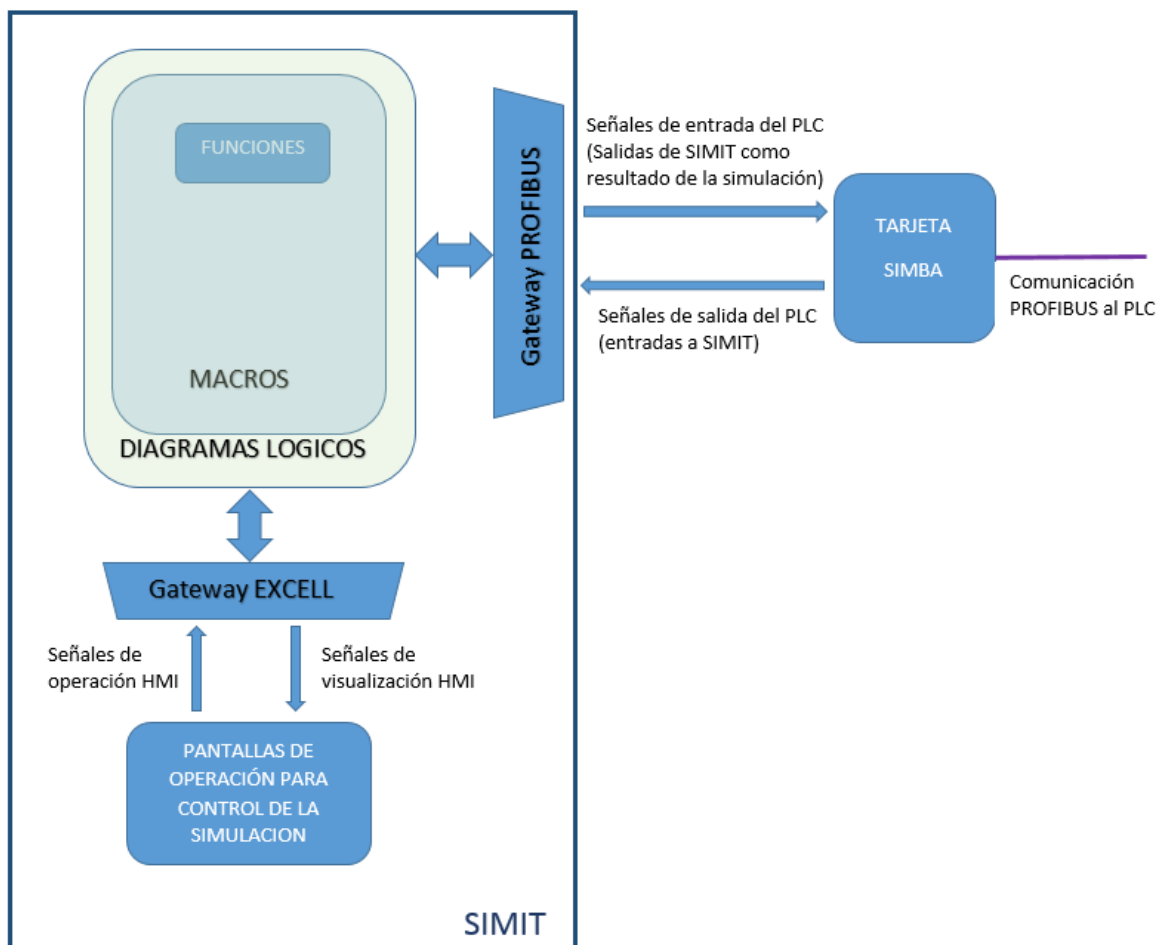
- Simular el comportamiento esperado de la máquina recibiendo como entradas a su sistema las salidas del PLC y entregando como salidas las entradas al PLC.
- Generar un interface HMI que permita al usuario gestionar la simulación, provocando, por ejemplo, la aparición de alarmas o su anulado y la configuración de situaciones reales para analizar la respuesta del sistema automático.

De esta manera SIMIT permitirá, mediante una lógica interna, que es objeto de programación, generar las entradas correspondientes al PLC tal y como serian en el caso de que una máquina real estuviera operando.

En el punto siguiente se explicara con algo más de detalle la estructura funcional de SIMIT.

7.2 SIMIT: ESTRUCTURA DEL SOFTWARE DESDE EL PUNTO DE VISTA FUNCIONAL

Como guía para la explicación se utilizara el esquema mostrado en la figura siguiente en donde, en forma de diagrama de bloques, se muestra la estructura funcional de SIMIT



En los siguientes apartados se explica la funcionalidad de los elementos mostrados en el esquema anterior.

- En el primer apartado se describirán los diferentes tipos de módulos que son utilizados en el programa para implementar la lógica de la simulación: funciones, macros y diagramas lógicos.
- En un segundo apartado se describirán las Gateways que admite SIMIT, es decir, los interfaces que puede utilizar para comunicarse con el sistema a prueba o con otros elementos como, por ejemplo, una base de datos o las pantallas del HMI de control de simulación.

- Posteriormente se explicaran los diferentes tipos de señales que se van a utilizar en el software de simulación clasificadas según su función.
- Por último, en el apartado “Pantallas de Operación”, se describirá la interfaz HMI que proporciona SIMIT para permitir el control del proceso de simulación.

7.3 SIMIT: HERRAMIENTAS LÓGICAS PARA LA SIMULACIÓN

La estructura del programa de simulación se podría dividir en tres niveles:

Funciones:

Elementos lógicos suministrados con SIMIT mediante los que se implementa la lógica de un determinado proceso.

Macros:

En ellas, utilizando las funciones, el usuario modela la lógica de cada sistema. Son reutilizables para sistemas semejantes y actúan a la manera de bloques de programación con una serie de entradas salidas.

Diagramas Lógicos:

En ellos se interconexionan las entradas y salidas de las macros con los diferentes tipos de señales que permitirán la comunicación con el sistema a probar y con el HMI de control de simulación.

FUNCIONES Y MACROS

SIMIT dispone de una serie de librerías de componentes que le permiten disponer de un número elevado de funciones con las que se puede modelar la lógica para simular un determinado proceso.

A partir de esas funciones ya proporcionadas el usuario puede crear sus propios bloques de control, denominados Macros, mediante la combinación de las funciones suministradas en las librerías.

En el trabajo que nos ocupa se ha creado dos tipos de Macros:

- a) Macros cuya función es simular el funcionamiento de cada uno de los elementos de la máquina: cabestrantes, travelling, cable...
- b) Macros para la conexión de entradas y salidas del sistema a prueba

Se trata de un conjunto de Macros, más sencillas que las anteriores, para el conexionado de las señales proveniente de la Gateway PROFIBUS, es decir,

las entradas y salidas del PLC. En realidad estas últimas Macros cumplen únicamente dos sencillas funciones:

- ❖ Permitir la conexión de señales binarias permitiendo dos opciones en cada caso:
 - Señal Normalmente abierta
 - Señal Normalmente cerrada
- ❖ Facilitar la identificación por el usuario del lugar en que ha de realizar las conexiones de las señales provenientes de la Gateway PROFIBUS correspondientes a las entradas y salidas del PLC

Todas las macros diseñadas se encuentran en la librería de componentes de SIMIT, en la subcarpeta “User”

DIAGRAMAS LÓGICOS

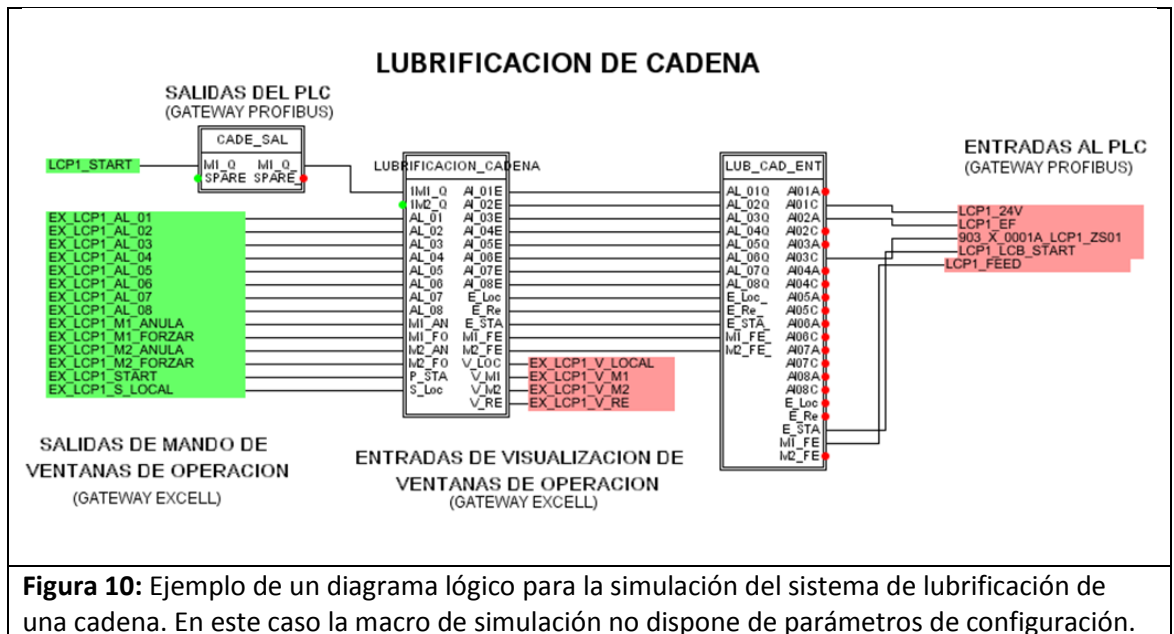
En los diagramas lógicos se conectan las Macros de modelado mencionadas en el punto anterior con las señales de las diferentes Gateways.

Las señales que se emplean en los diagramas lógicos se corresponden con los tipos descritos en la tabla siguiente:

TIPO DE SEÑAL	GATEWAY
Entradas del PLC	PROFIBUS
Salidas del PLC	PROFIBUS
Operación HMI de simulación	EXCELL
Visualización HMII de simulación	EXCELL
Parámetros de simulación	SIN GATEWAY

En la última fila de la tabla superior se mencionan los parámetros de la simulación. Con respecto a ellos, y como aclaración, indicar que dichos parámetros son únicamente variables que se van a utilizar en la lógica de simulación y que se desea que sean configurables por el usuario. Su configuración se realizará directamente en el diagrama.

La estructura de un diagrama lógico será, por tanto la reflejada en el siguiente ejemplo:



A la hora de preparar la simulación, y en lo que respecta a los diagramas lógicos, el usuario debe realizar las siguientes tareas:

- ❖ Conexionar las señales de entrada al PLC en el módulo de salidas del diagrama.
- ❖ Conexionar las señales de salida del PLC en el módulo de entradas del diagrama.
- ❖ En caso de ser necesario, modificar los parámetros de entrada dentro del propio diagrama

Se vuelven a remarcar las siguientes observaciones:

- ❖ Las entradas del PLC, es decir la respuesta del sistema simulado, se corresponden con las salidas de SIMIT.
- ❖ Las salidas del PLC, respuestas derivadas de la lógica a probar, son entradas para el modelo de simulación de SIMIT.

Para más información véase el epígrafe 9 de este documento: **Manual de Usuario**

7.4 SIMIT: TIPOS DE GATEWAYS

En SIMIT las Gateways son los elementos que permiten la interconexión del propio SIMIT con otros dispositivos que utilizan diferentes protocolos de comunicación. De esta forma SIMIT puede utilizar y modificar las señales empleadas por esos otros equipos a los que se conecta.

En el modelo de simulación se utilizan dos de esas Gateways: una que utiliza una comunicación vía Profibus y otra vía Excell:

GATEWAY PROFIBUS

Como ya se comentó al hablar de la tarjeta SIMBA La Gateway PROFIBUS es la encargada de manejar las señales que se corresponderían con las entradas y salidas del PLC.

Esas Entradas y Salidas se corresponden con patillas en los diagramas que SIMIT utiliza para modelar un determinado componente durante la simulación.

Se ha de recordar que la tarjeta SIMBA está instalada en una de las ranuras PCI del PC y comunicada con el PLC sujeto a prueba mediante una conexión Profibus.

Las señales de entrada al PLC cambian su estado en función de la lógica programada en SIMIT y son enviadas al PLC a través de esta Gateway y el interface Hardware de la tarjeta SIMBA. De esta manera SIMIT simula las señales que produciría un determinado equipo durante su funcionamiento.

A su vez el programa SIMIT puede recibir la información de las salidas del PLC a medida que este ejecuta el programa que tenga cargado.

GATEWAY EXCELL

Esta Gateway se encarga del manejo de las señales utilizadas por el HMI de control de simulación. Este HMI se implementa utilizando una aplicación del propio SIMIT. Existirán dos tipos de señales clasificadas según su función:

- Señales asociadas a los elementos de **operación** del HMI de control de simulación: pulsadores, sliders, etc...
- Señales asociadas a los elementos de **visualización** del HMI de control de simulación: indicadores de activación, indicadores de posición, etc...

Estas señales son fijas y ya están asociadas a su correspondiente elemento de las ventanas de operación del HMI. El usuario no necesita configurarlas durante el proceso de preparación de la simulación

Las señales correspondientes a esta Gateway son reconocibles porque el nombre de cada una de ellas comienza por el prefijo común **“EX_”**

OTRAS GATEWAYS POSIBLES

Aunque no están activadas en la versión del programa disponible, dado que se necesitan licencias específicas, SIMIT permite el trabajo con otros tipos de Gateways:

Gateway con PLCSIM:

Permite la interacción de la simulación programada en SIMIT con señales que operan con el programa de simulación de Siemens PLCSIM.

Gateway con OPC:

Actúa como un cliente OPC permitiendo operar señales proporcionadas por servidores OPC.

Esta funcionalidad podría ser una herramienta útil para permitir realizar la comunicación con PLC,s de fabricantes diferentes a Siemens. Para ello sería necesario disponer del servidor OPC adecuado para el PLC que se esté utilizando.

7.5 SIMIT: TIPOS DE SEÑALES EN LA SIMULACIÓN

En base a lo explicado en el punto anterior, la clasificación de las señales que va a manejar SIMIT en función del uso que se le va a dar en el programa de simulación quedaría así:

SEÑALES OPERACIÓN HMI DE SIMULACIÓN

Son las **entradas al programa de simulación de SIMIT** que llegan desde los mandos del HMI de control simulación.

El HMI de control de simulación está desarrollado dentro del propio SIMIT y debe diferenciarse del HMI a prueba.

La función de las señales de operación del HMI de control de simulación es modificar los parámetros de la simulación, forzando, anulando y modificando variables con el fin de facilitar el proceso de prueba.

SEÑALES DE VISUALIZACIÓN EN EL HMI DE SIMULACIÓN

Estas señales son salidas del programa de simulación de SIMIT.

Su función es mostrar al operario el estado y la evolución de la simulación y son utilizadas como variable asociada a los displays e indicadores del HMI de control de la simulación que se crea dentro del propio SIMIT.

PARÁMETROS CONFIGURABLES POR EL USUARIO

Se trata de variables utilizadas dentro de los diagramas del propio SIMIT y que no son transferidas a otros sistemas. Se utilizan para fijar determinados parámetros de la simulación que se entiende van a ser fijos durante e todo el periodo de pruebas, es decir, bastara con configurarlos una vez en la fase inicial de la preparación de la simulación.

Estas señales no están asociadas a ninguna Gateway.

SEÑALES DE ENTRADA AL PLC DESDE PERIFERIA

Estas señales son el resultado del programa de simulación de SIMIT y son transferidas al PLC mediante la Gateway PROFIBUS y la tarjeta SIMBA actuando como entradas del programa a probar.

SALIDAS DEL PLC

Las salidas del programa a prueba actúan como entradas en el programa SIMIT. Nuevamente la comunicación se realiza mediante la tarjeta SIMBA y la Gateway PROFIBUS de SIMIT.

7.6 VENTANAS DE OPERACIÓN

Su función es proporcionar un interface HMI que permita al usuario el control y operación de la simulación.

Cada Ventana de operación interacciona con los diagramas lógicos a través de las señales correspondientes a la Gateway Excell. De esta manera es posible modificar las señales de entrada a las macros y visualizar las señales de salida. Una vez se ha finalizado la configuración del sistema el usuario controlara la simulación utilizando únicamente las ventanas de operación.

Como ya se ha comentado, estas señales se pueden subdividir en dos grupos:

- ❖ Señales de operación: conectadas como entradas en los diagramas lógicos y asociadas a elementos de mando en los diagramas de operación.
- ❖ Señales de visualización: conectadas como salida en los diagramas lógicos y asociadas a elementos de visualización en los diagramas de operación.

En la figura siguiente se muestra un ejemplo de una ventana de operación

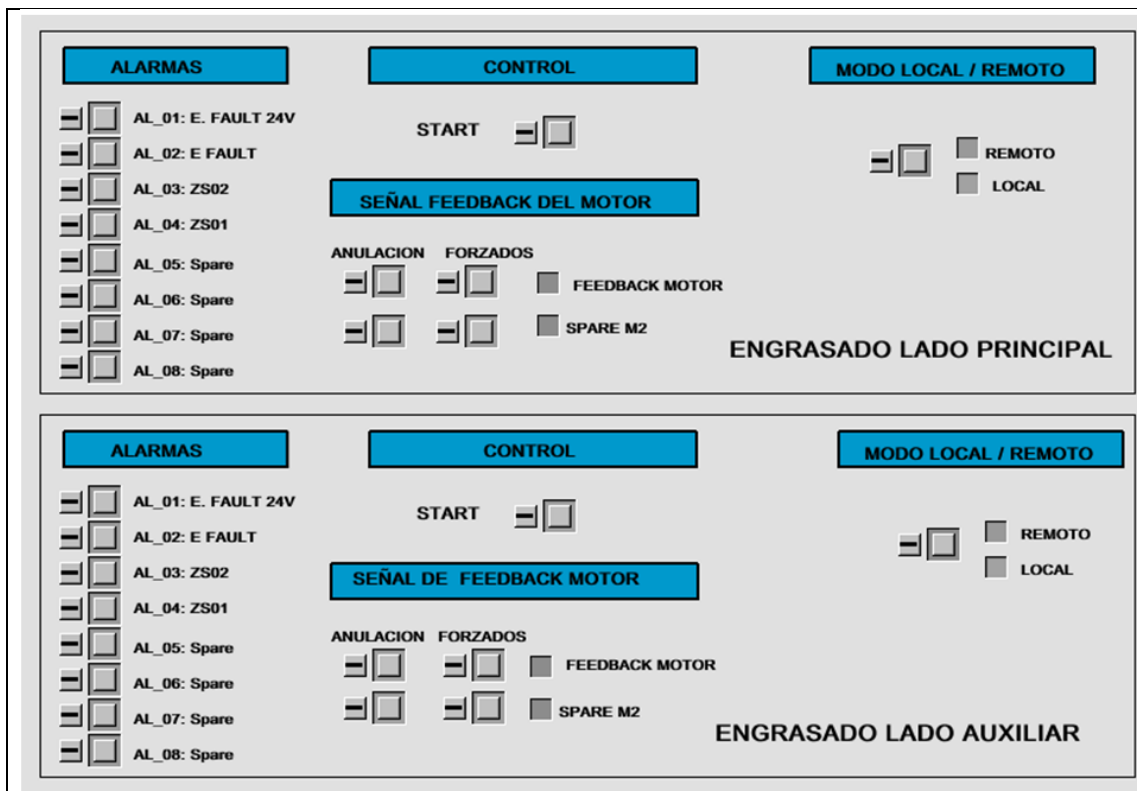


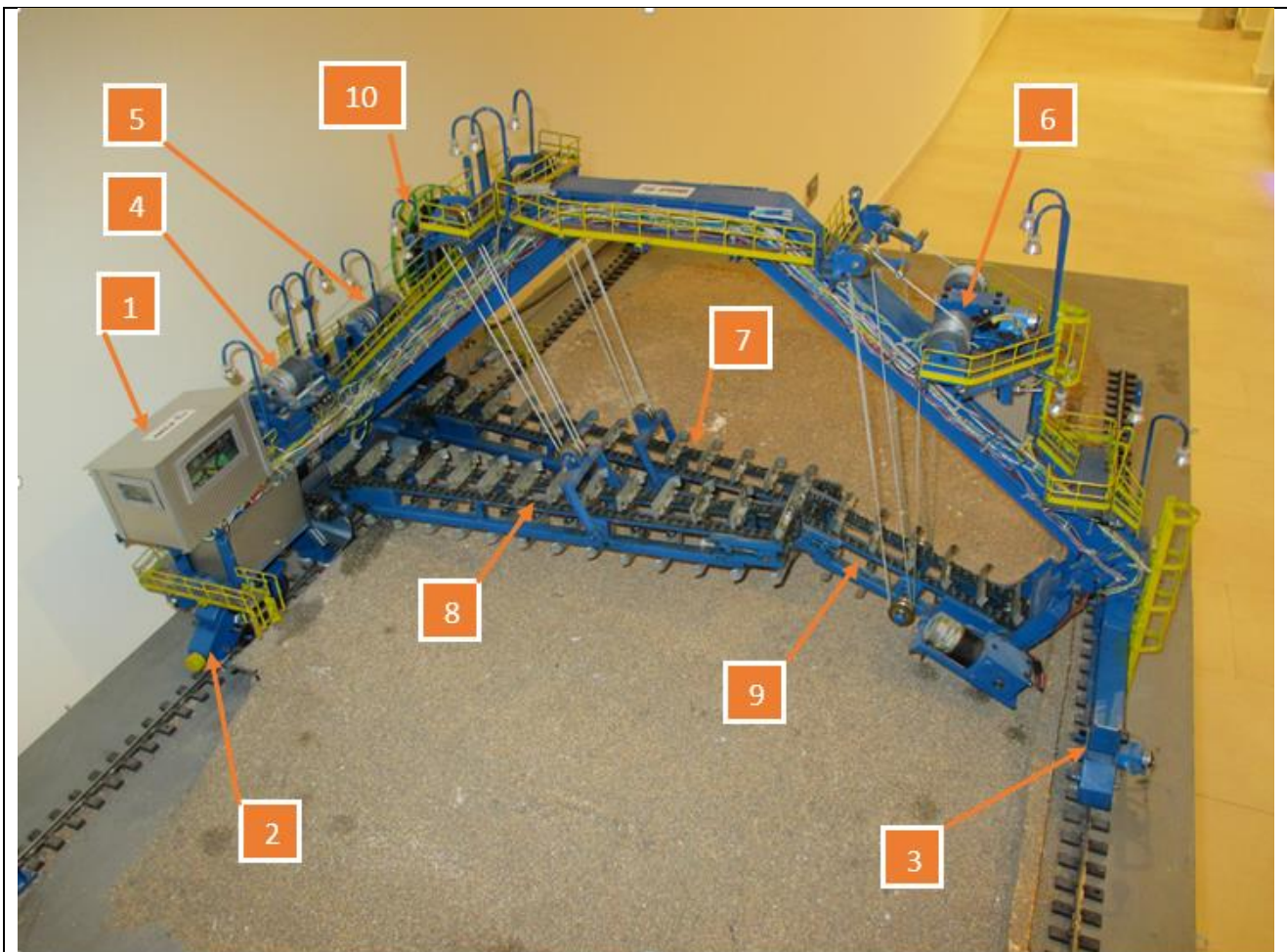
Figura 11: Ejemplo de una ventana de operación para el control del engrasado de un mecanismo de desplazamiento. Cada uno de los elementos de la ventana tiene asociada señales para interactuar con la lógica programada en las macros de los Diagramas de Operación.

El funcionamiento y estructura de las diferentes ventanas de operación se detalla en el epígrafe numero 10: **Manual de usuario**

8 EJEMPLO DE MODELADO DE LOS COMPONENTES DEL RECLAIMER VP3

El funcionamiento general del equipo denominado Reclaimer VP3 se ha descrito en el epígrafe 2. Esa descripción no ha sido exhaustiva dado que no es ese el objeto de este trabajo. Se ha de partir de la base de que el usuario que vaya a realizar la simulación conoce el funcionamiento y características del equipo a probar. En caso de no ser así deberá recurrir a las descripciones funcionales específicas de cada máquina.

Aún así, y dado que este capítulo se basa en la descripción del modelado de diversos componentes del Reclaimer VP3, en la página siguiente se vuelve a reproducir una imagen correspondiente a una maqueta de dicha máquina que ya se había mostrado en anteriores epígrafes.



Maqueta de un rascador de tres brazos (Reclaimer VP3). La identificación cada elemento es la siguiente:

- 1 - Cabina Eléctrica y de control general
- 2 - Motor para el desplazamiento (Travelling) del apoyo principal del pórtico
- 3 - Motor para el desplazamiento (Travelling) del apoyo secundario del pórtico.
- 4 – Motor para el manejo del cabestrante del Brazo principal número 1.
- 5 – Motor para el manejo del cabestrante del Brazo principal número 2.
- 6 – Motor para el manejo del cabestrante del Brazo auxiliar.
- 7 – Cadena rascadora Brazo Principal numero 2
- 8 – Cadena rascadora Brazo Principal numero 1
- 9 – Cadena rascadora Brazo auxiliar
- 10 – Sistema para extender y recoger el cable de alimentación en Media Tensión a medida que la maquina se va desplazando.

Como ya se ha comentado, las maquinas son susceptibles de dividirse en sistemas funcionales. En el caso del Reclaimer VP3 esa división en subsistema nos llevaría a realizar la clasificación que se muestra en la tabla siguiente:

DENOMINACIÓN	Nº DE ELEMENTOS	FUNCIÓN
CABESTRANTE	3	Posicionar los brazos de cada una de las cadenas en el nivel de inclinación adecuado
CADENA	3	Gestión del movimiento de las cadenas en cada uno de los tres brazos
DESPLAZAMIENTO (TRAVELLING)	1	Sendos motores situados en cada uno de los apoyos de la máquina que controlan su desplazamiento a lo largo de las vías.
ENGRASADO CADENA	2	Sistemas de engrasado de cada una de las tres cadenas
ENGRASADO DEL TRAVELLING (DOS LADOS)	2	Sistemas de engrasado de los sistemas de desplazamiento de la maquina en cada uno de sus dos apoyos.
CABLE DE ALIMENTACION	1	Enrolla o desenrolla el cable de alimentación de Media Tensión de la máquina a medida que esta se desplaza por los raíles.
ALARMAS GENERALES	1	Gestión de alarmas generales del equipo. No específicamente asociadas a un subsistema concreto

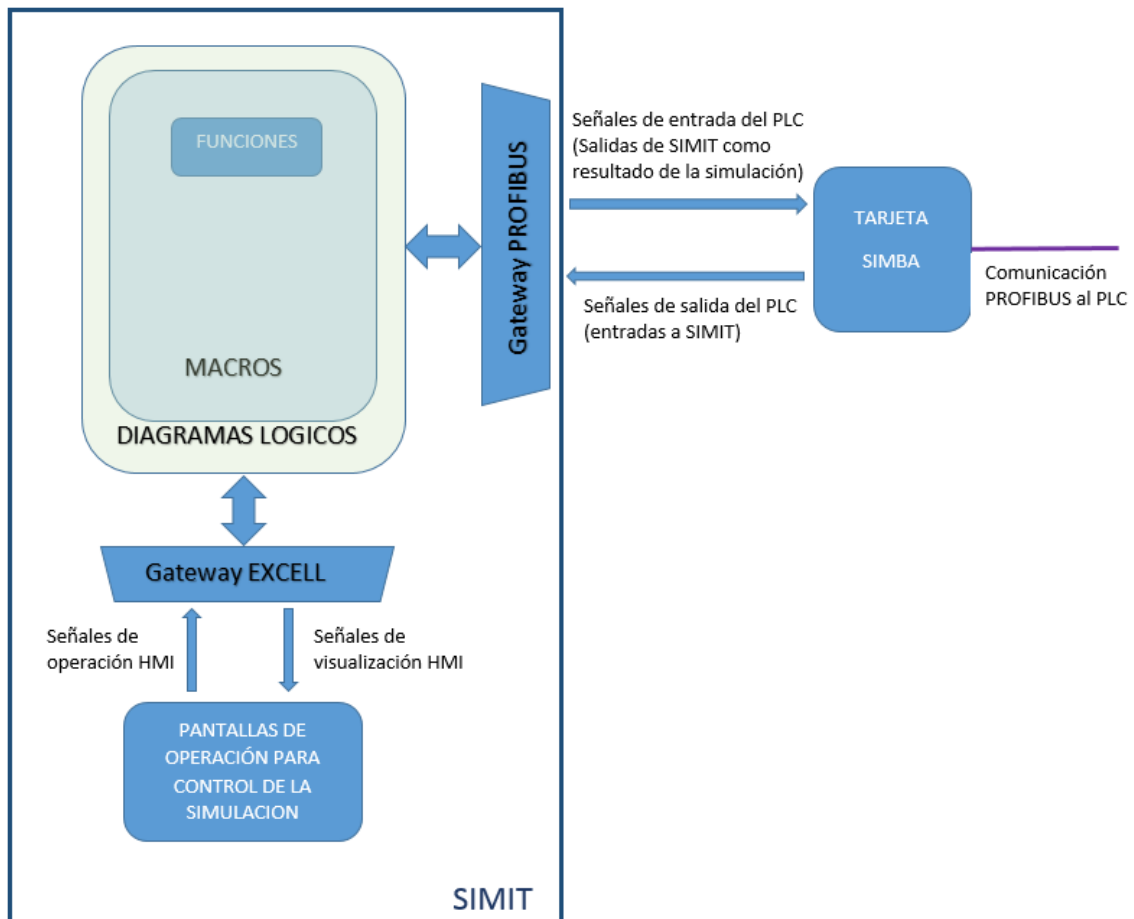
En este apartado se describirá la manera que se utiliza en SIMIT para modelar los diferentes tipos de elementos de la máquina que se muestran en la tabla superior.

Para cada uno de esos elementos se utilizan un conjunto de las tres herramientas DESCRITAS EN EL EPIGRAFE 7.1:

- ❖ **Macro de simulación:** modelado del comportamiento lógico del elemento a simular.
- ❖ **Ventana de operación:** actúa como interface HMI a través de la cual el operario puede controlar la simulación.
- ❖ **Diagrama lógico:** conecta la macro correspondiente con las señales que le afectan: entradas del PLC, salidas del PLC y señales asociadas a las ventanas de operación.

En los puntos siguientes, a modo de ejemplo, se describirán los diagramas lógicos y ventanas de operación para varios de los subsistemas de la máquina: cabestrante, cadena, cable de alimentación y Travelling. Debido a que los criterios de diseño son los mismos en todos los

elementos de la maquina (subsistemas funcionales) la explicación se realizará con algo más de detalle en el caso del modelado del cabestrante limitándonos, en el resto de los casos, a mostrar una imagen con los elementos que correspondan.



Para cada elemento se adjuntará un listado de señales en donde se realizará una clasificación de las mismas y se explicará brevemente la función que realiza cada una.

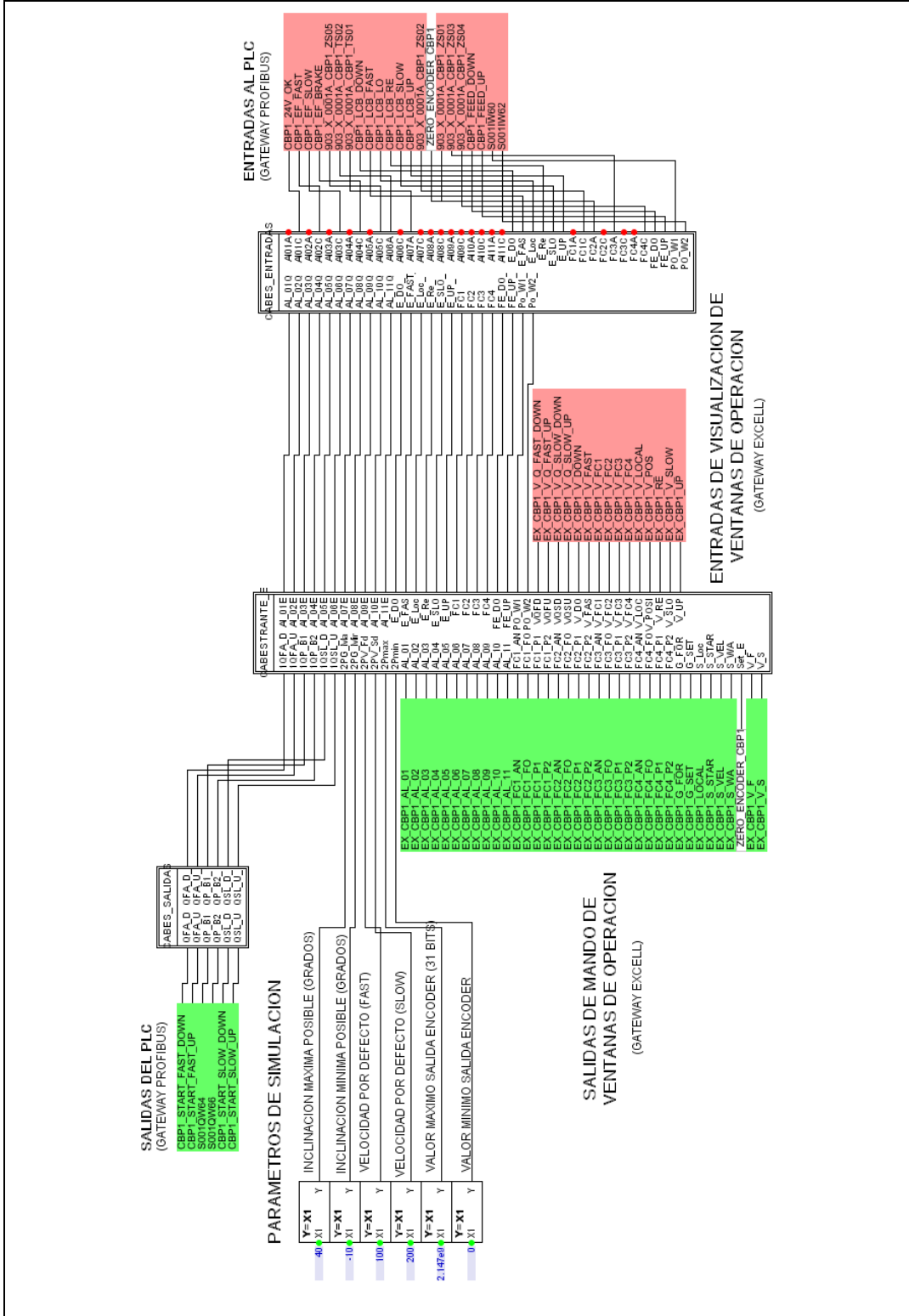
Cuando un subsistema se repita varias veces, como sucede, por ejemplo, en el caso de los cabestrantes y cadenas, la descripción se limitará a uno de ellos. El lector debe ser consciente de que existirá un diagrama lógico y una ventana de operación análogos para cada uno de los cabestrantes o cadenas pero utilizando señales de entrada/salida diferentes.

En este capítulo nos limitaremos a mostrar una imagen de las ventanas de operación desde las que se realiza el de la simulación. La descripción del manejo de las mismas se realizará con más detalle en el epígrafe **10.3: "Descripción del funcionamiento de las pantallas de operación"**.

8.1 CABESTRANTES

La máquina dispone de tres cabestrantes cada uno de ellos se ajustara al esquema siguiente:

DIAGRAMA LÓGICO DE UN CABESTRANTE



Este diagrama lógico se compone de los siguientes elementos:

Una Macro, situada en el centro de la figura anterior, que representa un cabestrante tipo. En el interior de esta Macro, y utilizando las funciones predefinidas de SIMIT, se ha modelado el comportamiento típico de un cabestrante.

La macro dispone de una serie de patillas de entrada y salida. A la hora de definir sus funciones, y por motivos de claridad, se va a repetir aquí la clasificación de esas señales que ya fue explicada en el epígrafe 7.2.2.

A las **patillas de entrada de la macro**, situadas a la izquierda de la misma, llegan los siguientes tipos de señales:

SALIDAS DEL PLC SUJETO A PRUEBA

Durante la ejecución del programa que se está probando las salidas del mismo llegan a la macro actuando como entradas en el programa SIMIT. La comunicación se realiza mediante la tarjeta SIMBA y la Gateway PROFIBUS de SIMIT.

Un ejemplo de este tipo de entrada a la macro podría ser una orden de accionamiento a motores cursadas por el programa del PLC.

PARÁMETROS CONFIGURABLES POR EL USUARIO

Se trata de variables utilizadas en la lógica que modeliza el cabestrante dentro de la macro.

Se utilizan para fijar determinados parámetros de la simulación que se entiende van a ser fijos durante todo el periodo de pruebas, es decir, bastara con configurarlos una vez en la fase inicial de la preparación de la simulación.

Por este motivo se ha optado por configurarlas directamente desde la pantalla del diagrama lógico y no incluir su configuración en el HMI de control de la simulación a fin de que este último quede lo más sencillo posible y el usuario se pueda centrar en el control de lo que sucede durante la simulación.

Estas señales no están asociadas a ninguna Gateway.

SEÑALES OPERACIÓN HMI DE SIMULACIÓN

Son las entradas a la macro de simulación de SIMIT que llegan desde los mandos del HMI de control simulación.

El HMI de control de simulación está desarrollado dentro del propio SIMIT y debe diferenciarse del HMI a prueba. La función de este tipo de señales será:

Permitir al operario de simulación modificar el valor que toman las señales de entrada al PLC a prueba, forzando, anulando y modificando el valor de las mismas con el fin de simular diferentes situaciones del equipo.

Un ejemplo de este tipo de señales sería:

- Señal de forzado de un final de carrera
- Señal para anular un final de carrera de forma que este no se active.
- Señal para forzar un determinado valor de posición..

De las **patillas de salida de la macro** partirán las siguientes señales:

SEÑALES DE ENTRADA AL PLC DESDE PERIFERIA

Estas señales son el resultado de la lógica de simulación que simula el comportamiento de la máquina y que se ha programado dentro de la macro.

Se corresponden con las señales que recibiría el PLC sujeto a prueba provenientes de los sensores externos: finales de carrera, encoders y otros sensores que estarían instalados en la máquina real.

Es función de la lógica que simula el cabestrante generar una secuencia de señales semejante a la esperable en una máquina real.

Las señales son transferidas al PLC mediante la Gateway PROFIBUS y la tarjeta SIMBA actuando como entradas del programa a probar.

SEÑALES DE VISUALIZACIÓN EN EL HMI DE SIMULACIÓN

Estas señales son salidas de la macro de simulación de SIMIT.

Su función es mostrar al operario el estado y la evolución de la simulación y son utilizadas como variable asociada a los displays e indicadores **del HMI de control de la simulación** que se crea utilizando la función de generación de HMI del propio SIMIT.

De nuevo utiliza como interfaz la Gateway de Excel.

MACRO DE SIMULACIÓN DE UN CABESTRANTE: LISTADO DE SEÑALES

A continuación se muestra el listado de señales correspondiente al cabestrante, clasificadas según lo descrito en el punto anterior y acompañado de una breve descripción de la función que realiza cada señal.

ENTRADAS DEL MODULO CABESTRANTE				
USO DE LA SEÑAL	PATILLA ASOCIADA MACRO	TIPO DE SEÑAL	DESCRIPCION	SEÑALES ASOCIADAS
Mando HMI (Gateway Excel)	AL_01	Bool	Alarma configurable nº 1	EX_CBP1_AL_01
	AL_02	Bool	Alarma configurable nº 2	EX_CBP1_AL_02
	AL_03	Bool	Alarma configurable nº 3	EX_CBP1_AL_03
	AL_04	Bool	Alarma configurable nº 4	EX_CBP1_AL_04
	AL_05	Bool	Alarma configurable nº 5	EX_CBP1_AL_05
	AL_06	Bool	Alarma configurable nº 6	EX_CBP1_AL_06
	AL_07	Bool	Alarma configurable nº 7	EX_CBP1_AL_07
	AL_08	Bool	Alarma configurable nº 8	EX_CBP1_AL_08
	AL_09	Bool	Alarma configurable nº 9	EX_CBP1_AL_09
	AL_10	Bool	Alarma configurable nº 10	EX_CBP1_AL_10
	AL_11	Bool	Alarma configurable nº 11	EX_CBP1_AL_11
	FC1_AN	Bool	Anulacion del Final de Carrera 1	EX_CBP1_FC1_AN
	FC1_FO	Bool	Forzado del Final de Carrera 1	EX_CBP1_FC1_FO
	FC1_P1	Analogica	Posicion inicial de activacion automatica del FC1	EX_CBP1_FC1_P1
	FC1_P2	Analogica	Posicion final de activacion automatica del FC1	EX_CBP1_FC1_P2
	FC2_AN	Bool	Anulacion del Final de Carrera 2	EX_CBP1_FC2_AN
	FC2_FO	Bool	Forzado del Final de Carrera 2	EX_CBP1_FC2_FO
	FC2_P1	Analogica	Posicion inicial de activacion automatica del FC2	EX_CBP1_FC2_P1
	FC2_P2	Analogica	Posicion final de activacion automatica del FC2	EX_CBP1_FC2_P2
	FC3_AN	Bool	Anulacion del Final de Carrera 3	EX_CBP1_FC3_AN
	FC3_FO	Bool	Forzado del Final de Carrera 3	EX_CBP1_FC3_FO
	FC3_P1	Bool	Posicion inicial de activacion automatica del FC3	EX_CBP1_FC3_P1
	FC3_P2	Bool	Posicion final de activacion automatica del FC3	EX_CBP1_FC3_P2
	FC4_AN	Bool	Anulacion del Final de Carrera 4	EX_CBP1_FC4_AN
	FC4_FO	Bool	Forzado del Final de Carrera 4	EX_CBP1_FC4_FO
	FC4_P1	Analogica	Posicion inicial de activacion automatica del FC4	EX_CBP1_FC4_P1
	FC4_P2	Analogica	Posicion final de activacion automatica del FC4	EX_CBP1_FC4_P2
	G_FOR	Bool	Orden de forzado de posicion	EX_CBP1_G_FOR
	G_SET	Analogica	Precarga del forzado de posicion	EX_CBP1_G_SET
	S_Loc	Bool	Selección modo Local	EX_CBP1_LOCAL
S_STAR	Bool	Selección marcha	EX_CBP1_S_STAR	
S_VEL	Bool	Selección de velocidad	EX_CBP1_S_VEL	
S_WA	Bool	Selección del sentido	EX_CBP1_S_WA	
V_F	Analogica	Velocidad Fast	EX_CBP1_V_F	
V_S	Analogica	Velocidad slow	EX_CBP1_V_S	
Conexión entre bloques	Set_E	Bool	Orden de puesta a cero del encoder	ZERO_ENCODER_CBP1
Salida del PLC (Gateway Profibus)	1QFA_D	Bool	Salida motor Velocidad Fast Down	Salidas de periferia del PLC
	1QFA_U	Bool	Salida motor Velocidad Fast UP	
	1QP_B1	Bool	Posicion Byte bajo	
	1QP_B2	Bool	Posicion Byte alto	
	1QSL_D	Bool	Salida motor Velocidad Slow Down	
	1QSL_U	Bool	Salida motor Velocidad Slow Up	
Parametro	2PG_Ma	Analogica	Inclinacion Maxima Posible	Parametros de simulacion
	2PG_Min	Analogica	Inclinacion Minima Posible	
	2PT_Ma	Analogica	T maxima	
	2PT_min	Analogica	T minima	
	2PV_Fd	Analogica	Velocidad por defecto (fast)	
	2PV_Sd	Analogica	Velocidad por defecto (slow)	
	2Pmax	Analogica	Valor Maximo salida encoder	
	2Pmin	Analogica	Valor Minimo salida encoder	

SALIDAS DEL MODULO CABESTRANTE				
USO DE LA SEÑAL	PATILLA ASOCIADA MACRO	TIPO DE SEÑAL	DESCRIPCION	SEÑALES ASOCIADAS
Entrada al PLC (Gateway Profibus)	AI_01E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 1	Entradas de Periferia al PLC
	AI_02E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 2	
	AI_03E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 3	
	AI_04E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 4	
	AI_05E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 5	
	AI_06E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 6	
	AI_07E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 7	
	AI_08E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 8	
	AI_09E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 9	
	AI_10E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 10	
	AI_11E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 11	
	E_DO	Bool	Entrada Seleccion Down	
	E_Loc	Bool	Entrada selección Local	
	E_Re	Bool	Entrada selección Remoto	
	E_SLO	Bool	Entrada Selección Slow	
	E_UP	Bool	Entrada Selección Up	
	FC1	Bool	Entrada Activacion de Final de carrera 1	
	FC2	Bool	Entrada Activacion de Final de carrera 2	
	FC3	Bool	Entrada Activacion de Final de carrera 3	
	FC4	Bool	Entrada Activacion de Final de carrera 4	
FE_DO	Bool	Entrada Feedback motor down		
FE_UP	Bool	Entrada Feedback motor up		
PO_W1	Bool	Entrada Palabra baja de posicion del encoder		
PO_W2	Bool	Entrada Palabra alta de posicion del encoder		
Visualización del HMI de simulacion (Gateway Excel)	VQFD	Bool	Visualizacion Velocidad Fast-Down	EX_CBP1_V_Q_FAST_DOWN
	VQFU	Bool	Visualizacion Velocidad Fast-UP	EX_CBP1_V_Q_FAST_UP
	VQSD	Bool	Visualizacion velocidad slow- Down	EX_CBP1_V_Q_SLOW_DOWN
	VQSU	Bool	Visualizacion velocidad slow- Up	EX_CBP1_V_Q_SLOW_UP
	V_DO	Bool	Visualiza down	EX_CBP1_V_DOWN
	V_FAS	Bool	Visualiza Fast	EX_CBP1_V_FAST
	V_FC1	Bool	Visualiza activacion FC1	EX_CBP1_V_FC1
	V_FC2	Bool	Visualiza activacion FC2	EX_CBP1_V_FC2
	V_FC3	Bool	Visualiza activacion FC3	EX_CBP1_V_FC3
	V_FC4	Bool	Visualiza activacion FC4	EX_CBP1_V_FC4
	V_LOC	Bool	Visualiza modo local	EX_CBP1_V_LOCAL
	V_POSI	Analogico	Visualiza posicion en grados	EX_CBP1_V_POS
	V_RE	Bool	Visualiza Remoto	EX_CBP1_RE
	V_SLO	Bool	Visualiza slow	EX_CBP1_V_SLOW
V_UP	Bool	Visualiza UP	EX_CBP1_UP	

EJEMPLOS DEL USO DE FUNCIONES DENTRO DE UNA MACRO

A título de ejemplo, y con el fin de que el lector tenga una idea de las herramientas utilizadas dentro de las macros, en las imágenes siguientes se muestran algunos ejemplos de cómo se utilizan las funciones para programar diferentes acciones dentro de una macro a partir de las señales de entrada de la misma generando, así, las correspondientes señales de salida.

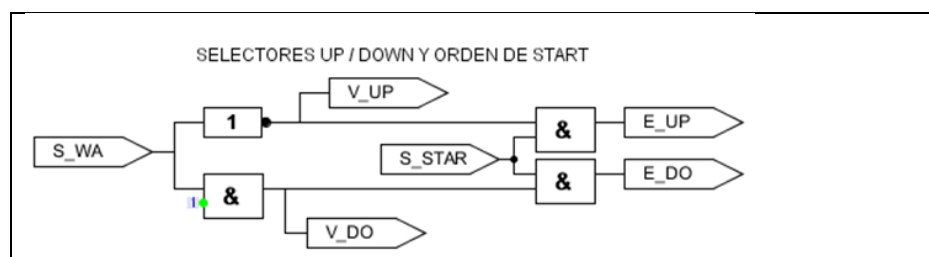


Figura 15: Utilizando puertas lógicas se fija el estado de las salidas E_UP y E_DO .
Las salidas V_UP y V_DO son utilizadas en el HMI de control de simulación.

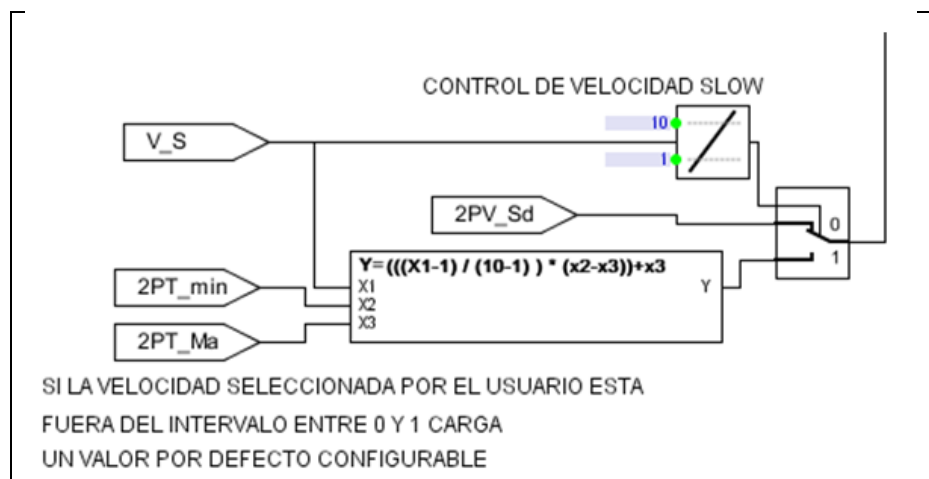


Figura 16: En este ejemplo se utiliza una función para calcular una función rampa a partir de los parámetros configurables 2PT_min y 2PT_Ma. El valor es enviado a otras funciones dentro de la macro con el fin de simular la posición de un encoder.

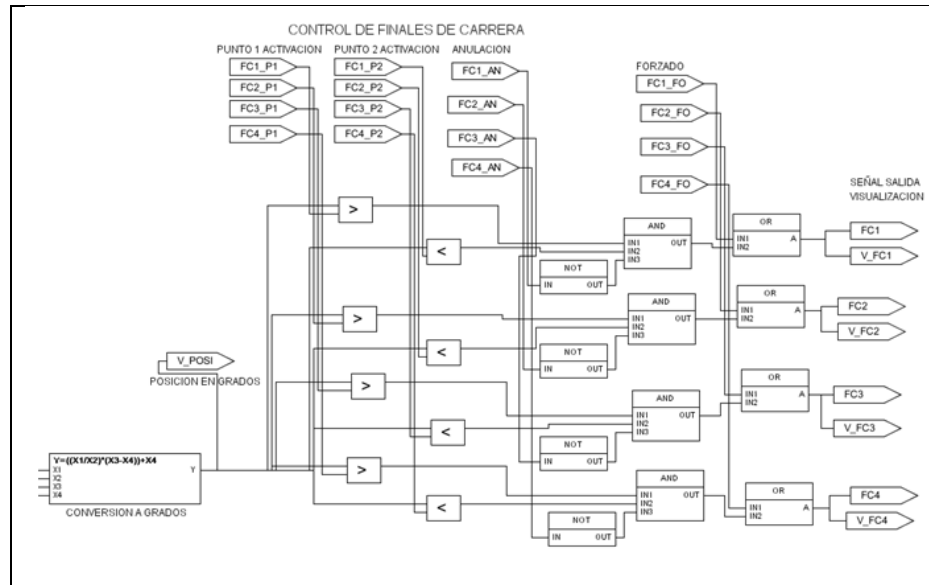


Figura 17: Ejemplo de Control de finales de carrera.

Los finales de carrera se activan o desactivan de forma automática a partir de una posición en grados. Se implementa la lógica para que el usuario pueda modificar los intervalos de activación de los finales de carrera y anular o forzar la misma. De esa manera se pueden simular diferentes situaciones que podrían darse en el funcionamiento del equipo.

Así mismo se generan señales que son usadas para visualizar lo que sucede en el HMI de control de simulación y señales que son enviadas al PLC a prueba via la tarjeta SIMBA.

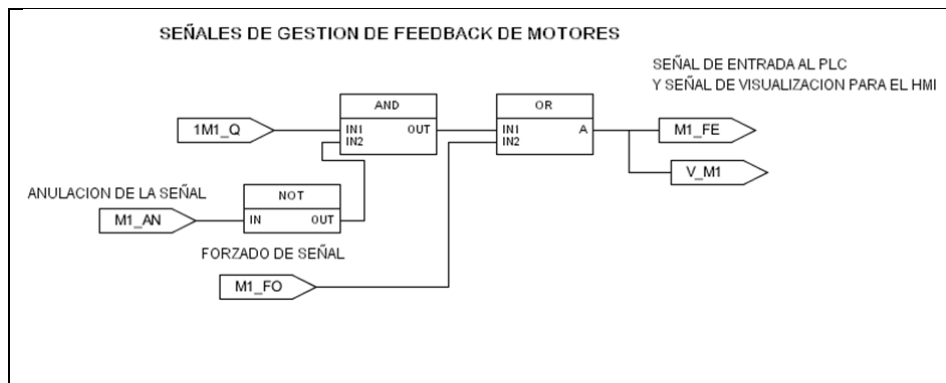


Figura 18: Gestión de la señal de confirmación de marcha de un motor.

Con el fin de permitir simular fallos se añaden señales de control, gestionadas desde el HMI de control de simulación, para forzar la señal o anular su activación.

La señal de orden de arranque del motor sería la identificada como **1M1_Q**, que se corresponde con una salida del PLC. La señal entrada al PLC con la confirmación de marcha se corresponde con **M1_FE** y la señal **V_M1** es utilizada en el HMI de control de simulación.

VENTANA DE OPERACIÓN DE UN CABESTRANTE

La ventana de operación tiene como objetivo permitir el control de la simulación por parte del usuario. En ella se realizan dos funciones:

- ❖ Visualizar lo que está sucediendo en la simulación mediante lectores y relojes:

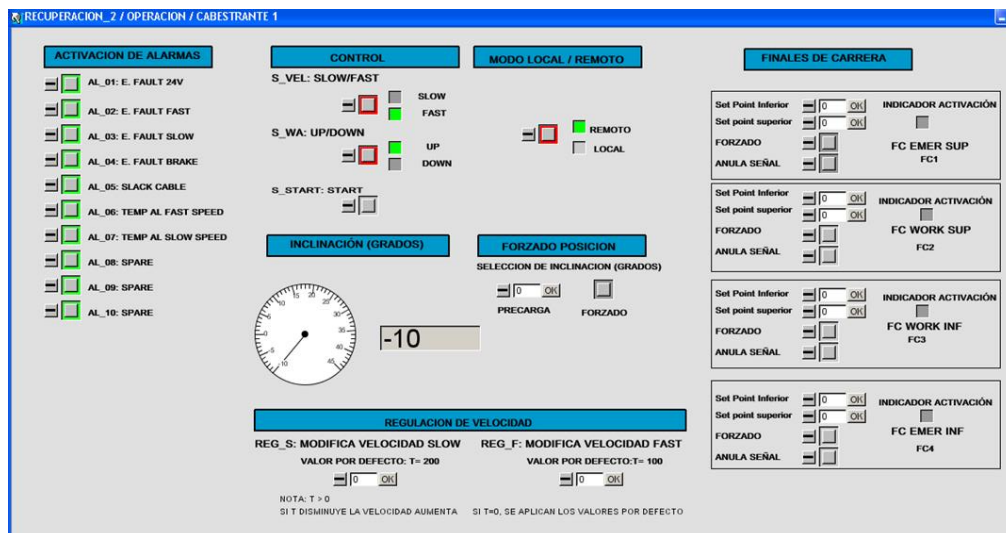
Para ello se utilizan las señales de salida de la macro denominadas “Visualización del HMI de simulación”

- ❖ Controlar la simulación mediante una serie de botones y selectores:

Para ello se utilizan el conjunto de señales de entrada a la macro denominadas “Mando del HMI de simulación”

En ambos caso se utiliza la Gateway Excell para lograr la comunicación entre la lógica interna de la Macro y la pantalla del HMI.

En la figura siguiente se muestra el aspecto que tiene la ventana de operación de un cabestrante..



En ella se pueden diferenciar los siguientes conjuntos de elementos:

Activación de alarmas:

Permite al usuario forzar o anular diferentes fallos de la máquina. Son configurables por el usuario y se colocan en un número tal que excedan las exigibles por el equipo real de manera que la macro pueda soportar futuras ampliaciones.

Control y Modo Local/Remoto:

Reproducen las señales correspondientes al pupitre de control de la máquina real.

Inclinación:

Proporciona la lectura de la inclinación en grados del brazo controlado por el cabestrante. Esta señal se calcula y es incluida en el HMI a fin de facilitar el proceso de simulación y poder comparar su valor con el que aparecerá en el HMI de control de la máquina real.

Forzado de Posición:

Permite forzar una determinada posición del cabestrante con el fin de permitir al operador agilizar la simulación.

Regulación de velocidad:

Permite que el movimiento simulado de la máquina, a efectos de la simulación, se acelere o reduzca. De esa manera se pueden realizar ciclos de funcionamiento de manera más rápida agilizando las pruebas o, en su caso, observar el paso por posiciones críticas de forma más cuidadosa.

Finales de carrera:

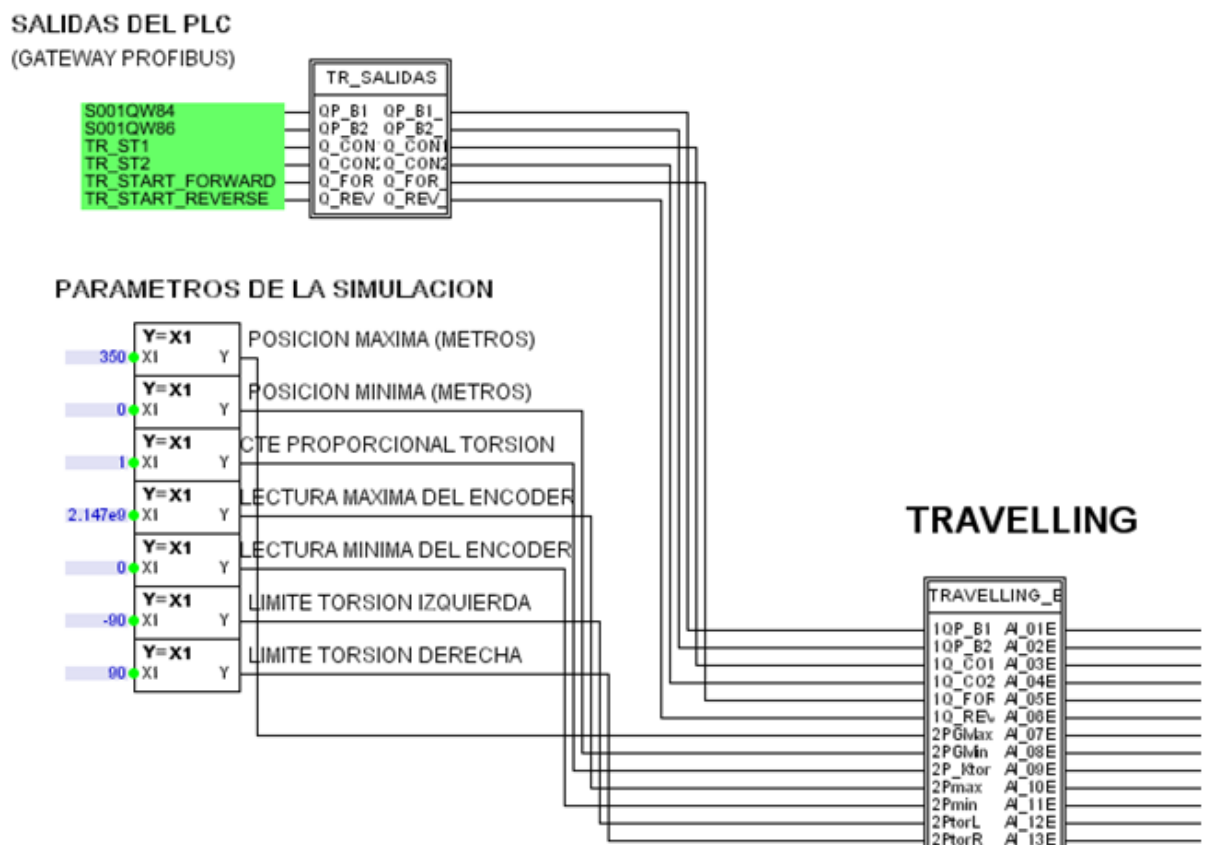
Elementos de control de los finales de carrera de trabajo y seguridad de los que dispone el equipo.

8.2 TRAVELLING

DIAGRAMA LÓGICO DEL SISTEMA DE TRAVELLING

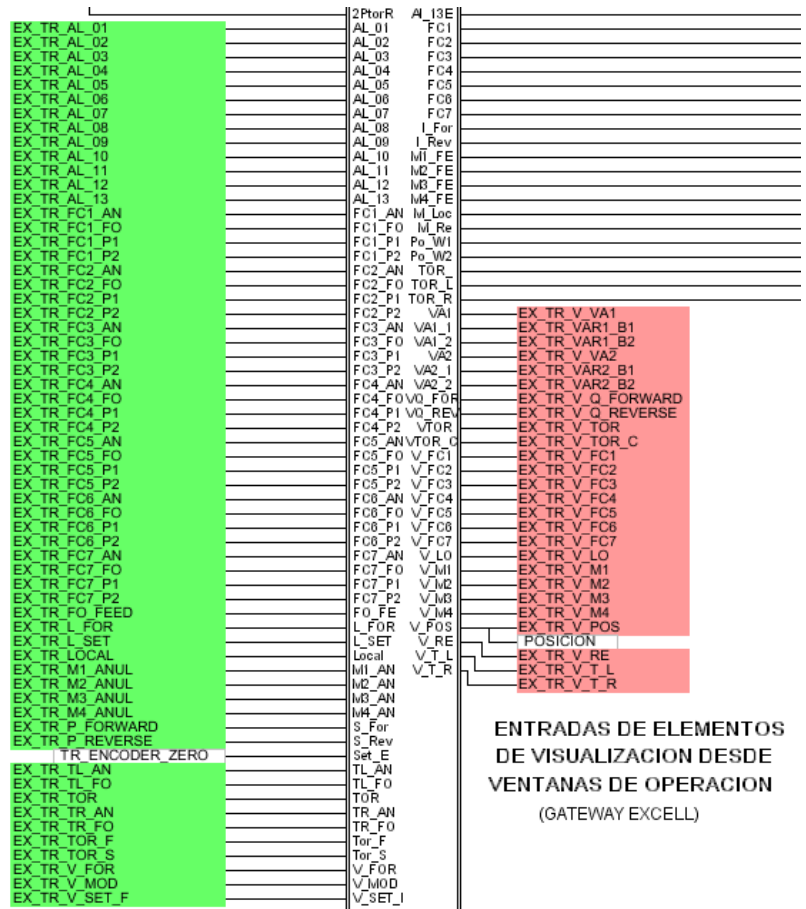
Debido al tamaño del diagrama se va a representar en 5 imágenes.

La función de las señales que aparecen en el diagrama es completamente análoga a lo descrito en el epígrafe 9.1.1 para el caso del cabestrante



Parte 1 de 5: Salidas del PLC y parámetros de configuración como entrada de la Macro de simulación del Travelling

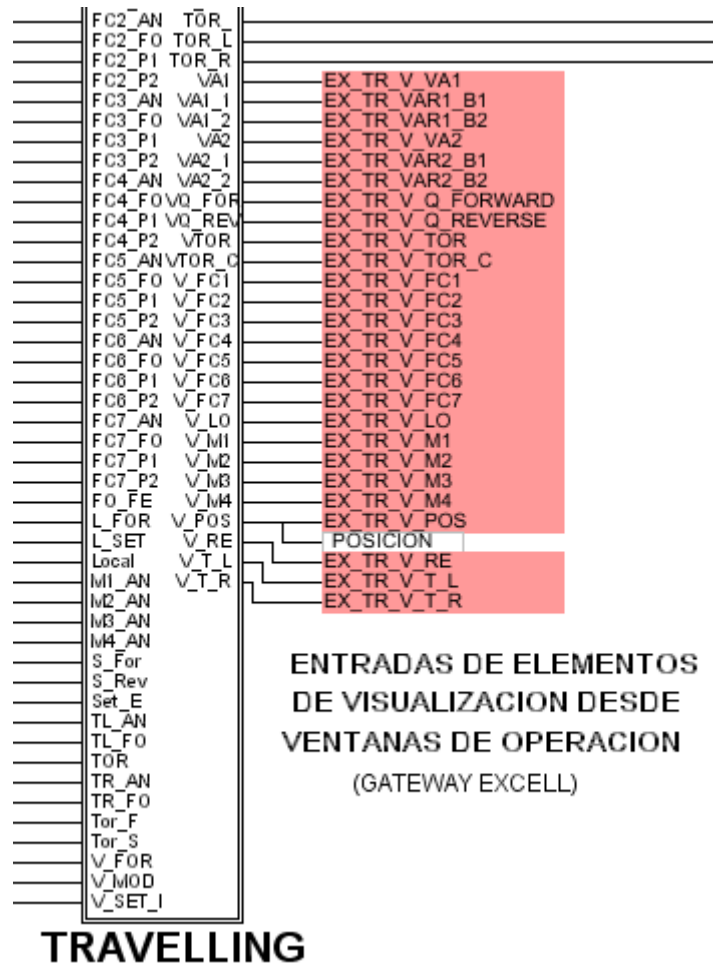
SALIDAS DE ELEMENTOS DE MANDO DE
VENTANAS DE OPERACION
(GATEWAY EXCELL)



TRAVELLING

ENTRADAS DE ELEMENTOS
DE VISUALIZACION DESDE
VENTANAS DE OPERACION
(GATEWAY EXCELL)

Parte 2 de 5: Entrada a la Macro del travelling de las señales de mando utilizadas para controlar la simulación en la ventana de operación y salidas de las señales utilizadas en los elementos de visualización.



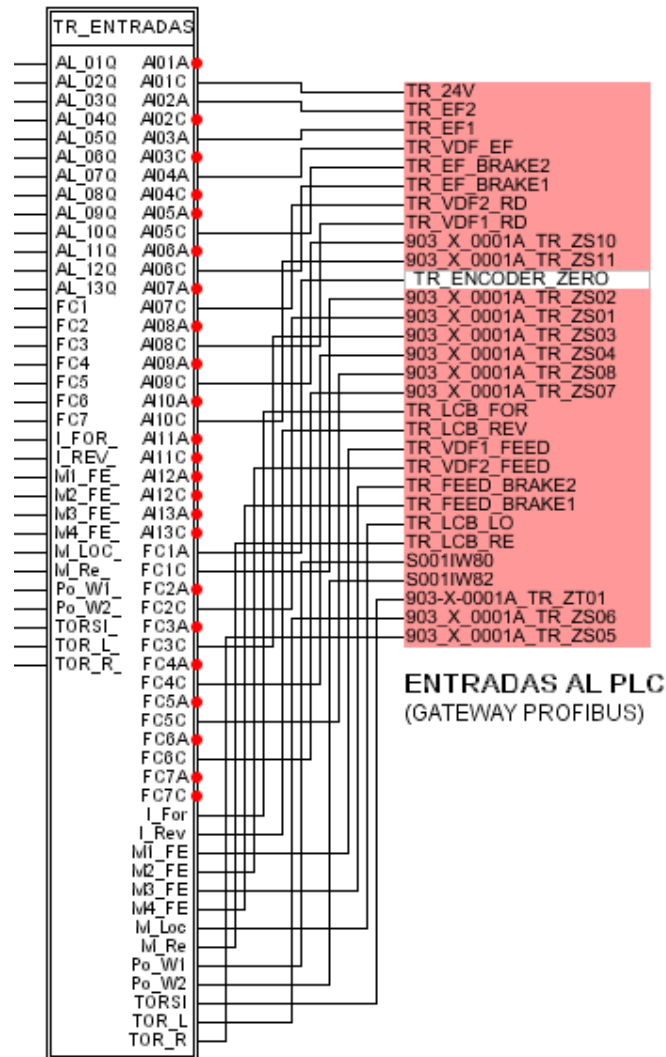
Parte 3 de 5 (Detalle de la imagen anterior): salidas de la macro del Travelling que se utilizan como elementos de visualización en el HMI de la ventana de operación.

SALIDAS DE ELEMENTOS DE MANDO DE
VENTANAS DE OPERACION
(GATEWAY EXCELL)

EX_TR_AL_01	AL_01	FC1
EX_TR_AL_02	AL_02	FC2
EX_TR_AL_03	AL_03	FC3
EX_TR_AL_04	AL_04	FC4
EX_TR_AL_05	AL_05	FC5
EX_TR_AL_06	AL_06	FC6
EX_TR_AL_07	AL_07	FC7
EX_TR_AL_08	AL_08	I_For
EX_TR_AL_09	AL_09	I_Rev
EX_TR_AL_10	AL_10	M1_FE
EX_TR_AL_11	AL_11	M2_FE
EX_TR_AL_12	AL_12	M3_FE
EX_TR_AL_13	AL_13	M4_FE
EX_TR_FC1_AN	FC1_AN	M_Loc
EX_TR_FC1_FO	FC1_FO	M_Re
EX_TR_FC1_P1	FC1_P1	Po_W1
EX_TR_FC1_P2	FC1_P2	Po_W2
EX_TR_FC2_AN	FC2_AN	TOR_
EX_TR_FC2_FO	FC2_FO	TOR_L
EX_TR_FC2_P1	FC2_P1	TOR_R
EX_TR_FC2_P2	FC2_P2	VAI
EX_TR_FC3_AN	FC3_AN	VAI_1
EX_TR_FC3_FO	FC3_FO	VAI_2
EX_TR_FC3_P1	FC3_P1	VA2
EX_TR_FC3_P2	FC3_P2	VA2_1
EX_TR_FC4_AN	FC4_AN	VA2_2
EX_TR_FC4_FO	FC4_FO	VQ_FOR
EX_TR_FC4_P1	FC4_P1	VQ_REV
EX_TR_FC4_P2	FC4_P2	VTOR
EX_TR_FC5_AN	FC5_AN	VTOR_C
EX_TR_FC5_FO	FC5_FO	V_FC1
EX_TR_FC5_P1	FC5_P1	V_FC2
EX_TR_FC5_P2	FC5_P2	V_FC3
EX_TR_FC6_AN	FC6_AN	V_FC4
EX_TR_FC6_FO	FC6_FO	V_FC5
EX_TR_FC6_P1	FC6_P1	V_FC6
EX_TR_FC6_P2	FC6_P2	V_FC7
EX_TR_FC7_AN	FC7_AN	V_L0
EX_TR_FC7_FO	FC7_FO	V_M1
EX_TR_FC7_P1	FC7_P1	V_M2
EX_TR_FC7_P2	FC7_P2	V_M3
EX_TR_FO_FEED	F0_FEED	V_M4
EX_TR_L_FOR	L_FOR	V_Pos
EX_TR_L_SET	L_SET	V_RE
EX_TR_LOCAL	Local	V_T_L
EX_TR_M1_ANUL	M1_AN	V_T_R
EX_TR_M2_ANUL	M2_AN	
EX_TR_M3_ANUL	M3_AN	
EX_TR_M4_ANUL	M4_AN	
EX_TR_P_FORWARD	S_For	
EX_TR_P_REVERSE	S_Rev	
EX_TR_ENCODER_ZERO	Set_E	
EX_TR_TL_AN	TL_AN	
EX_TR_TL_FO	TL_FO	
EX_TR_TOR	TOR	
EX_TR_TR_AN	TR_AN	
EX_TR_TR_FO	TR_FO	
EX_TR_TOR_F	Tor_F	
EX_TR_TOR_S	Tor_S	
EX_TR_V_FOR	V_FOR	
EX_TR_V_MOD	V_MOD	
EX_TR_V_SET_F	V_SET_I	

TRAVELLING

Parte 4 de 5: detalle de la imagen número 3.



Parte 5 de 5: entradas al PLC desde la macro travelling.

La macro TR_ENTRADAS que se observa tiene como función ordenar el diagrama agrupando todas las entradas al PLC en un único bloque y permitir que el usuario pueda seleccionar entre conexiones NA o NC en las conexiones de señales binarias según sea el tipo de sensor instalado.

LISTA DE SEÑALES DEL TRAVELLING

ENTRADAS DEL MODULO TRAVELLING (parte 1 de 2)				
USO DE LA SEÑAL	PATILLA ASOCIADA MACRO	TIPO DE SEÑAL	DESCRIPCION	SEÑALES ASOCIADAS
Mando HMI (Gateway Excel)	AL_01	Bool	Alarma configurable nº 1	EX_TR_AL_01
	AL_02	Bool	Alarma configurable nº 2	EX_TR_AL_02
	AL_03	Bool	Alarma configurable nº 3	EX_TR_AL_03
	AL_04	Bool	Alarma configurable nº 4	EX_TR_AL_04
	AL_05	Bool	Alarma configurable nº 5	EX_TR_AL_05
	AL_06	Bool	Alarma configurable nº 6	EX_TR_AL_06
	AL_07	Bool	Alarma configurable nº 7	EX_TR_AL_07
	AL_08	Bool	Alarma configurable nº 8	EX_TR_AL_08
	AL_09	Bool	Alarma configurable nº 9	EX_TR_AL_09
	AL_10	Bool	Alarma configurable nº 10	EX_TR_AL_10
	AL_11	Bool	Alarma configurable nº 11	EX_TR_AL_11
	AL_12	Bool	Alarma configurable nº 12	EX_TR_AL_12
	AL_13	Bool	Alarma configurable nº 13	EX_TR_AL_13
	FC1_AN	Bool	Anulacion del Final de Carrera 1	EX_TR_FC1_AN
	FC1_FO	Bool	Forzado del Final de Carrera 1	EX_TR_FC1_FO
	FC1_P1	Analogica	Posicion inicial de activacion automatica del FC1	EX_TR_FC1_P1
	FC1_P2	Analogica	Posicion final de activacion automatica del FC1	EX_TR_FC1_P2
	FC2_AN	Bool	Anulacion del Final de Carrera 2	EX_TR_FC2_AN
	FC2_FO	Bool	Forzado del Final de Carrera 2	EX_TR_FC2_FO
	FC2_P1	Analogica	Posicion inicial de activacion automatica del FC2	EX_TR_FC2_P1
	FC2_P2	Analogica	Posicion final de activacion automatica del FC2	EX_TR_FC2_P2
	FC3_AN	Bool	Anulacion del Final de Carrera 3	EX_TR_FC3_AN
	FC3_FO	Bool	Forzado del Final de Carrera 3	EX_TR_FC3_FO
	FC3_P1	Analogica	Posicion inicial de activacion automatica del FC3 en metros	EX_TR_FC3_P1
	FC3_P2	Analogica	Posicion final de activacion automatica del FC3 en metros	EX_TR_FC3_P2
	FC4_AN	Bool	Anulacion del Final de Carrera 4	EX_TR_FC4_AN
	FC4_FO	Bool	Forzado del Final de Carrera 4	EX_TR_FC4_FO
	FC4_P1	Analogica	Posicion inicial de activacion automatica del FC4	EX_TR_FC4_P1
	FC4_P2	Analogica	Posicion final de activacion automatica del FC4	EX_TR_FC4_P2
	FC5_AN	Bool	Anulacion del Final de Carrera 5	EX_TR_FC5_AN
	FC5_FO	Bool	Forzado del Final de Carrera 5	EX_TR_FC5_FO
	FC5_P1	Analogica	Posicion inicial de activacion automatica del FC5	EX_TR_FC5_P1
	FC5_P2	Analogica	Posicion final de activacion automatica del FC5	EX_TR_FC5_P2
	FC6_AN	Bool	Anulacion del Final de Carrera 6	EX_TR_FC6_AN
	FC6_FO	Bool	Forzado del Final de Carrera 6	EX_TR_FC6_FO
	FC6_P1	Analogica	Posicion inicial de activacion automatica del FC6	EX_TR_FC6_P1
	FC6_P2	Analogica	Posicion final de activacion automatica del FC6	EX_TR_FC6_P2
	FC7_AN	Bool	Anulacion del Final de Carrera 7	EX_TR_FC7_AN
	FC7_FO	Bool	Forzado del Final de Carrera 7	EX_TR_FC7_FO
	FC7_P1	Analogica	Posicion inicial de activacion automatica del FC7	EX_TR_FC7_P1
	FC7_P2	Analogica	Posicion final de activacion automatica del FC7	EX_TR_FC7_P2
	FO_FE	Bool	Orden de forzado de feedbacks de motores	EX_TR_FO_FEED
	L_FOR	Bool	orden de Forzado de posicion	EX_TR_L_FOR
	L_SET	Analogica	Precarga del forzado de posicion	EX_TR_L_SET
	Local	Bool	Seleccion de modo local	EX_TR_LOCAL
M1_AN	Bool	Anulacion de feedback del motor M1 (prioritario sobre el forzado)	EX_TR_M1_ANUL	
M2_AN	Bool	Anulacion de feedback del motor M2 (prioritario sobre el forzado)	EX_TR_M2_ANUL	
M3_AN	Bool	Anulacion de feedback del motor M3 (prioritario sobre el forzado)	EX_TR_M3_ANUL	
M4_AN	Bool	Anulacion de feedback del motor M4 (prioritario sobre el forzado)	EX_TR_M4_ANUL	
S_FOR	Bool	Selección sentido forward	EX_TR_P_FORWARD	

ENTRADAS DEL MODULO TRAVELLING (parte 2 de 2)				
USO DE LA SEÑAL	PATILLA ASOCIADA MACRO	TIPO DE SEÑAL	DESCRIPCION	SEÑALES ASOCIADAS
Mando HMI (Gateway Excel) Continuación	S_REV	Bool	Selección sentido reverse	EX_TR_P_REVERSE
	TL_AN	Bool	Anulacion señal alarma de torsion izquierda	EX_TR_TL_AN
	TL_FO	Analogica	Forzado de la señal de alarma de torsion izquierda (prioritario sobre anulacion)	EX_TR_TL_FO
	TOR	Analogica	Entrada de valor de torsion	EX_TR_TOR
	TR_AN	Bool	Anulacion señal alarma de torsion derecha	EX_TR_TR_AN
	TR_FO	Analogica	Forzado de la señal de alarma de torsion derecha (prioritario sobre anulacion)	EX_TR_TR_FO
	Tor_F	Bool	Boton de forzado de torsion al valor precargado en Tor_s	EX_TR_TOR_F
	Tor_S	Analogica	Precarga del valor para el forzado de torsion (valores entre -100 y 100)	EX_TR_TOR_S
	V_FOR	Bool	Orden de Forzado de velocidad (fuerza el valor de velocidad a un valor de precarga)	EX_TR_V_FOR
	V_MOD	Analogica	Modulacion de velocidad . El valor introducido se multiplica por el valor de salida de variadores (por defecto es 1)	EX_TR_V_MOD
V_SET_I	Analogica	Precarga del valor para el forzado de velocidad (cte inversa de tiempo)	EX_TR_V_SET_F	
Conexión entre bloques	Set_E	Bool	Orden de puesta a cero del encoder	TR_ZERO_ENCODER
Salida del PLC (Gateway Profibus)	1QP_B1	Analogica	Salida para puesta a cero de la posicion (palabra baja)	Salidas de periferia del PLC
	1QP_B2	Analogica	Salida para puesta a cero de la posicion (palabra alta)	
	1Q_CO1	Analogica	Señal de salida variador lado maestro	
	1Q_CO2	Analogica	Señal de salida variador lado esclavo	
	1QFOR	Bool	Señal de sentido Forward	
	1QREV	Bool	Señal de sentido Reverse	
Parametro	2PGMax	Analogica	Posicion maxima de la maquina en metros (por defecto 350)	Parametros de simulacion
	2PGMin	Analogica	Posicion mininma de la maquina en metros (por defecto 0)	
	2P_Ktor	Analogica	Cte calculo de la torsion (por defecto 1)	
	2Pmax	Analogica	Lectura maxima del encoder (por defecto 2,147 xe9)	
	2Pmin	Analogica	Lectura minima del encoder (por defecto =0)	
	2PtorL	Analogica	Limite en % de alarma torsion izquierda (por defecto -90)	
	2PtorR	Analogica	Limite en % de alarma torsion derecha (por defecto +90)	

SALIDAS DEL MODULO TRAVELLING				
USO DE LA SEÑAL	PATILLA ASOCIADA MACRO	TIPO DE SEÑAL	DESCRIPCION	SEÑALES ASOCIADAS
Entrada del PLC (Gateway Profibus)	AI_01E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 1	Entradas de Periferia al PLC
	AI_02E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 2	
	AI_03E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 3	
	AI_04E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 4	
	AI_05E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 5	
	AI_06E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 6	
	AI_07E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 7	
	AI_08E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 8	
	AI_09E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 9	
	AI_10E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 10	
	AI_11E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 11	
	AI_12E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 12	
	AI_13E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 13	
	FC1	Bool	Entrada del Final de carrera numero 1	
	FC2	Bool	Entrada del Final de carrera numero 2	
	FC3	Bool	Entrada del Final de carrera numero 3	
	FC4	Bool	Entrada del Final de carrera numero 4	
	FC5	Bool	Entrada del Final de carrera numero 5	
	FC6	Bool	Entrada del Final de carrera numero 6	
	FC7	Bool	Entrada del Final de carrera numero 7	
	I_FOR	Bool	Entrada orden sentido Forward	
	I_REV	Bool	Entrada orden sentido reverse	
	M1_FE	Bool	Entrada Feedback Motor 1	
	M2_FE	Bool	Entrada Feedback Motor 2	
	M3_FE	Bool	Entrada Feedback Motor 3	
	M4_FE	Bool	Entrada Feedback Motor 4	
	M_LOC	Bool	Entrada Modo Local	
	M_RE	Bool	Entrada Modo remoto	
Po_W1	Analogica	Palabra baja de entrada encoder		
Po_W2	Analogica	Palabra alta de entrada encoder		
TOR_	Analogica	Entrada torsion (entre 0 y 27648)		
TOR_L	Bool	Entrada alarma torsion izquierda		
TOR_R	Bool	Entrada alarma torsion derecha		
Visualización del HMI de simulación (Gateway Excel)	VA1	Analogica	Valor en % de consigna (variador 1)	EX_TR_V_VA1
	VA1_1	Analogica	Visualización entrada al variador 1 (lado maestro) byte bajo	EX_TR_VAR1_B1
	VA1_2	Analogica	Visualización entrada al variador 1 (lado maestro) byte alto	EX_TR_VAR1_B2
	VA2	Analogica	Valor en % de consigna (variador 2)	EX_TR_V_VA2
	VA2_1	Analogica	Visualización entrada al variador 2 (lado maestro) byte bajo	EX_TR_VAR2_B1
	VA2_2	Analogica	Visualización entrada al variador 2 (lado maestro) byte alto	EX_TR_VAR2_B2
	VQ_FOR	Bool	Visualización motor Sentido forward	EX_TR_V_Q_FORWARD
	VQ_REV	Bool	Visualización motor sentido Reverse	EX_TR_V_Q_REVERSE
	VTOR	Analogica	Valor de Torsion actual (absoluto)	EX_TR_V_TOR
	VTOR_C	Analogica	Valor de torsion en %	EX_TR_V-TOR_C
	V_FC1	Bool	Visualización del estado del FC1	EX_TR_V_FC1
	V_FC2	Bool	Visualización del estado del FC2	EX_TR_V_FC2
	V_FC3	Bool	Visualización del estado del FC3	EX_TR_V_FC3
	V_FC4	Bool	Visualización del estado del FC4	EX_TR_V_FC4
	V_FC5	Bool	Visualización del estado del FC5	EX_TR_V_FC5
	V_FC6	Bool	Visualización del estado del FC6	EX_TR_V_FC6
	V_FC7	Bool	Visualización del estado del FC7	EX_TR_V_FC7
	V_LO	Bool	Visualización modo Local	EX_TR_V_LO
	V_M1	Bool	Visualización Feedback Motor M1	EX_TR_V_M1
	V_M2	Bool	Visualización Feedback Motor M2	EX_TR_V_M2
	V_M3	Bool	Visualización Feedback Motor M3	EX_TR_V_M3
	V_M4	Bool	Visualización Feedback Motor M4	EX_TR_V_M4
	V_POS	Analogica	Visualización de posición en metros	EX_TR_V_POS
V_RE	Bool	Visualización modo Remoto	EX_TR_V_RE	
V_T_L	Bool	Visualiza alarma torsion Left	EX_TR_V_T-L	
V_T_R	Bool	Visualiza alarma torsion Right	EX_TR_V_T_R	

VENTANA DE OPERACIÓN DEL TRAVELLING

Parte 1:

RECUPERACION_2 / OPERACION / TRAVELLING_OPERACION

ALARMAS

- AL_01: E. FAULT 24V
- AL_02: TR_EF2
- AL_03: TR_EF1
- AL_04: TR_VDF_EF
- AL_05: EF_BRAKE2
- AL_06: EF_BRAKE1
- AL_07: VDF2_RD
- AL_08: VDF1_RD
- AL_09: RAIL CLAMP FIXED SIDE
- AL_10: RAIL CLAMP SLAVE SIDE
- AL_11: SPARE
- AL_12: SPARE

FEEDBACK MOTORES

ANULACION ESTADO FEEDBACK

VDF1 (M1):

VDF2 (M2):

BRAKE 2 (M3): FORZADO GENERAL DE FEEDBACKS

BRAKE 1 (M4):

CONTROL DEL SENTIDO

FORWARD REMOTO

REVERSE LOCAL

POSICIÓN (METROS)

0 175 350 0.0

FORZADO POSICION 0 OK FORZADO

PRECARGA FORZADO

CONTROL DE VELOCIDAD

SALIDA A VARIADORES

	ABSOLUTO	EN %
SETPOINT MAIN SIDE	0	0
SET POINT SLAVE SIDE	0	0

MODULACION DE SALIDA A VARIADORES 0 OK

Valor típico: 0 < VALOR < 1
El valor por defecto es 1

FORZADO DEL VALOR DE VELOCIDAD 0 OK FORZADO

PRECARGA FORZADO

FINALES DE CARRERA

Set Point Inferior 0 OK INDICADOR ACTIVACIÓN

Set point superior 0 OK

FORZADO FC EMER REV

ANULA SEÑAL FC1

Set Point Inferior 0 OK INDICADOR ACTIVACIÓN

Set point superior 0 OK

FORZADO FC WORK REV

ANULA SEÑAL FC2

Set Point Inferior 0 OK INDICADOR ACTIVACIÓN

Set point superior 0 OK

FORZADO FC WORK FORWARD

ANULA SEÑAL FC3

Set Point Inferior 0 OK INDICADOR ACTIVACIÓN

Set point superior 0 OK

FORZADO FC EMER FORWARD

ANULA SEÑAL FC4

DETECTORES DE PASO

Set Point Inferior 0 OK INDICADOR ACTIVACIÓN

Parte 2 (continuación de la imagen anterior):

FEEDBACK MOTORES

ANULACION ESTADO FEEDBACK

VDF1 (M1):

VDF2 (M2):

BRAKE 2 (M3): FORZADO GENERAL DE FEEDBACKS

BRAKE 1 (M4):

MODULACION DE SALIDA A VARIADORES 0 OK

Valor típico: 0 < VALOR < 1
El valor por defecto es 1

FORZADO DEL VALOR DE VELOCIDAD 0 OK FORZADO

PRECARGA FORZADO

SIMULACION DE LA TORSION

ALARMA TORSION LEFT

FORZADO -100

ANULA SEÑAL

0

TORSION CORREGIDA (%)

Salida de torsion en %

PERTURBACION DE TORSION

0 OK

PERTURBACION (-100 A +100)

FORZADO DEL VALOR DE TORSION 0 OK FORZADO

PRECARGA FORZADO

Set Point Inferior 0 OK INDICADOR ACTIVACIÓN

Set point superior 0 OK

FORZADO FC EMER FORWARD

ANULA SEÑAL FC4

DETECTORES DE PASO

Set Point Inferior 0 OK INDICADOR ACTIVACIÓN

Set point superior 0 OK

FORZADO FC POSICION 1

ANULA SEÑAL FC5

Set Point Inferior 0 OK INDICADOR ACTIVACIÓN

Set point superior 0 OK

FORZADO FC POSICION 2

ANULA SEÑAL FC6

Set Point Inferior 0 OK INDICADOR ACTIVACIÓN

Set point superior 0 OK

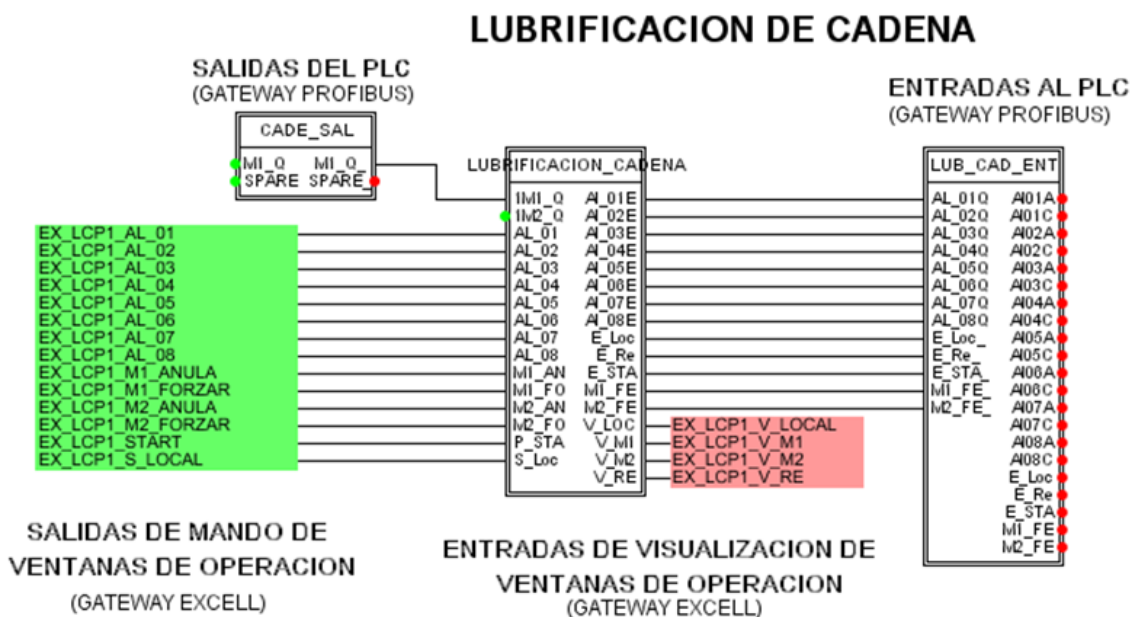
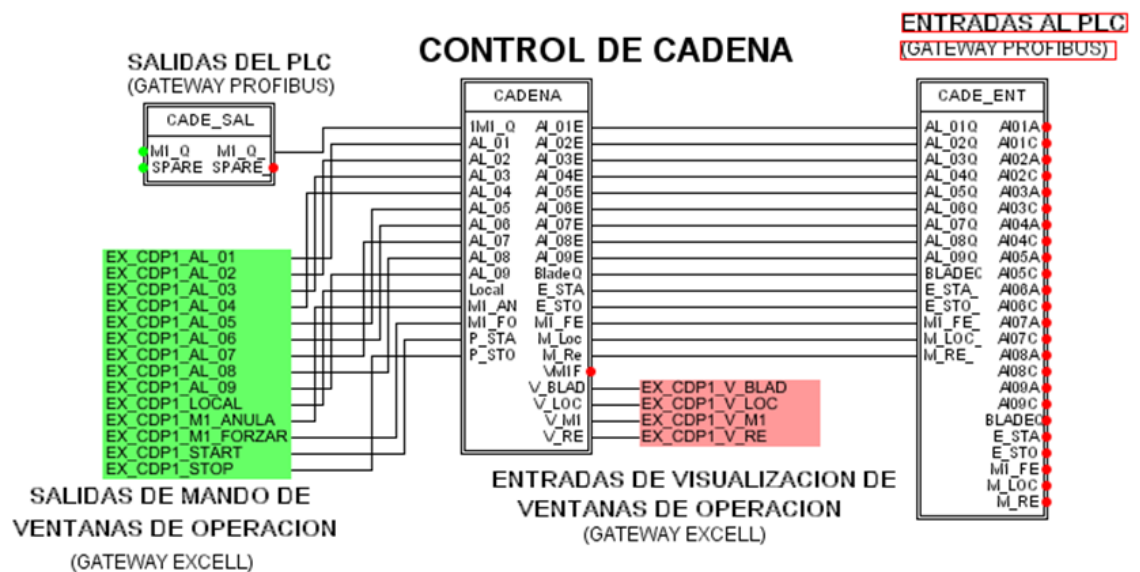
FORZADO FC POSICION 3

ANULA SEÑAL FC7

8.3 CADENAS

DIAGRAMA LÓGICO DE UNA CADENA

Nuevamente el lector se debe remitir a epígrafe 9.1.1 para una explicación de la función de cada tipo de señales



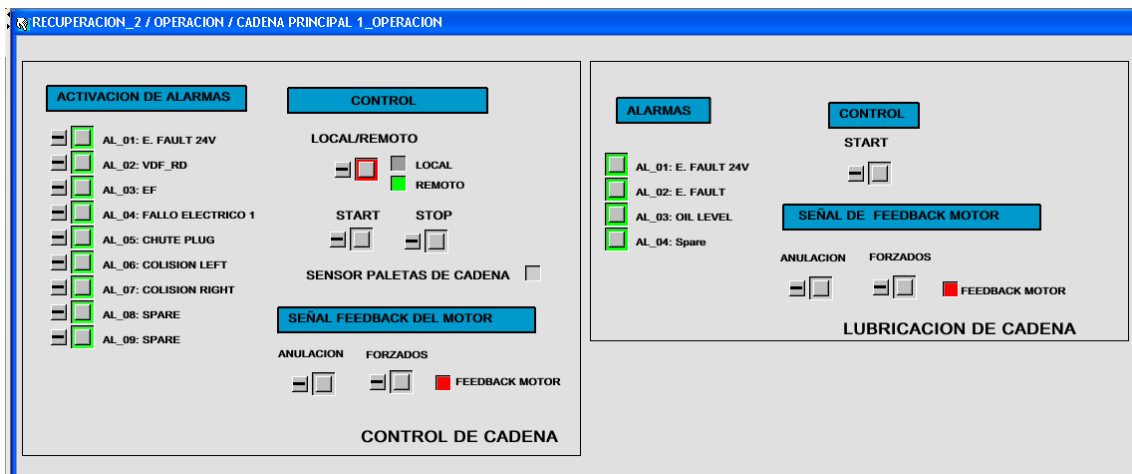
LISTADO DE SEÑALES DE UNA CADENA

ENTRADAS DEL MODULO CADENA (ejemplo con cdp1)				
USO DE LA SEÑAL	PATILLA ASOCIADA MACRO	TIPO DE SEÑAL	DESCRIPCION	SEÑALES ASOCIADAS
Mando HMI (Gateway Excel)	AL_01	Bool	Alarma configurable nº 1	EX_CDP1_AL_01
	AL_02	Bool	Alarma configurable nº 2	EX_CDP1_AL_02
	AL_03	Bool	Alarma configurable nº 3	EX_CDP1_AL_03
	AL_04	Bool	Alarma configurable nº 4	EX_CDP1_AL_04
	AL_05	Bool	Alarma configurable nº 5	EX_CDP1_AL_05
	AL_06	Bool	Alarma configurable nº 6	EX_CDP1_AL_06
	AL_07	Bool	Alarma configurable nº 7	EX_CDP1_AL_07
	AL_08	Bool	Alarma configurable nº 8	EX_CDP1_AL_08
	AL_09	Bool	Alarma configurable nº 9	EX_CDP1_AL_09
	Local	Bool	Selección del modo Local	EX_CDP1_LOCAL
	M1_AN	Bool	Anulación del feedback del motor	EX_CDP1_M1_ANULA
	M1_FO	Bool	Forzado de feedback del motor	EX_CDP1_M1_FORZAR
	P_STA	Bool	Orden de pulsador de start	EX_CDP1_START
P_STO	Bool	Orden del pulsador de stop	EX_CDP1_STOP	
Salida del PLC (Gateway Profibus)	1M1_Q	Bool	Salida Marcha del motor	Salidas de periferia del PLC
Parametros	No existen			

SALIDAS DEL MODULO CADENA (EJEMPLO CON CDP1)				
USO DE LA SEÑAL	PATILLA ASOCIADA MACRO	TIPO DE SEÑAL	DESCRIPCION	SEÑALES ASOCIADAS
Entrada al PLC (Gateway Profibus)	AI_01E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 1	Entradas de Periferia al PLC
	AI_02E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 2	
	AI_03E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 3	
	AI_04E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 4	
	AI_05E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 5	
	AI_06E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 6	
	AI_07E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 7	
	AI_08E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 8	
	AI_09E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 9	
	BladeQ	Bool	Entrada sensor de paso de cadena	
	E_STA	Bool	Entrada orden de start	
	E_STO	Bool	Entrada orden de stop	
	M1_FE	Bool	Entrada feedback del motor	
M_LOC	Bool	Entrada modo local		
M_RE	Bool	Entrada modo remoto		
Visualización del HMI de simulacion (Gateway Excel)	VMIF	Bool	Visualiza feedback del motor de la cadena	No usado
	V_BLAD	Bool	Visualiza señal de paso de las palas	EX_CDP1_V_BLAD
	V_LOC	Bool	Visualiza modo local	EX_CDP1_V_LOC
	V_M1	Bool	Visualiza señal de marcha del motor de la cadena	EX_CDP1_V_M1
	V_RE	Bool	Visualiza modo remoto	EX_CDP1_V_RE

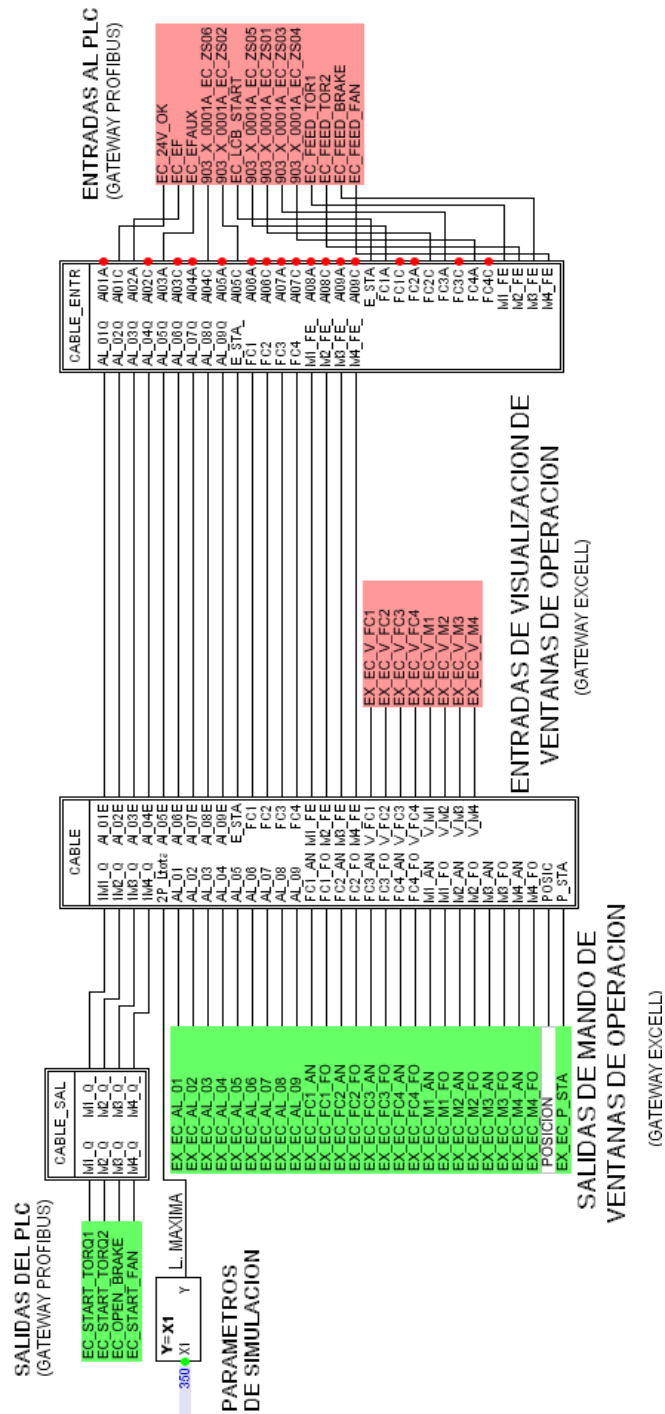
VENTANA DE OPERACIÓN DE UNA CADENA

Se incluye el control de cadena y de su sistema de lubricación.



8.4 CABLE DE ALIMENTACIÓN

DIAGRAMA LOGICO



LISTADO DE SEÑALES

ENTRADAS DEL MODULO CABLE DE ALIMENTACION				
USO DE LA SEÑAL	PATILLA ASOCIADA MACRO	TIPO DE SEÑAL	DESCRIPCION	SEÑALES ASOCIADAS
Mando HMI (Gateway Excel)	AL_01	Bool	Alarma configurable nº 1	EX_EC_AL_01
	AL_02	Bool	Alarma configurable nº 2	EX_EC_AL_02
	AL_03	Bool	Alarma configurable nº 3	EX_EC_AL_03
	AL_04	Bool	Alarma configurable nº 4	EX_EC_AL_04
	AL_05	Bool	Alarma configurable nº 5	EX_EC_AL_05
	AL_06	Bool	Alarma configurable nº 6	EX_EC_AL_06
	AL_07	Bool	Alarma configurable nº 7	EX_EC_AL_07
	AL_08	Bool	Alarma configurable nº 8	EX_EC_AL_08
	AL_09	Bool	Alarma configurable nº 9	EX_EC_AL_09
	FC1_AN	Bool	Anulacion del Final de Carrera 1	EX_EC_FC1_AN
	FC1_FO	Bool	Forzado del Final de Carrera 1	EX_EC_FC1_FO
	FC2_AN	Bool	Anulacion del Final de Carrera 2	EX_EC_FC2_AN
	FC2_FO	Bool	Forzado del Final de Carrera 2	EX_EC_FC2_FO
	FC3_AN	Bool	Anulacion del Final de Carrera 3	EX_EC_FC3_AN
	FC3_FO	Bool	Forzado del Final de Carrera 3	EX_EC_FC3_FO
	FC4_AN	Bool	Anulacion del Final de Carrera 4	EX_EC_FC4_AN
	FC4_FO	Bool	Forzado del Final de Carrera 4	EX_EC_FC4_FO
	M1_AN	Bool	Anulacion Feedback Motor 1	EX_EC_M1_AN
	M1_FO	Bool	Forzado Feedback motor 1	EX_EC_M1_FO
	M2_AN	Bool	Anulacion Feedback Motor 2	EX_EC_M2_AN
	M2_FO	Bool	Forzado Feedback motor 2	EX_EC_M2_FO
M3_AN	Bool	Anulacion Feedback Motor 3	EX_EC_M3_AN	
M3_FO	Bool	Forzado Feedback motor 3	EX_EC_M3_FO	
M4_AN	Bool	Anulacion Feedback Motor 3	EX_EC_M4_AN	
M4_FO	Bool	Forzado Feedback motor 3	EX_EC_M4_FO	
P_STA	Bool	Orden de start	EX_EC_P_STA	
SEÑAL DE ENLACE ENTRE MACROS	POSI	Analogica	Posicion en metros (proveniente del modulo del travelling)	
Salida del PLC (Gateway Profibus)	1M1_Q	Bool	Salida motor 1	Salidas de periferia del PLC
	1M2_Q	Bool	Salida motor 2	
	1M3_Q	Bool	Salida motor 3	
	1M4_Q	Bool	Salida motor 4	
Parametro	2P_Ltotal	Analogica	Longitud Maxima Posible del travelling	Parametros de simulacion

SALIDAS DEL MODULO CABLE DE ALIMENTACION				
USO DE LA SEÑAL	PATILLA ASOCIADA MACRO	TIPO DE SEÑAL	DESCRIPCION	SEÑALES ASOCIADAS
Entrada al PLC (Gateway Profibus)	AI_01E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 1	Entradas de Periferia al PLC
	AI_02E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 2	
	AI_03E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 3	
	AI_04E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 4	
	AI_05E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 5	
	AI_06E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 6	
	AI_07E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 7	
	AI_08E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 8	
	AI_09E	Bool	Entrada de Alarma configurable nº 9	
	E_STA	Bool	Entrada pulsador star	
	FC1	Bool	Entrada Activacion de Final de carrera 1	
	FC2	Bool	Entrada Activacion de Final de carrera 2	
	FC3	Bool	Entrada Activacion de Final de carrera 3	
	FC4	Bool	Entrada Activacion de Final de carrera 4	
	M1_FE	Bool	Entrada Feedback motor 1	
	M2_FE	Bool	Entrada Feedback motor 2	
M3_FE	Bool	Entrada Feedback motor 3		
M4_FE	Bool	Entrada Feedback motor 4		
Visualización del HMI de simulacion (Gateway Excel)	V_FC1	Bool	Visualiza activacion FC1	EX_EC_V_FC1
	V_FC2	Bool	Visualiza activacion FC2	EX_EC_V_FC2
	V_FC3	Bool	Visualiza activacion FC3	EX_EC_V_FC3
	V_FC4	Bool	Visualiza activacion FC4	EX_EC_V_FC4
	V_M1	Bool	Visualiza realimentacion del motor 1	EX_EC_V_M1
	V_M2	Bool	Visualiza realimentacion del motor 2	EX_EC_V_M2
	V_M3	Bool	Visualiza realimentacion del motor 3	EX_EC_V_M3
	V_M4	Bool	Visualiza realimentacion del motor 4	EX_EC_V_M4

VENTANA DE OPERACIÓN

RECUPERACION_2 / OPERACION / CABLE

ALARMAS

- AL_01: E. FAULT 24V
- AL_02: E. FAULT
- AL_03: E. FAULT AUXILIARES
- AL_04: CABLE TENSO
- AL_05: EMPTY COIL
- AL_06: SPARE
- AL_07: SPARE

SEÑALES FEEDBACK MOTORES

ANULACION	FORZADOS	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> FEEDBACK TOR1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> FEEDBACK TOR2
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> FEEDBACK BRAKE
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> FEEDBACK FAN

POSICION DEL TRAVELLING (METROS)

0.01

0 1.75 350

CONTROL

START

STATUS DE SEÑALES

FORZADO

ANULA SEÑAL FULL COIL (FC1)

FORZADO

ANULA SEÑAL CABLE FLOJO (FC2)

FORZADO

ANULA SEÑAL REVERSE (FC3)

FORZADO

ANULA SEÑAL FORWARD (FC4)

9 MANUAL DE USUARIO DE LA PLATAFORMA DE SIMULACIÓN

En este capítulo se describen:

- ❖ Los elementos hardware y software necesarios para la plataforma de simulación (epígrafe 9.1)
- ❖ Los pasos a seguir para su interconexión.
- ❖ El procedimiento a seguir para la configuración inicial del sistema.
- ❖ La manera en que el usuario puede manipular el sistema utilizando las ventanas de operación (epígrafe 9.3)

Nuevamente, y con fines ilustrativos, se utilizara como ejemplo el programa de simulación correspondiente a la maquina Reclaimer VP3.

No es objeto de este documento la descripción completa del funcionamiento del software SIMIT o de la tarjeta SIMBA y nos limitaremos a describir los aspectos básicos necesarios para su configuración. Si el usuario deseara más información relativa a estos programas deberá dirigirse a los manuales específicos de cada uno de ellos.

9.1 ELEMENTOS NECESARIOS PARA LA SIMULACIÓN

Los elementos hardware de los que es preciso disponer en el caso de querer configurar una simulación serán:

- a) El sistema a Probar
- b) La plataforma de Simulación instalada sobre un PC
- c) El sistema de comunicación entre ambos

Se pasa a describir cada uno de ellos:

SISTEMA A PROBAR

El sistema a probar estará compuesto por:

- ❖ **PLC con el programa a simular cargado y su correspondiente fuente de alimentación:**

El PLC deberá permitir la comunicación mediante PROFIBUS DP disponiendo del puerto integrado o, en caso necesario,

permitiendo la instalación de la tarjeta de comunicaciones correspondiente.

Así mismo deberá permitir la conexión con la pantalla HMI de control de la máquina.

- ❖ **Pantalla con el sistema HMI de control de la maquina** (requisito opcional pero recomendable)
- ❖ **Software que permita la carga y configuración tanto del HMI como del programa del PLC:**

En el caso de trabajar con Siemens los programas mencionados en el párrafo anterior serian Simatic S7 y WinnCC en las versiones adecuadas al programa a probar.
- ❖ **Medios para la comunicación entre el PLC y el PC:** con el fin de realizar la transferencia del programa

PLATAFORMA DE SIMULACIÓN

La plataforma de simulación estará compuesta por un PC que deberá disponer de los siguientes elementos

- Tarjeta **SIMBA PRO** conectada a una ranura PCI del PC
- Software instalado:
 - SIMBA PRO V5.4.12
 - SIMIT V 5.2 SP1
 - Microsoft Office Excel 2003

Nota: La función de Microsoft Excel es proporcionar soporte a la Gateway Excel utilizada para las señales del HMI de control de simulación. En relación al software necesario se han detectado problemas de compatibilidad entre la versión de SIMIT instalada y paquetes de Microsoft Office Excel posteriores al indicado.

En el caso de que, dentro del programa SIMIT, se desee trabajar con Gateways OPC o SIMPLC será necesario disponer de las licencias específicas para esas utilidades.

COMUNICACIONES ENTRE EL PLC Y LA PLATAFORMA DE SIMULACIÓN:

Cable de PROFIBUS y dos conectores para permitir realizar la conexión entre el PLC y la tarjeta SIMBA

9.2 PREPARACION DE LA SIMULACIÓN

Se ha dividido el proceso de configuración en diferentes etapas indicando en cada uno de ellas los pasos a realizar para completarla. En los puntos siguientes se enumeran las etapas necesarias para la preparación de la simulación:

Etapa 1: Conexión física de los componentes Hardware.

Etapa 2: Configuración del hardware en Simatic S7

Etapa 3: Exportación de la Tabla de Simbolos

Etapa 4: Configuración del HMI en Wincc

Etapa 5: Configuración de la tarjeta SIMBA

Etapa 6: Configuración de SIMIT

Cada etapa se explica a continuación. Las imágenes que acompañan la descripción corresponden a la simulación correspondiente al Reclaimer VP3.

ETAPA 1: CONEXIÓN FÍSICA DE LOS COMPONENTES HARDWARE

Objetivo:

Realizar la conexión física de los elementos de hardware necesarios.

Procedimiento:

Se deberá realizar la interconexión de los siguientes elementos:

1. PLC con el programa a probar
2. Pantalla HMI del programa a probar (si existiera)
3. Tarjeta Simba, instalada en una ranura PCI del PC

El medio de conexión entre el PLC y la pantalla HMI a prueba será la propia de la máquina.

En todos los casos el PLC deberá disponer de un puerto que permita la conexión vía PROFIBUS para ser utilizado en las comunicaciones con la tarjeta SIMBA. Ese puerto podría estar integrado en la CPU del PLC. En caso contrario será necesario añadir la tarjeta de comunicaciones correspondiente. Una posible configuración se muestra en la figura siguiente:

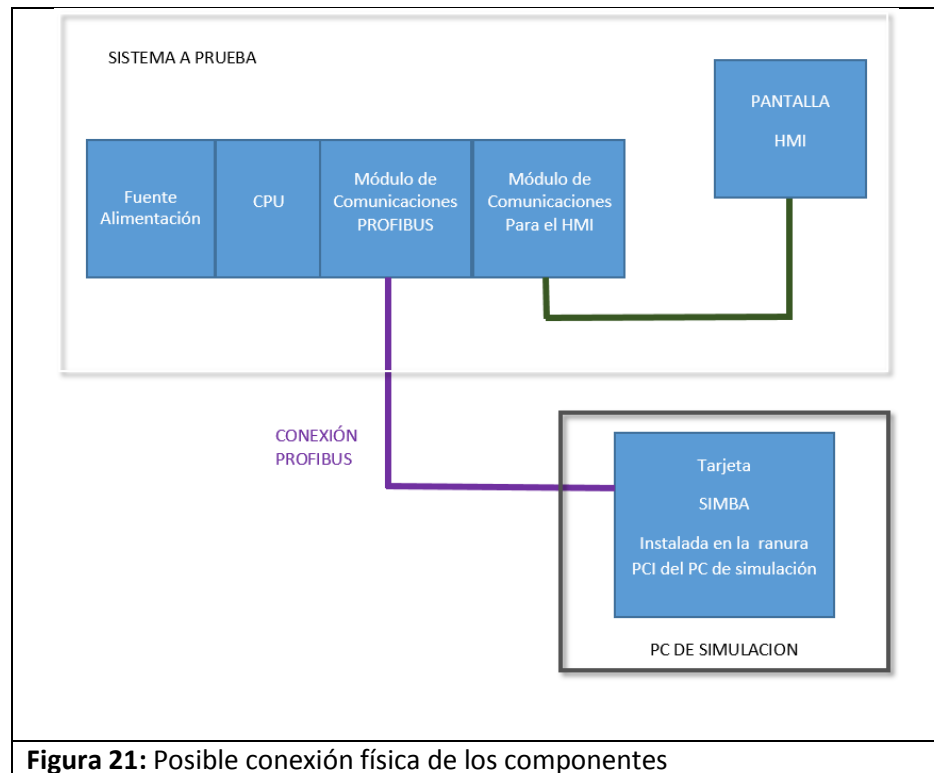


Figura 21: Posible conexión física de los componentes

ETAPA 2: CONFIGURACIÓN DEL HARDWARE EN SIMATIC S7

Objetivo:

El objetivo de esta fase será realizar una configuración de Hardware en el Administrador Simatic S7 de forma que todas las señales correspondientes a las entradas y salidas del PLC lleguen o salgan de la CPU mediante un enlace Profibus DP. Si la configuración original del sistema incluyera algún otro tipo de bus de campo, la configuración de las entradas o salidas correspondientes deberán modificarse para que, a efectos de la simulación, pasen a utilizar PROFIBUS.

De esta manera se hace posible la emulación de esa periferia utilizando la tarjeta SIMBA.

La configuración ha de conservar el direccionamiento de las entradas y salidas existente en el programa original con el fin de que este pueda funcionar con normalidad.

Procedimiento:

El procedimiento a seguir constara de las siguientes tareas:

1. CREACIÓN DE UN NUEVO PROYECTO EN S7

2. CONFIGURACIÓN DEL HARDWARE EN S7

A partir de la CPU se creará una red PROFIBUS DP y se enlazarán a ella como esclavos las estaciones remotas con los módulos de entrada y salidas que sean necesarios para completar el direccionamiento de las entradas y salidas de periferia del programa.

Todas las señales que sea necesario simular deben llegar al PLC utilizando esa red PROFIBUS. Esto es necesario para que sea posible realizar su emulación mediante la tarjeta SIMBA.

Un ejemplo de la configuración mencionada para el caso del Reclaimer Vp3 se muestra en la figura siguiente.

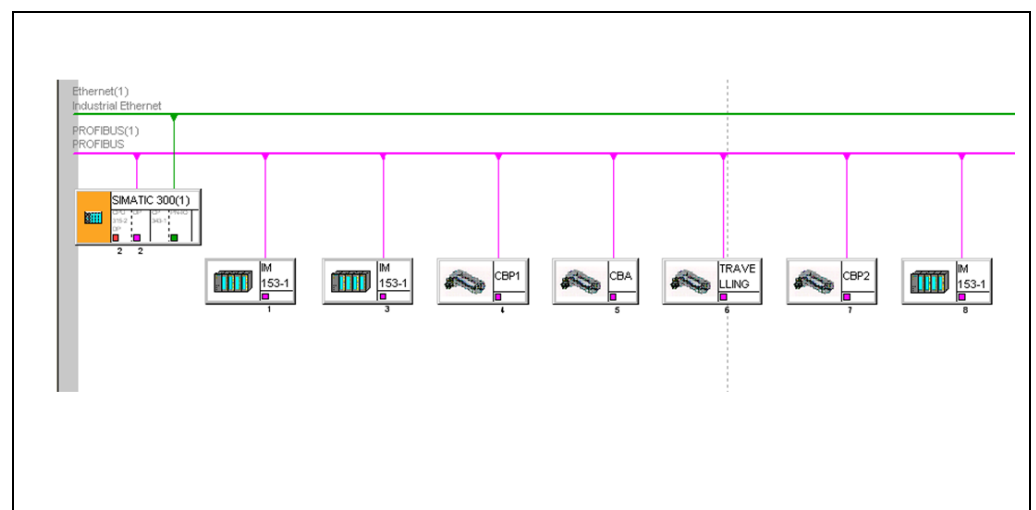


Figura 22: Posible configuración del hardware en Simatic S7. Todas las señales de entrada/salida deben ser transferidas a los sensores / actuadores mediante una red PROFIBUS, ya sea de forma directa o mediante el uso de estaciones remotas.

La red Ethernet que se observa va a ser utilizada para la conexión de la pantalla HMI.

Se insiste nuevamente en que toda esta periferia no se corresponde a una realidad física y que es función de la tarjeta SIMBA emular su funcionamiento a fin de permitir la simulación.

3. COMPILADO Y CARGADO DE LA CONFIGURACIÓN DE HARDWARE AL PLC

4. CARGADO DE LOS MÓDULOS DE PROGRAMA AL PLC

Los módulos del programa a simular serán cargados en la CPU que se utilizará para las pruebas

ETAPA 3: EXPORTADO DE LA TABLA DE SÍMBOLOS.

Objetivo:

Exportar la tabla de símbolos del proyecto del PLC con el fin de que pueda ser utilizada por los programas SIMIT y SIMBA durante la simulación.

Este paso no es imprescindible para el funcionamiento de la simulación pero, lógicamente, contribuirá a facilitar el resto del trabajo.

Procedimiento:

Desde Simatic S7 se exportara la tabla de símbolos a sendos archivos en los siguientes dos formatos:

- a. **<nombre>.seq** : formato necesario para ser utilizada en SIMBA
- b. **<nombre>.asc**: formato necesario para ser utilizada en pasos posteriores en SIMIT

Estos archivos se almacenaran convenientemente para ser utilizados en pasos posteriores.

ETAPA 4: CONFIGURACIÓN DEL HMI EN WINCC

Objetivo:

Cargar en la pantalla HMI que será utilizada para el control de la maquina el programa de control correspondiente

Procedimiento:

Se cargara el programa de control a la pantalla HMI del programa a prueba y se realizara las conexiones con el PLC a probar.

De esta manera se finaliza la configuración del sistema a prueba.

ETAPA 5: CONFIGURACIÓN DE LA TARJETA SIMBA

Objetivo:

Configurar la tarjeta SIMBA, instalada en el PC, de forma que quede preparada para emular la periferia del programa y enviar y recibir señales al PLC a prueba. Para ello será necesario crear un nuevo proyecto en SIMBA e importar la configuración de Hardware previamente creada en Step7 en la que, como se ha explicado, todas las salidas y entradas del PLC llegan vía PROFIBUS.

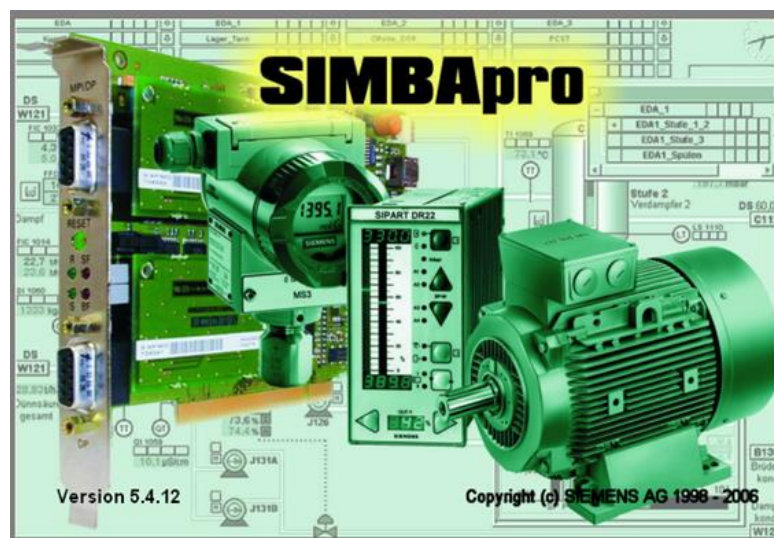
Procedimiento:

El procedimiento a seguir constara de los siguientes pasos:

1. Abrir el software SIMBA PRO
2. Crear un nuevo proyecto en SIMBA PRO
3. Importar la configuración del hardware desde SIMATIC S7
4. Importar la tabla de símbolos
5. Cargar la configuración creada en la tarjeta SIMBA
6. Guardar los cambios

Se pasa a describir cada uno de ellos:

PASO 1: ABRIR EL SOFTWARE SIMBA PRO



PASO 2: CREAR UN NUEVO PROYECTO EN SIMBA PRO

Para ello se acudirá al menú Project de la barra principal

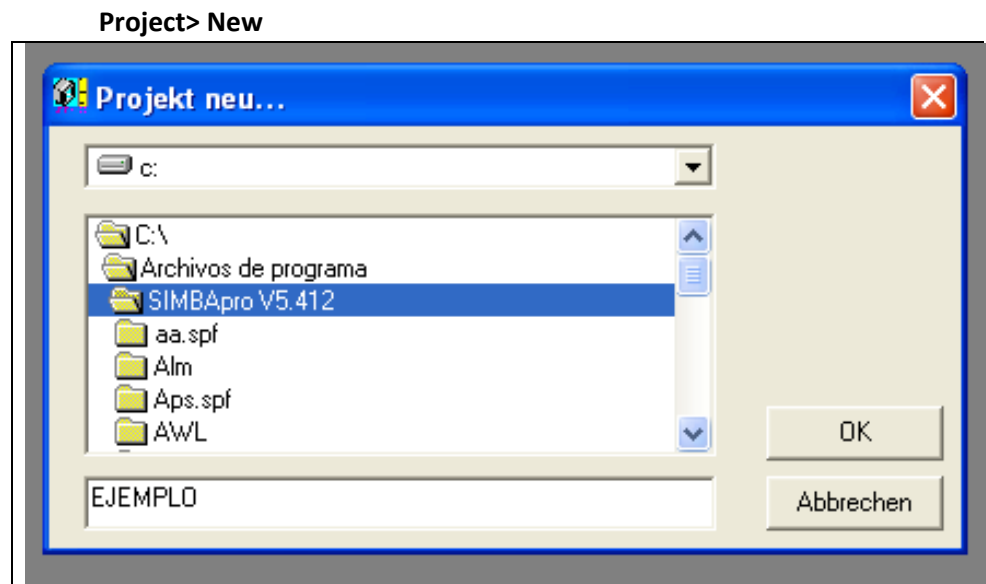


Figura 24 : creación de un nuevo proyecto en SIMBApro
Se asigna el nombre que se desee al nuevo proyecto y se guardará con la extensión ***.spf**
El directorio por defecto es el indicado en la figura.

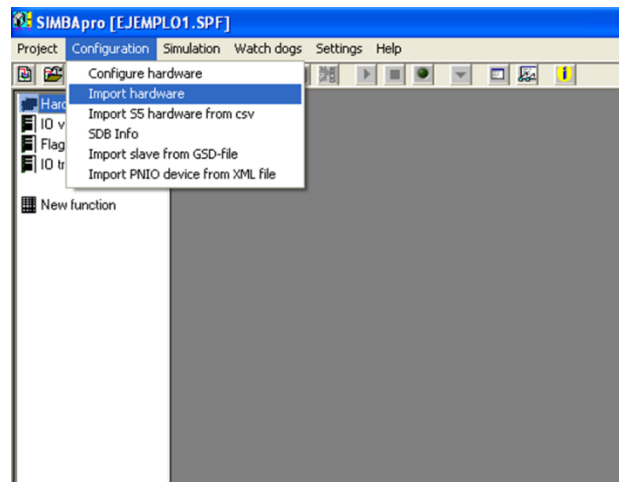
PASO 3: IMPORTAR LA CONFIGURACIÓN DEL HARDWARE DESDE SIMATIC S7

Una forma sencilla de configurar el hardware a emular por la tarjeta es la importación de esa estructura de hardware desde el Administrados SIMATIC.

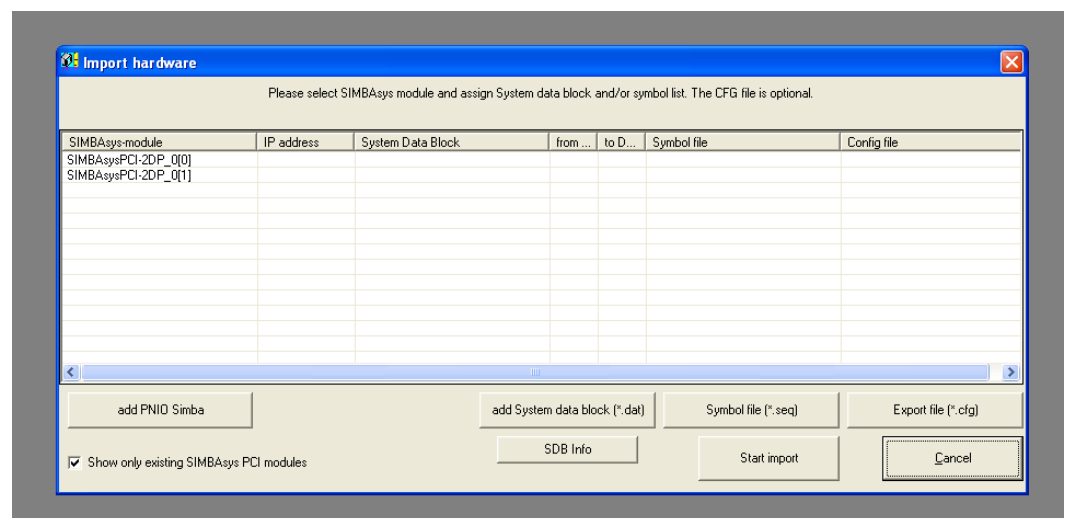
Para ello se deberá realizar la importación de los ficheros de datos (*.dat) desde la configuración de Step 7.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

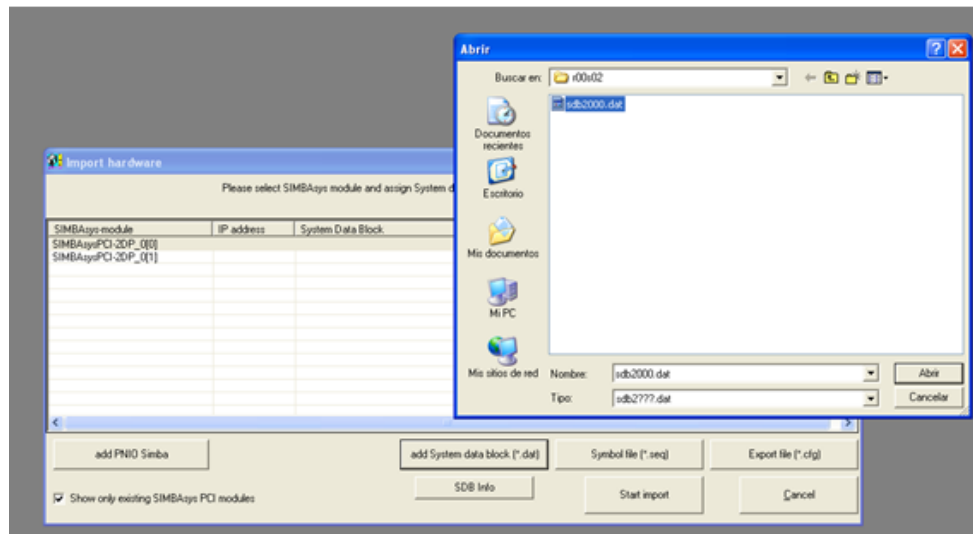
Abrir : Menu : Configuration -> Import Hardware



La tarjeta SIMBA puede ser configurada para utilizar dos redes PROFIBUS independientes, utilizando para ello sendos puertos de comunicación. En el caso que nos ocupa se utilizara únicamente una de esas redes. En la pantalla que aparece a continuación se deberá seleccionar el Puerto de la tarjeta que se ha usado para la conexión con el PLC (eligiendo entre la red Profibus [0] o Profibus [1])

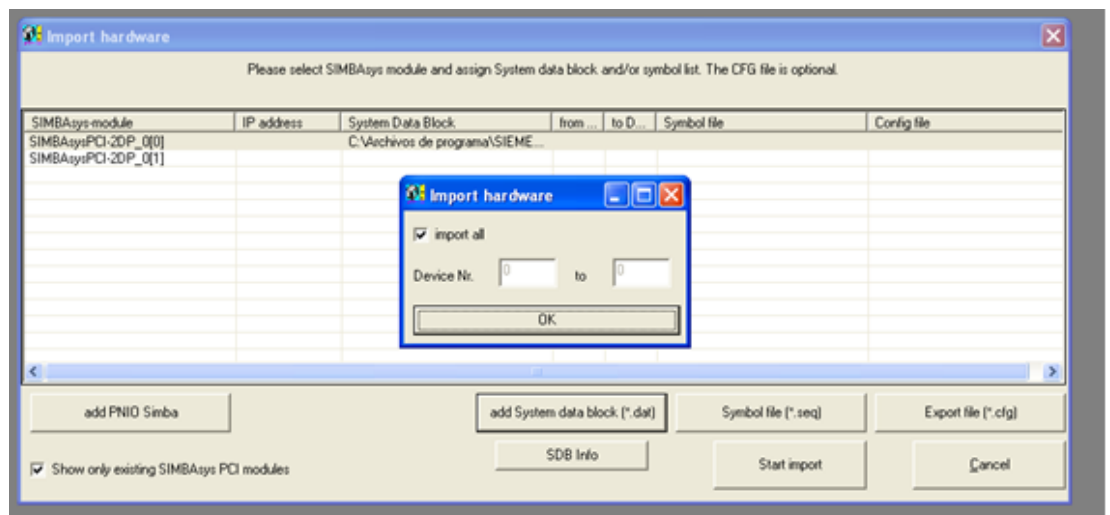


Mediante el Boton “**Add System Data Block**” que aparece en la imagen superior se seleccionara el archivo **.dat** generado por Simatic Step 7 al realizar la compilación de su configuración de hardware.



Este archivo permitirá la importación directa de esa configuración y es guardado por el administrador Simatic en la carpeta siguiente:

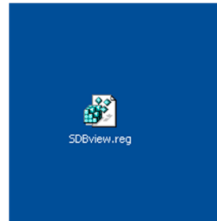
~ \ Program Files \ SIEMENS \ STEP7 \ S7tmp \ SDBDATA \ program \ DOWN \ r00s03



Nota:

Generalmente los archivos de configuración de hardware que genera el Administrador Simatic son temporales y se borran de manera automática con lo que podría darse el caso de que no fuera posible localizar el archivo *.dat.

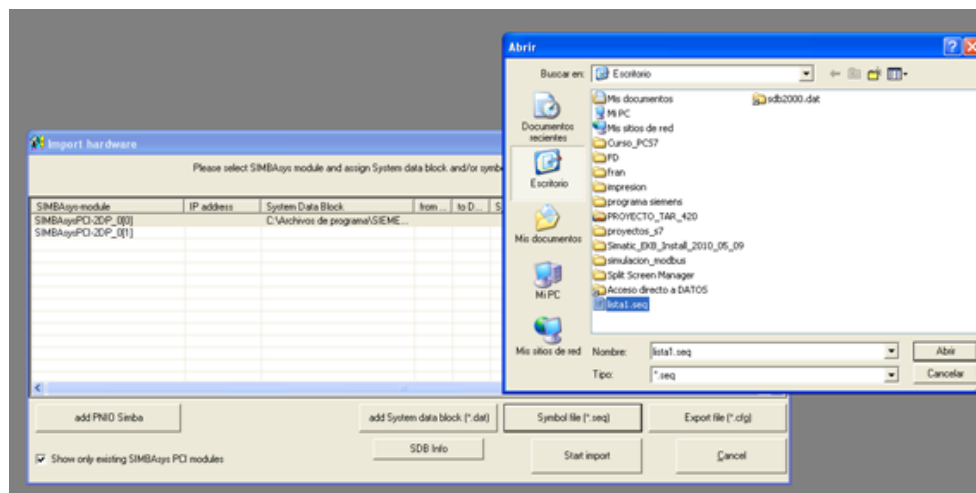
Si se diese esta situación se debe ejecutar una vez el archivo: **SDBview.REG**. Este ejecutable modificara el registro de Windows para evitar que se produzca el borrado del archivo temporal.



PASO 4: IMPORTAR LA TABLA DE SIMBOLOS

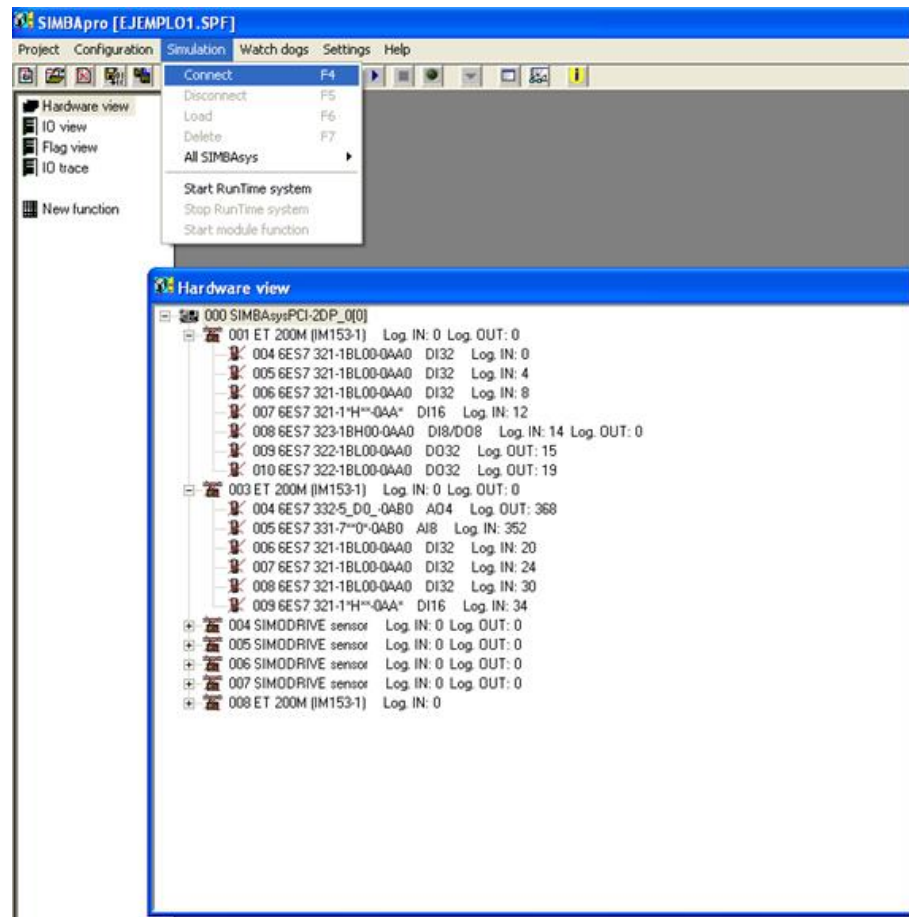
También es posible importar la tabla de símbolos del proyecto en formato ***.seq** que se habrá exportado según lo indicado al hablar del administrador Simatic. (PASO

Esta tabla de símbolos puede ser utilizada para realizar simulaciones directamente con la tarjeta SIMBA. En SIMIT se requiere el formato ***.asc**



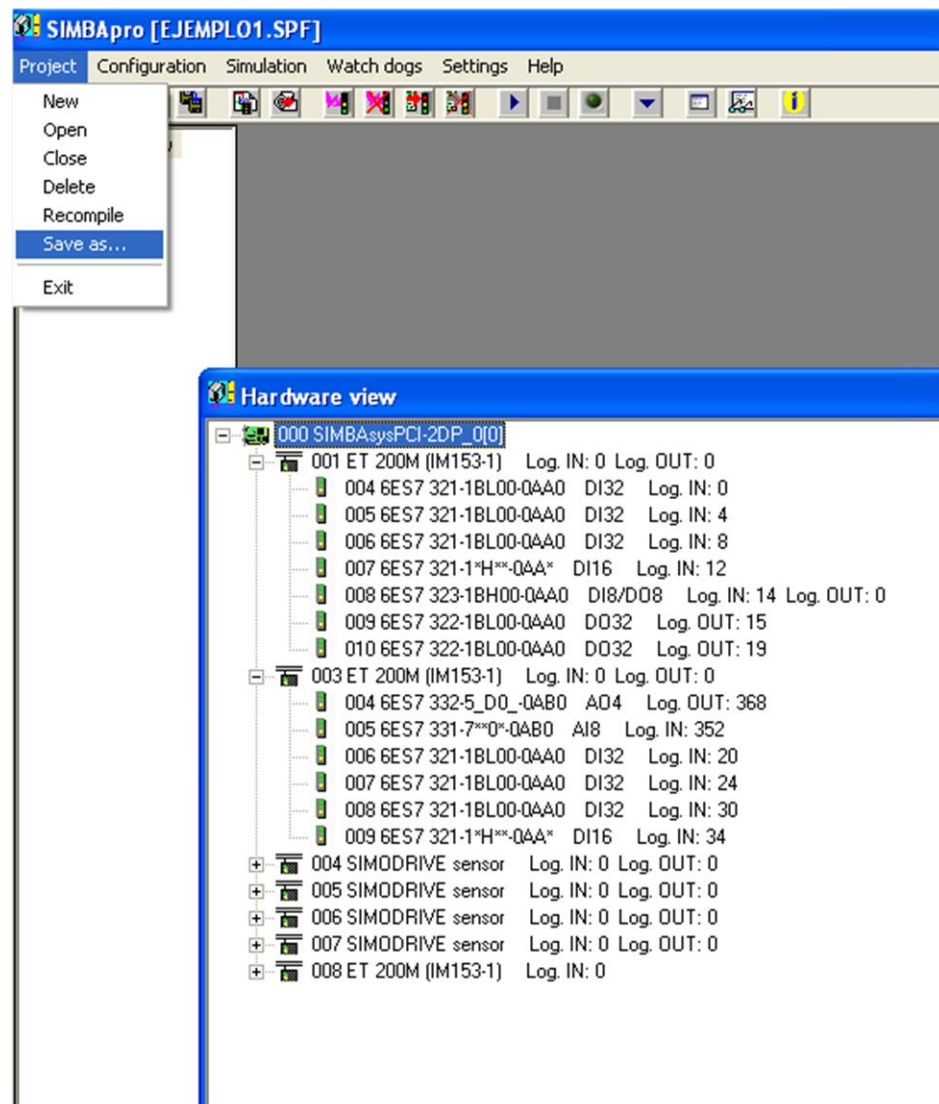
PASO 5: CARGAR LA CONFIGURACIÓN CREADA EN LA TARJETA SIMBA

A continuación se debe realizar la conexión con la tarjeta de la configuración cargada.



Si todo se ha realizado correctamente los elementos de la red PROFIBUS (remotas, módulos de salida...) se marcarán en color verde

PASO 6: GUARDAR LOS CAMBIOS



ETAPA 6: CONFIGURACIÓN DE SIMIT

Objetivo:

Al llegar a este paso ya se habrán completado la configuración del PLC a prueba y se habrá establecido la comunicación entre este y la tarjeta SIMBA.

En este paso se creara un nuevo proyecto de SIMIT y se le configurara par permitir simular el comportamiento de la máquina, enviando el correspondiente flujo de señales a la tarjeta SIMBA y, desde ella, al PLC sujeto a prueba.

Procedimiento:

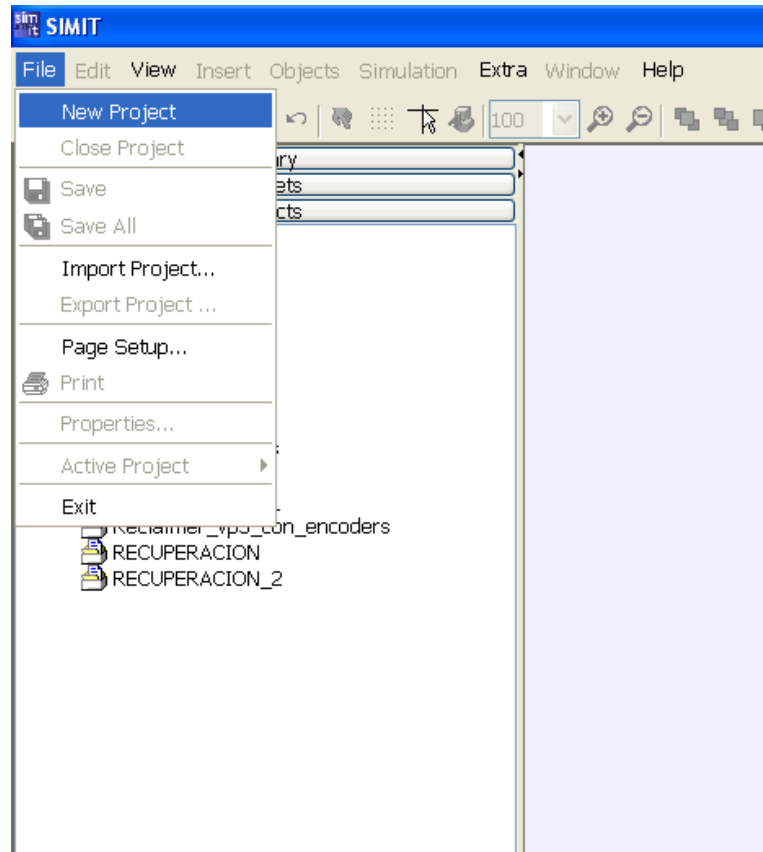
Se seguirán los siguientes pasos:

1. Creación de un nuevo proyecto en SIMIT.
2. Cargado de los diagramas lógicos a utilizar.
3. Cargado de las ventanas de operación a utilizar.
4. Copiado de la gateway EXCEL a utilizar.
5. Creación de una nueva gateway PROFIBUS
6. Importación de la tabla de símbolos
7. Guardado de los cambios.
8. Colocación en los diagramas lógicos de las señales procedentes de las Gateways.
9. Configuración de parámetros
10. Adaptación de las pantallas de operador
11. Compilado.
12. Inicio, pausado y cierre de la simulación.

A continuación se explica cada uno de ellos.

PASO 1: CREACIÓN DE UN NUEVO PROYECTO EN SIMIT

Se crea un nuevo proyecto vacío para el trabajo.



PASO 2: CARGADO DE LOS DIAGRAMAS LÓGICOS A UTILIZAR

En este paso se copia la carpeta Diagramas del proyecto modelo al proyecto de trabajo que hemos creado.

Una vez creada la carpeta el usuario podrá si lo desea eliminar aquellos diagramas que no vaya a utilizar.

Para la realización de la copia se pueden utilizar los comandos habituales de copiar y pegar.

PASO 3: CARGADO DE LAS VENTANAS DE OPERACIÓN A UTILIZAR

La misma operación de copiado que se realizó en el paso anterior con la carpeta diagramas se realiza ahora con la carpeta ventanas de operación. Nuevamente el usuario puede eliminar aquellas ventanas de operación que no vaya a utilizar.

Recuérdese que existe una ventana de operación asociada a cada diagrama

PASO 4: COPIADO DE LA GATEWAY EXCEL A UTILIZAR

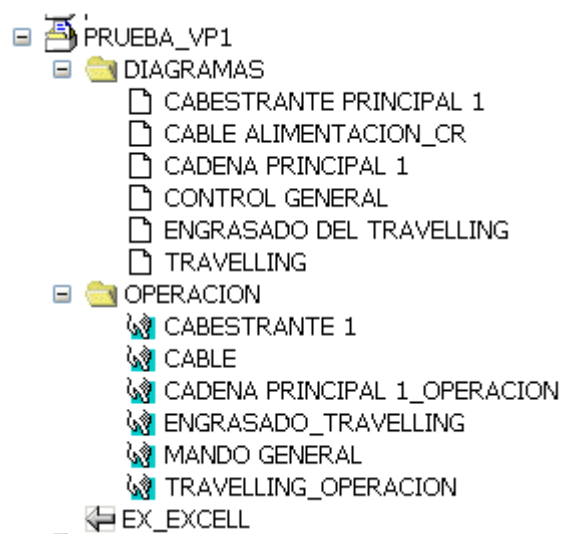
La Gateway EXCELL debe ser copiada de la carpeta raíz del proyecto MODELO a la carpeta raíz del proyecto de TRABAJO.

Esta Gateway se encarga de gestionar las señales que operan en las Ventanas de Operación copiadas en el paso 3. Por ello no debe ser modificada para permitir el correcto funcionamiento de las Ventanas de operación.

Si el usuario desea añadir nuevas señales en los diagramas asociadas a la Gateway de excell debe tener en cuenta que el nombre se esas nuevas señales deberá comenzar por EX_ conforme a la configuración que se muestra a continuación.

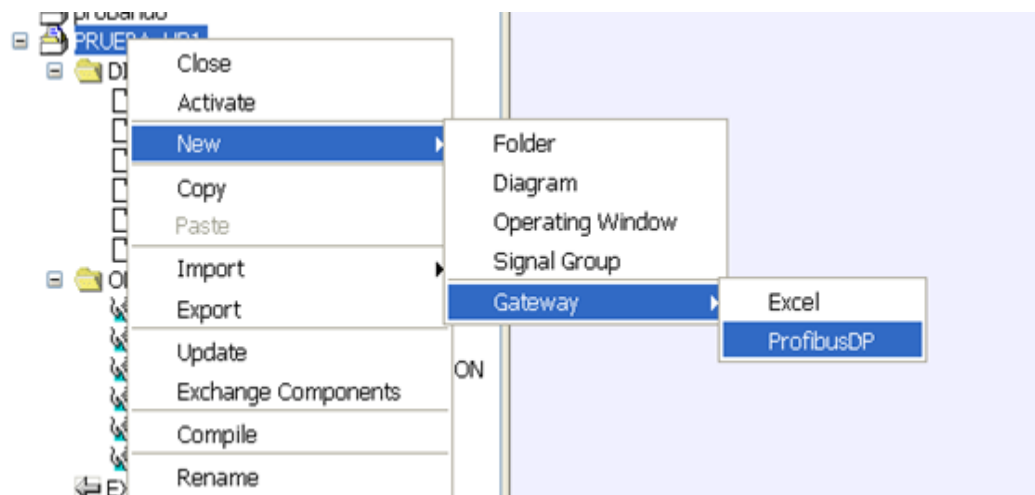
El usuario puede crear nuevas Gateway Excel si así lo deseara.

El aspecto que tendrá la carpeta del proyecto en este momento se muestra en la figura siguiente.



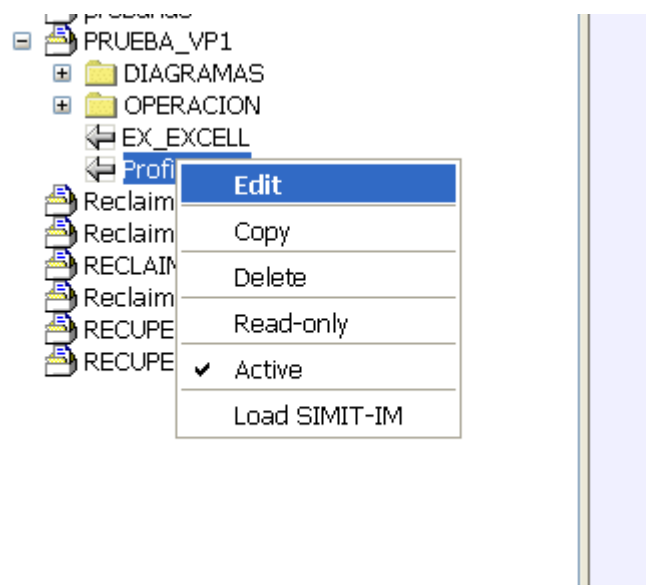
PASO 5: CREACIÓN DE UNA NUEVA GATEWAY PROFIBUS

Para ello se pinchara sobre el proyecto con el botón derecho del ratón y se seguirá el camino indicado en la figura.

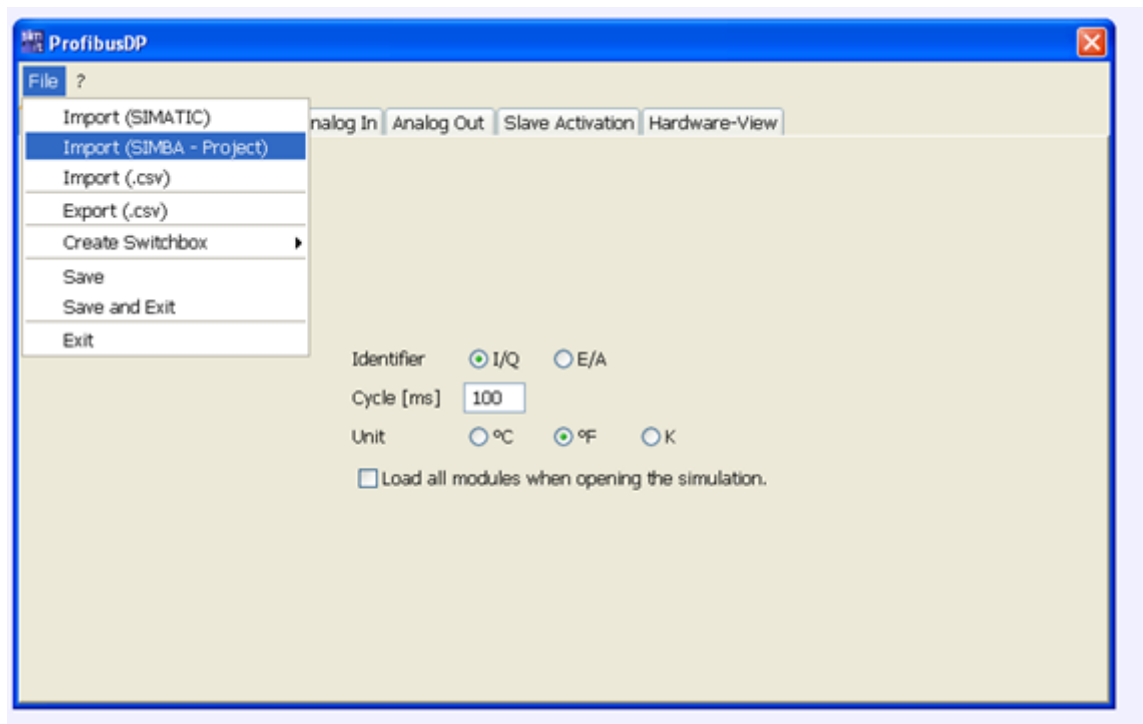


1. IMPORTACIÓN DEL PROYECTO DE SIMBA EN LA GATEWAY PROFIBUS

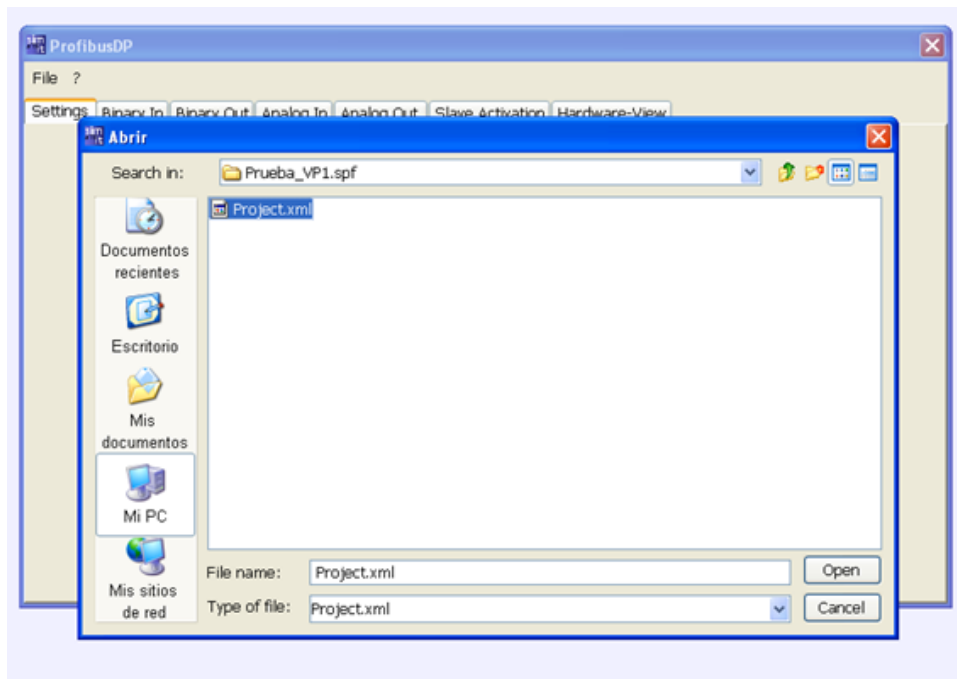
Una vez creada la nueva Gateway se procederá a editarla:



En la ventana que se abrirá, desde la opción File del menú principal se procede a importar el proyecto de la tarjeta SIMBA creado en pasos anteriores

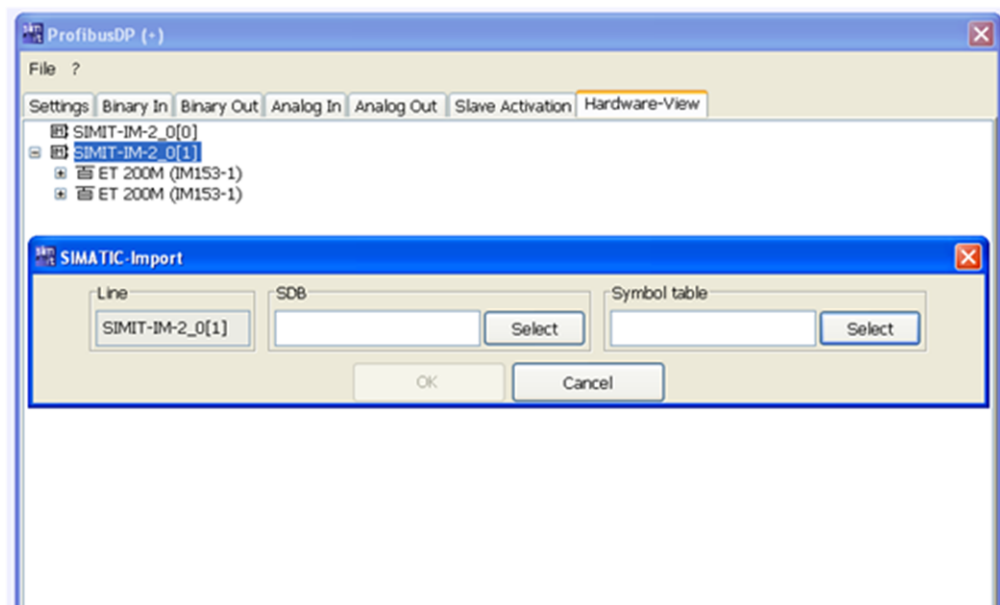


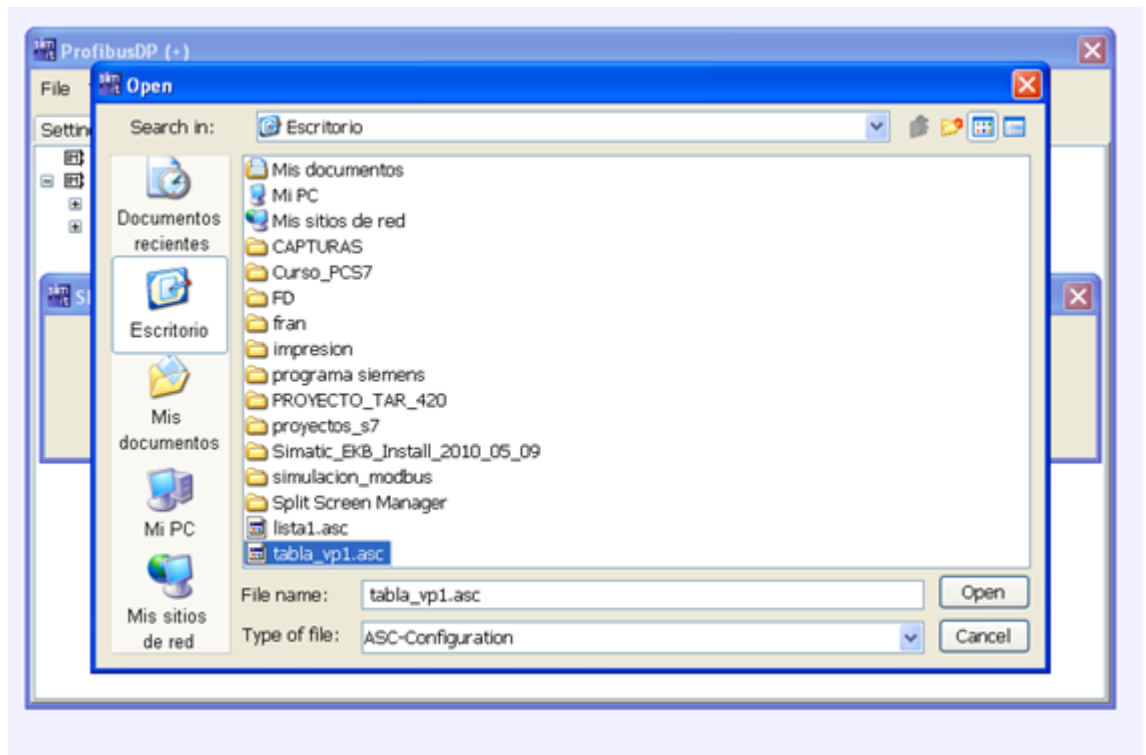
Este Proyecto tendrá como extensión *.xml



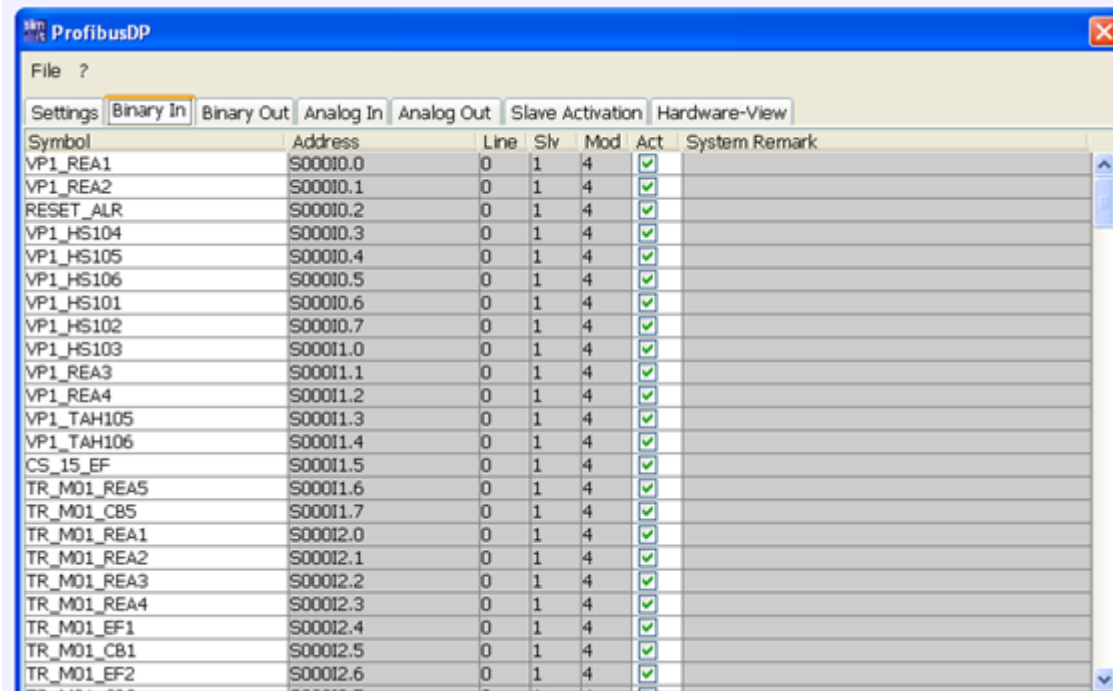
PASO 6: IMPORTACIÓN DE LA TABLA DE SÍMBOLOS

Para poder trabajar con la tabla de símbolos de Simatic S/ será necesario importar el archivo *.asc que se generó en pasos anteriores mediante la exportación en Simatic S7





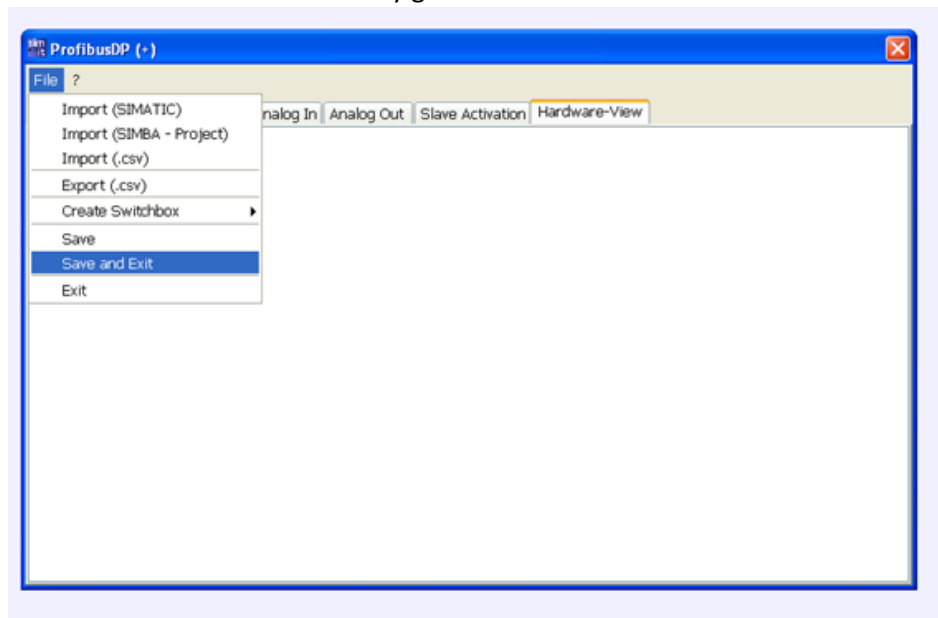
Una vez realizada dicha importación en la Gateway PROFIBUS las señales aparecerán identificadas conforme a esa tabla de símbolos.



Symbol	Address	Line	Slv	Mod	Act	System Remark
VP1_REA1	S00010.0	0	1	4	✓	
VP1_REA2	S00010.1	0	1	4	✓	
RESET_ALR	S00010.2	0	1	4	✓	
VP1_HS104	S00010.3	0	1	4	✓	
VP1_HS105	S00010.4	0	1	4	✓	
VP1_HS106	S00010.5	0	1	4	✓	
VP1_HS101	S00010.6	0	1	4	✓	
VP1_HS102	S00010.7	0	1	4	✓	
VP1_HS103	S00011.0	0	1	4	✓	
VP1_REA3	S00011.1	0	1	4	✓	
VP1_REA4	S00011.2	0	1	4	✓	
VP1_TAH105	S00011.3	0	1	4	✓	
VP1_TAH106	S00011.4	0	1	4	✓	
CS_15_EF	S00011.5	0	1	4	✓	
TR_M01_REA5	S00011.6	0	1	4	✓	
TR_M01_CB5	S00011.7	0	1	4	✓	
TR_M01_REA1	S00012.0	0	1	4	✓	
TR_M01_REA2	S00012.1	0	1	4	✓	
TR_M01_REA3	S00012.2	0	1	4	✓	
TR_M01_REA4	S00012.3	0	1	4	✓	
TR_M01_EF1	S00012.4	0	1	4	✓	
TR_M01_CB1	S00012.5	0	1	4	✓	
TR_M01_EF2	S00012.6	0	1	4	✓	

PASO 7: GUARDADO DE LOS CAMBIOS

Se cierra la edición de la Gateway guardando los cambios



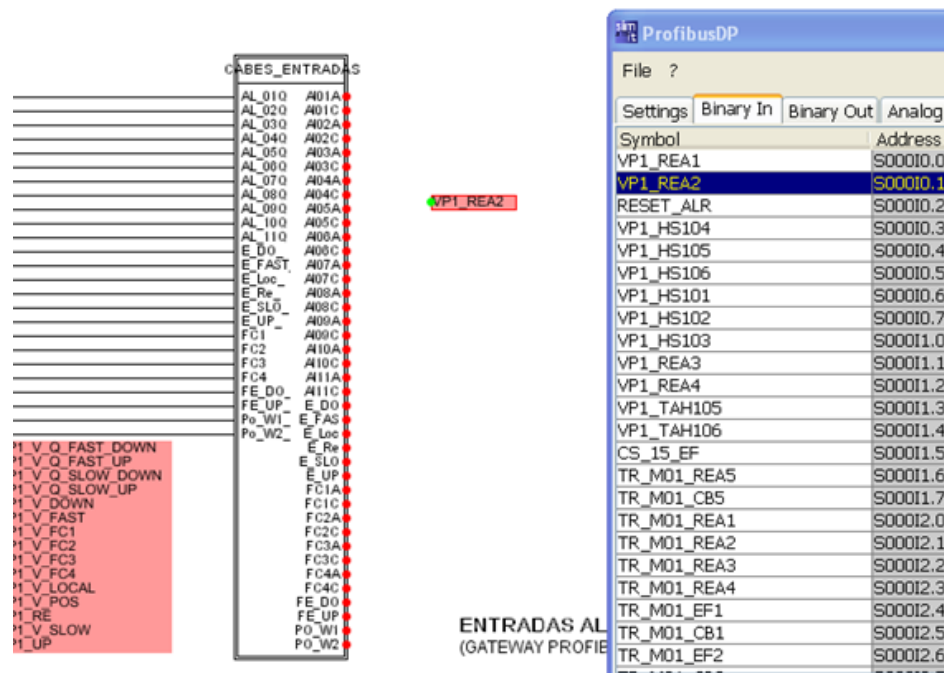
PASO 8: COLOCACIÓN EN LOS DIAGRAMAS LÓGICOS DE LAS SEÑALES PROCEDENTES DE LA GATEWAY

En este paso se realizaran las conexiones de las señales provenientes del PLC en los diagramas.

Esas señales llegan a través de la Gateway Profibus que se ha terminado de configurar y para añadirlas a los diagramas se realizaran los siguientes pasos en cada uno de ellos:

1. Se abre la Gateway Profibus
2. Se abre el diagrama lógico correspondiente
3. Se arrastran las señales que proceda desde la Gateway Profibus al Diagrama Lógico.
4. Se realiza la conexión entre los módulos de entradas al PLC y salidas del PLC situados en el diagrama y las señales.

Téngase en cuenta que las patillas de salida de las macros correspondientes a las alarmas y los finales de carrera admiten dos conexiones diferentes: Normalmente cerrado y Normalmente abierto. El usuario deberá elegir la patilla adecuada en función de cómo sea considerada la señal en el programa del PLC a probar.



The image shows a software interface for configuring a Profibus DP gateway. On the left, a terminal block labeled 'CABES_ENTRADAS' lists various input signals with their addresses. A red box highlights a group of signals including 'M_V_Q_FAST_DOWN', 'M_V_Q_FAST_UP', 'M_V_Q_SLOW_DOWN', 'M_V_Q_SLOW_UP', 'M_V_DOWN', 'M_V_FAST', 'M_V_FC1', 'M_V_FC2', 'M_V_FC3', 'M_V_FC4', 'M_V_LOCAL', 'M_V_POS', 'M_RE', 'M_V_SLOW', and 'M_UP'. A red box also highlights a group of signals in the terminal block including 'AL_010', 'AL_020', 'AL_030', 'AL_040', 'AL_050', 'AL_060', 'AL_070', 'AL_080', 'AL_090', 'AL_100', 'AL_110', 'E_D0', 'E_FAST', 'E_Loc', 'E_Re', 'E_SL0', 'E_UP', 'FC1', 'FC2', 'FC3', 'FC4', 'FE_D0', 'FE_UP', 'Po_W1', and 'Po_W2'. A red box labeled 'VP1_REA2' is positioned between the terminal block and the settings window. On the right, a window titled 'ProfibusDP' shows a table of settings. The 'Binary In' tab is selected, and the table lists symbols and their addresses. A red box highlights the entry 'VP1_REA2' with address 'S00010.1'. Below the table, the text 'ENTRADAS AL (GATEWAY PROFIBUS)' is visible.

Symbol	Address
VP1_REA1	S00010.0
VP1_REA2	S00010.1
RESET_ALR	S00010.2
VP1_HS104	S00010.3
VP1_HS105	S00010.4
VP1_HS106	S00010.5
VP1_HS101	S00010.6
VP1_HS102	S00010.7
VP1_HS103	S00011.0
VP1_REA3	S00011.1
VP1_REA4	S00011.2
VP1_TAH105	S00011.3
VP1_TAH106	S00011.4
CS_15_EF	S00011.5
TR_M01_REA5	S00011.6
TR_M01_CB5	S00011.7
TR_M01_REA1	S00012.0
TR_M01_REA2	S00012.1
TR_M01_REA3	S00012.2
TR_M01_REA4	S00012.3
TR_M01_EF1	S00012.4
TR_M01_CB1	S00012.5
TR_M01_EF2	S00012.6

PASO 9: CONFIGURACIÓN DE PARÁMETROS

En este punto de la configuración el usuario ya podría iniciar la simulación. Sin embargo en varios de los diagramas, entre las entradas, existen una serie de parámetros que pueden ser configurados por el usuario si desea variar sus valores por defecto.

PASO 10: ADAPTACIÓN DE LAS PANTALLAS DE OPERADOR

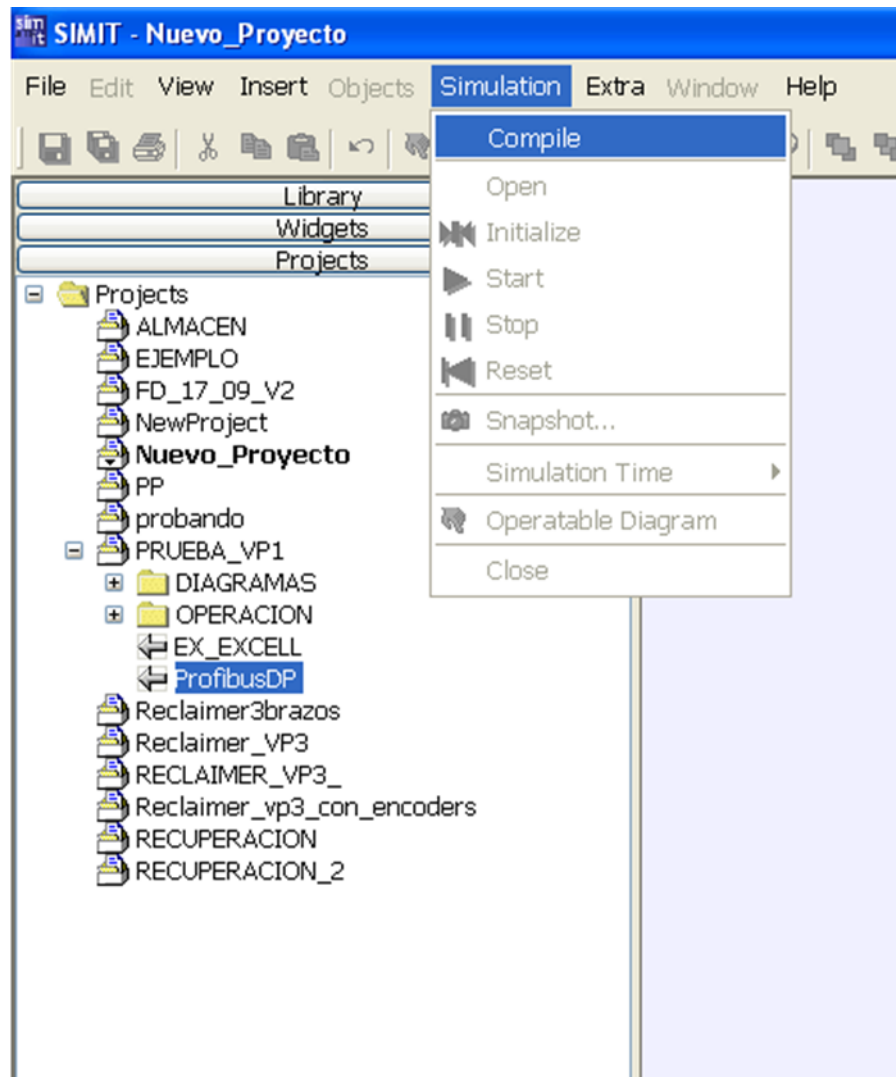
En las pantallas de operación existe una preasignación de alarmas y finales de carrera, es decir, cada una de las señales de alarmas aparece identificada conforme a una señal determinada que se propone por defecto.

Si a la hora de realizar la conexión de las señales PROFIBUS en los diagramas lógicos el usuario hubiese optado por no seguir el orden propuesto puede ahora modificar la identificación de los botones para que se adapten a los cambios que haya realizado. Para ello simplemente debe editar los textos correspondientes a la identificación de los botones de la pantalla de operación. Esta tarea se realiza fácilmente siguiendo los siguientes pasos:

1. Abrir la ventana de operación a modificar
2. Activar el botón
3. Seleccionar el texto a modificar con el ratón
4. Botón derecho> Propiedades
5. Modifique el texto
6. Pulse aplicar

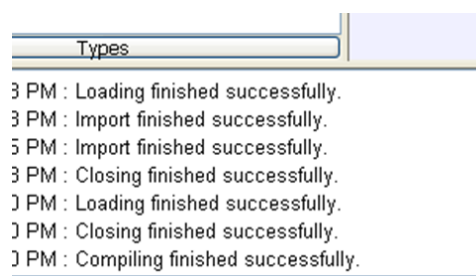
PASO 11: COMPILADO

Una vez realizada las tareas anteriores el sistema estaría listo para ser compilado. Esto se realiza en el menú "Simulation" Véase la figura siguiente:



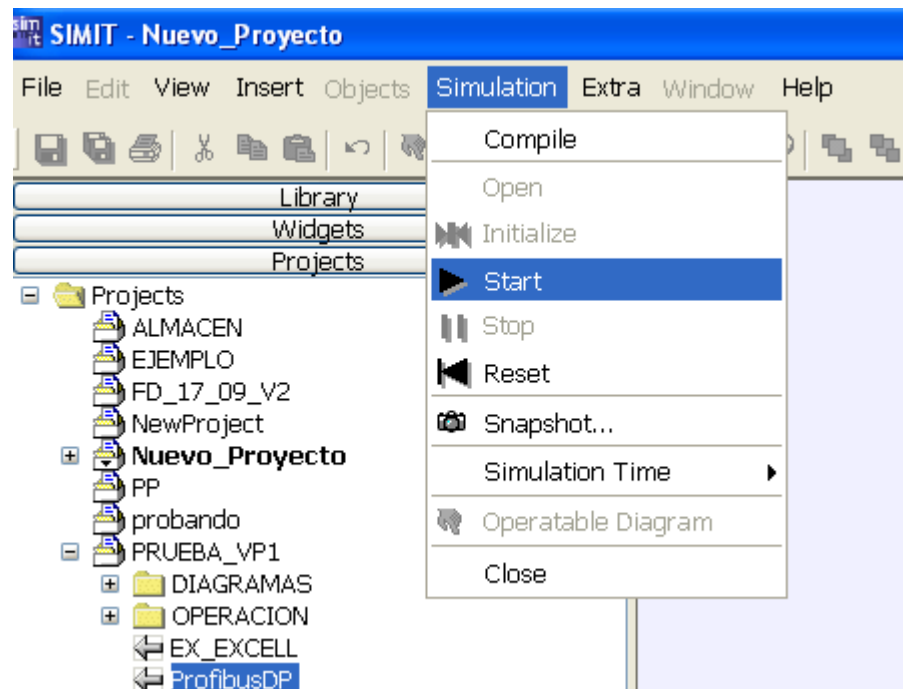
Si hubiera algún problema durante la compilación aparecería el mensaje correspondiente en la ventana de notificaciones en la parte inferior de la ventana de SIMIT.

Si la compilación se realiza correctamente aparecería el mensaje que se ve en la figura siguiente.



PASO 12: INICIO, PAUSADO Y CIERRE DE LA SIMULACIÓN:

Una vez se ha realizado la compilación el operador puede dar la orden de **inicio de la simulación**:



A partir de ese momento el usuario puede controlar la simulación mediante las diferentes **ventanas de operación**. Un ejemplo del funcionamiento de las ventanas de operación se explica en el apartado 8.3 para el caso del Reclaimer VP3

Si el usuario desea **detener la simulación** debe acudir al Botón "Stop" del menú anterior.

Para el cierre de la simulación se utilizaría el botón "Close"

10 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS VENTANAS DE OPERACIÓN

Una vez se hayan completado los pasos anteriores e iniciado la simulación se estará en condiciones de abrir las pantallas de operación correspondientes a cada uno de los bloques.

Mediante estas pantallas se podrán controlar y visualizar los principales parámetros de la máquina.

Se vuelven a recordar los siguientes puntos:

- Cada uno de los diagramas lógicos tiene su ventana de operación asociada.
- Las ventanas de operación trabajan con señales ya prefijadas en los diagramas y esas señales son las asociadas a la Gateway Excell reconocibles porque su identificación comenzara por el código **EX_**
- El usuario tiene libertad para modificar las ventanas de operación asociando los elementos a esas señales de la Gateway Excell.

La idea es que el control realizado mediante esas ventanas de operación complemente al HMI de la máquina. Este último mostrara el estado de la máquina de la manera que ha diseñado el programador para su funcionamiento normal. Por su parte, el HMI implementado en las ventanas de operación permitirá simular diferentes alarmas o situaciones del equipo virtual que se está probando.

En los puntos siguientes se describen cada una de las pantallas de operador utilizadas en la simulación del Reclaimer VP3 que se está siguiendo como ejemplo en este manual.

Para cada una de las pantallas se mostrara una imagen general de la misma y una explicación de los elementos de operación y visualización que la componen en aquellos casos cuyo funcionamiento no sea evidente.

10.1 VENTANA DE OPERACIÓN DE CONTROL GENERAL

FUNCIONALIDAD

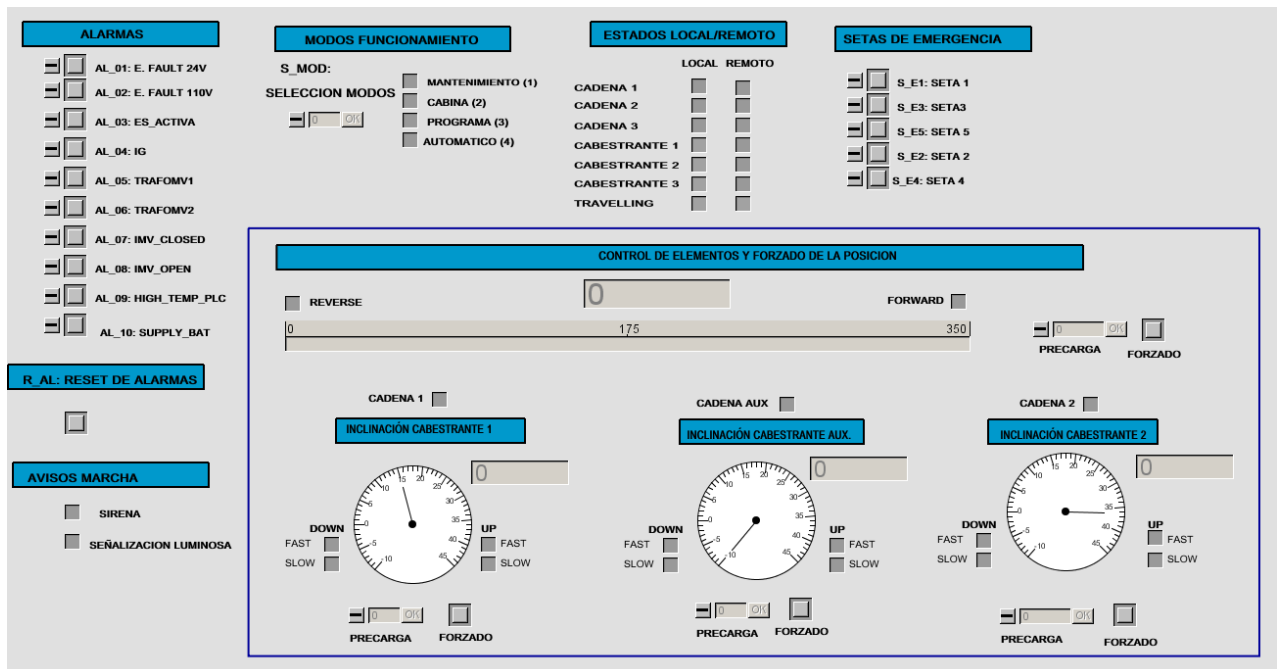
Mediante esta ventana se gestionan las señales de entrada al PLC de uso general, es decir, no adscritas a un elemento en concreto de los que componen la máquina: alarmas generales y selección de modos de funcionamiento general, Reset general de alarmas y avisos generales de marcha.

Se ha aprovechado esta misma pantalla para agrupar en ella los principales elementos que permiten visualizar el estado de la máquina:

- ❖ Posición de los cabestrantes
- ❖ Posición del travelling y motor activo
- ❖ Estado de las cadenas

IMAGEN DE LA VENTANA DE OPERACIÓN

El aspecto general de la ventana de operación se muestra en la figura siguiente.



DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS DE LA VENTANA

La función de cada uno de los elementos que componen la ventana se detalla a continuación:

GESTIÓN DE ALARMAS



Se encarga de la activación de las diferentes alarmas.

Si se ha realizado correctamente la conexión de las señales de entrada al PLC en el diagrama correspondiente (eligiendo la patilla adecuada de conexión en función de si se trata de una señal normalmente abierta o normalmente cerrada) la pulsación del botón será equivalente a simular la activación de la alarma.

Por defecto los botones estarán en verde: alarma no activada

Cuando se active el botón la señalización cambiara a rojo.

R_AL: RESET DE ALARMAS



Pulsador que activa la entrada correspondiente del PLC, reseteando cualquier alarma activa.

AVISOS MARCHA:

Señaliza la activación de las señales acústicas y luminosas indicadoras de que la maquina se ha puesto en marcha

MODOS FUNCIONAMIENTO:

Señaliza el modo de funcionamiento en que se encuentra cada uno de los componentes de la maquina

ESTADOS LOCAL REMOTO:

Permite la selección entre modos local y remoto del componente en cuestión

SETAS DE EMERGENCIA:

Controla la simulación de su activación.

CONTROL DE ELEMENTOS Y FORZADO DE LA POSICIÓN:

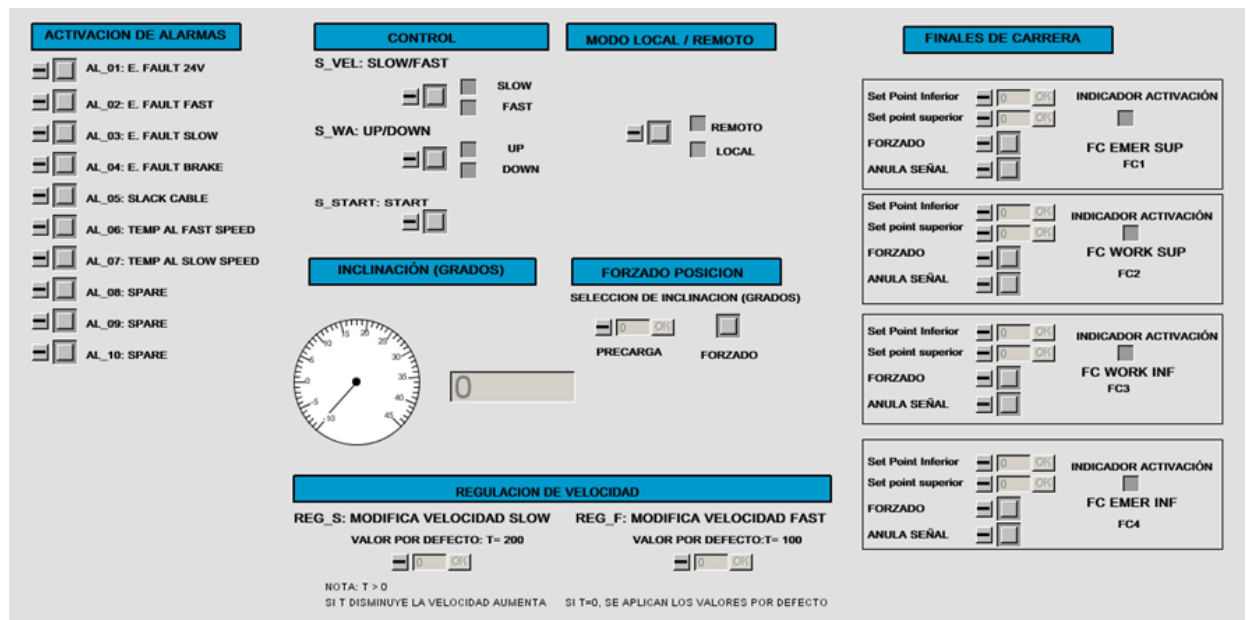
Permite el forzado de la posición del elemento en cuestión de la máquina. Consta de dos elementos: un display con el que cargar y validar el valor deseado y un pulsador de forzado con el que se ejecuta la precarga del valor seleccionado.

10.2 VENTANA DE OPERACIÓN DE CABESTRANTE

FUNCIONALIDAD

Esta ventana de operación es utilizada para la gestión de los cabestrantes. En el caso del Reclaimer VP3· existirán tres cabestrantes por lo que habrá tres ventanas de control similares a la que se va a describir a título de ejemplo.

IMAGEN DE LA VENTANA DE OPERACIÓN



La función de cada elemento de la pantalla de operación se describe a continuación

ELEMENTOS DE CONTROL

ACTIVACIÓN DE ALARMAS:

Si se ha realizado adecuadamente la conexión en el diagrama (ajustándose a si la señal se corresponde a un contacto NA o NC) la activación equivale a simular la existencia de una alarma generándose la correspondiente entrada al PLC.

La señalización del estado del interruptor es la siguiente:

- Color verde cuando no está activado: ausencia de alarma
- Color rojo cuando se activa: se ha forzado la alarma

CONTROL:

S_VEL: SLOW/FAST

Permite la selección entre dos velocidades posibles: Fast y Slow. Se ilumina en verde el indicador correspondiente a la opción seleccionada.

S_WA: UP/DOWN:

Permite la selección entre los dos sentidos posibles: Up y Down. Se ilumina en verde el indicador correspondiente a la opción seleccionada.

S_START: START:

Si esta seleccionado el modo de funcionamiento correcto la activación de este interruptor activa el funcionamiento de la maquina en el sentido indicado en el selector S_WA.

MODO LOCAL / REMOTO:

Permite la selección entre los dos modos posibles. Se ilumina en verde el indicador correspondiente a la opción seleccionada.

INCLINACIÓN:

Se refleja la inclinación en grados del cabestrante en el reloj y en el display.

FORZADO POSICIÓN:

Mediante este elemento, y a fin de agilizar el proceso de simulación, es posible cargar de forma directa una determinada posición en grados del cabestrante. Para ello se ha de preseleccionar un valor en el display denominado "Precarga".

La carga del valor en la lógica de simulación se realizara al activar el botón de "forzado". En ese momento las entradas del PLC correspondientes al valor del encoder del cabestrante tomaran el valor correspondiente al que el encoder tendría en esa posición.

REGULACIÓN DE VELOCIDAD:

REG_S: MODIFICA VELOCIDAD SLOW:

Se carga en la simulación una constante de tiempo T que modifica la velocidad Slow. Si el usuario no hace ninguna selección T toma el valor de 200 porque así se ha parametrizado en la lógica de control.

El usuario puede, por tanto, modificar la velocidad cambiando ese parámetro en el diagrama lógico correspondiente a la simulación o, si prefiere realizar la modificación con la simulación en funcionamiento, modificar este parámetro desde este selector.

REG_F: MODIFICA VELOCIDAD FAST:

Regulación de la velocidad Fast similar a la explicada en el punto anterior para la velocidad Slow

FINALES DE CARRERA:

Mediante estos mandos se pueden controlar las señales binarias correspondientes a los cuatro finales de carrera del cabestrante: final de carrera de trabajo superior, de trabajo inferior, emergencia superior y emergencia inferior.

El funcionamiento de los controles es similar en todos los casos por lo que se explica solamente uno de ellos.

Set Point inferior: Parametriza el punto en grados que limita por abajo el intervalo en que el que el final de carrera se activara

Set Point Superior: hace lo mismo que en el caso anterior pero con el límite superior en grados del intervalo de operación.

Si no se parametrizan esos valores el final de carrera no se activara nunca a no ser que se active la señal de forzado.

Anula señal: Inhibe la activación del final de carrera aun cuando el cabestrante se encuentre dentro del intervalo de activación

Forzado señal: fuerza la activación del final de carrera en cualquier momento. Esta señal es prioritaria sobre la de anulación.

Recuérdese que el correcto funcionamiento de los controles anteriores está supeditado a que las señales correspondientes a los finales de carrera hayan sido correctamente conexionadas en los diagramas en función de si entregan señales Normalmente abiertas o Normalmente cerradas

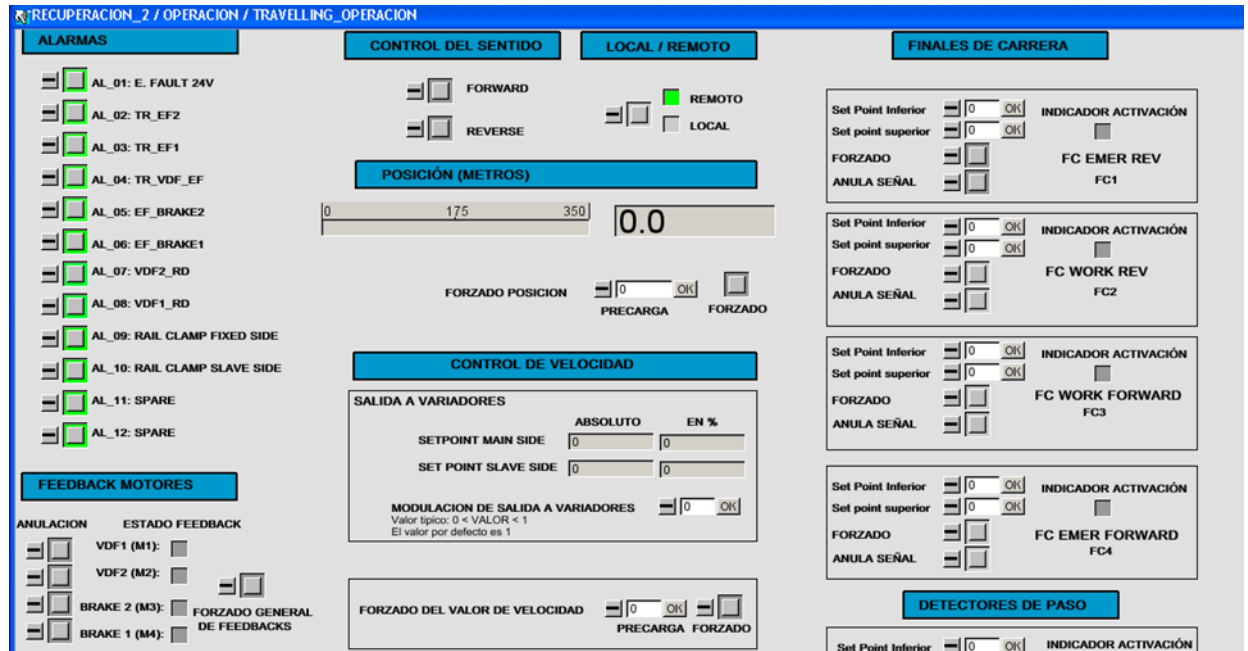
10.3 VENTANA DE OPERACIÓN DEL TRAVELLING

FUNCIONALIDAD

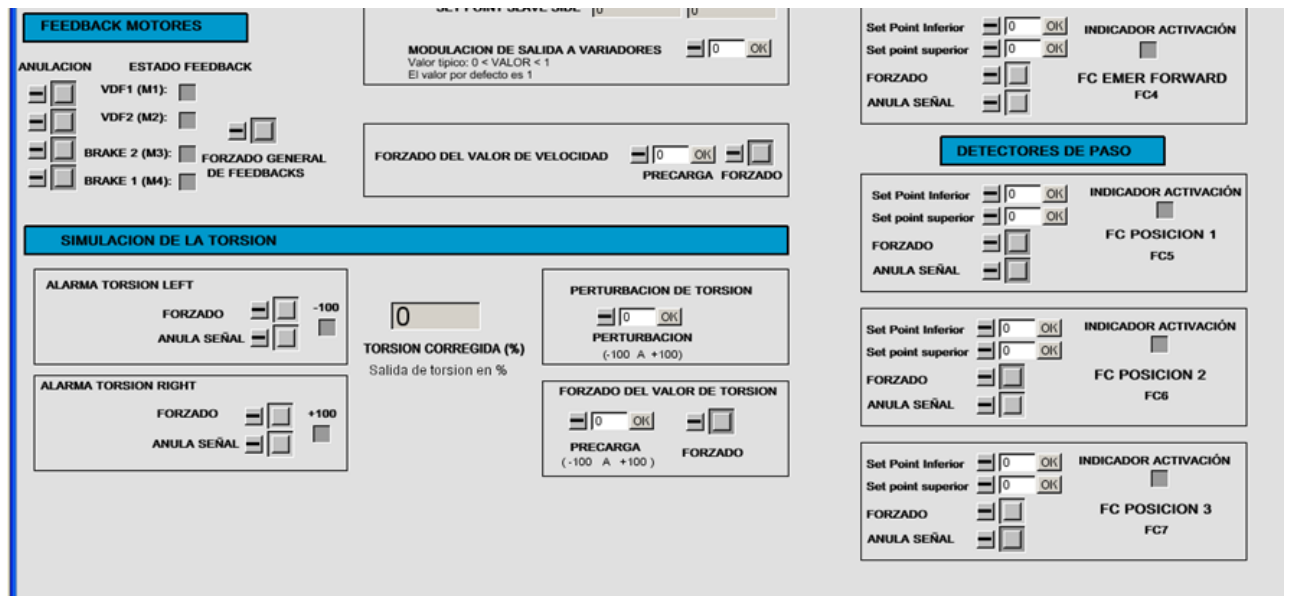
Esta ventana de operación es utilizada para la gestión del Travelling.

IMAGEN DE LA VENTANA DE OPERACIÓN

Debido a sus dimensiones, y por motivos de claridad, esta ventana se representa en dos figuras diferentes:



Parte superior de la ventana de operación del travelling (1 de 2)



Parte inferior de la ventana de operación del travelling (2 de 2)

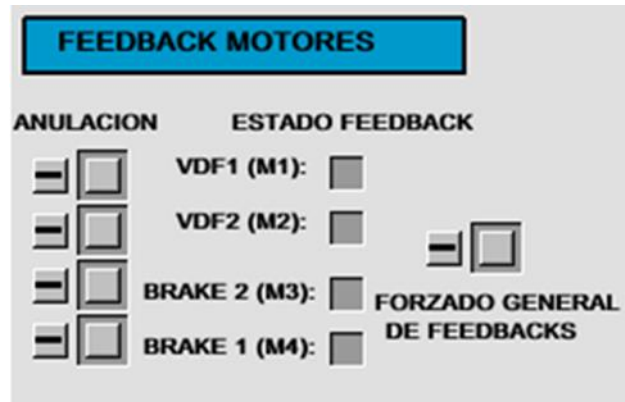
ELEMENTOS DE CONTROL

Las funciones de muchos de los elementos que aparecen en la ventana son idénticas a las ya explicadas para el caso del Cabestrante en el apartado 8.3.1 de este manual. Esos elementos serían:

1. Activación de alarmas
2. Control de sentido
3. Local remoto
4. Posición y forzado de posición
5. Finales de carrera
6. Detectores de paso (que tienen un funcionamiento idéntico a los finales de carrera)

Se pasa a explicar el resto de componentes de la ventana por ser algo diferentes en cuanto a su funcionamiento

FEEDBACKS DE MOTORES:



Se encarga de controlar las señales que llegan al sistema a prueba relativa al feedback de puesta en marcha de los motores.

Estas señales se activan por defecto de forma automática ante una orden de marcha lo que sería equivalente a que al PLC llegaran cuatro señales indicadoras del correcto arranque de los motores.

Para cada motor existe un botón de anulado de señal que se puede utilizar para simular un fallo en el arranque de ese motor (ausencia de feedback).

Se ha colocado una señal de forzado general que es prioritaria sobre las de anulación y que provoca la activación de todos los feedbacks.

Cada uno de los motores dispone de un indicador que indica si se está generando o no la señal de feedback:

- ❖ Indicador en verde: existe feedback
- ❖ Indicador apagado: no existe feedback

CONTROL DE LA VELOCIDAD:

CONTROL DE VELOCIDAD

SALIDA A VARIADORES

	ABSOLUTO	EN %
SETPOINT MAIN SIDE	<input style="width: 80%;" type="text" value="0"/>	<input style="width: 80%;" type="text" value="0"/>
SET POINT SLAVE SIDE	<input style="width: 80%;" type="text" value="0"/>	<input style="width: 80%;" type="text" value="0"/>

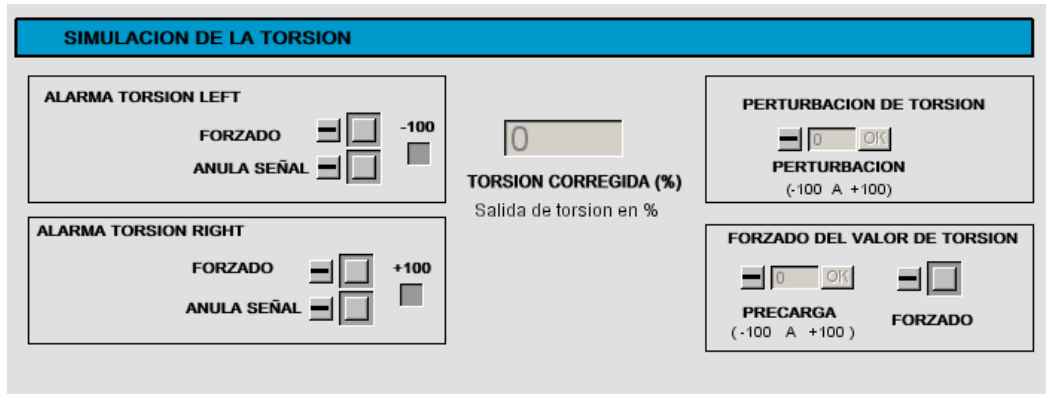
MODULACION DE SALIDA A VARIADORES
Valor tipico: $0 < \text{VALOR} < 1$
El valor por defecto es 1

FORZADO DEL VALOR DE VELOCIDAD

Permite modificar las señales asociadas al control de velocidad del desplazamiento del Reclaimer, permitiendo:

- Leer la consigna de velocidad que el PLC está enviando a los variadores asociados a los motores de cada apoyo. Esa lectura se proporciona en valor absoluto y en tanto por ciento sobre la velocidad máxima.
- Modulación de velocidad: multiplica por un coeficiente seleccionado por el usuario el valor de consigna de los variadores con el fin de acelerar el desplazamiento y agilizar la simulación.
- Forzado de un determinado valor de velocidad.

SIMULACIÓN DE LA TORSIÓN:



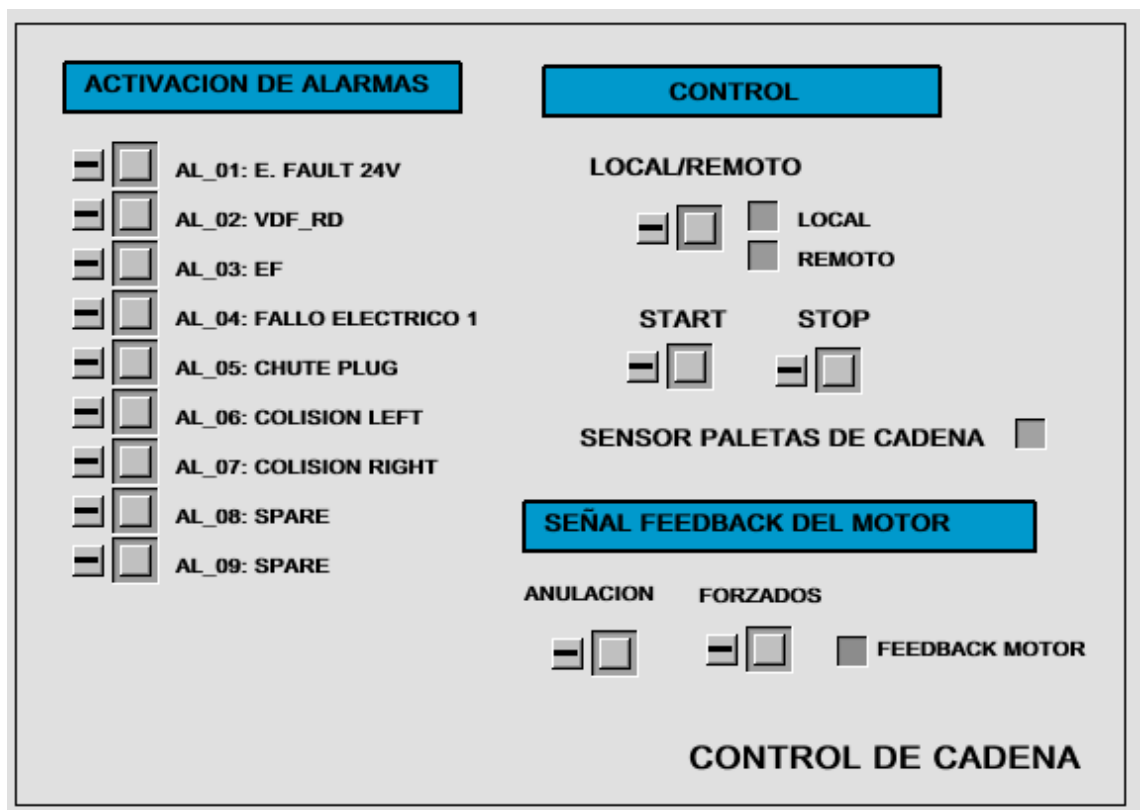
Controla las señales asociadas a la simulación del desalineamiento (o torsión) entre los dos apoyos del Reclaimer, permitiendo.

- Forzar y anular las alarmas de torsión derecha e izquierda.
- Observar la lectura de torsión en %
- Introducir una perturbación de torsión.
- Forzar un determinado valor de torsión, permitiendo una precarga previa de un valor y no aplicando los cambios hasta que se pulsa el botón de forzado

10.4 VENTANA DE OPERACIÓN DE CADENA Y ENGRASADO DE CADENA

Estos dos controles, operación de cadena y engrasado, afectan a una misma cadena y, por ello, se han diseñado dentro una única ventana de operación. Su aspecto es el siguiente.

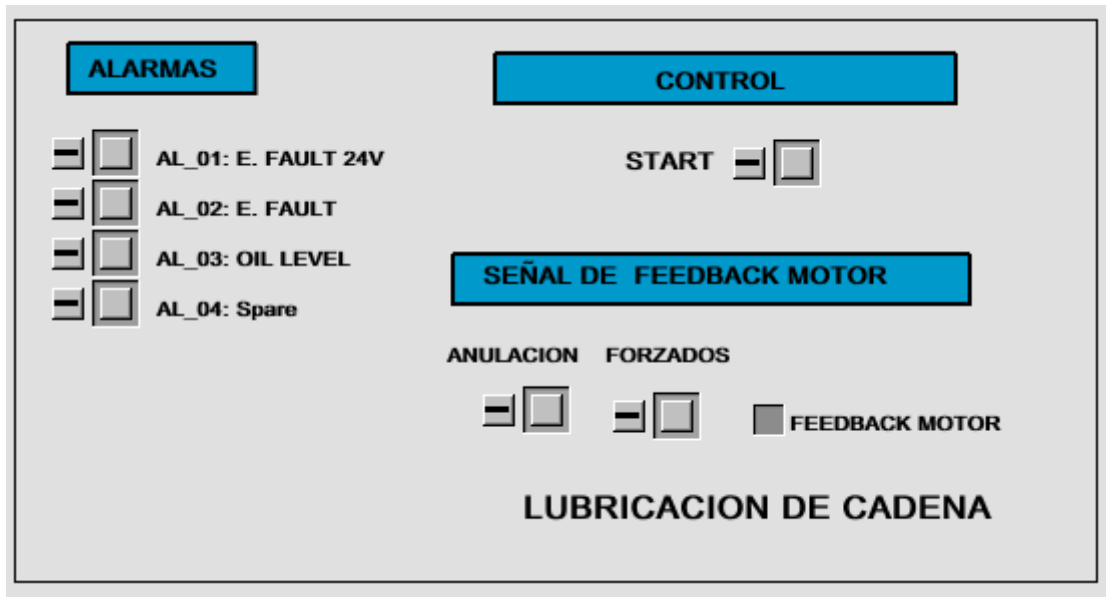
No se van a hacer demasiados comentarios relativos a estas pantallas por ser muy sencillas y similares en su funcionamiento a las ya descritas.



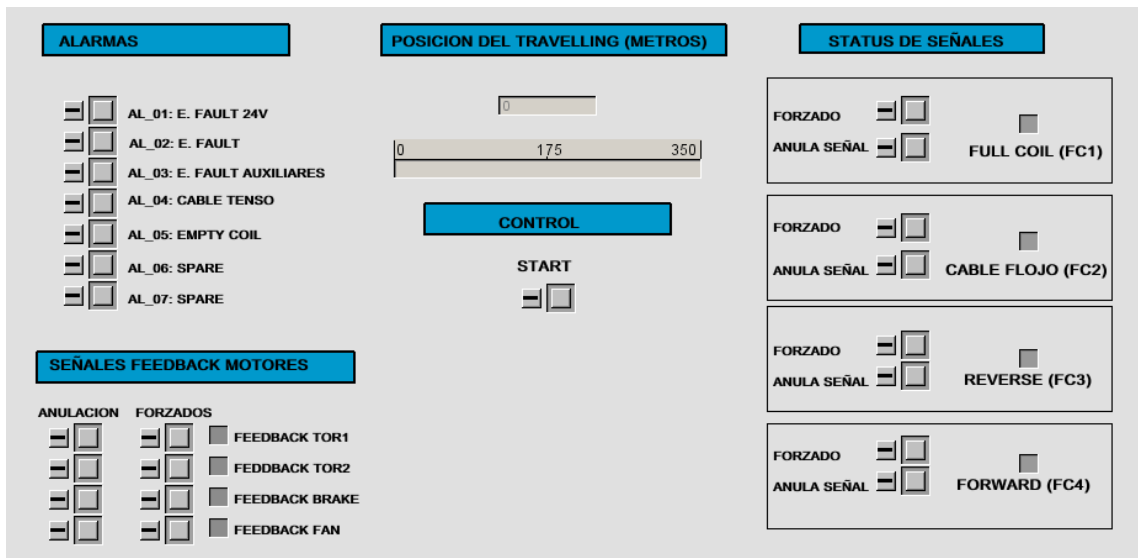
El Sensor de Paletas de Cadena es un indicador que se corresponde con un sensor inductivo que se activa con el paso de cada pala de la cadena.

La señal de Feedback del motor dispone de los elementos habituales de forzado y anulación de la señal siendo el forzado prioritario sobre la anulación.

La pantalla de “lubricación de cadena” es muy similar a la anterior:



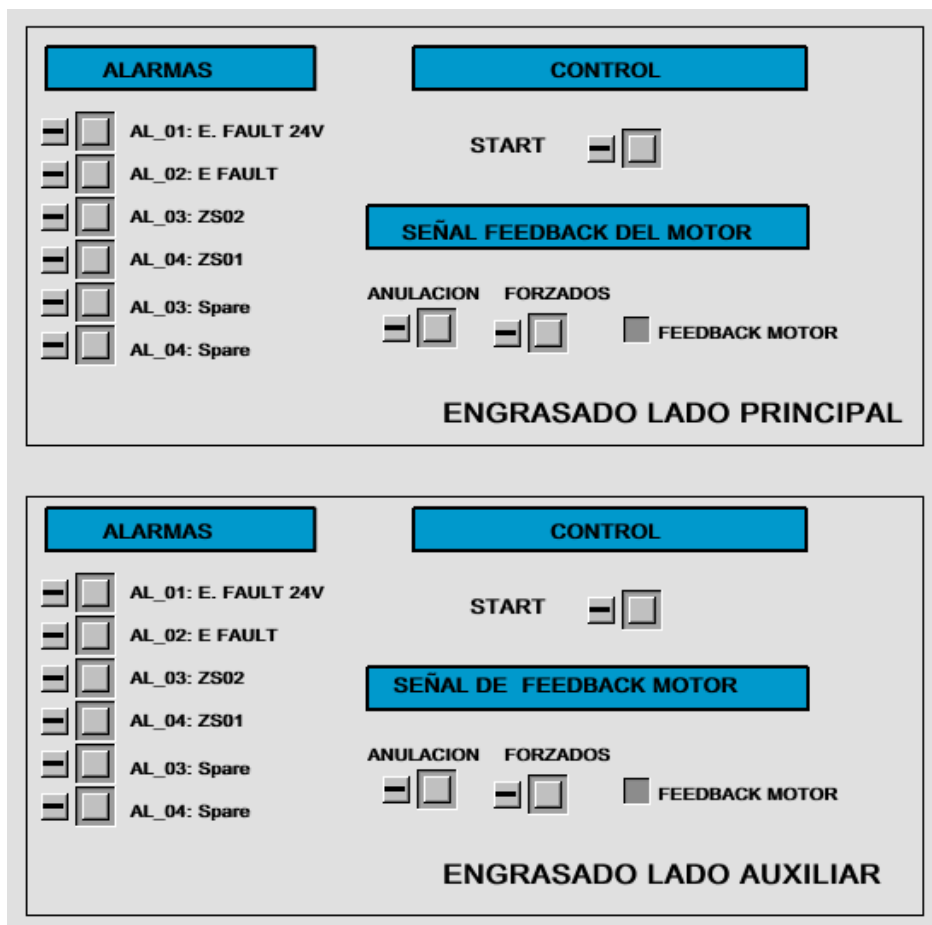
10.5 VENTANA DE OPERACIÓN DE CONTROL DEL CABLE DE ALIMENTACIÓN



En esta ventana y de forma similar a lo ya mostrado nos encontramos con un conjunto de señales que pueden ser anuladas y forzadas para simular los fallos correspondientes y analizar la respuesta del sistema

10.6 VENTANA DE OPERACIÓN DE ENGRASADO DEL TRAVELLING

Se trata de dos pantallas que, por su simplicidad, se han unido en una única ventana de operación y que no presentan elementos nuevos con respecto a los ya expuestos.



11 ANALISIS DE RESULTADOS

Se ha realizado la simulación completa de la maquina denominada Reclaimer VP3 y de su variante de 2 brazos Reclaimer VP2.

En este punto se analizan los resultados funcionales de la plataforma, algunas dificultades detectadas durante su uso y se proponen posibles mejoras de cara al futuro.

11.1 UTILIDADES DE LA PLATAFORMA

Entiendo que la herramienta desarrollada puede facilitar las siguientes tareas:

❖ **Proceso de depuración del programa:**

Alguno de los programas de control facilitados para el desarrollo de la práctica aún no se encontraba completamente depurado. El simulador fue útil durante el proceso de depuración del mismo y permitió realizar esa tarea con mayor facilidad. La plataforma actuó como una “máquina virtual” proporcionando un interface gráfico que permitía detectar defectos de funcionamiento en el código.

❖ **Demostración de funcionamiento del programa:**

La herramienta permite simular fácilmente todo tipo de fallos en la maquina pudiendo analizar la reacción del programa de control ante esos fallos.

Así mismo permite que las pruebas sean mucho más visuales en el sentido de permitir a un posible cliente que este presenciando las pruebas entender lo que está sucediendo con mayor facilidad.

❖ **Reducción del tiempo de puesta en marcha**

Las dos tareas anteriores pueden ayudar a la detección precoz de malfuncionamientos y ayudar a reducir los problemas durante la puesta en marcha, acortando el tiempo necesario para la misma.

11.2 PROBLEMAS PREVISIBLES

A la hora de emular el funcionamiento de la maquinaria se hace necesario adaptarse a las peculiaridades de la misma.

El deseo de mantener la generalidad del diseño lleva a tener que prever posibilidades diferentes y esto puede llevar a crear macros de simulación muy complejas en las que existen un elevado

número de variables de configuración lo que convierte el uso del modelo en algo poco intuitivo. Esto choca con uno de los requisitos exigibles a la plataforma que era la facilidad de configuración de las simulaciones.

Por otra parte si se opta por realizar modelos más sencillas y ajustados a la realidad de cada máquina esto puede provocar que el usuario se vea obligado a realizar nuevas revisiones de las macros para adaptarlas, por ejemplo, a un nuevo tipo de encoder o para incluir un determinado componente no previsto inicialmente. Esta tarea no es difícil pero exige al usuario un cierto conocimiento del manejo de SIMIT.

En mi opinión esta última opción es la preferible dado que SIMIT permite una modificación sencilla de las macros existentes creando nuevas revisiones y los nuevos modelos pueden ser almacenados y reutilizados fácilmente a la manera de librerías de componentes. Esta es una de las ventajas de SIMIT.

11.3 FUTURAS MEJORAS

MODULARIDAD Y POSIBILIDADES DE AMPLIACIÓN

Como se ha comentado al final del punto anterior una posible solución ante la pluralidad de equipos que puede ser necesario emular puede ser el aprovechamiento del diseño modular de la plataforma. De esta manera, en función de las necesidades de cada equipo, sería posible implementar nuevos módulos que permitan ir ampliando la capacidad de la simulación para máquinas más complejas.

En base a lo anterior se sugiere la creación de un programa de SIMIT que se utilizaría como almacén de modelos. En ese programa se almacenarían:

- ❖ Los elementos necesarios para la simulación de cada elemento de las máquinas formados por un diagrama lógico y su correspondiente ventana de operación.
- ❖ La Gateway Excell asociada a las señales utilizadas por los diagramas de operación.

Estos elementos pueden agruparse en carpetas independientes que aglutinen los elementos necesarios para una determinada máquina.

De esa manera el usuario que desee realizar la simulación de una máquina concreta deberá simplemente elegir los componentes que necesite y realizar la configuración de la simulación según lo indicado en el **epígrafe 9 “Manual de usuario”** de este documento.

APROVECHAMIENTO DE LAS MACROS YA REALIZADAS EN EL DESARROLLO DE OTRAS NUEVAS.

Si fuera necesario modelar una máquina que tiene algún componente nuevo se puede realizar una nueva macro para ese componente y añadirla a la biblioteca correspondiente junto a las ya existentes. En relación a este asunto puede ser útil mencionar que las macros realizadas comparten estructuras comunes que podrían ser utilizadas para el desarrollo de otras nuevas. A continuación se mencionan algunos ejemplos de forma breve y a título orientativo:

- Modelado de finales de carrera
- Modelado de alarmas
- Modelado de la señal de Retroalimentación de motores
- Modelado de señales provenientes de encoders medidores de posición.

POSIBILIDAD DE USO CON EQUIPOS DE DIFERENTES FABRICANTES

La posibilidad, ya comentada en otros apartados de este trabajo, de utilizar interfaces OPC haría posible comunicar SIMIT con PLC,s de otras marcas diferentes a Siemens. Para ello sería necesario disponer de su correspondiente servidor OPC.

ANEXO I: PRESUPUESTO

A la hora de elaborar el presente presupuesto se ha tenido en cuenta lo siguiente:

- La empresa ya dispone de licencia para el uso de SIMIT.
- La empresa ya dispone de la tarjeta SIMBA y de su software correspondiente.

Un factor determinante a la hora de seleccionar la solución para la plataforma entre las diferentes alternativas posibles fue el hecho de que la empresa ya disponía de estos productos sin coste añadido.

En el siguiente presupuesto se hace una estimación de las horas de ingeniería necesarias para el desarrollo de la aplicación en caso de que fuera realizada siguiendo criterios comerciales y suponiendo que la empresa proporciona los equipos necesarios.

Para estudiar los costes primeramente se realizara un análisis del coste de la hora de trabajo de un técnico que trabaje de manera autónoma.

Posteriormente se valoraran las horas necesarias para cada tarea del proyecto y a partir de ellas se calculara el coste total de desarrollo.

CALCULO DEL PRECIO/ HORA

Véase la tabla siguiente donde se calcula el precio de la hora de trabajo de un técnico a partir de su salario bruto.

Concepto	Valor
Salario bruto anual (S):	25.000 €
Porcentaje de Gastos en % (G):	10%
Salario + gastos (St):	27.500 €
Horas efectivas de trabajo año (He):	1800
Porcentaje de horas facturables (Ph) :	70%
Horas facturables al año (Hf)= Ph* He /100:	1260
Precio Hora (St/Hf) :	21,83 €

ESTIMACIÓN DE HORAS DE DESARROLLO

Nº Act	Actividades	Numero de horas de ingeniería facturables
1	Comprension del problema planteado y determinacion de las especificaciones de la plataforma	25
2	Analisis de las maquinas a simular y listado de entradas y salidas	20
3	Estudio de arquitecturas posibles para la solucion	20
4	Selección de la arquitectura	20
5	Definicion del Interface de comunicación	20
6	Definicion de aplicación PC y HMI	10
7	Preparacion de prototipo de prueba	10
8	Prueba de comunicaciones entre los componentes de la plataforma	16
9	Desarrollo programacion del modelo de simulacion	70
10	Desarrollo HMI : estructura, numero de pantallas	50
11	Pruebas y mejoras	50
12	Ampliacion del sistema a otras maquinas	20
13	Elaboracion documentacion final	30

Numero Horas Totales:	361
Precio Hora Ingeniería:	21,83 €
COSTE INGENIERIA:	7.878,97 €

IVA (21 %):	1.654,58 €
TOTAL IVA INCLUIDO:	9.533,55 €

