



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

[Modernización del sistema de control de una grúa portacontenedores STS]

MEMORIA PRESENTADA POR:

[Jorge Álvaro Bou Porta]

GRADO DE [*Ingeniería Eléctrica*]

Convocatoria de defensa: *[Mayo de 2018]*

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

RESUMEN

El proyecto se basa en la modernización del sistema de control de una grúa portacontenedores STS (buque a muelle).

El principal motivo de las mejoras a realizar es que el antiguo sistema utiliza un protocolo de comunicaciones obsoleto.

Se desea realizar una migración del PLC General Electric de la grúa a un PLC de Siemens, sustituir la periferia descentralizada de General Electric por módulos de periferia de Siemens, y establecer la comunicación del PLC de la grúa con los accionamientos existentes de General Electric (DC Drives).

Se va a realizar un estudio previo y una modelización simplificada de las diferentes alternativas y posteriormente se elegirá la opción más adecuada, para finalmente presentar el diseño final de la estructura.

ABSTRACT

The project is based on the modernization of the control system of an STS container crane (ship to dock).

The main reason for the improvements to be made is that the old system uses an obsolete communications protocol.

It is desired to make a migration of the General Electric PLC from the crane to a Siemens PLC, to replace the decentralized periphery of General Electric by Siemens periphery modules, and to establish the PLC communication of the crane with the existing General Electric drives (DC Drives).

A preliminary study and a simplified modeling of the different alternatives will be carried out and then the most appropriate option will be chosen, to finally present the final design of the structure.

PALABRAS CLAVE

Accionamientos, bus de comunicaciones, sistema de control, obsoleto, modernización

KEYWORDS

Drives, communications bus, control system, obsolete, modernization

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

Contenido

1	LISTADO DE FIGURAS Y TABLAS.....	4
2	NOMENCLATURA.....	6
3	ASPECTOS GENERALES.....	
	3.1 DESCRIPCIÓN DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES.....	7
	3.2 ALCANCE DEL PROYECTO.....	18
	3.3 OBJETIVO Y MOTIVACIÓN DEL PRESENTE PROYECTO.....	19
4		
	4.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
	4.2 ESTUDIO DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS.....	21
	4.3 ELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN	29
	4.4 DISEÑO FINAL DE LA ESTRUCTURA.....	30
5	MIGRACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN.....	33
6	DEFINICIÓN DEL SISTEMA SCADA.....	48
7	PRESUPUESTO.....	52
8	POSIBLES MEJORAS FUTURAS.....	53

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

LISTADO DE FIGURAS Y TABLAS

Ilustración 1. Vista Frontal/Trasera Grúa STS.....	Pg 8
Ilustración 2.Pluma de la grúa STS.....	Pg 9
Ilustración 3.Vista trasera de la grúa(contrapluma).....	Pg 9
Ilustración 4.Vista trasera de la grúa(cortinero).....	Pg 10
Ilustración 5.Carretones de la grúa.....	Pg 11
Ilustración 6.Vista trasera grúa(Sala de máquinas).....	Pg 12
Ilustración 7. Tambores del sistema de elevación.....	Pg 12
Ilustración 8.Tambores del sistema de elevación de pluma.....	Pg 12
Ilustración 9. Sala eléctrica.....	Pg 12
Ilustración 10. Vista de la grúa desde la zona inferior.....	Pg 13
Ilustración 11. Sistema tensor del cable del carro.....	Pg 14
Ilustración 12. Cabina del operador de la grúa.....	Pg 15
Ilustración 13. Spreader telescópico.....	Pg 16
Ilustración 14. Enrollador cable alimentación grúa.....	Pg 17
Ilustración 15- Sistema de control actual de la grúa.....	Pg 30
Ilustración16. Estructura del sistema de control de la solución adoptada.....	Pg 31
Ilustración17. Topología de la red PROFINET de los dispositivos SIEMENS.....	Pg 32
Ilustración 18. Sistemas definidos en la programación.....	Pg 33
Ilustración 19. Trolley slowdown (Software VersaPro).....	Pg 34
Ilustración 20.Trolley slowdown (Software TIA PORTAL).....	Pg 34
Ilustración 21.Trolley E-STOP (Versapro).....	Pg 35
Ilustración 22.Trolley E-STOP (TIA PORTAL).....	Pg 35
Ilustración 23.Boom Fatch Faults (Versapro).....	Pg 36
Ilustración 24.Boom Fatch Faults (TIA PORTAL).....	Pg 36
Ilustración 25.Boom check brake (Versapro).....	Pg 37
Ilustración 26.Boom check brake (TIA PORTAL).....	Pg 37
Ilustración 27.Boom brake wear (Versapro).....	Pg 38
Ilustración 28.Boom brake wear (TIA PORTAL).....	Pg 38
Ilustración 29.Boom emergency brake wear (Versapro).....	Pg 39
Ilustración 30.Boom emergency brake wear (TIA PORTAL).....	Pg 39
Ilustración 31.Boom Rope tangle Faul t(Versapro).....	Pg 40

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

Ilustración 32.Boom rope tangle fault (TIA PORTAL).....	Pg 40
Ilustración 33.Boom position above latches (Versapro).....	Pg 41
Ilustración 34.Boom position above latches (TIA PORTAL).....	Pg 41
Ilustración 35.Boom up permissive and lower permissive (Versapro).....	Pg 42
Ilustración36. .Boom up permissive(TIA PORTAL).....	Pg 42
Ilustración 37. .Boom lower permissive (TIA PORTAL).....	Pg 42
Ilustración 38. Trolley rope tension (Versapro).....	Pg 43
Ilustración 39. Trolley rope tension (TIA PORTAL).....	Pg 43
Ilustración 40.Hoist Moving up/down (Versapro).....	Pg 44
Ilustración 41.Hoist moving up/down (TIA PORTAL).....	Pg 44
Ilustración 42.Single/double motor selection logic (Versapro).....	Pg 45
Ilustración 43. Single/double motor selection logic (TIA PORTAL).....	Pg 45
Ilustración 44. Single/double motor selection logic (TIA PORTAL).....	Pg 45
Ilustración 45.Sillbeam protection module (Versapro).....	Pg 46
Ilustración 46.Sillbeam protection module (TIA PORTAL).....	Pg 46
Ilustración 47.Loadcell module (Versapro).....	Pg 47
Ilustración 48. Loadcell module (TIA PORTAL).....	Pg 47
Ilustración 49.Pantalla trolley system SCADA grúa.....	Pg 48
Ilustración 50. Pantalla General SCADA grúa.....	Pg 49
Ilustración 51. Pantalla Boom system SCADA grúa.....	Pg 50
Ilustración 52. Pantalla hoist system SCADA grúa.....	Pg 51
Ilustración 53. Presupuesto dispositivos SIEMENS a instalar.....	Pg 52

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

NOMENCLATURA

STS: Grúa de muelle portacontenedores, su función es cargar y descargar barcos.

Hoist: Se refiere al sistema de elevación de la grúa, (los comentarios de la programación original de la grúa están en inglés).

Gantry: Se refiere al sistema del pórtico de la grúa, (los comentarios de la programación original de la grúa están en inglés).

PLC: Autómata programable, es una CPU (computadora) utilizada en la automatización industrial para automatizar procesos electromecánicos.

Periferia descentralizada: Dispositivos utilizados en instalaciones que requieren largas distancias de tendido de cable, lo que conlleva pérdidas de señal, problemas de tendido de los cables, problemas de espacio y aumento de los costes. Por ello se utilizan estos módulos que son capaces de comunicar con el módulo principal mediante un bus de datos, el cual con tan solo dos o cuatro hilos (según el tipo de bus) transmite la información de forma rápida y eficaz.

Spreader: Sistema elevador con que se manejan los contenedores.

Drives: Variadores de frecuencia de alta potencia utilizados en las grúas.

Genius Bus: Protocolo de comunicaciones propiedad del fabricante General Electric

Profinet: Estándar abierto de Ethernet Industrial de la asociación PROFIBUS Internacional, es uno de los estándares de comunicación más utilizados en redes de automatización.

Está basado en Ethernet Industrial, TCP/IP y algunos estándares de comunicación pertenecientes al mundo TI.

Genius Bus Controller: PLC propiedad del fabricante General Electric

Profibus: Estándar de comunicaciones para bus de campo. Deriva de las palabras Process Field BUS.

Migración: Concepto referido a la transferencia de un programa de PLC o bien desde un fabricante a otro diferente o en el caso de ser para el mismo fabricante a una versión diferente, normalmente a una más actualizada.

El sistema de comunicación maestro-esclavo consta esencialmente de un equipo que se lo denomina maestro y uno o varios equipos denominados esclavos; el maestro es quien gobierna los ciclos de comunicación, toda iniciativa de comunicación es llevada a cabo por este equipo, los esclavos solo responden a la petición del maestro

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

DESCRIPCIÓN DE UNA GRÚA PORTACONETENEDORES

DESCRIPCIÓN GENERAL

La grúa STS está montada sobre carriles, para un servicio a la intemperie, accionada eléctricamente mediante una toma de corriente exterior, y dotada de un carro móvil que es capaz de manejar contenedores entre sus patas, transportándolos de un extremo a otro de la grúa, es decir, para un servicio de puerto entre barco y muelle.

La parte de la grúa correspondiente al lado mar, está equipada con una pluma del tipo voladizo, que puede levantarse para dejar espacio libre durante el atraque de los barcos.

Está equipada con motores eléctricos y sus equipos de control correspondientes, la maquinaria para la elevación y la traslación de la carga, un conjunto spreader para el manejo de contenedores, cables de elevación, frenos de servicio y de emergencia, cabina de gruista, caseta de máquinas, ascensor y todos los aparatos requeridos para conseguir el completo funcionamiento de la instalación.

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

ESTRUCTURA

La estructura principal de la grúa es una construcción de chapa laminada, uniones soldadas, formando vigas cajón. Las partes principales se acoplan entre sí mediante bridas, unidas con tornillos de alta resistencia.

Está formada básicamente por cuatro patas, unidas inferiormente a las vigas testero lado tierra y lado mar. A media altura, y por los lados izquierdo y derecho, están arriostradas mediante vigas portal y tubos diagonales. Superiormente están arriostradas mediante las vigas transversales lado tierra y lado mar.

La estructura superior está formada por la estructura en "A", compuesta de dos patas verticales, una viga de cierre superior y dos tubos traseros de arriostramiento.

De las vigas transversales cuelgan las vigas que forman la contrapluma. Estas son vigas de sección trapezoidal, y soportan los raíles para la rodadura del carro.



Ilustración 1. Vista Frontal/Trasera Grúa STS

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

PLUMA Y CONTRAPLUMA

La pluma es del tipo de viga cajón soldada.

Uno de sus extremos trabaja sobre unos pivotes de rótulas, de forma que mediante un sistema de cables puede ser levantada para dejar espacio libre en el atraque o movimiento de los barcos.

PLUMA

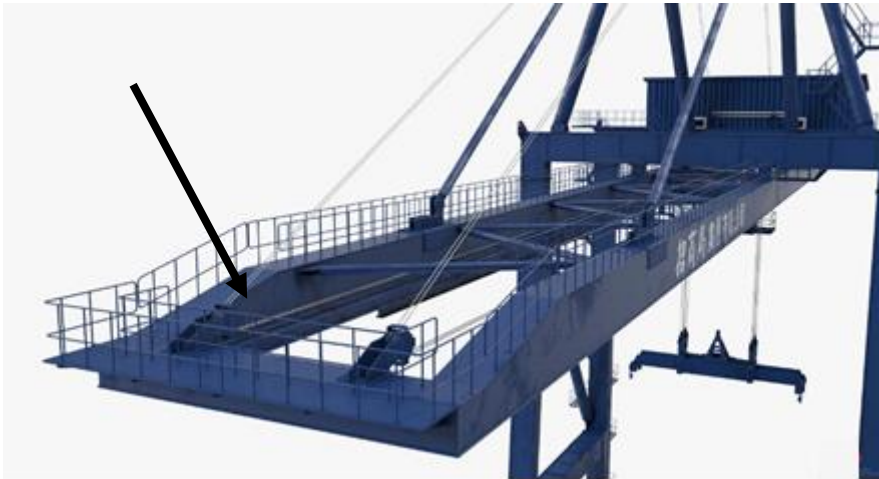


Ilustración 2. Pluma de la grúa STS

CONTRAPLUMA



Ilustración 3. Vista trasera de la grúa (contrapluma)

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS



Ilustración 4. Vista trasera de la grúa(cortinero)

CORTINERO

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

CARRETONES

En cada una de sus cuatro patas, la grúa lleva cuatro carretones. Cada carretón tiene una rueda motriz y otra de libre movimiento, siendo el 50% de ruedas motrices y el 50% restante de libre movimiento. El accionamiento de la rueda motriz se realiza por un conjunto motoreductor.

Los carretones llevan en su parte inferior un palastro rigidizador y de apoyo para el caso de reparación de alguna de sus ruedas.

Debajo de cada una de las vigas de reparto principales hay un freno de tormenta, que junto con los frenos de disco de los motores frenan la grúa contra vientos de hasta 120 Km/h (con la pluma arriba).

Dispone también de dos pasadores de anclaje al testero, accionados por motorreductores, que serán encajados en unos agujeros existentes en el suelo.

Están diseñados para anclar la grúa contra vientos de 150 Km/h.



Ilustración 5. Carretones de la grúa

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

SALA DE MÁQUINAS

La caseta de máquinas, a prueba de intemperie, se encuentra situada sobre las vigas soporte y consta de los siguientes elementos.



Ilustración 6. Vista trasera grúa (Sala de máquinas)

Plataforma de elevación principal: encargada de elevar la carga.

Plataforma de traslación del carro: destinada a mover el carro a lo largo de las vigas soporte y la pluma.

Plataforma elevación pluma: tiene como misión elevar y descender la pluma.

Armarios de aparellaje: un armario con todo el sistema de control eléctrico de la grúa.



Ilustración 7. Tambores del sistema de elevación



Ilustración 8. Tambores del sistema de elevación de pluma



Ilustración 9. Sala eléctrica

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

CARRO

El carro es el encargado de trasladar la carga a lo largo de toda la grúa. Se encuentra libre de motores y su movimiento de traslación se consigue mediante sistema funicular.

Enlaza mediante un sistema de cables con el bastidor superior del spreader para la elevación y descenso de las cargas.

Su movimiento se realiza sobre cuatro ruedas sobre carriles.

CARRO



Ilustración 10. Vista de la grúa desde la zona inferior

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

SISTEMA TENSOR DEL CABLE DEL CARRO

La grúa va provista de un sistema tensor del cable del carro operado hidráulicamente, que mantiene la apropiada tensión del cable durante el trabajo normal del carro y permite aflojar cable en el momento de levantar la pluma.

Cuando se está levantando la pluma, los controles eléctricos actúan automáticamente sobre la electroválvula correspondiente, de manera que la presión del sistema se reduce para evitar excesivo esfuerzo con los cables del carro. Sin embargo, tanto en la posición de la pluma arriba o pluma posición horizontal, se mantendrá la tensión de cables que se considera de trabajo.



Ilustración 11. Sistema tensor del cable del carro

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

CABINA DEL OPERADOR

- Colocada en el carro hay una cabina para el gruista, de manera que le permite en todo momento disponer de una visión adecuada del campo de trabajo.

Está construida de chapa de acero, perfectamente aislada, con cristales practicables.

Los mandos de la cabina permiten realizar las operaciones de elevación, mover el carro y el pórtico.



Ilustración 12. Cabina del operador de la grúa

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

SPREADER(TELESCOPICO)

El sistema elevador telescópico (spreader) consta de un bastidor principal central y dos pares de vigas telescópicas. Los extremos exteriores de las vigas telescópicas están unidos por vigas laterales. La longitud de spreader puede ajustarse según el tamaño de distintos contenedores.

Los extremos de las unidades vigas telescópicas están equipados con brazos extensibles, que se utilizan para colocar el spreader sobre el contenedor. El sistema de cerrojos giratorios (twislocks), que se asegura del anclaje al contenedor, va montado en las esquinas de las vigas laterales. El sistema de accionamiento telescópico, los brazos extensibles y los twislocks se controlan de forma hidráulica.



Ilustración 13. Spreader telescópico

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

- ENROLLADOR CABLE ALIMENTACIÓN GRÚA

El cable de la grúa viene enrollado y mide 350m, permitiendo el desplazamiento del pórtico de 350m a cada lado.



Ilustración 14. Enrollador cable alimentación grúa

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

ALCANCE DEL PROYECTO

Este estudio se limitará a presentar las necesidades de cambio existentes en el sistema de control de la grúa y analizar las necesidades de conexión con el antiguo hardware que permanecerá instalado en la grúa, justificando la selección de los nuevos equipos a instalar y finalmente definiendo las necesidades de conectividad de los nuevos equipos, así como mostrar una pequeña parte, ya que es un programa muy extenso, de la programación a migrar de un PLC de un fabricante a otro PLC de otro fabricante diferente.

No obstante, quedan fuera del ámbito de este proyecto el diseño de elementos electromecánicos como grupos reductores, motores o sistemas de maniobra de la grúa.

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

OBJETIVO Y MOTIVACIÓN DEL PRESENTE PROYECTO

El objeto del siguiente proyecto es encontrar una solución logística para la modernización del sistema de control de una grúa actualmente controlada por un PLC GE Fanuc 90-30 series y sus respectivos dispositivos de periferia distribuida manteniendo los drives actuales DC2000 y todas las funcionalidades de la grúa.

La principal razón que justifica el proyecto es una mayor facilidad a la hora de encontrar recambios del hardware ya que el sistema que había implementado ha quedado obsoleto en el mercado actual.

También es importante destacar que estos quipos más modernos conllevan que podamos realizar mejores diagnósticos a la hora de encontrar posibles errores en el funcionamiento del día a día del sistema de control o en futuras modificaciones, en parte también gracias a una mejor monitorización del programa implementado.

El motivo por el cual se desea mantener los drives es esencialmente económico y la dificultad del proyecto radica precisamente en que para comunicar con estos drives en particular solo es posible hacerlo mediante un protocolo de comunicaciones propiedad del fabricante General Electric llamado Genius Bus.

La solución que se plantea es instalar un PLC del fabricante Siemens, de la familia S7-1500 y dispositivos de periferia modelo ET200MP distribuidos por la grúa y que comunicarán a través de protocolo Profinet. Además, debido a la necesidad de mantener el protocolo de comunicación de Genius Bus se instalará un PLC intermedio a modo de pasarela de comunicaciones del fabricante General Electric de la familia RX3i equipado con un Genius Bus Controller y un módulo Profibus esclavo. El PLC Siemens mencionado anteriormente será el Maestro Profibus.

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se trata de un proyecto de migración de programación de un PLC de un fabricante (General Electric) a otro PLC de otro fabricante (Siemens) diferente. Esto conlleva una complejidad adicional ya que la posible utilización de funciones propias del fabricante o encriptación de bloques de programación puede dificultar estos trabajos.

Uno de los puntos más complejos es la comunicación del PLC de Siemens con los drives de General Electric. Básicamente hay dos opciones:

- Posibilidad de utilizar una pasarela o sistema adicional para comunicar los drives mediante bus de comunicaciones. Utilizando un dispositivo que utilice el protocolo de comunicaciones Genius Bus del cual es propietario General Electric y que además sean compatible con los protocolos de comunicaciones Profinet/Profibus u otros.
 - Este tipo de soluciones siempre es complejo: hay que analizar varios aspectos como velocidad de transferencia, robustez de los accionamientos frente a micro-cortes en la comunicación, viabilidad de la solución a adoptar, etc.
- Utilización de módulos adicionales de I/O digital/analógica para el control y supervisión de los accionamientos:
- La viabilidad de esta solución depende de la complejidad de los datos de intercambio entre PLC y drive. Si el sistema de control es complejo se necesitarían muchas señales de control.
 - Además, hay que añadir temas como la velocidad de respuesta de las señales (sobre todo las analógicas) y la robustez de los accionamientos frente a perturbaciones en las señales analógicas.

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

ESTUDIO DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS

- Posibilidad de utilizar una pasarela o sistema adicional para comunicar los accionamientos mediante bus de comunicaciones. Utilizando un dispositivo que utilice el protocolo de comunicaciones Genius Bus del cual es propietario General Electric y que además sean compatible con los protocolos de comunicaciones Profinet/Profibus u otros.
 - Este tipo de soluciones siempre es complejo: hay que analizar varios aspectos como velocidad de transferencia, robustez de los accionamientos frente a micro-cortes en la comunicación, viabilidad de la solución a adoptar, etc.

GENIUS BUS INTERFACE:

La comunicación Genius Bus se trata de un protocolo de comunicaciones propietario desarrollado por General Electric. Su funcionamiento es muy similar al Profibus de Siemens.

Permite recibir y transmitir datos de control hasta 128 bytes conectando un máximo de 31 dispositivos con direcciones predefinidas, siendo uno de ellos el Genius Bus Controller (normalmente instalado en el PLC).

El sistema implementado en la grúa utiliza el bus Genius para comunicar la CPU principal con los diferentes módulos de periferia descentralizada y los drives DC2000.

Para poder implementar una comunicación entre un PLC Siemens con comunicación a través de Profinet o Profibus y los drives DC 2000 es necesaria la presencia de un PLC General Electric que sirva como pasarela de comunicaciones o bien utilizar un Gateway Profinet/Genius.

Se han revisado diferentes alternativas como el uso de una pasarela Profinet/Genius de General Electric, pero su uso está limitado a controladores del mismo fabricante.

Hay que tener en cuenta que esta comunicación es crítica. En los sistemas de control basados en drives DC2000 es el mismo drive el que gestiona los datos de velocidad y posición de cada uno de los movimientos. A continuación, se observa un ejemplo de datos de comunicación entre PLC y uno de los drives presentes en la grúa, en concreto se trata del accionamiento común para elevación 1 y pórtico (Hoist #1/Gantry):

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

Drive → PLC

H1DRVFC	Word	1	%R04101	HPCA1 DRIVE FAULT NUMBER
H1SFB	Word	1	%R04102	HPCA1 SPEED FEEDBCK LCPSFB
H1CFB	Word	1	%R04103	HPCA1 CURRENT FEEDBCK LCPCFB
H1HPWR	Word	1	%R04104	HPCA1 HORSE- POWER EE.769
H1FLDFB	Word	1	%R04105	HPCA1 FIELD FEEDBCK EE.770
H1VFB	Word	1	%R04106	HPCA1 VOLTAGE FEEDBCK EE.743
H1LOAD	Word	1	%R04107	HPCA1 LOAD FEEDBCK EE.744
H1F1DWA	Word	1	%R04108	HPCA1 GP FDBK DBLWORD EE.759
H1F1DWB	Word	1	%R04109	HPCA1 GP FDBK DBLWORD HI WORD
H1POSFB	Word	1	%R04110	HPCA1 POS FEEDBCK EE.768
H1SPDRF	Word	1	%R04111	HPCA1 DRIVE SPDREF EE.763
H1LFB5	Word	1	%R04112	HPCA1 SPARE FEEDBCK
H1LFB6	Word	1	%R04113	HPCA1 SPARE FEEDBCK
H1FW01	Word	1	%R05001	HPCA1 FEEDBCK WORD 01
H1FW02	Word	1	%R05002	HPCA1 FEEDBCK WORD 02
H1FW03	Word	1	%R05003	HPCA1 FEEDBCK WORD 03
H1FW04	Word	1	%R05004	HPCA1 FEEDBCK WORD 04
H1FW05	Word	1	%R05005	HPCA1 FEEDBCK WORD 05
H1BRFWA	Bit	1	%M02881	HPCA1 RUN FWD ACTIVE
H1BRRVA	Bit	1	%M02882	HPCA1 RUN REV ACTIVE
H1BJFA	Bit	1	%M02883	HPCA1 JOG FWD ACTIVE
H1BJRA	Bit	1	%M02884	HPCA1 JOG REV ACTIVE
H1BSTU	Bit	1	%M02885	HPCA1 SLACK TAKE UP
H1BSTD	Bit	1	%M02886	HPCA1 SLACK TAKE DOWN
H1BSFWA	Bit	1	%M02887	HPCA1 SLW FWD ACTIVE
H1BSRVA	Bit	1	%M02888	HPCA1 SLW REV ACTIVE
H1BSTPA	Bit	1	%M02889	HPCA1 STOP ACTIVE

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

H1BML	Bit	1	%M02890	HPCA1 MAINT LOCKED
H1BSRA	Bit	1	%M02891	HPCA1 SPEED REG ACTIVE
H1BDRA	Bit	1	%M02892	HPCA1 DRAW REG ACTIVE
H1BCRA	Bit	1	%M02893	HPCA1 CURRENT REG ACTIVE
H1BPRA	Bit	1	%M02894	HPCA1 POSITN REG ACTIVE
H1BTA	Bit	1	%M02895	HPCA1 TENSION ACTIVE
H1BHL	Bit	1	%M02896	HPCA1 HISTORY LOCKED
H1BNOFL	Bit	1	%M02897	HPCA1 NO FAULT
H1BTRIP	Bit	1	%M02898	HPCA1 TRIP FAULT
H1BOWS	Bit	1	%M02899	HPCA1 OR WIN SPD
H1BRUNA	Bit	1	%M02900	HPCA1 RUN ACTIVE
H1BJOGA	Bit	1	%M02901	HPCA1 JOG ACTIVE
H1BMACL	Bit	1	%M02902	HPCA1 MA CLOSED
H1BMPEN	Bit	1	%M02903	HPCA1 MPWR ENABLED
H1BPREC	Bit	1	%M02904	HPCA1 PRECOND
H1BRFEN	Bit	1	%M02905	HPCA1 REF ENABLED
H1BRNSL	Bit	1	%M02906	HPCA1 RUNNING
H1BOSPD	Bit	1	%M02907	HPCA1 ZEROSPD
H1BUPSP	Bit	1	%M02908	HPCA1 UPTOSPD
H1BATPS	Bit	1	%M02909	HPCA1 AT POSITN
H1BRGLM	Bit	1	%M02910	HPCA1 REG LIMIT
H1BILIM	Bit	1	%M02911	HPCA1 IN CUR LIMIT
H1BCLIM	Bit	1	%M02912	HPCA1 IN CEMF LIMIT
H1BREV	Bit	1	%M02913	HPCA1 REV DIR
H1BMOT1	Bit	1	%M02914	HPCA1 MTR1X ACT
H1BMOT2	Bit	1	%M02915	HPCA1 MTR2X ACT
H1BCUFL	Bit	1	%M02916	HPCA1 CURRENT FOLLOW ACTIVE
H1BPLA	Bit	1	%M02917	HPCA1 POSITN LOOP ACTIVE
H1BHO	Bit	1	%M02918	HPCA1 HOME OK
H1BRKRL	Bit	1	%M02919	HPCA1 RLSEBRK CMDFDBK
GBRKREL	Bit	1	%M02920	GANTRY RLSEBRK CMDFDBK SLDO
H1BSLD1	Bit	1	%M02921	HPCA1 SLD 1

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

H1BSLD2	Bit	1	%M02922	HPCA1 SLD 2
H1BSLD3	Bit	1	%M02923	HPCA1 SLD 3
H1BSLD4	Bit	1	%M02924	HPCA1 SLD 4
H1BSLD5	Bit	1	%M02925	HPCA1 SLD 5
H1BSLD6	Bit	1	%M02926	HPCA1 SLD 6
H1BSLD7	Bit	1	%M02927	HPCA1 SLD 7
H1BSLD8	Bit	1	%M02928	HPCA1 SLD 8
H1INPOS	Bit	1	%M02929	HPCA1 IN POS BIT AUXFB00
H1SCROT	Bit	1	%M02930	HPCA1 SCR OVRTEMP 3EC20M
H1BLWRI	Bit	1	%M02931	HPCA1 BLOWER RUNNING 3EC25M
HGSPIN	Bit	1	%M02932	H/G STOP RELAY 3EC30M
H1CI4	Bit	1	%M02933	HPCA1 CI4 VAR.604
H1MDI	Bit	1	%M02934	HOIST#2 MD CNTR STATUS 3EC40M
GMDI	Bit	1	%M02935	GANTRY MD CNTR STATUS 3EC45M
HBCI1	Bit	1	%M02936	H BRAKE 1 CNTR STATUS 3EC50M
HBCI2	Bit	1	%M02937	H BRAKE 2 CNTR STATUS 3EC55M
H1SNGSI	Bit	1	%M02938	HPCA1 SNG STP VAR.623 AUXFB09
H1MMPRM	Bit	1	%M02939	HPCA1 CHG MTR PERMIT AUXFB10
H1MTRAC	Bit	1	%M02940	HOIST#1 MOTION ACTIVE AUXFB11
GMTRACT	Bit	1	%M02941	GANTRY MOTION ACTIVE AUXFB12
H1BML13	Bit	1	%M02942	HPCA1 RESERVD AUXFB13
H1BML14	Bit	1	%M02943	HPCA1 RESERVD AUXFB14
H1PSVAL	Bit	1	%M02944	HPCA1 POSITN VALID AUXFB15
H1BML16	Bit	1	%M02945	HPCA1 RESERVD AUXFB16
H1BML17	Bit	1	%M02946	HPCA1 RESERVD AUXFB17
H1FLAG	Bit	1	%M02947	HOIST#1 FLAG AUXFB18
H1BML19	Bit	1	%M02948	HPCA1 RESERVD AUXFB19
H1BFF	Bit	1	%M02949	HPCA1 FIELD FORCING AUXFB20
H10RFTD	Bit	1	%M02950	HPCA1 ZERO REF AUXFB21
H1COMCK	Bit	1	%M02951	HPCA1 COMM CHECK AUXFB22
H1AUTO	Bit	1	%M02952	HPCA1 AUTO ACTIVE AUXFB23
H1IN1	Bit	1	%M02953	HPCA1 LTB IN1 VAR.631

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

H1IN2	Bit	1	%M02954	HPCA1 LTB IN2 VAR.632
H1IN3	Bit	1	%M02955	HPCA1 LTB IN3 VAR.633
HMBI1	Bit	1	%M02956	H MOTOR 1 BLWR STATUS 3EA35M
HMBI2	Bit	1	%M02957	H MOTOR 2 BLWR STATUS 3EA40M
GBCI	Bit	1	%M02958	G BRAKE CNTR STATUS 3EA45M
H1LPPOK	Bit	1	%M02959	HPCA1 AC LINE PANL OK 3EA50M
GIOC	Bit	1	%M02960	GANTRY IOC TRIP 3BD32C

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

PLC → Drive

H1ARFWD	Word	5	%G00001	HPCA1 RUN FWD COMMAND
H1ARREV	Bit	1	%G00002	HPCA1 RUN REV COMMAND
H1ASTOP	Bit	1	%G00005	HPCA1 STOP COMMAND
H1AQSTP	Bit	1	%G00006	HPCA1 QUICK STOP COMMAND
H1ACSTP	Bit	1	%G00007	HPCA1 COAST STOP COMMAND
H1ASRST	Bit	1	%G00008	HPCA1 SOFT RESET COMMAND
H1ARUN	Bit	1	%G00035	HPCA1 RUN REQUEST
H1AREVC	Bit	1	%G00036	HPCA1 REVERSE REQUEST
H1ARRGI	Bit	1	%G00041	HPCA1 REF INHIBIT COMMAND
H1AMOT1	Bit	1	%G00045	HPCA1 MOTOR 1 COMMAND
H1AMOT2	Bit	1	%G00046	HPCA1 MOTOR 2 COMMAND
H1AFLS2	Bit	1	%G00049	HPCA1 FIELD 2 COMMAND
H1AFLS3	Bit	1	%G00050	HPCA1 FIELD 3 COMMAND
H1ARRGR	Bit	1	%G00053	HPCA1 RECAL REF COMMAND
H1AILRC	Bit	1	%G00055	HPCA1 RECAL ILIMIT CMD
H1ACUFL	Bit	1	%G00057	HPCA1 CURRENT FOLLOW CMD
H1AATRF	Bit	1	%G00059	HPCA1 AUTO COMMAND
H1ARFWN	Bit	1	%G00060	HPCA1 FORWARD INHIBIT COMMAND
H1ARRVI	Bit	1	%G00061	HPCA1 REVERSE INHIBIT COMMAND
H1AD00	Word	2	%G00081	RUN AT FULL LD SPEED AXCMD00
H1AD01	Bit	1	%G00082	HPCA1 AXCMD01
H1AD02	Bit	1	%G00083	CANCEL HOIST HOME_OK AXCMD02
H1AD03	Bit	1	%G00084	HPCA1 AXCMD03
H1AD04	Bit	1	%G00085	HOIST NEAR HOME AXCMD04
H1AD05	Bit	1	%G00086	HPCA1 AXCMD05
H1AD06	Bit	1	%G00087	BRAKE RELEASE ENABLE AXCMD06
H1AD07	Bit	1	%G00088	HOIST SET DRV POSTION AXCMD07
H1AD08	Bit	1	%G00089	HPCA1 AXCMD8
H1AD09	Bit	1	%G00090	HPCA1 AXCMD9
H1AD10	Bit	1	%G00091	HPCA1 AXCMD10

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

H1AD11	Bit	1	%G00092	HPCA1 AXCMD11
H1AD12	Bit	1	%G00093	HPCA1 AXCMD12
H1AD13	Bit	1	%G00094	HPCA1 AXCMD13
H1AD14	Bit	1	%G00095	HPCA1 AXCMD14
H1AD15	Bit	1	%G00096	HPCA1 AXCMD15
H1AD16	Bit	1	%G00097	HPCA1 AXCMD16
H1AD17	Bit	1	%G00098	HPCA1 AXCMD17
H1AD18	Bit	1	%G00099	HPCA1 AXCMD18
H1AD19	Bit	1	%G00100	SNAG RESET AXCMD19 3CA29E
H1AD20	Bit	1	%G00101	HPCA1 DRV BLW AXCMD20 3EB28
H1AD21	Bit	1	%G00102	HOIST#2 BLOWER AXCMD21 3EB33
H1AD22	Bit	1	%G00103	HOIST#1 BLOWER AXCMD22 3EB38
H1AD23	Bit	1	%G00104	HPCA1 COMM CHECK AXCMD23
H1AD24	Bit	1	%G00105	HPCA1 AXCMD24
H1AD25	Bit	1	%G00106	HPCA1 AXCMD25
H1AD26	Bit	1	%G00107	HPCA1 RUN1 FWD AXCMD26
H1AD27	Bit	1	%G00108	HPCA1 RUN1 REV AXCMD27
H1AD28	Bit	1	%G00109	HPCA1 RUN2 FWD AXCMD28
H1AD29	Bit	1	%G00110	HPCA1 RUN2 REV AXCMD29
H1AD30	Bit	1	%G00111	HPCA1 LINK LOSS AXCMD30
H1AD31	Bit	1	%G00112	HPCA1 AXCMD31
H1MSREF	Word	1	%R04001	MANUAL SPD REF MMSSETP VAR.204
H1ASREF	Word	1	%R04002	AUTO SPD REF SPDSETP VAR.205
H1PSFLG	Word	1	%R04003	HPCA1 FLAGPOS LANV0SP VAR.206
H1SPSPT	Word	1	%R04004	HPCA1 LANV1SP VAR.207
H1FSTP	Word	1	%R04005	FWD STP POSTION LANV2SP VAR.208
H1RSTP	Word	1	%R04006	REV STP POSTION LANV3SP VAR.210
SMTSLOT	Word	1	%R04007	HPCA1 VAR.218 SMT SLO TARGET
SMTSLOS	Word	1	%R04008	HPCA1 VAR.219 SMT SLO SPEED

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

- Utilización de módulos adicionales de I/O digital/analógica para el control y supervisión de los accionamientos:
 - La viabilidad de esta solución depende de la complejidad de los datos de intercambio entre PLC y Accionamiento. Si el sistema de control es complejo se necesitarían muchas señales de control.
 - Además, hay que añadir temas como la velocidad de respuesta de las señales (sobre todo las analógicas) y la robustez de los accionamientos frente a perturbaciones en las señales analógicas.

En el presente punto se han visto todos los datos que comunicación que intercambia uno de los drives con el PLC, desde el punto de vista del proyectista una comunicación por señales digitales / analógicas no es viable. El equipo no tiene capacidad para intercambiar tanta información por señales físicas.

Por lo tanto, la opción más viable es utilizar una pasarela o sistema adicional para comunicar los accionamientos mediante bus de comunicaciones. Utilizando un dispositivo que utilice el protocolo de comunicaciones Genius Bus del cual es propietario General Electric y que además sean compatible con los protocolos de comunicaciones Profinet/Profibus u otros.

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

ELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN

En conclusión, la solución que se adoptará es instalar un PLC del fabricante Siemens, de la familia S7-1500 y dispositivos de periferia modelo ET200MP distribuidos por la grúa y que comunicarán a través de protocolo Profinet. Además, debido a la necesidad de mantener el protocolo de comunicación de Genius Bus se instalará un PLC intermedio a modo de pasarela de comunicaciones del fabricante General Electric de la familia RX3i equipado con un Genius Bus Controller y un módulo Profibus esclavo. El PLC Siemens mencionado anteriormente será el Maestro Profibus.

La elección del fabricante Siemens es consecuencia del gran prestigio de esta marca en el sector de la automatización, ya que es capaz de proporcionar gran flexibilidad para futuras ampliaciones del sistema de control con un riesgo de obsolescencia muy bajo, otra razón para la elección de este fabricante es la competitividad de sus precios, además tiene una gran disponibilidad de piezas de repuesto estándar.

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

DISEÑO FINAL DE LA ESTRUCTURA

SISTEMA DE CONTROL EXISTENTE DE LA GRÚA

El sistema de control implementado en la grúa actualmente está controlado por un PLC maestro del fabricante General Electric modelo CPU 9030 Series equipado con Genius Bus Controller con la función de comunicar la CPU principal con los diferentes módulos de periferia descentralizados y los drives DC2000.



Ilustración 15- Sistema de control actual de la grúa

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

SISTEMA DE CONTROL QUE SE VA A IMPLEMENTAR

Una de las principales razones para la modernización del sistema de control es la necesidad de obtener equipos con más funcionalidades, que nos van a permitir obtener una mejor monitorización y un mejor diagnóstico de posibles errores que puedan aparecer en el funcionamiento del día a día. Por otro lado, con el nuevo fabricante vamos a conseguir una mayor facilidad a la hora de obtener recambios de los equipos que exijan una sustitución debido al desgaste o posibles averías y por último cabe destacar el buen nombre, la flexibilidad y la fiabilidad que nos ofrece las tecnologías Siemens en el sector portuario de las grúas.

Por todos estos motivos mencionados anteriormente, la solución que se va a implementar es la instalación de un PLC del fabricante Siemens, de la familia S7-1500 con función de seguridad como PLC principal del sistema de control de la grúa y dispositivos de periferia modelo ET200MP distribuidos por la grúa y que comunicarán a través de protocolo Profinet. Además, debido a la necesidad de mantener el protocolo de comunicación de Genius Bus se instalará un PLC intermedio a modo de pasarela de comunicaciones del fabricante General Electric de la familia RX3i equipado con un Genius Bus Controller y un módulo Profibus esclavo. El PLC Siemens mencionado anteriormente será el Maestro Profibus.

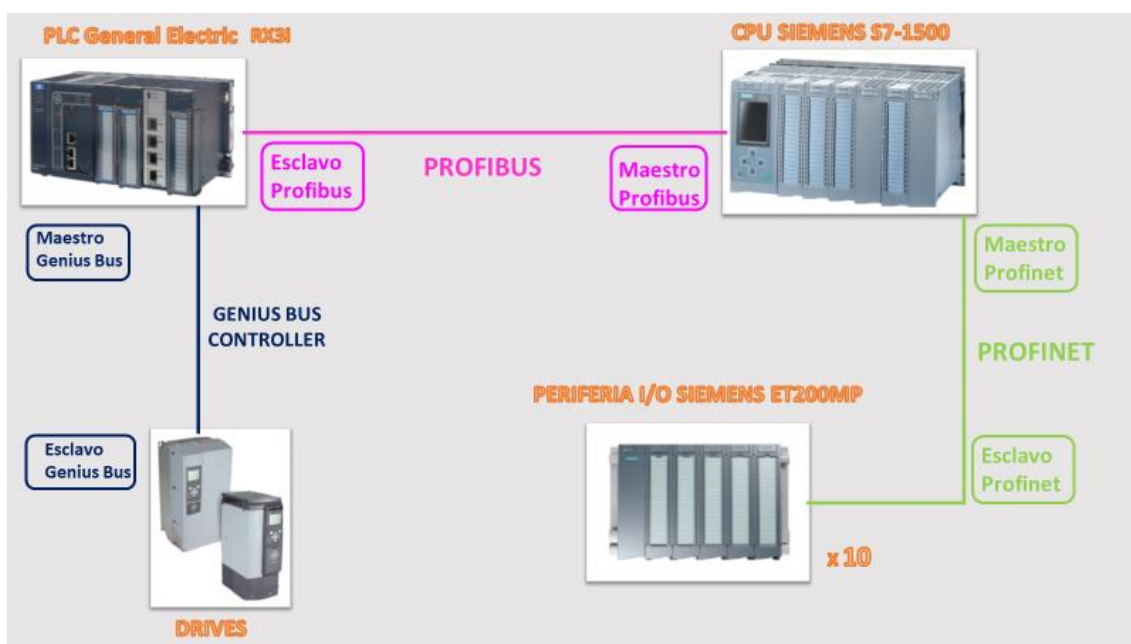


Ilustración16. Estructura del sistema de control de la solución adoptada

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

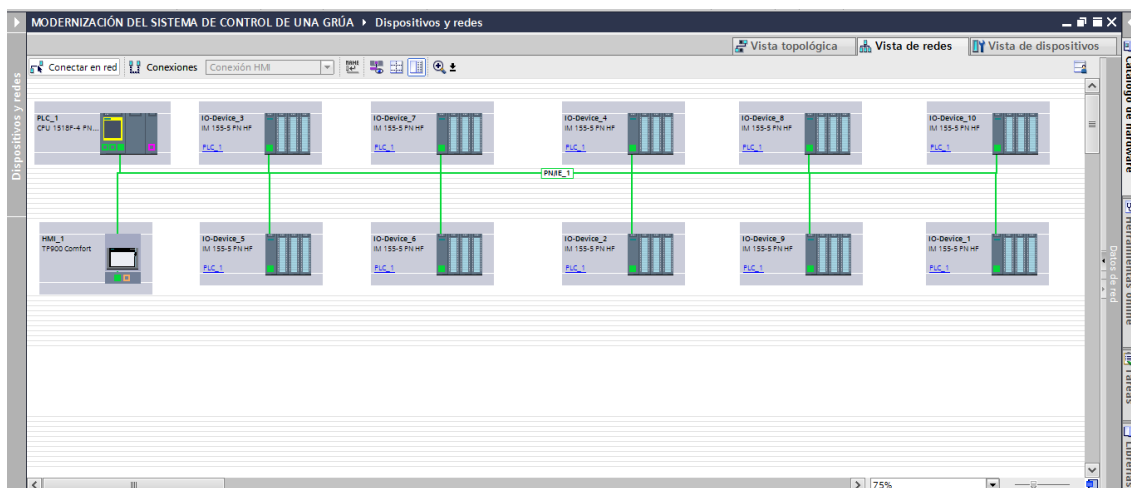


Ilustración17. Topología de la red PROFINET de los dispositivos SIEMENS

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

MIGRACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN

El siguiente punto es una pequeña muestra de la migración que se va a realizar desde la antigua CPU del fabricante General Electric a la nueva CPU del fabricante Siemens de la solución adoptada.

A continuación veremos en cada página en primer lugar la imagen de la antigua programación realizada en el software Versapro del fabricante General Electric y a continuación la imagen de la migración realizada al software TIA PORTAL del fabricante Siemens.

La programación de la grúa, se desglosa en muchos bloques definidos para controlar los diferentes sistemas de control de la grúa como por ejemplo, el sistema de elevación del “spreader”, el sistema de elevación de la grúa, el sistema de translación del carro, que se encarga de transportar el “spreader” en el eje horizontal para poder realizar la estiba o la desestiba del barco o como el sistema de translación del pórtico, que es el encargado de desplazar la grúa pórtico en el sentido de los raíles.

Pues bien, todos estos sistemas están constituidos por varios bloques de programación, y además estos bloques suelen ser bastante extensos, por lo tanto, en esta parte sólo veremos unos ejemplos de algunas funciones de la programación.

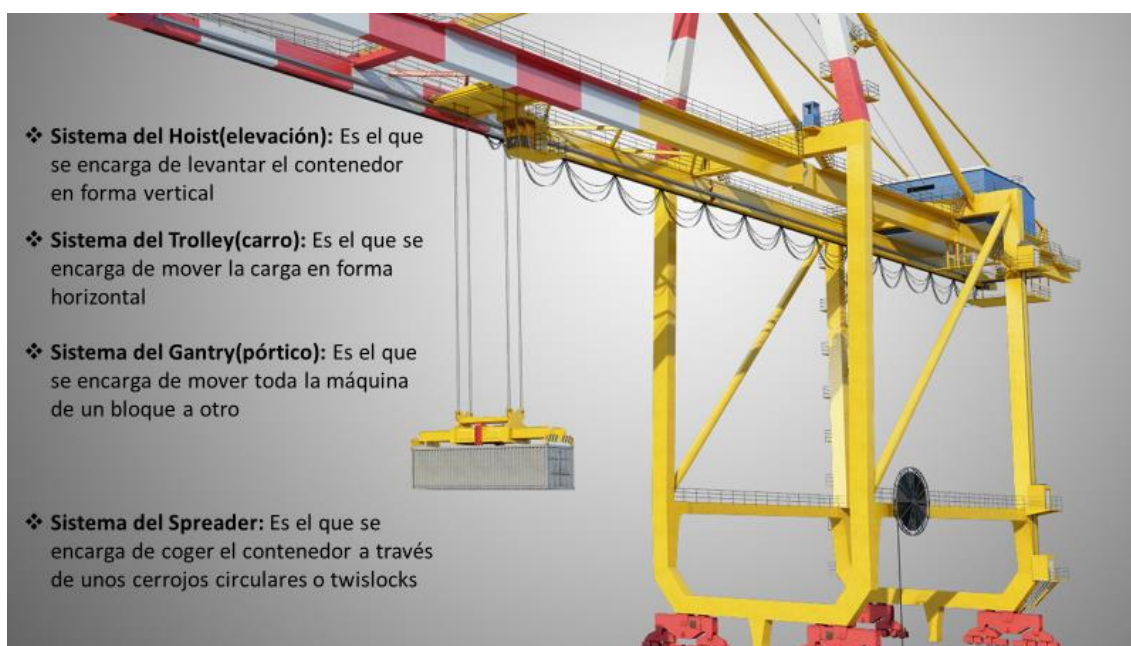


Ilustración 17. Sistemas definidos en la programación

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

En la siguiente imagen se ha definido una disminución de la velocidad en función de la posición del carro, para que en el caso que se llegué al final del carril no se efectúe ningún impacto que puede dañar el equipo o pueda afectar la seguridad del operador.

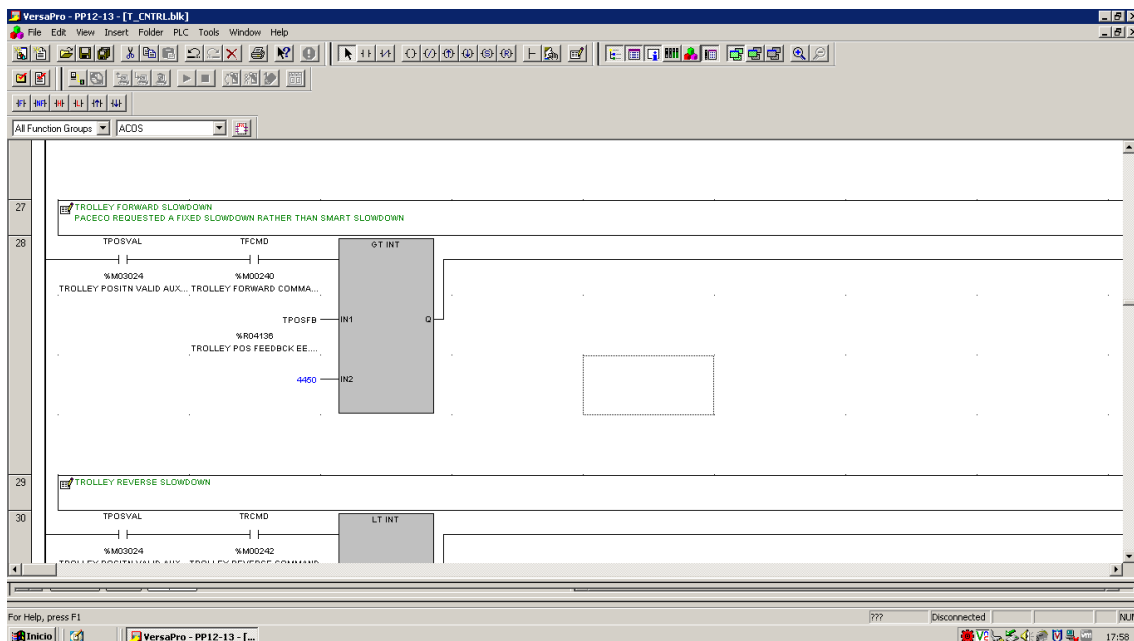


Ilustración 18. Trolley slowdown (Software VersaPro)

La función consiste en que cuando se sobrepasa un punto de valor x del recorrido del carro, el mismo variador se encarga de regular la curva de velocidad para disminuir la velocidad al porcentaje que se haya programado.

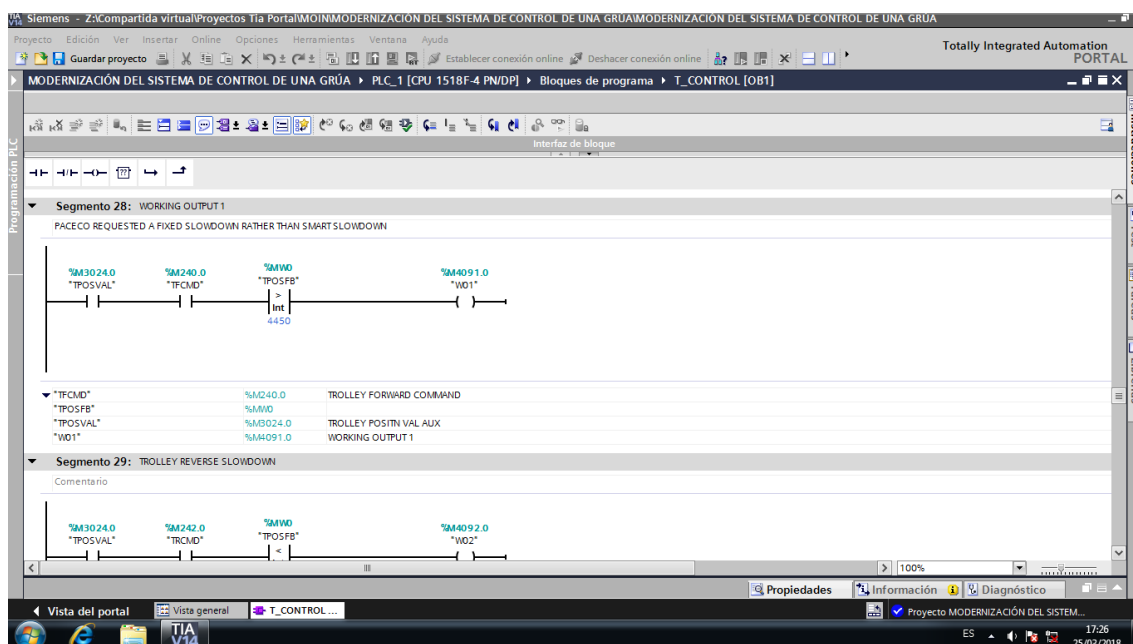


Ilustración 9. Trolley slowdown (Software TIA PORTAL)

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

En la siguiente imagen se ha definido una función que se encarga de realizar una parada de emergencia del variador en el caso de que se haya dado la orden de paro al carro.

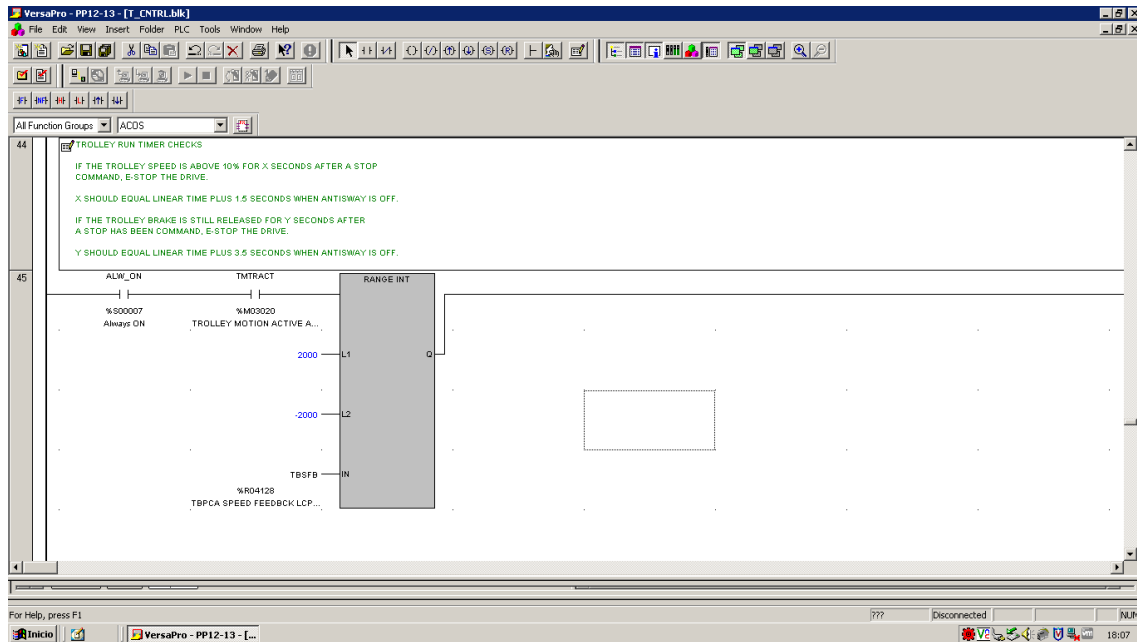


Ilustración 10. Trolley E-STOP (Versapro)

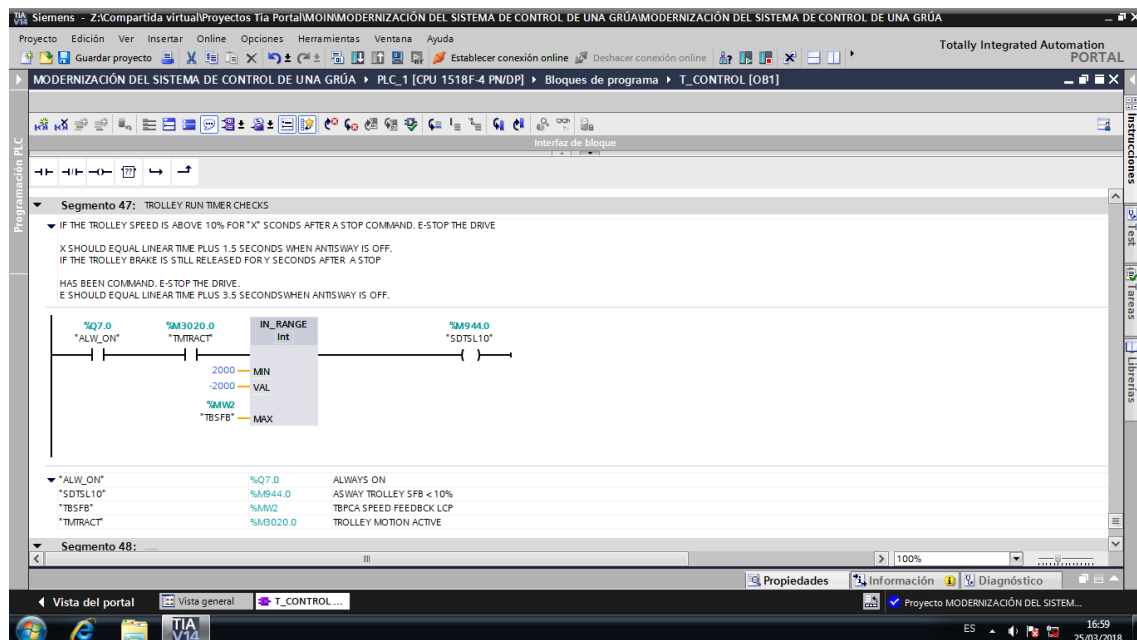


Ilustración 11. Trolley E-STOP (TIA PORTAL)

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

En la siguiente función se ejecutan las alarmas que indican cualquier fallo del tacómetro que mide la velocidad de giro del eje del tambor de la pluma, ante la detección de desgaste excesivo, desalineamiento de la rueda del tacómetro o un fallo de la cabeza de recogida. La lógica del PLC avisa del fallo inmediatamente. El fallo solo puede restablecerse de dos maneras, o bien quitar y reconectar la alimentación de control o desde la sala de máquinas.

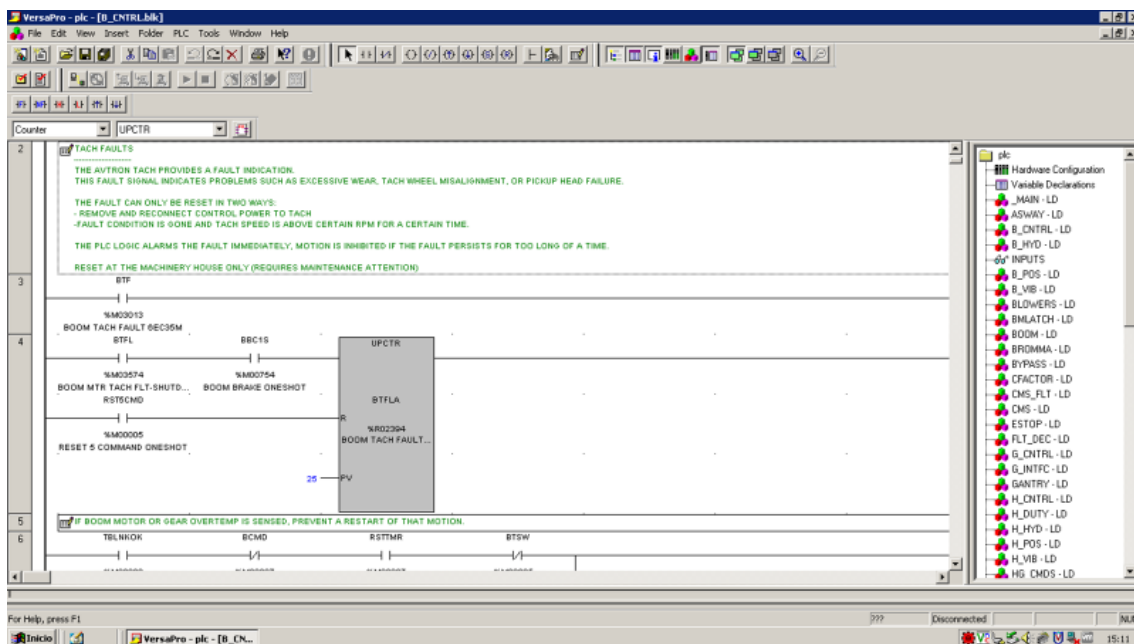


Ilustración 12.Boom Fatch Faults (Versapro)

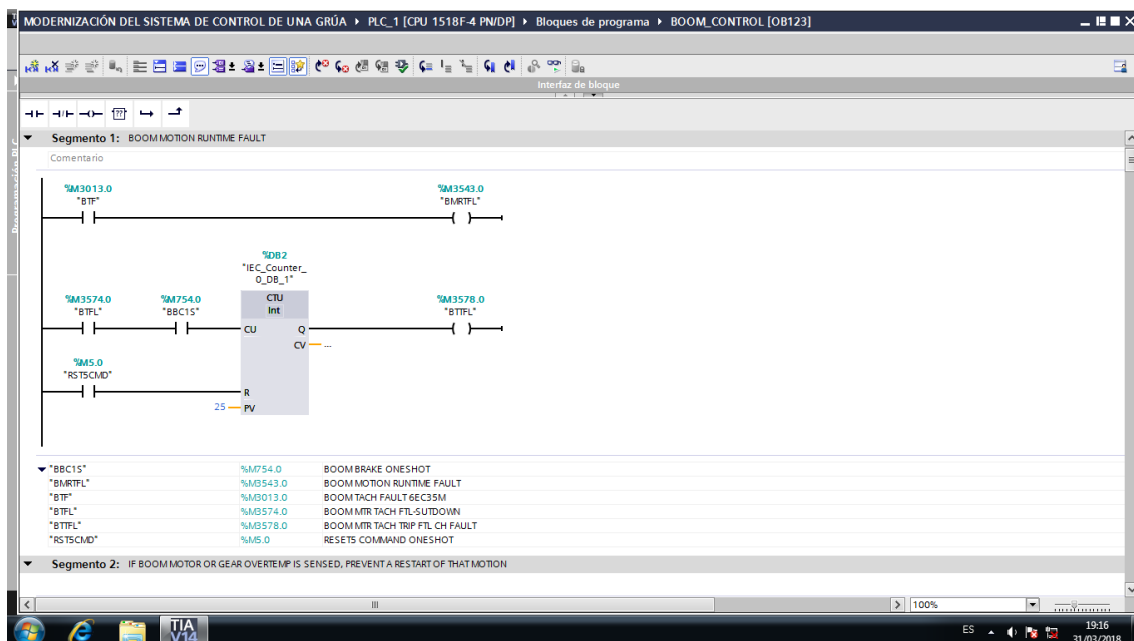


Ilustración 13.Boom Fatch Faults (TIA PORTAL)

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

En la siguiente imagen se han generado varias funciones, en el segmento 7 se realiza un chequeo del contactor del freno de pluma, si la retroalimentación del freno de la pluma no coincide con la lógica de esta función causa una parada de emergencia del movimiento de la pluma, mientras que en el segmento 9 el chequeo se realiza directamente sobre el freno en lugar del contactor. Esta es una medida de seguridad para evitar que los frenos se queden atascados mientras se realiza el movimiento.

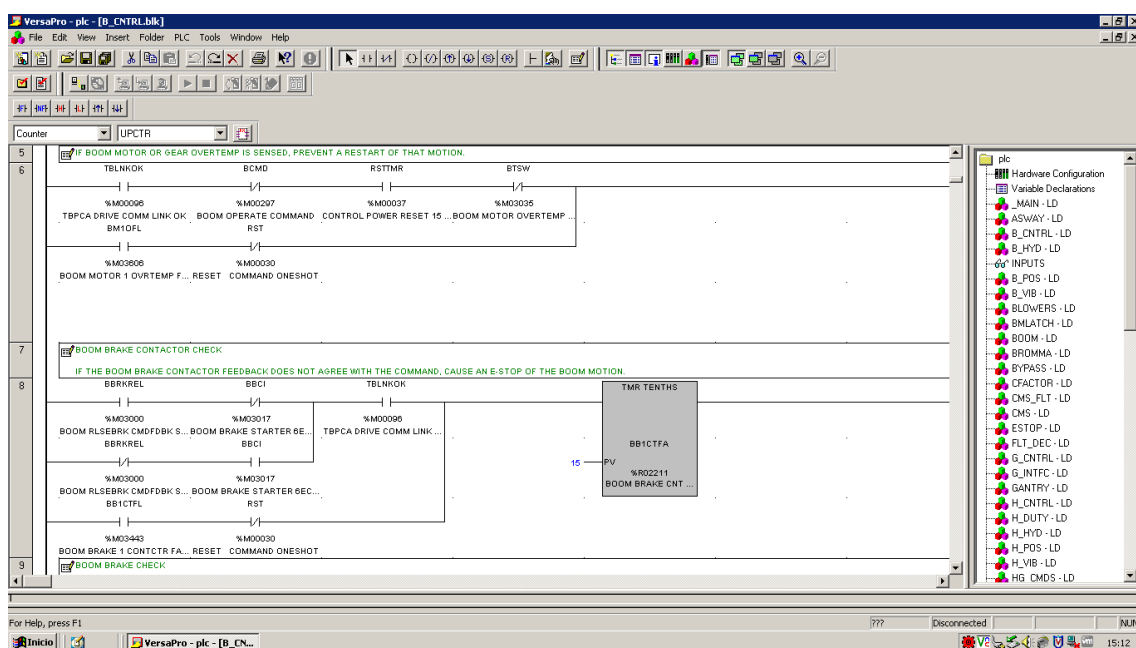


Ilustración 14. Boom check brake (Versapro)

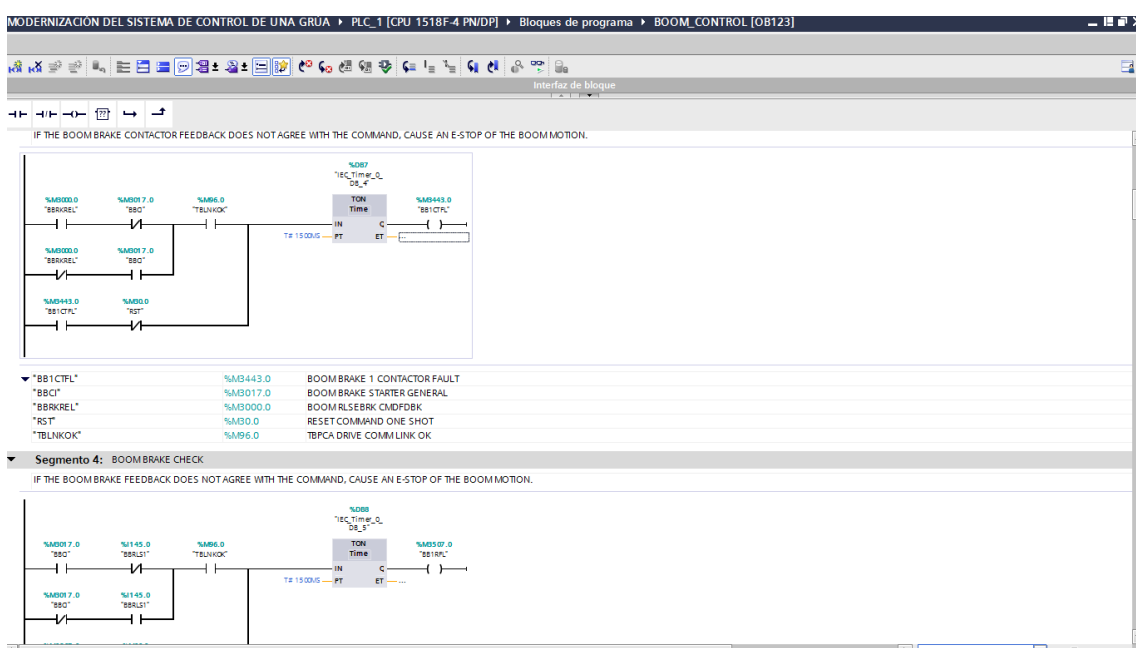


Ilustración 15. Boom check brake (TIA PORTAL)

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

En la siguiente imagen se emite una alarma de desgaste del freno de la pluma, y si permanece más tiempo de un valor indicado en el programa el permiso de ejecución de movimiento de la pluma dejara de estar activo.

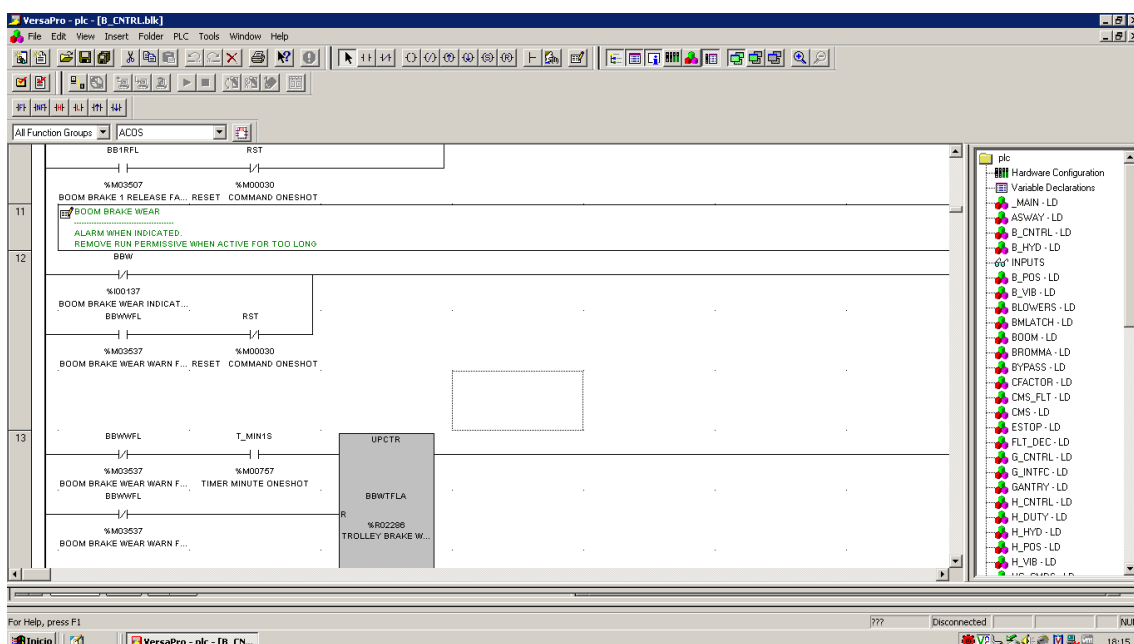


Ilustración 16. Boom brake wear (Versapro)

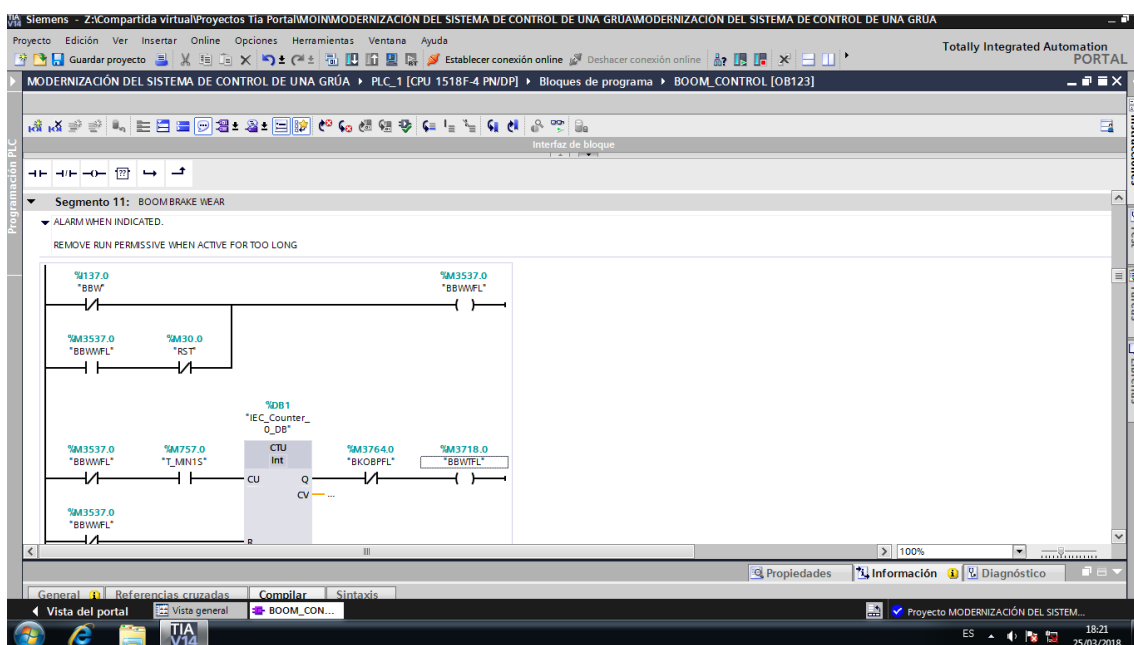


Ilustración 17. Boom brake wear (TIA PORTAL)

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

En la siguiente imagen se ha definido una función que indica el desgaste del freno de emergencia de la pluma, generando una señal de alarma.

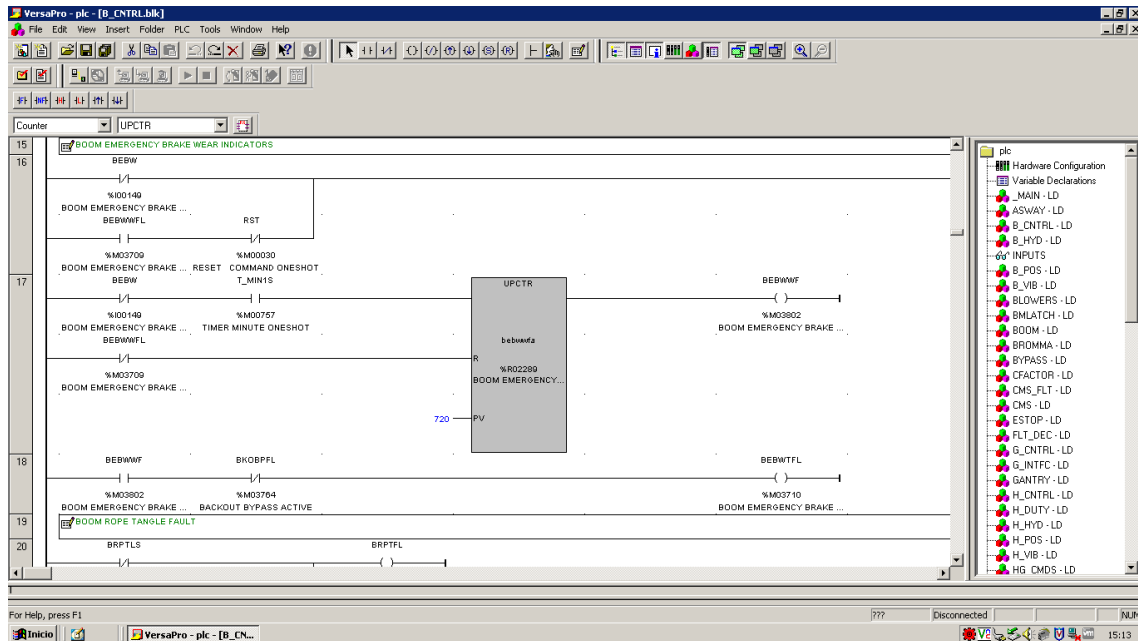


Ilustración 18.Boom emergency brake wear (Versapro)

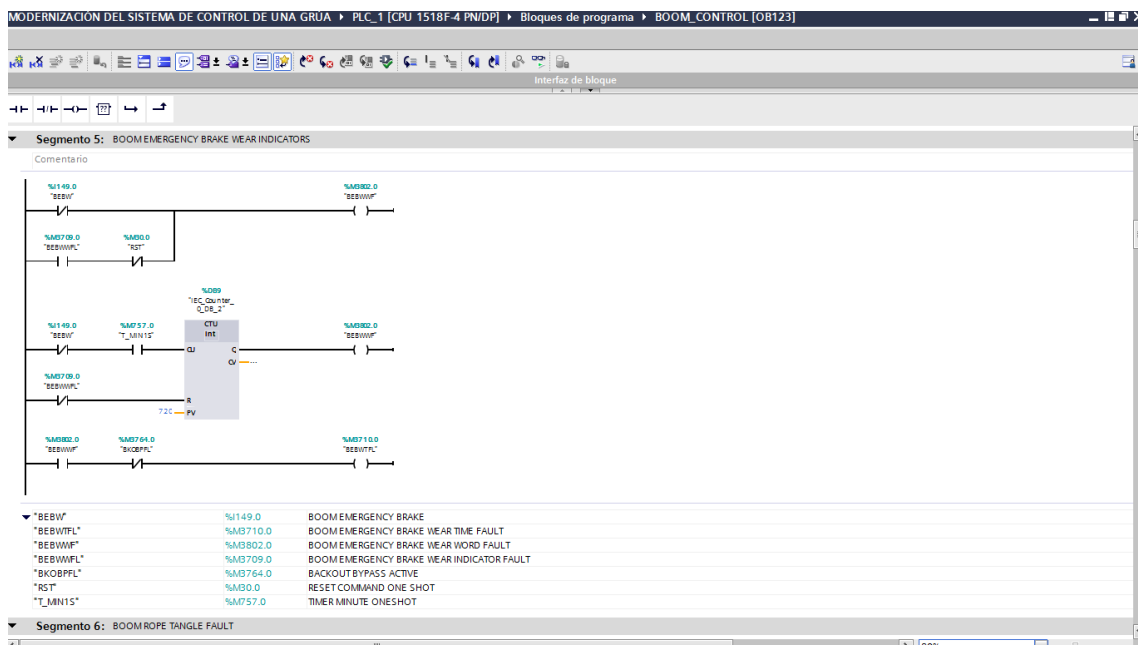


Ilustración 19.Boom emergency brake wear (TIA PORTAL)

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

En la siguiente imagen se ha definido una función que emite una parada del movimiento de la pluma cuando detecta que el cable de la pluma se ha enredado.

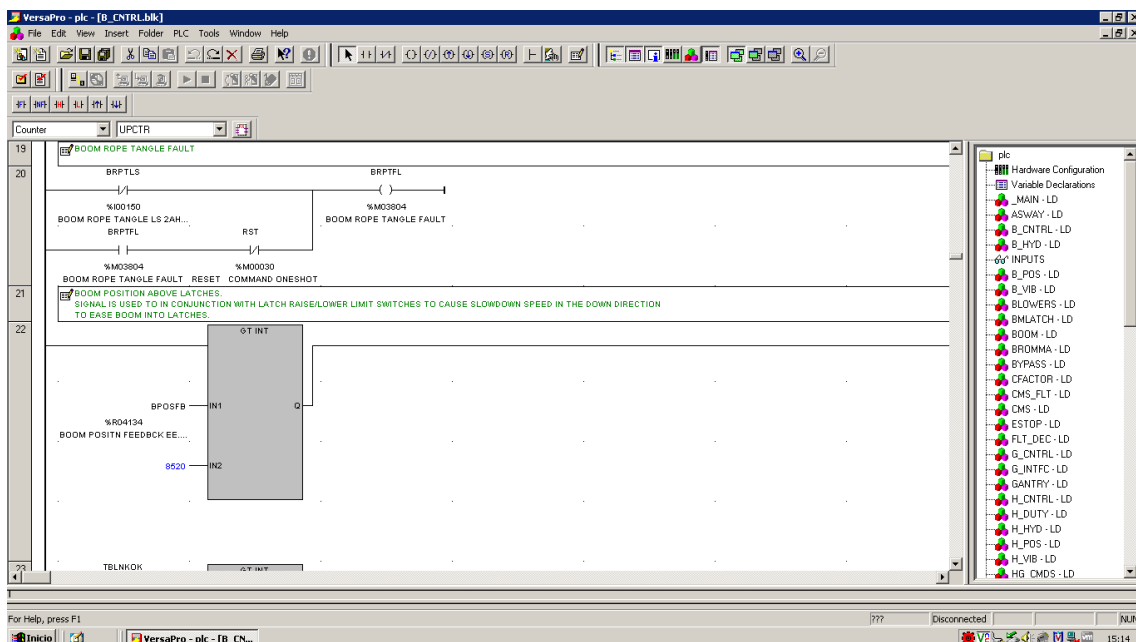


Ilustración 20. Boom Rope tangle Fault (Versapro)

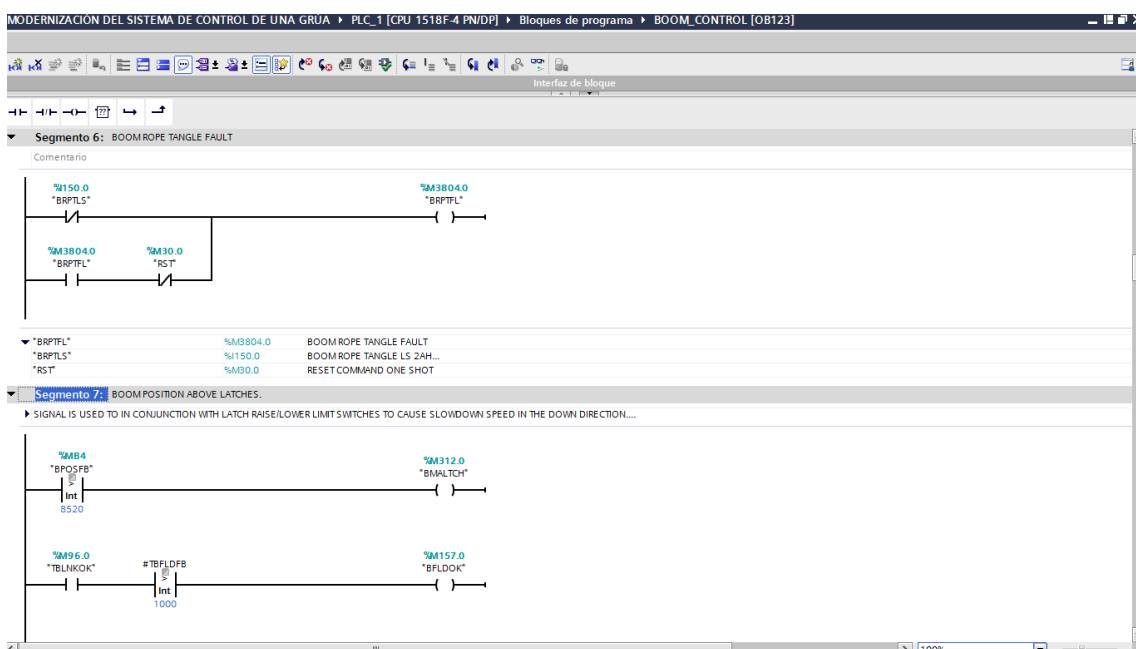


Ilustración 21. Boom rope tangle fault (TIA PORTAL)

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

En la siguiente imagen se ha definido una función para ralentizar la velocidad al izar pluma cuando llega a un valor, definido por programación. Esta posición viene indicada por un encoder basándose en la cantidad de cable enrollado en el tambor de elevación de pluma, este movimiento es un movimiento importantísimo ya que la velocidad lenta ayuda a que la pluma se fije bien en los pestillos, evitando así que los cables deban soportar todo el peso de la pluma.

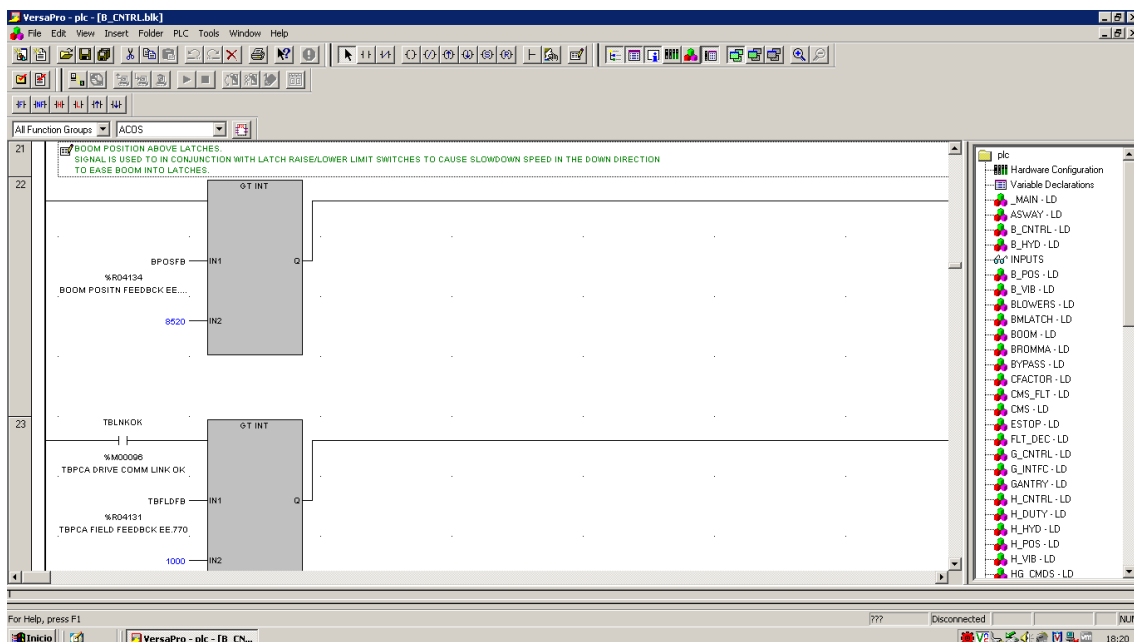


Ilustración 22. Boom position above latches (Versapro)

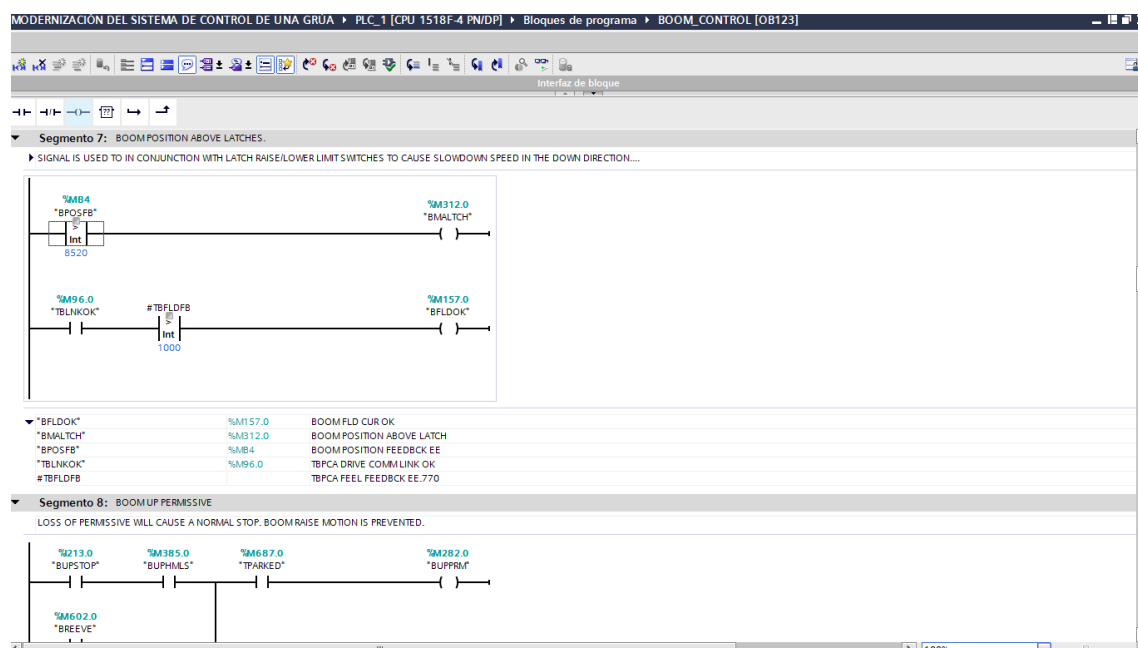


Ilustración 23. Boom position above latches (TIA PORTAL)

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

En la siguiente imagen se han definido las funciones que proporcionan el permiso de movimiento tanto en sentido ascendente como descendente de la pluma. La pérdida de permiso provocará una parada normal en cualquiera de las dos funciones, asimismo cada función prevendrá el movimiento en el sentido para el que se ha programado, individualmente sin interferir entre ellas.

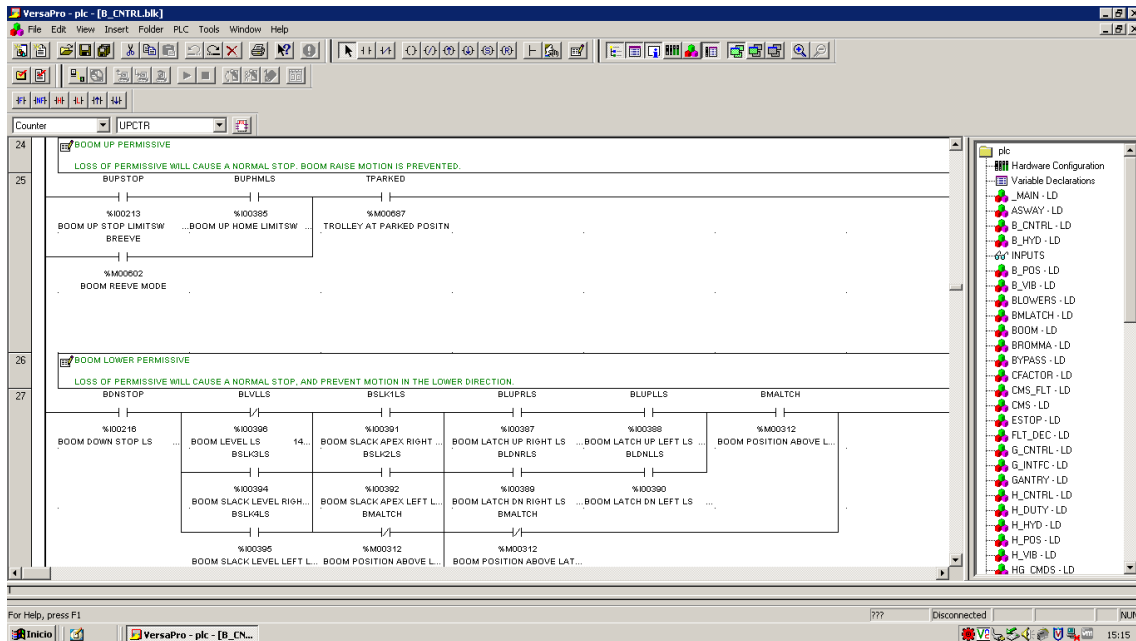


Ilustración 24. Boom up permissive and lower permissive (Versapro)

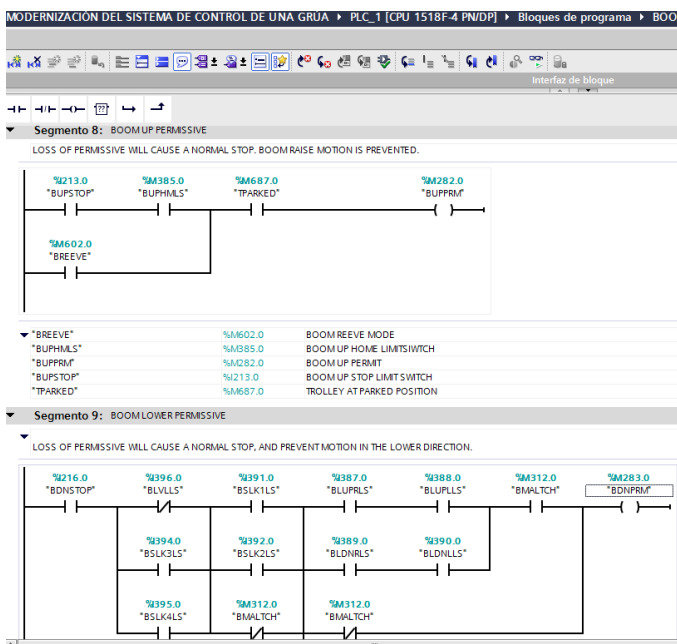


Ilustración 36. Boom up permissive (TIA PORTAL)

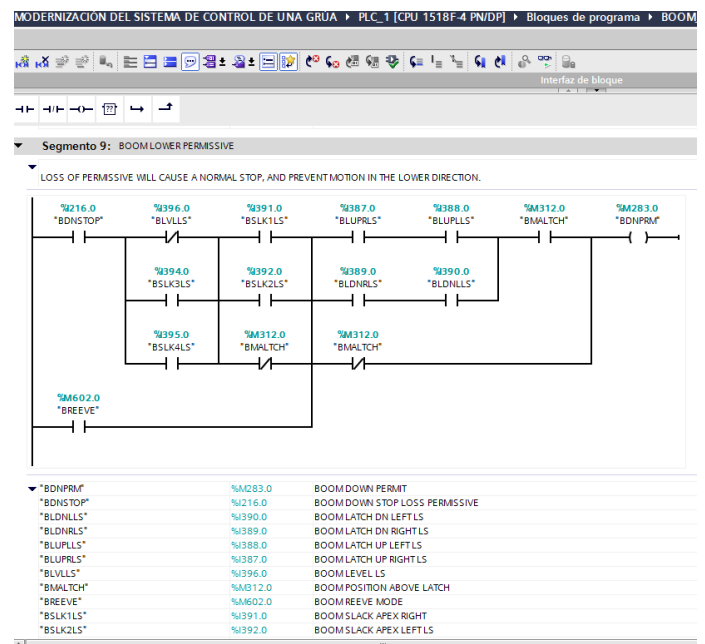


Ilustración 37. Boom lower permissive (TIA PORTAL)

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

En la siguiente imagen se ha definido una función en la que entra en funcionamiento el sistema tensor de cuerdas solo para los movimientos de pluma y carro, estos movimientos solo pueden realizarse o bien desde la cabina del operador o bien desde la estación de operación de pluma. Por lo tanto, la lógica solo inicia las bombas tensoras y energiza los solenoides apropiados cuando es seleccionado el control desde cualquiera de estos puntos de la grúa.

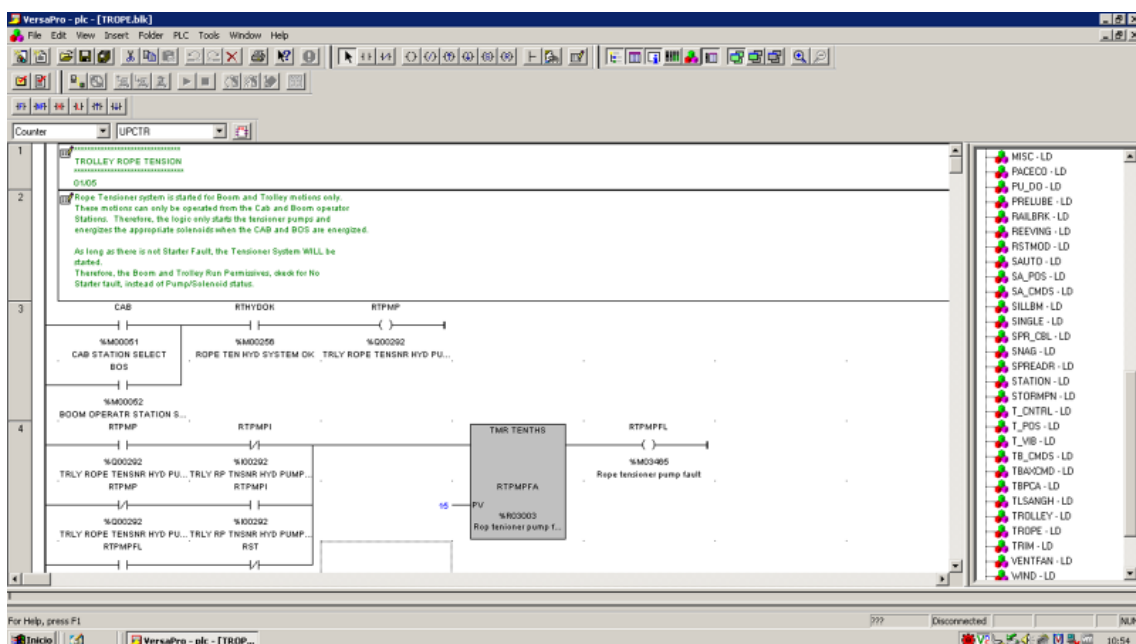


Ilustración 25. Trolley rope tension (Versapro)

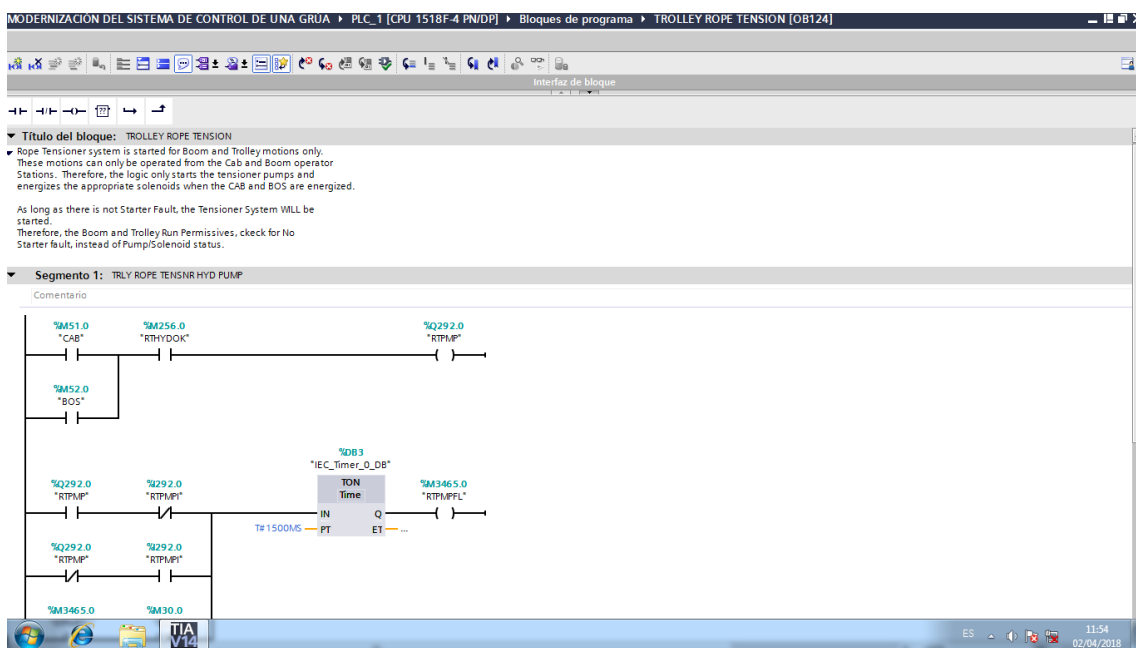


Ilustración 26. Trolley rope tension (TIA PORTAL)

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

En la siguiente imagen se han definido varias funciones, en el segmento 10 se ha definido un move para registrar el movimiento del sistema de elevación, ya sea en dirección ascendente, como descendente. En el segmento 12 se ha definido una función de redundancia, en la que se utilizan comparadores que comparan la última posición registrada para determinar si el movimiento se produce en dirección ascendente o descendente.

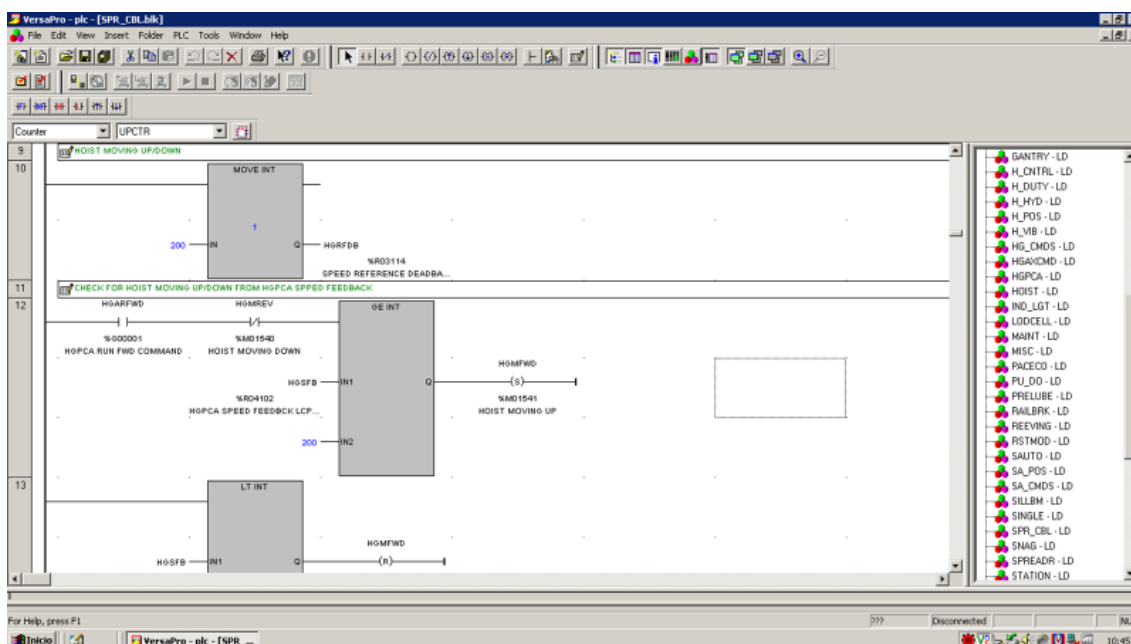


Ilustración 27. Hoist Moving up/down (Versapro)

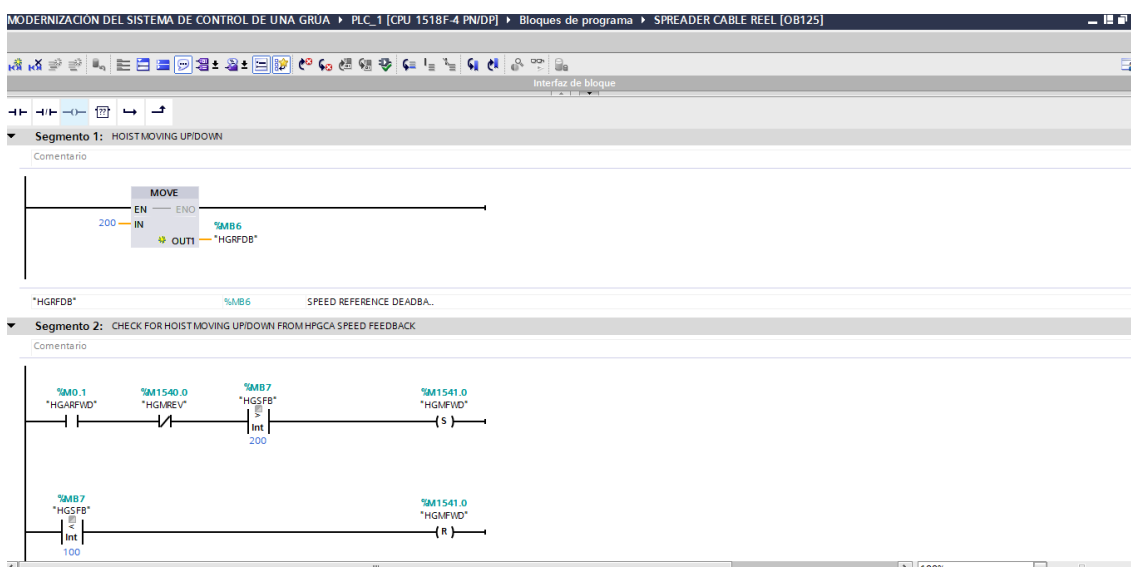


Ilustración 28. Hoist moving up/down (TIA PORTAL)

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

En la siguiente imagen se han definido varias funciones en las cuales se elige si se quiere seleccionar para realizar el movimiento de elevación un solo motor o dos motores. El sistema de elevación en su funcionamiento normal y correcto utiliza dos motores en paralelo con su respectivo variador para que soporten menos carga, pues bien, en ocasiones puede que un motor o un variador se averíe y esta función nos da la posibilidad de mover la carga con solo un motor.

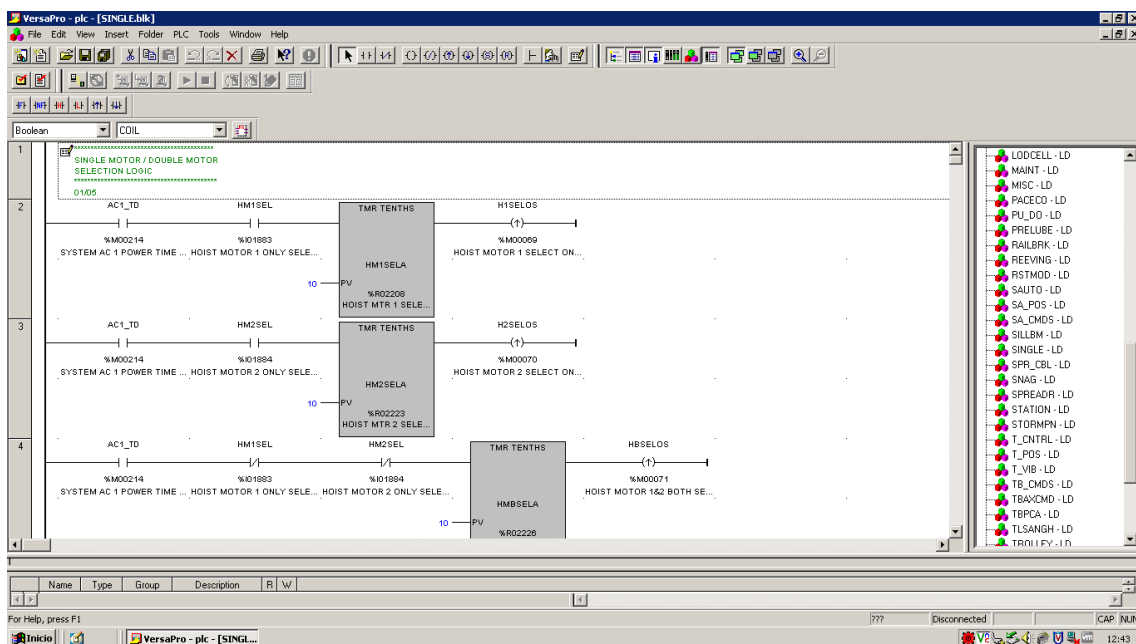


Ilustración 29. Single/double motor selection logic (Versapro)

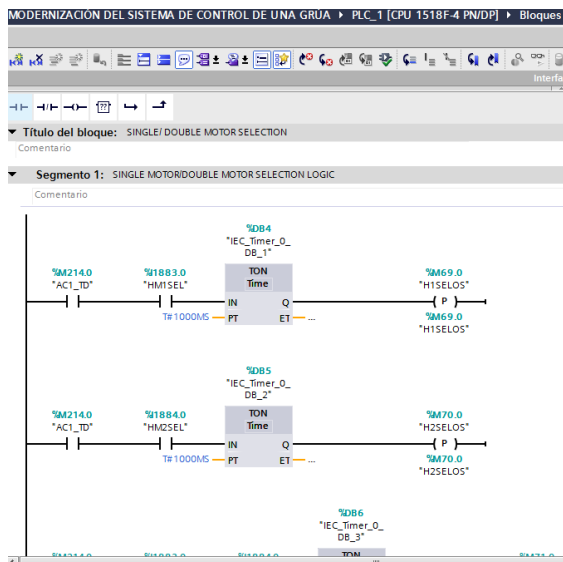


Ilustración 30. Single/double motor selection logic (TIA PORTAL)

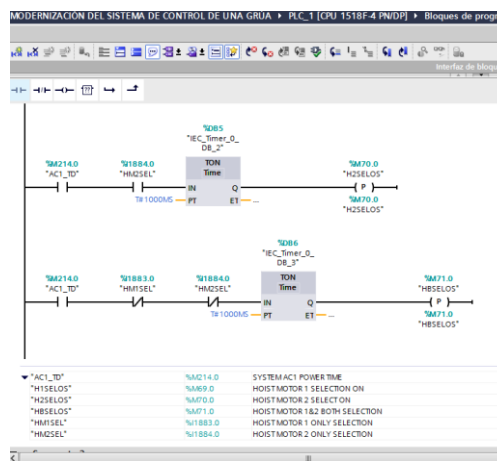


Ilustración 31. Single/double motor selection logic (TIA PORTAL)

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

En la siguiente imagen se definen las funciones que determinan los puntos de reducción de velocidad y puntos de parada para que el spreader no pueda colisionar contra las vigas de la estructura de la grúa .

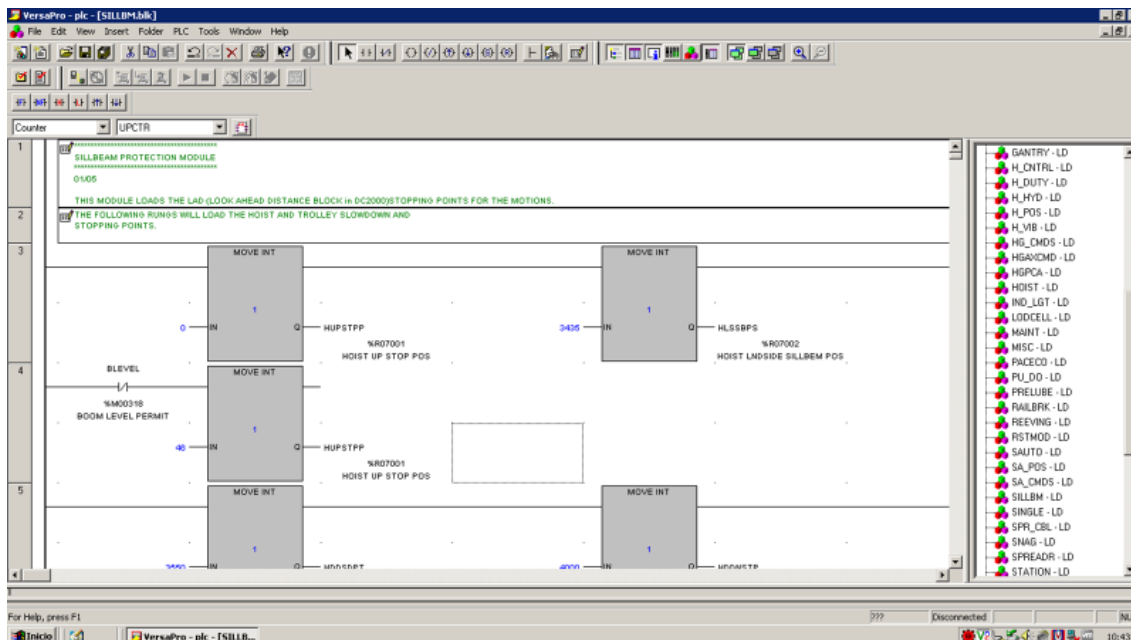


Ilustración 32. Sillbeam protection module (Versapro)

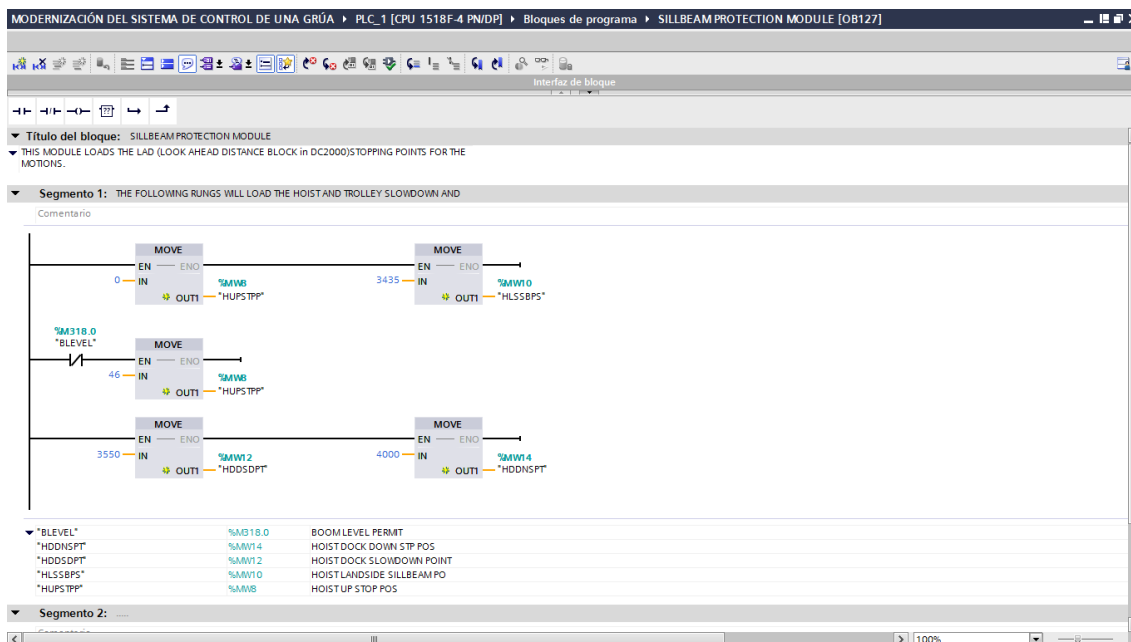


Ilustración 33. Sillbeam protection module (TIA PORTAL)

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

En la siguiente imagen se han definido las funciones en las que se establecen los valores a los que se deben disparar las protecciones contra enganche, sobrecarga y carga excéntrica de las células de carga que son las encargadas de transformar los esfuerzos que se aplican sobre ellas en señales eléctricas, por lo tanto, se utilizan para medir las cargas que la grúa es capaz de soportar.

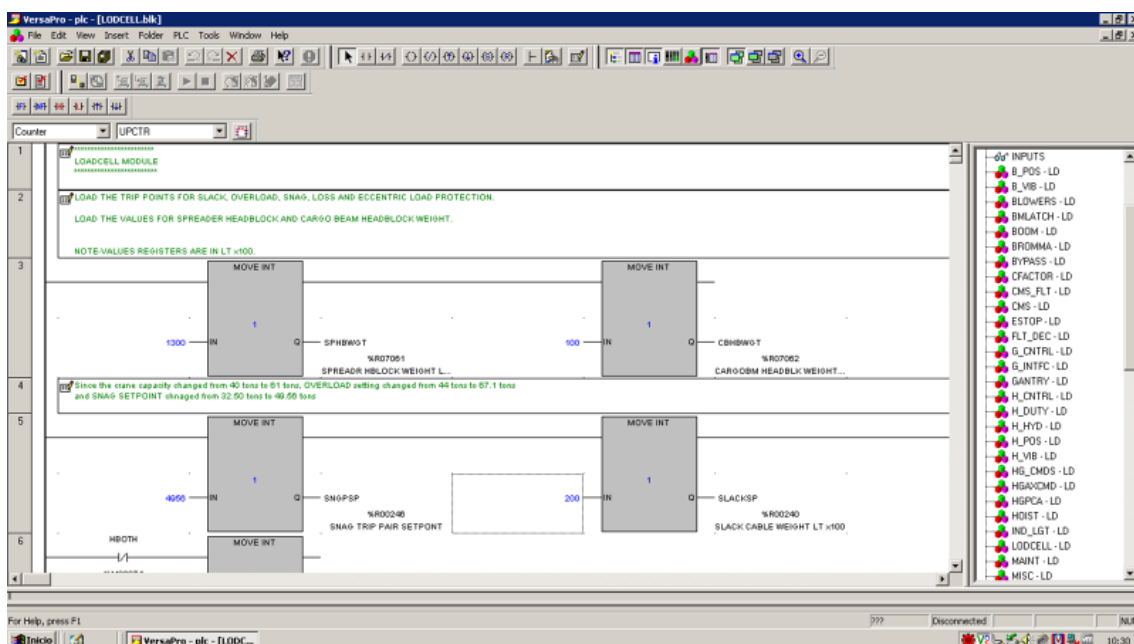


Ilustración 34. Loadcell module (Versapro)

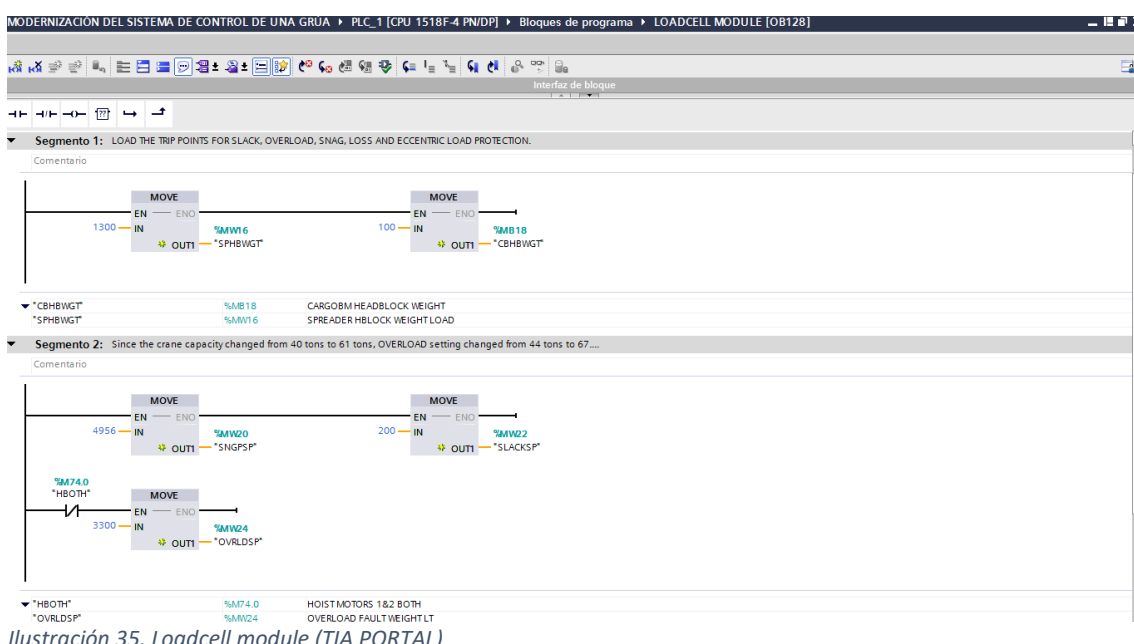


Ilustración 35. Loadcell module (TIA PORTAL)

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

DEFINICIÓN DEL SISTEMA SCADA

SCADA, es el acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition y significa: Supervisión, Control y Adquisición de Datos. Este software para ordenadores permite controlar y supervisar procesos industriales y facilita el control en tiempo real tanto de los sensores como actuadores del proceso.

Para tal control en el sistema de control de la grúa se han definido unas pantallas para controlar el sistema del carro, sistema de elevación, sistema de elevación de la pluma, etc.

En la siguiente imagen se ha definido una pantalla para el control de los finales de carrera del sistema del carro, encoders que muestran la posición en tiempo real, finales de carrera de seguridad activos, velocidad a la que se mueve el carro tanto en porcentaje como en metros por segundo, tensión y consumo del variador que controla el sistema del carro, paradas de emergencia y categoría de la parada, si se ha tomado control desde la cabina o ha habido una parada general.

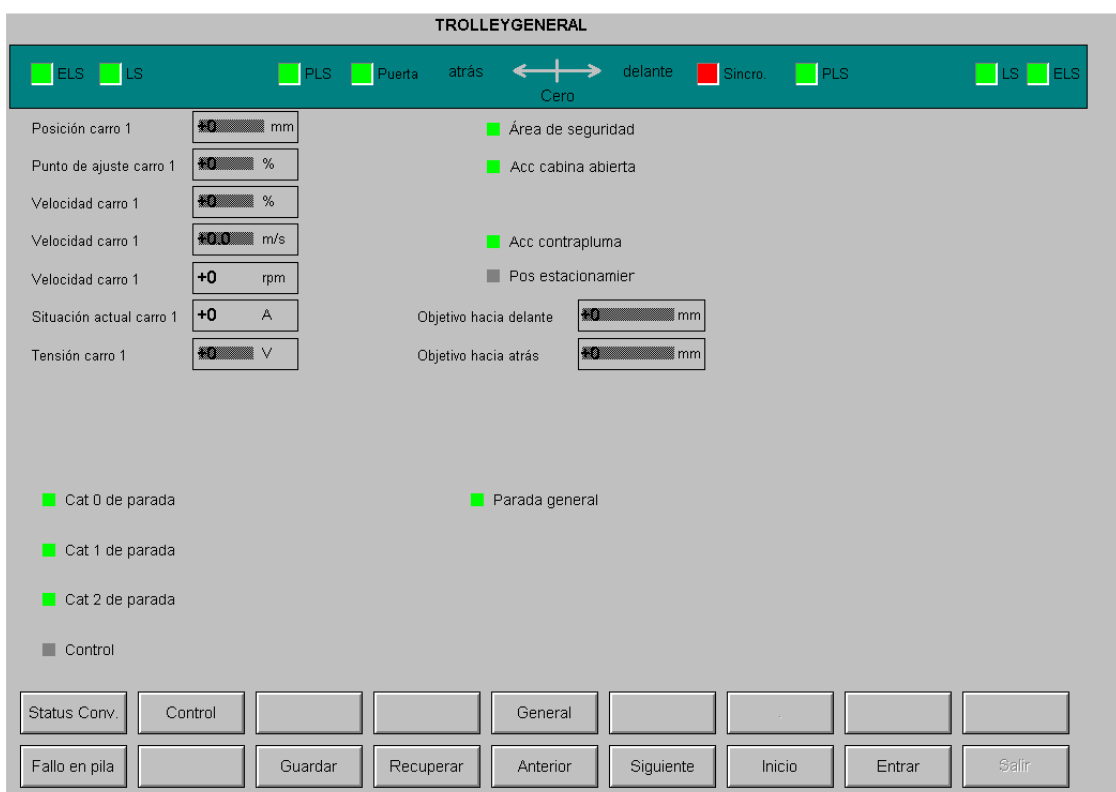


Ilustración 36. Pantalla trolley system SCADA grúa

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

En la siguiente imagen se ha definido una pantalla general en la que se puede controlar la posición del sistema de elevación en tiempo real, la posición del sistema del carro en tiempo real, la posición del sistema del pórtico en tiempo real, la velocidad a la que se mueve el sistema de elevación y el sistema del pórtico, así como la carga neta de la grúa, también la velocidad del viento, este dato permite actuar con más seguridad a la hora de planificar los trabajos en la grúa.

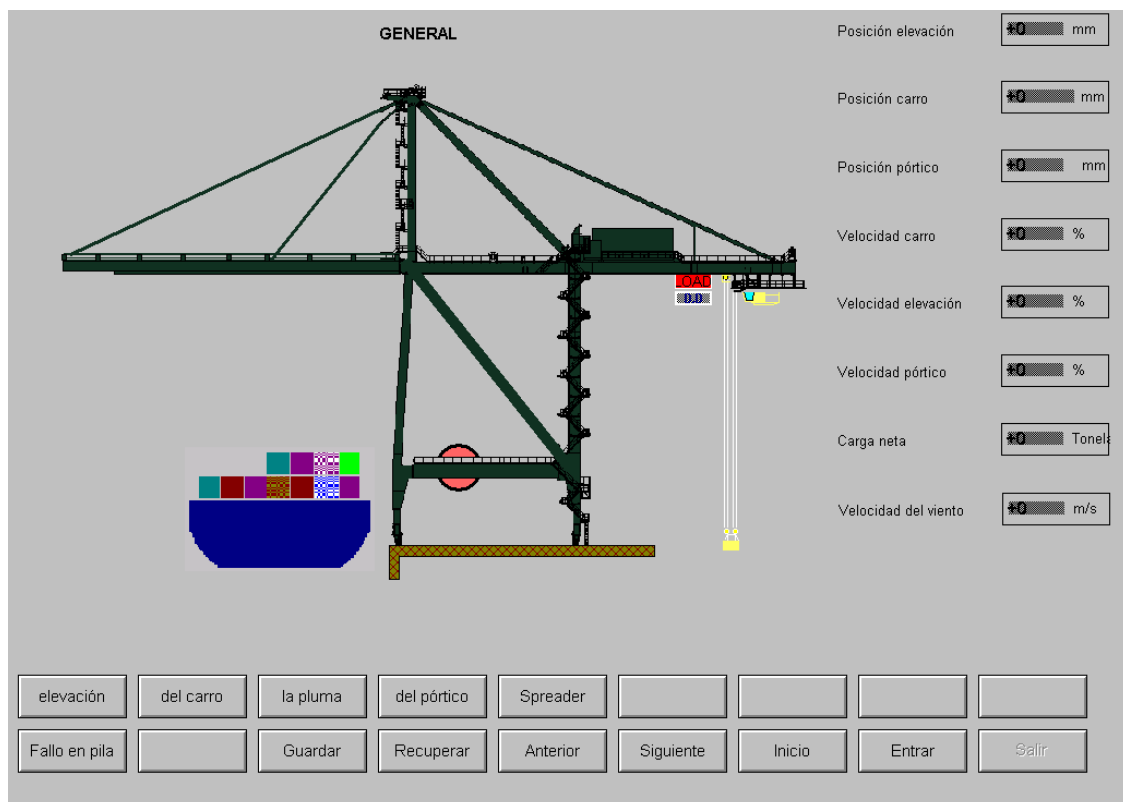


Ilustración 37. Pantalla General SCADA grúa

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

En la siguiente imagen se ha definido una pantalla para el control del sistema de elevación de la pluma, en el que se controla la posición de la pluma en tiempo real, así como la velocidad a la que se mueve tanto en porcentaje como en metros por segundo, punto en el que se realiza la sincronización del encoder de posición, los finales de carrera activos, si se ha ejecutado una parada de emergencia y su categoría.

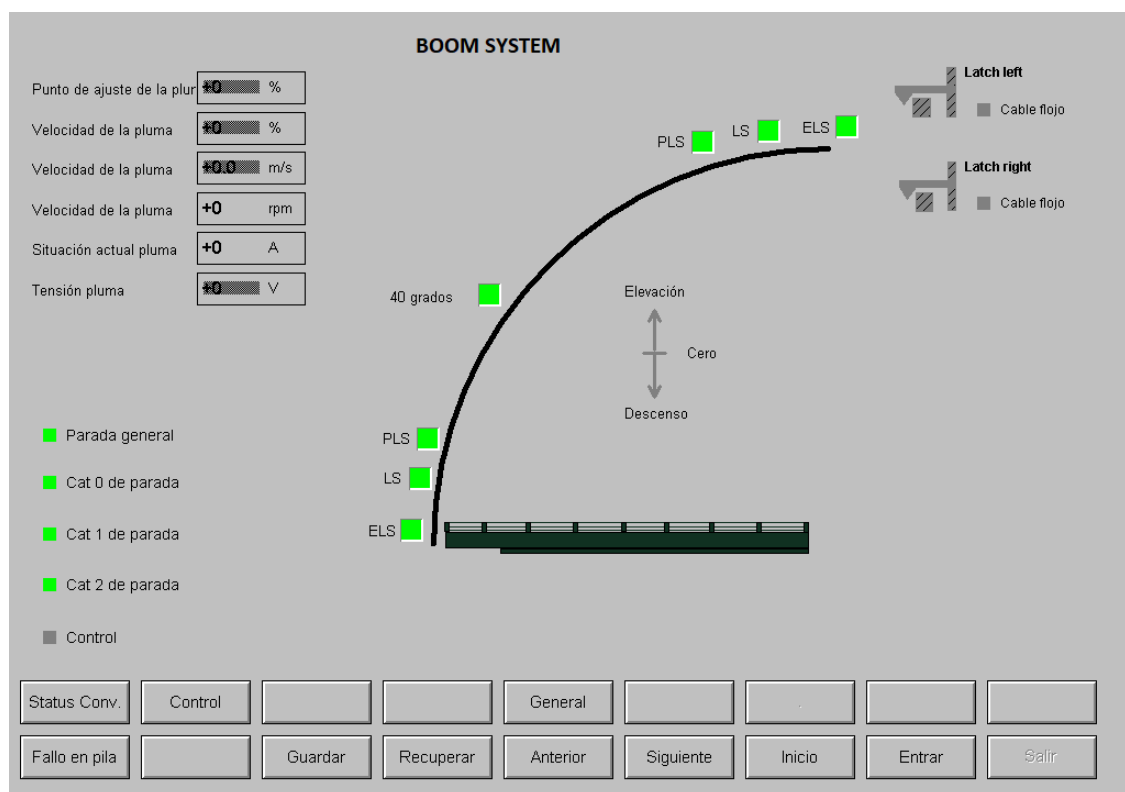


Ilustración 38. Pantalla Boom system SCADA grúa

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

En la siguiente imagen se ha definido una pantalla para el control del sistema de elevación en la que se puede controlar la altura de elevación del spreader en tiempo real, el punto al que realiza la sincronización, la velocidad de elevación tanto en porcentaje como en metros por segundo, la tensión y consumo del variador que controla el sistema de elevación, si se ha ejecutado una parada de emergencia y su categoría, el ángulo del trimado, listado o inclinación del spreader, la carga que está manipulando el spreader.

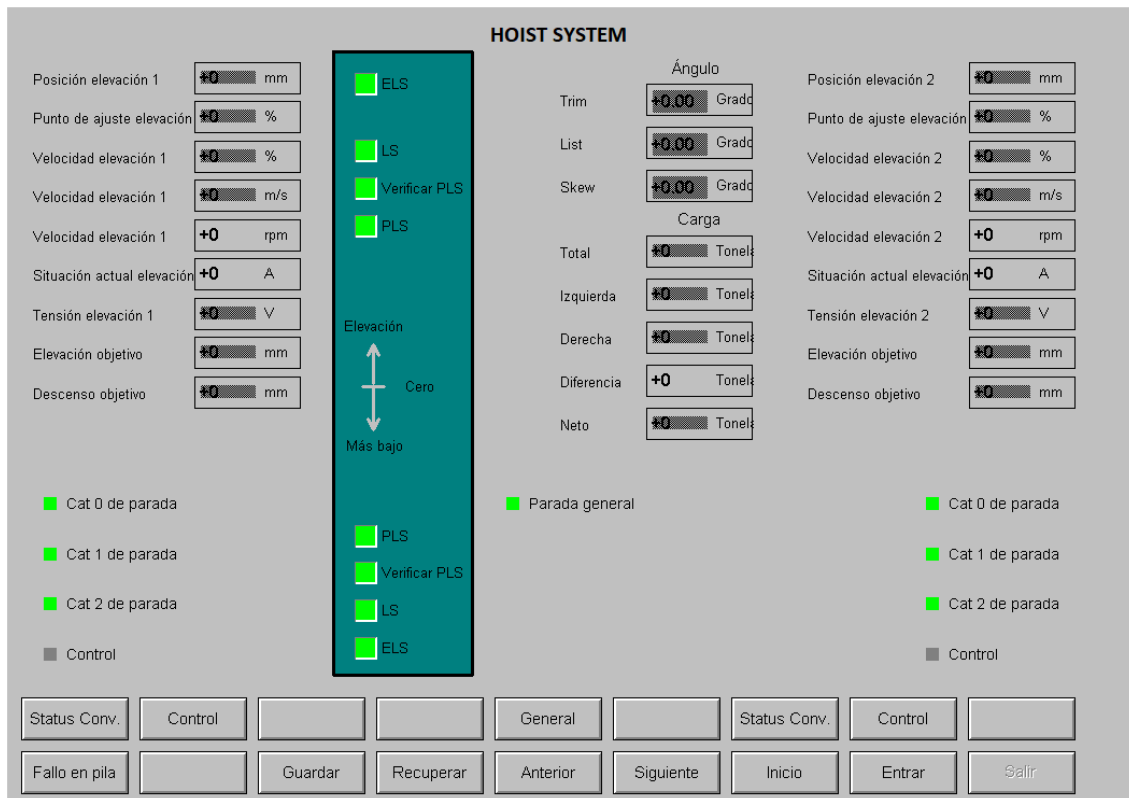


Ilustración 39. Pantalla hoist system SCADA grúa

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

PRESUPUESTO

Nombre	Referencia	Cantidad	Precio(descuento ap. = 37%)	Cantidad * €
TP900 Comfort	6AV2124-0JC01-0AX0	1	1530	1530
IM 155-5 PN HF	6ES7155-5AA00-0AC0	10	534,36	5343,6
CPU 1518F-4 PN/DP	6ES7518-4FP00-0AB0	1	11017,53	11017,53
Entrada digital, DI 16x24VDC BA; incl. conector frontal Push-In	6ES7521-1BH10-0AA0	1	231,8	231,8
Entrada digital, DI 32x24VDC BA; incl. conector frontal Push-In	6ES7521-1BL10-0AA0	2	352,58	705,16
Entrada digital, DI 16x230VAC BA	6ES7521-1FH00-0AA0	38	248,88	9457,44
Salida digital, DQ 16x230VAC/1A Triac	6ES7522-5FH00-0AB0	2	409,92	819,84
Salida digital, DQ 8x230VAC/5A ST Relais	6ES7522-5HF00-0AB0	16	370,88	5934,08
Salida digital, DQ 16x230VAC/2A Relais	6ES7522-5HH00-0AB0	7	396,5	2775,5
Entrada analógica, AI 8xU/I HF	6ES7531-7NF00-0AB0	1	908,9	908,9
Salida analógica, AQ 8xU/I HS	6ES7532-5HF00-0AB0	1	818,62	818,62
Perfil soporte S7-1500, 160 mm	6ES7590-1AB60-0AA0	1	22,4	22,4
Perfil soporte S7-1500, 245 mm	6ES7590-1AC40-0AA0	4	37,33	149,32
Perfil soporte S7-1500, 482 mm, para armarios de 19"	6ES7590-1AE80-0AA0	5	33,6	168
Conector frontal, borne de tornillo para módulos de 35mm, 40 polos	6ES7592-1AM00-0XB0	65	41,11	2672,15
Memory Card, 2 GB	6ES7954-8LP01-0AA0	1	773,5	773,5
			TOTAL	43327,84

Ilustración 40. Presupuesto dispositivos SIEMENS a instalar

MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE UNA GRÚA PORTACONTENEDORES STS

POSIBLES EVOLUCIONES

Con esta nueva plataforma del sistema de automatización y con las últimas funcionalidades que nos ofrecen los dispositivos modernos que vamos a instalar, dejamos la grúa preparada para en un futuro que sea posible la comunicación de la grúa con IoT (internet de las cosas), mediante los sensores adecuados, que comunicarán con los módulos de periferia distribuidos por la grúa obtenemos la información necesaria para una mejor monitorización del funcionamiento de las grúas, permitiendo incluso preveer una avería incluso antes de que ocurra, incluso autogestionar la demanda al proveedor de los repuestos necesarios en una avería que haya detectado el propio sistema a través de dichos sensores.