

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE SCADA DEL MANIPULADOR DE TUBERÍAS DEL TALADRO DE PERFORACIÓN HH-200 DE LA EMPRESA PETREVEN

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Br. Ferretti C., Angel L.
para optar al título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2012

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE SCADA DEL MANIPULADOR DE TUBERÍAS DEL TALADRO DE PERFORACIÓN HH-200 DE LA EMPRESA PETREVEN

Prof. Guía: Ing. Mercedes Arocha.
Tutor Industrial: Ing. Miguel Bertucci.

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Br. Ferretti C., Angel L.
para optar al título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2012

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Caracas, 15 de noviembre de 2012

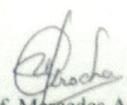
Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Eléctrica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller Angel Luis Ferretti Cabello, titulado:

“ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA SCADA DEL MANIPULADOR DE TUBERÍAS DEL TALADRO DE PERFORACIÓN HH-200 DE LA EMPRESA PETREVEN”

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Electricista en la mención de Electrónica y Control, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran **APROBADO**.


Prof. José Romero
Jurado


Prof. Simón Morales
Jurado


Prof. Mercedes Arocha
Profesora guía

DEDICATORIA

Para mis padres por su apoyo y sacrificio.

Y todas aquellas personas que me brindaron sus consejos en todos estos años.

RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS

A mi padre y mi madre que a lo largo de estos años me han brindado su apoyo y confianza para cumplir las metas que me propongo.

A la profesora Mercedes Arocha por su tiempo y guía.

A la empresa PETREVEN por brindarme la posibilidad de realizar este trabajo.

Ferretti C., Angel L.

**ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE SCADA DEL
MANIPULADOR DE TUBERÍAS DEL TALADRO DE
PERFORACIÓN HH-200 DE LA EMPRESA PETREVEN**

Prof. Guía: Ing. Mercedes Arocha. Tutor Industrial: Ing. Miguel Bertucci. Tesis. Caracas. U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Ingeniero Electricista. Opción: Electrónica. Institución: PETREVEN Servicios y Perforaciones Petroleras C.A. 2012. Hojas 72. + Anexos.

Palabras claves: Automatización; Sistema de Control Automático; Aplicación SCADA; WinCC Flexible; Taladro de perforación petrolera; Manipulador de tubería; Sistemas supervisores.

Resumen. Este trabajo comprende la actualización del sistema de SCADA del manipulador de tuberías del taladro de perforación HH-200 de la empresa PETREVEN, ubicado actualmente en el Campo Carabobo, en el estado Monagas. La actualización tuvo por objetivo el diseño de un programa de control y supervisión para el manipulador de tuberías que permita visualizar las señales de entrada y salida que gobiernan el funcionamiento del manipulador, modificar los parámetros de configuración y control del sistema, visualizar el estado del proceso en todo momento y que posea una interfaz sencilla al operador y personal técnico que permita solucionar averías lo más rápido posible. De este modo se presenta una recopilación de todas las señales que están involucradas en la operación del sistema, así como los parámetros y opciones de control que debe tener el programa. Esta recopilación hace posible realizar la programación necesaria en el software WinCC Flexible para cumplir las exigencias requeridas por el manipulador de tubería.

ÍNDICE GENERAL

CONSTANCIA DE APROBACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA	ii
RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABLAS	x
SIGLAS Y ACRÓNIMOS.....	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS	2
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Objetivo General	2
1.3 Objetivos Específicos	3
CAPÍTULO II	4
FUNDAMENTOS TEÓRICOS	4
2.1 Taladro de perforación	4
2.2 Diferencias entre equipos convencionales y automáticos.	6
2.3 Automatización de procesos industriales	7
2.4 Topología de red. [2]	8
2.4.1 Topología lineal	9
2.4.2 Topología en anillo	9

2.4.3	Topología en estrella.....	10
2.4.4	Topología en árbol	10
2.5	Buses de campo.	11
2.6	Red Profibus [3]-[4]	13
2.6.1	Profibus DP	14
2.6.2	Tipos de dispositivos y configuración Profibus DP.....	16
2.6.3	Medio de transmisión RS485	17
2.6.4	Capa de enlace.....	18
2.7	Interfaz multipunto (MPI). [3].....	19
2.8	Sistemas SCADA.	20
CAPÍTULO III.....		21
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO.....		21
3.1	Manipulador de tuberías.....	21
3.2	Funcionamiento del manipulador de tuberías.....	27
3.2.1	Viaje de entrada.....	27
3.2.2	Viaje de salida.....	28
3.3	Equipos, sensores y actuadores	29
3.3.1	Caja N° 2	30
3.3.2	Caja N° 3	30
3.3.3	Caja N° 5	30
3.3.4	Caja N° 6	31
3.3.5	Caja N° 8	31
3.3.6	Contenedor	31

CAPÍTULO IV	35
DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE CONTROL Y SUPERVISIÓN	35
4.1 Necesidades del programa.....	35
4.2 Página principal	39
4.3 Página de Cestas	40
4.3.1 Página de configuración de cesta	42
4.4 Páginas de configuración.....	44
4.4.1 Configuración básica.....	45
4.4.2 Configuración avanzada.....	46
4.5 Páginas de alarmas	48
CAPÍTULO V	51
VALIDACIÓN DEL PROGRAMA DE CONTROL Y SUPERVISIÓN	51
5.1 Simulación viaje de entrada.....	53
CONCLUSIONES	68
RECOMENDACIONES	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
BIBLIOGRAFÍA	71
ANEXOS	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Partes principales del taladro de perforación.....	5
Figura 2: Diferencias entre equipo convencional y automático.....	7
Figura 3: Topología lineal.....	9
Figura 4: Topología en anillo.....	10
Figura 5: Topología en estrella	10
Figura 6: Topología en árbol.....	11
Figura 7: Pirámide de automatización	12
Figura 8: Modelo OSI	13
Figura 9: Método de acceso al medio	14
Figura 10: Estructura árbol Profibus DP.....	15
Figura 11: Profibus DP monomaestro.....	16
Figura 12: Profibus DP multimaestro	17
Figura 13: Datagrama comunicación FDL.....	19
Figura 14: Esquema red MPI	20
Figura 15: Manipulador de tuberías	21
Figura 16: Detalles torre manipulador	22
Figura 17: Cesta manipulador de tuberías.....	23
Figura 18: Sentido de los movimientos.....	24
Figura 19: Distribución de las cajas por el equipo.....	25
Figura 20: Red del sistema.....	26
Figura 21: Página principal	40
Figura 22: Página de cestas.....	41

Figura 23: Páginas de configuración de cesta N° 1	42
Figura 24: Configuración básica	45
Figura 25: Página 1 de configuración avanzada	46
Figura 26: Página 2 de configuración avanzada	47
Figura 27: Página de alarma.....	49
Figura 28: Página de la caja N° 3	50
Figura 29: Página de cestas paso N° 0.	54
Figura 30: Página de cestas paso N° 1	55
Figura 31: Página de cestas paso N° 2	56
Figura 32: Página de cestas paso N° 3	57
Figura 33: Página de cestas paso N° 4	58
Figura 34: Página de cestas paso N° 5	59
Figura 35: Página de cestas paso 6.....	60
Figura 36: Página de cestas paso 7.....	61
Figura 37: Página de cestas paso N° 8	62
Figura 38: Página de cestas paso N° 9	63
Figura 39: Página de cestas paso N° 10	64
Figura 40: Página de cestas paso N° 11	65
Figura 41: Página de cestas paso N° 12	66
Figura 42: Alarma 12 activa en Página de alarmas.....	67
Figura 43: Alarma 12 activa en Página de contenedor	67

LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1: <i>Encoders</i> con su dirección DP.....	24
Tabla N° 2: Modelo de sensores y actuadores.....	29
Tabla N° 3: Señales del módulo Siemens 32 entradas digitales.....	31
Tabla N° 4 Señales del módulo Siemens 32 salidas digitales	33
Tabla N° 5: Señales del módulo Siemens 2 salidas analógicas 0-10V	34
Tabla N° 6: Señales del módulo Siemens 4 salidas analógicas 0-10V	34
Tabla N° 7 Comparación Wonderware-WinCC Flexible.....	38
Tabla N° 8: Condiciones de arranque generales	52
Tabla N° 9: Condiciones de arranque semiautomático	52
Tabla N° 10: Configuración cestas 8, 9 y 10.....	54

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

BOP (vál): Blowout Preventer (Válvula impide reventones).

DP: Decentralized Peripherals (Periferia descentralizada).

DPM1: Decentralized Peripherals Master Class 1 (Periferia Descentralizada Maestro clase 1).

DPM2: Decentralized Peripherals Master Class 2 (Periferia Descentralizada Maestro clase 2).

FDL: Fieldbus Data Link (Enlace de datos de campo).

HMI: Human Machine Interface (Interfaz Hombre Máquina).

MH: Mouse hole (Hueco de ratón).

NC: Normally Close (Normalmente cerrado).

NO: Normally Open (Normalmente abierto).

NRZ: Non Return To Zero (No retorna a cero).

OSI: Open System Interconnection (Interconexión de sistemas abiertos).

PHS: Pump Hydraulic Services (Bomba de servicios hidráulicos).

PI: Profibus Internacional.

PLC: Programmable Logic Controller (Controlador Lógico Programable).

SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition (Control Supervisor y Adquisición de Datos).

TD: Top drive.

VE: Viaje de entrada.

VFD: Variable Frequency Drive (Variador de Frecuencia).

VS: Viaje de salida.

INTRODUCCIÓN

Desde hace muchos años el petróleo ha sido la principal fuente energética de nuestro país y el mundo, éste se encuentra presente en el subsuelo acumulado en los poros de las rocas, por lo que para su extracción se hace necesaria la perforación en las distintas capas terrestres. Este proceso de perforación se hace por medio de equipos especiales como son los taladros de perforación, los cuales han ido evolucionando a través de los años haciéndose cada vez más especializados, dejando en el pasado el funcionamiento mecánico y migrando al funcionamiento hidráulico, que permite un mejor control del proceso gracias al avance de la electrónica, lo que se refleja en mayor nivel de automatización y por lo tanto, en un proceso más simple, seguro, económico, limpio y de mayor eficiencia.

Un ejemplo de estos sistemas es el taladro de perforación HH-200 de la empresa PETREVEN fabricado por SOILMEC. Este taladro funciona mediante un conjunto de sistemas automatizados, dentro del cual se encuentra el manipulador de tuberías. Como su nombre lo indica, este sistema permite manejar la tubería de perforación, para llevarla desde su posición de almacenaje hasta una posición de espera donde será incorporada a la perforación y viceversa, haciendo el proceso mucho más seguro, rápido y sencillo.

Esta operación es realizada tanto de manera manual como automática, pudiendo en ambos casos monitorizar el estado del proceso en tiempo real gracias a una interfaz hombre máquina.

Este trabajo consta de la identificación y descripción de cada uno de los equipos que componen el sistema manipulador, además de la relación y funcionamiento entre ellos, permitiendo el completo entendimiento del funcionamiento, para lograr la actualización del sistema SCADA y solventar las fallas esporádicas de comunicación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS

1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad la automatización de los procesos y el posterior mantenimiento de los sistemas automatizados forman parte vital de las operaciones de una empresa, no sólo para su inicio en una actividad productiva sino para su rentabilidad a lo largo del tiempo.

En base a estas necesidades se realizó la actualización del SCADA que posee el manipulador de tuberías del taladro de perforación HH-200. Este proyecto surgió ante un problema de comunicación del software RsView de la empresa Rockwell Automation, que ocasionaba pérdidas esporádicas de la comunicación entre el controlador lógico programable (PLC) y la computadora de visualización de proceso.

Ante esta situación, aunado a que no se poseía el CD de instalación del software RsView para su reinstalación y que el sistema sobre el que estaba instalado, Windows NT, es muy antiguo, lo que dificultaba actualizaciones y compatibilidad con nueva tecnología, se buscó migrar el sistema a otro paquete de software compatible con el sistema.

1.2 Objetivo General

Actualizar el sistema SCADA del manipulador de tuberías del taladro de perforación HH-200 de la empresa PETREVEN en el Edo. Monagas.

1.3 Objetivos Específicos

- Recopilar información de los diferentes sensores y actuadores usados por el sistema de control.
- Estudiar los equipos, topologías y protocolos de comunicación presentes en el sistema de control.
- Describir las características y funciones del programa de control y supervisión.
- Estudiar los paquetes de software de SCADAS más conocidos que cumplan con los requerimientos del sistema.
- Programar la interfaz gráfica para la actualización del sistema SCADA del manipulador de tuberías.
- Validar la propuesta a través de recursos tales como simulaciones, maquetas u otros.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Taladro de perforación

“La función principal del taladro de perforación es hacer un hoyo, lo más económicamente posible. Hoyo cuya terminación representa un punto de drenaje eficaz del yacimiento. Lo ideal sería que el taladro hiciese hoyo todo el tiempo pero la utilización y el funcionamiento del taladro mismo y las operaciones conexas para hacer y terminar el hoyo requieren hacer altos durante el curso de los trabajos. Entonces, el tiempo es primordial e influye en la economía y eficiencia de la perforación”. [1]

El taladro de perforación rotatoria convencional es el equipo usado actualmente para la perforación y está compuesto básicamente de cinco sistemas:

- Sistema de potencia: suministra la energía necesaria para cumplir con las exigencias del sistema de levantamiento, rotación y circulación. La potencia máxima está determinada por la energía requerida a la máxima profundidad.
- Sistema de elevación o levantamiento: es el encargado de colocar, mantener y retirar las tuberías y herramientas de perforación del hoyo por lo que está diseñado para levantar grandes cargas.
- Sistema de rotación: permite realizar el hoyo hasta la profundidad deseada, haciendo posible los movimientos de rotación.

- Sistema de seguridad: compuesto por la válvula BOP, *Blowout Preventer*, ubicada sobre el hoyo, y demás equipos que permiten el cierre del pozo en caso de situaciones peligrosas.
- Sistema de circulación: abarca la circulación de lodo químico que permite lubricar y refrigerar el hoyo, además de extraer los residuos producto de la perforación.

Con el desarrollo tecnológico, los equipos han adquirido mayor grado de automatización, mayor velocidad y seguridad pudiéndose destacar diferencias entre los equipos convencionales y los equipos automáticos.

El taladro de perforación HH-200 es un equipo automático, compuesto por los cinco sistemas mencionados anteriormente, y con un sistema manipulador de tuberías que complementa el sistema de levantamiento. En la figura 1 se observan las partes principales del equipo.

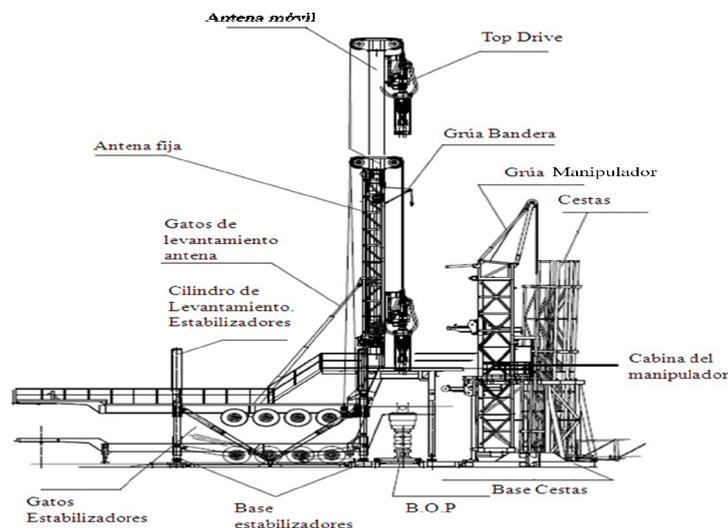


Figura 1: Partes principales del taladro de perforación

Fuente: “Manual de uso y mantenimiento HH-200”, SOILMEC Drilling Equipment Division, pág. 16,

En la figura 1 se observa que el equipo posee dos grúas, la grúa bandera ubicada junto a la antena fija, con una movilidad de 90° alrededor de la misma, y la grúa del manipulador, ubicada en el centro de las cestas, utilizada para el levantamiento de tuberías muy pesadas para la pinza del manipulador y para desmontar el equipo a la hora de trasladarlo.

Los gatos, bases, y cilindros estabilizadores de levantamiento, permiten armar el equipo para ponerlo en operación.

En las cestas se encuentran almacenadas las tuberías de perforación de forma vertical y alrededor de la grúa del manipulador, permitiendo un acceso sencillo y rápido a éstas.

La antena es la estructura sobre la que descansa el cable de levantamiento del *top drive*, y tiene un movimiento vertical que permite insertar y retirar la tubería, mientras que el *top drive* rota la tubería para realizar la perforación. El *top drive* es el encargado de llevar la tubería hasta el hoyo o sacarla de éste.

2.2 Diferencias entre equipos convencionales y automáticos.

En el sistema de levantamiento es donde se observan las mayores diferencias entre los equipos convencionales y automáticos. Los nuevos sistemas hidráulicos que han dejado atrás los sistemas mecánicos de poleas, son uno de los mayores logros de los equipos automáticos ya que permiten la reducción de riesgo de accidente, menor daño ambiental y mayor rapidez durante las operaciones y traslados del equipo. Algunas de estas diferencias se pueden observar en la figura 2 y son:

- Los equipos automatizados eliminan la función de mayor riesgo que es la del encuellador, que se encarga de ordenar las secciones de tuberías durante la

perforación y está ubicado en la parte superior del taladro, en el piso de enganche.

- La torre o mástil, estructura que soporta el peso de las tuberías y herramientas de perforación, no existe en los taladros automáticos sino que éstos tienen un pistón hidráulico.
- Las tuberías de perforación se encuentran alineadas en contenedores verticales llamadas cestas, y no se deben armar y desarmar desde el piso, como en los taladros convencionales, haciendo más rápido y seguro el proceso de perforación.
- Los equipos automáticos constan de sensores, actuadores, controladores que hacen más rápidas y más seguras las operaciones.



Figura 2: Diferencias entre equipo convencional y automático

Fuente: "Equipos automaticos"

http://www.iapg.org.ar/sectores/eventos/Jornadas%20NqN/Equipo_AUTOMATICO-IAPG-nov06.pdf.

2.3 Automatización de procesos industriales

La automatización industrial permite mejorar la eficiencia, seguridad y calidad de los procesos industriales disminuyendo la probabilidad de accidentes debido a la

interacción humana. Para que un proceso esté correctamente automatizado es necesario que posea componentes como sensores, que permitan recolectar la información de entrada del sistema; actuadores, para efectuar cambios en el sistema respondiendo ante las entradas que éste recibe; una unidad de control que se encargue de coordinar y tomar todas las decisiones del sistema, conformada por un controlador, por ejemplo un PLC y una red de comunicación que sea capaz de enlazar estos tres tipos de componentes. Adicionalmente un sistema automático puede tener una interfaz hombre máquina (HMI), en casos de sistemas donde algunos parámetros deban ser modificados por el usuario dependiendo de la operación a realizar o donde simplemente se desee monitorizar el estado del sistema.

La selección de cada uno de los componentes que forman parte de un sistema automatizado depende del proceso y depende del tipo de variable a controlar, zona de ubicación de los sensores o actuadores, tipo de control que se desea realizar y la interacción con el usuario que deba tener.

2.4 Topología de red. [2]

Se entiende por topología de red la estructura geométrica básica bajo la cual están conectados los instrumentos o dispositivos, denominados estaciones y unidos mediante líneas, que forman una red de comunicaciones. La forma de conexión más sencilla es una red con dos estaciones denominada estructura punto a punto. La topología de una red también puede ser:

- Topología lineal
- Topología de anillo
- Topología en estrella
- Topología en árbol

2.4.1 Topología lineal

Se denomina también estructura bus y cada estación sólo precisa una interfaz. Pueden conectarse a la línea central mediante líneas derivadas cortas como se muestra en la figura 3. En este tipo de topología se debe regular la comunicación de forma tal que sólo una estación pueda transmitir en un determinado momento, mientras que las demás sólo puedan escuchar. Por ello es necesario asignar los derechos de emisión, a tal efecto se emplean los denominados métodos de acceso al bus.

Entre sus características, sobresale la facilidad de conectar nuevos nodos a la red y la dificultad de detectar el origen de un problema cuando toda la red falla.

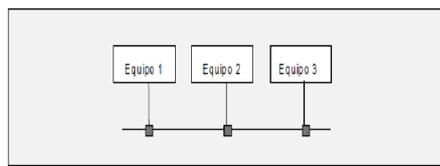


Figura 3: Topología lineal

2.4.2 Topología en anillo

Se denomina también estructura anular y tiene la forma indicada en la figura 4. En esta topología se restringe el derecho de emisión controlando el acceso al bus. Puede configurarse de forma que conste de varios enlaces punto a punto yuxtapuestos. La ventaja de la estructura anular es que cada nodo actúa como amplificador lo que la hace ideal para grandes distancias. Por el contrario, el fallo de una estación puede ocasionar el mal funcionamiento de la red completa, además de que es difícil diagnosticar y reparar los problemas en ella.

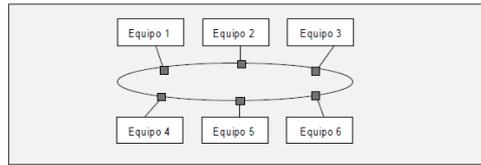


Figura 4: Topología en anillo

2.4.3 Topología en estrella

En esta estructura es sumamente importante el nodo central, que se encarga de controlar toda la comunicación. Cualquier perturbación en el mismo significa generalmente el fallo de la red completa, pero tiene la posibilidad de desconectar elementos de red sin causar problemas. En la figura 5 se observa la forma de la topología.

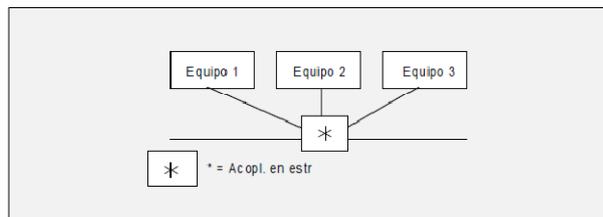


Figura 5: Topología en estrella

2.4.4 Topología en árbol

Ésta puede considerarse como un encadenamiento de varias estructuras lineales de longitud y características diferentes. En este caso adquieren gran importancia los elementos que sirven para acoplar las distintas líneas. Puede ser vista como una colección de redes en estrella ordenadas en una jerarquía a una misma línea. Permite cableado punto a punto para segmentos individuales y si falla el segmento principal todo el segmento lo hace. La figura 6 representa una topología en árbol.

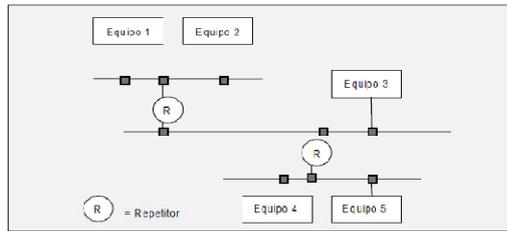


Figura 6: Topología en árbol

2.5 Buses de campo.

Son redes de comunicación que permiten la interconexión de los dispositivos de campo y la sala de control por medio de señales digitales, enviando no sólo el valor de la variable monitorizada, sino también información sobre el equipo, pudiendo utilizar un mismo cable para varios dispositivos, brindando flexibilidad de control y extensión. Surgen como remplazo del cableado clásico por su reducción de costo y su simplicidad a la hora de puesta en servicio. Profibus es un ejemplo de un bus de campo.

Para gestionar correctamente los trabajos que se deben realizar en una industria se usa la pirámide de automatización, donde se dispone de una jerarquía de los sistemas de automatización de una industria tal como se muestra en la figura 7.

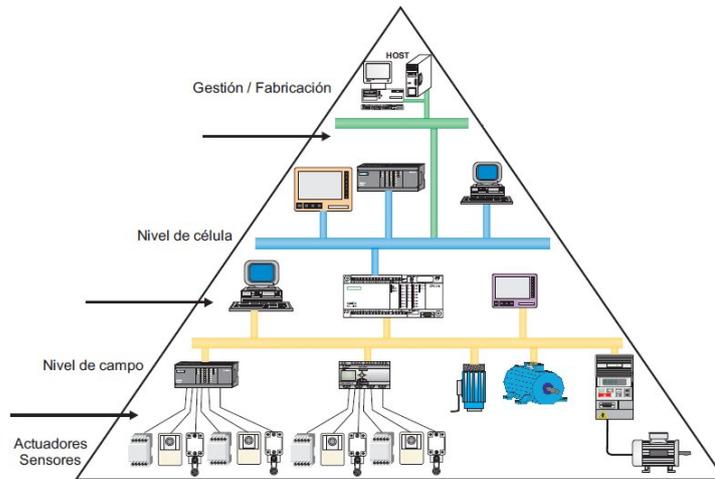


Figura 7: Pirámide de automatización

Fuente: “Jerarquía de la automatización industrial”

<http://guindo.pntic.mec.es/rarc0002/all/aut/dat/ace.jerarquia.aut.pdf>

El nivel de gestión se encarga de planificar y administrar las políticas de producción total por las que se regirán los sistemas inferiores. En el nivel de célula se procesan las tareas de automatización. En el nivel de campo se reúne y genera la información del proceso de control. En este nivel están conectados los buses de campo como Profibus. El nivel de actuador/sensor es donde se adquieren y modifican las variables a medir por medio de los sensores y actuadores del sistema.

Para describir los buses de campo se puede utilizar el modelo (OSI), *Open System Interconnection*, el cual se muestra en la figura 8. En éstos sólo son necesarios el nivel físico, el nivel de enlace de datos y el nivel de aplicación.



Figura 8: Modelo OSI

Fuente: “Modelo OSI” http://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_OSI

2.6 Red Profibus [3]-[4]

Profibus, *Process Field Bus* (Bus de Proceso de Campo), es un bus industrial abierto, completamente normalizado que sigue los estándares europeos EN 50170, lo que permite conectar sin problemas componentes de los fabricantes más diversos, la organización que vela por este bus de campo es Profibus Internacional (PI). Los enlaces de comunicación son muy flexibles, fáciles de materializar y de modificar en la práctica.

Profibus ofrece tres perfiles compatibles entre sí:

- Profibus FMS, *Fieldbus Message Specification* (Especificación de Mensajes de Buses de Campo), diseñado para tareas universales de comunicación, un sistema típico está compuesto por varios equipos de automatización inteligentes.
- Profibus PA, *Process Automation* (Automatización de Procesos), diseñado para la automatización de procesos incluso en áreas con riesgo de explosión, permite que sensores y actuadores sean conectados en un misma línea de bus.

- Profibus DP, *Decentralized Peripherals* (Periferia Descentralizada), realiza el intercambio de datos rápido y cíclico, y permite la identificación de los dispositivos, diseñado para el control distribuido conectando las entradas y salidas distribuidas por el campo con la unidad de control. También funciona para comunicaciones acíclicas en los dispositivos de campo inteligente con el fin de parametrizar, monitorizar y manejar las alarmas de éstos. Utiliza una interfaz RS485 o fibra óptica para la transmisión en el nivel físico y el nivel de enlace de datos.

De estas tres variantes, compatibles entre sí, el más usado es el Profibus DP.

2.6.1 Profibus DP

- Permite dos tipos de estaciones maestra o activa y esclava o pasiva.
- Permite dos configuraciones de red, generalmente un maestro y varios esclavos formando una red monomaestro o, varios maestros y varios esclavos formando una red multimaestro.
- El acceso al medio es un proceso híbrido, se produce tras los procesamientos de paso de testigo entre las estaciones maestras y la comunicación maestro/esclavo. En la figura 9 se observa el método de acceso al medio, donde cada estación maestra es capaz de comunicarse con sus estaciones esclavas sólo cuando posea el testigo.

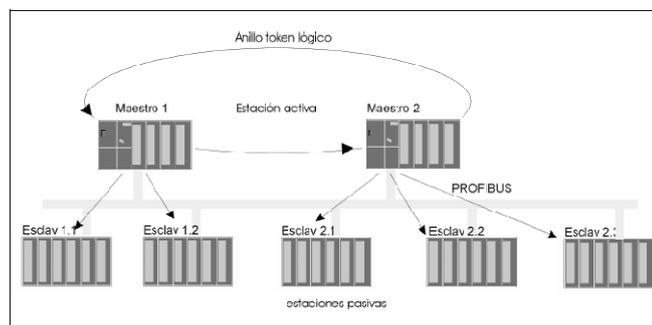


Figura 9: Método de acceso al medio

Fuente: "Comunicación con SIMATIC". Obtenido de

<http://formacion.plcmadrid.es/descargas/docs/manuales/Comunicacion_con_simatic.pdf, pág. 3-7.

- Tiempo ciclo típico entre 5 -10 ms, debe ser menor al tiempo de ciclo del programa del sistema.
- Número máximo de estaciones con repetidores 127 y 32 sin repetidores. Se puede establecer una red de área más amplia dividiendo el bus en segmentos, interconectados a través de repetidores, donde cada repetidor cuenta como una estación.
- Velocidad de transmisión 9,6; 19,2; 93,75; 187,5; 500 kbps; 1,5Mbps; 3Mbps; 6Mbps y 12Mbps. Puede alcanzar hasta 1200m a una velocidad de 93,75kbps; 600m a 187,5kbps y 200m a 500kbps usando un par trenzado.
- La configuración del bus puede expandirse a través de módulos, los cuales pueden conectarse y desconectarse en ejecución.
- La transmisión se produce a través de un cable de dos hilos trenzado con interfaz RS485 o con fibra óptica.
- El cable de dos hilos trenzado, con una sección mínima de 0,22 mm², y debe cerrarse en los extremos con terminales de cierre. Será apantallado o no según el ambiente de trabajo.
- La topología de un segmento de bus es lineal y con ayuda de los repetidores, se puede elaborar una estructura en árbol, como la indicada en la figura 10:

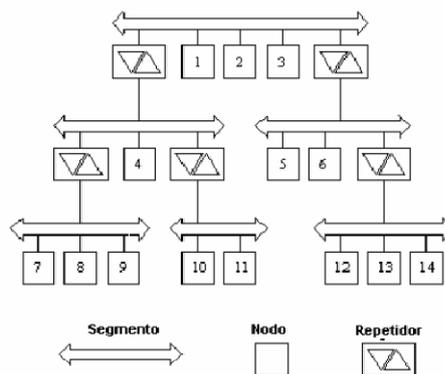


Figura 10: Estructura árbol Profibus DP

Fuente: “Fundamentos de los sistemas de bus de campo con SIMATIC S7-300.”

https://www.automation.Siemens.com/mcms/sce/en/advanced_training/training_material/download_training_material/appendix/Documents/ES_IV_field%20bus.pdf, pág. 14.

- Las distancias de hasta 12 km son posibles con cables eléctricos de dos hilos y de hasta 23,8 km con fibra óptica. Las distancias dependen de la velocidad de comunicación.
- En Profibus DP, existe una extensa gama de posibilidades de diagnósticos con la ayuda de herramientas de software.

2.6.2 Tipos de dispositivos y configuración Profibus DP.

Profibus DP admite sistemas mono y multimaestro. En el sistema monomaestro, sólo hay un maestro activo en el bus, que es el Maestro DP clase 1 (DPM1), que es un controlador central a través del cual se acoplan los esclavos DP y permite el cambio de información en ciclos de mensajes específicos. La figura 11 muestra un sistema monomaestro típico.

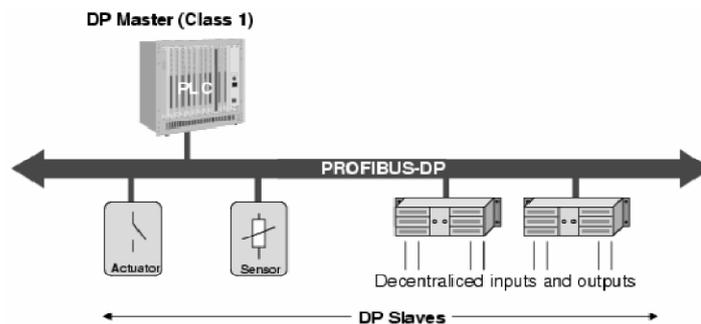


Figura 11: Profibus DP monomaestro

Fuente: “Fundamentos de los sistemas de bus de campo con SIMATIC S7-300”.

https://www.automation.Siemens.com/mcms/sce/en/advanced_training/training_material/download_training_material/appendix/Documents/ES_IV_field%20bus.pdf, pág. 51.

En sistemas multimaestros, como el de la figura 12, se deben configurar varios maestros conectados a un mismo bus. Cada maestro consiste en un DPM1. Todos los maestros del bus pueden leer la imagen de las entradas y salidas de todos los esclavos, pero sólo pueden acceder a los esclavos que les hayan sido asignados en el periodo de configuración. Los sistemas multimaestros poseen los maestros DP

clase 2 (DPM2), éstos son dispositivos de programación, configuración y diagnóstico. Son parametrizados en la puesta en marcha para especificar la configuración del sistema DP. Se encargan de poner en marcha, mantener y hacer el diagnóstico de posibles errores del bus; así como de configurar los dispositivos conectados si fuera necesario, evaluar los datos adquiridos de las estaciones de entrada y salida y los parámetros y estado de las estaciones.

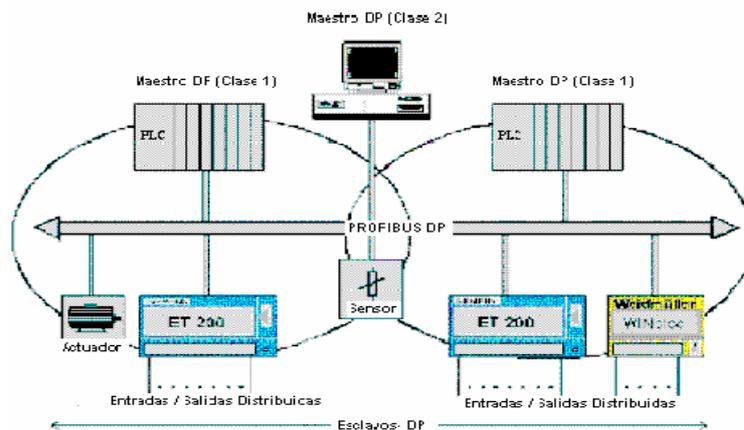


Figura 12: Profibus DP multimaestro

Fuente: "Fundamentos de los sistemas de bus de campo con SIMATIC S7-300".

https://www.automation.Siemens.com/mcms/sce/en/advanced_training/training_material/download_training_material/appendix/Documents/ES_IV_field%20bus.pdf, pág. 52.

2.6.3 Medio de transmisión RS485

El estándar RS485 representa el medio de transmisión más usado en Profibus DP y sus principales características son:

- Codificación digital asincrónica NRZ, en la que el voltaje no vuelve a cero entre bits de valor uno consecutivos.
- Admite una topología lineal, con sus extremos con terminadores activos.
- Utiliza un par trenzado apantallado o no según la interferencia electromagnética del ambiente.

- Es un sistema de transmisión multipunto diferencial, lo que lo hace ideal para ambientes con interferencias eléctricas.
- Permite la transmisión de datos serial a grandes distancias y altas velocidades.
- Aunque la velocidad a la que trabaja es única, soporta velocidades de transmisión entre 9,6kbps y 12Mbps.
- Alcanza los 1200 metros a 9,6kbps y los 100 m a 12Mbps, sin repetidores. Y con repetidores puede llegar a un máximo de 10km.
- Se pueden conectar 32 estaciones sin usar repetidores, y hasta 127 con éstos.
- La estructura del bus permite la expansión de la red. Sólo hay que insertar un nuevo dispositivo, mediante un derivador de línea, teniendo en cuenta siempre que si el dispositivo está en el extremo se debe conectar el terminal o conmutador terminador de línea.
- La conexión se realiza por medio del conector sub-D de 9 pines.

2.6.4 Capa de enlace

La capa de enlace del Profibus DP está basada en el protocolo FDL, *Fieldbus Data Link*, el cual es un protocolo con intercambio de mensajes cíclicos, donde un ciclo consisten en el envío de una trama por la estación maestra y una respuesta por la estación esclava, es capaz de soportar cuatro modos de transmisión.

- SDA: Send Data with Acknowledge (Envío de datos con acuse).
- SDN: Send Data with no Acknowledge (Envío de datos sin acuse).
- SRD: Send and Request Data with Acknowledge (Envío y recepción de datos con acuse).
- CSRD: Cyclic Send and Request Data (Envío y recepción cíclica de datos).

La integridad de los datos transmitidos se asegura por medio del código Hamming, ya que los mensajes tienen una distancia Hamming igual a 4. Y por lo tanto los mensajes erróneos son repetidos automáticamente.

El datagrama básico de la comunicación FDL se muestra en la figura 13.

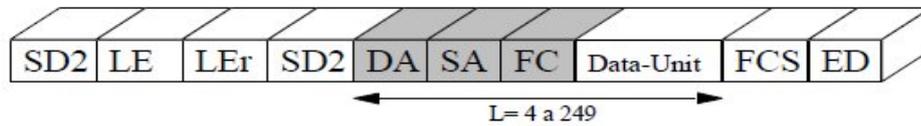


Figura 13: Datagrama comunicación FDL

Fuente: "Profibus" <http://www.santiagoapostol.net/srca/buses/profibus.pdf>, pág. 17.

Donde:

SD2: Byte de inicio.

LE, LEr: Byte de longitud.

DA: Byte de dirección de destino.

SA: Byte de dirección de origen.

FC: Byte de control de mensaje.

FCS: Byte de chequeo.

ED: Byte final.

L: Longitud total del mensaje en byte.

2.7 Interfaz multipunto (MPI). [3]

Este sistema de bus es propio de Siemens, por lo que ningún producto de otra compañía puede ser conectado por medio de éste, lo que representa su mayor desventaja. Se desarrolló al inicio como una interfaz de programación para SIMATIC S7, pero se utiliza como medio de comunicación para las HMI, la figura 14 representa una red MPI.

No es tan potente como Profibus, pero su sencillez la hace adecuada para aplicaciones de pocas exigencias. Sus principales características son:

- Máximo 32 estaciones con las direcciones comprendidas entre 0 y 31.

- Velocidad de transmisión desde 187,5kbps hasta 12Mbps.
- Máxima longitud de cable es de 10km.
- Trabaja por medio de una interfaz RS485 permitiendo una topología lineal.
- Utiliza el método de acceso de paso de testigo.
- Los extremos de la red deben tener conectado el terminal o conmutador de línea para evitar pérdidas en los cables.

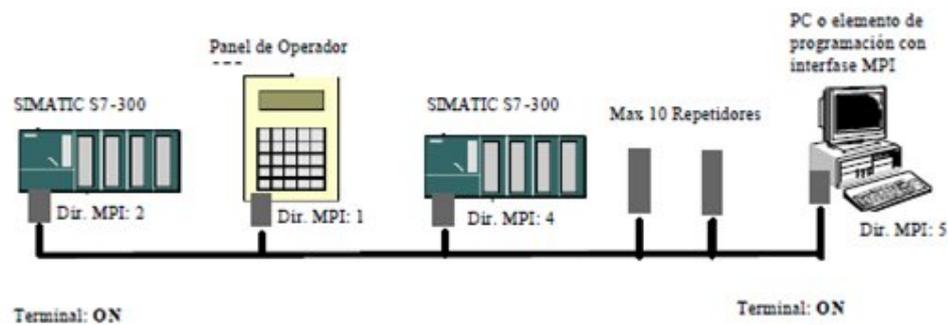


Figura 14: Esquema red MPI

2.8 Sistemas SCADA.

SCADA es el acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos).

Un SCADA es un sistema basado en computadores que permite supervisar y controlar a distancia una instalación de cualquier tipo. A diferencia de los Sistemas de Control Distribuido, los lazos de control son generalmente cerrados por el operador.

Un programa para SCADA no contiene únicamente las herramientas para lograr la monitorización de variables en tiempo real, sino que la gran mayoría brinda la posibilidad de almacenar datos, generar alarmas y enviar comandos de control a los dispositivos de campo.

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

3.1 Manipulador de tuberías

Es un equipo del taladro de perforación, mostrado en la figura 15, que permite agarrar y mover las tuberías de perforación para que puedan ser insertadas o retiradas del pozo.



Figura 15: Manipulador de tuberías

Consiste en una serie de catorce (14) cestas ubicadas en semicírculo con una torre en el centro de ellas, como se observa en la figura 16, que gira 360° en dos movimientos de 180° cada uno. La torre posee una pinza que sale o entra para poder tomar o depositar las tuberías y un brazo guía que mantiene la tubería firme durante los movimientos de rotación y que se mueve sincronizado con la pinza. El hueco de

ratón es un hoyo en el suelo en el que es colocada la tubería por el manipulador en espera de ser ingresada al pozo por el *top drive*, o en el que es situada la tubería por el *top drive* cuando es retirada del pozo para ser devuelta por el manipulador a la cesta correspondiente. Es decir, es el punto de cambio de agarre de la tubería entre el *top drive* y el manipulador. Para mantener la tubería fija en el hueco de ratón se usa la morsa del hueco de ratón, que es una prensa que presiona la tubería y la inmoviliza.

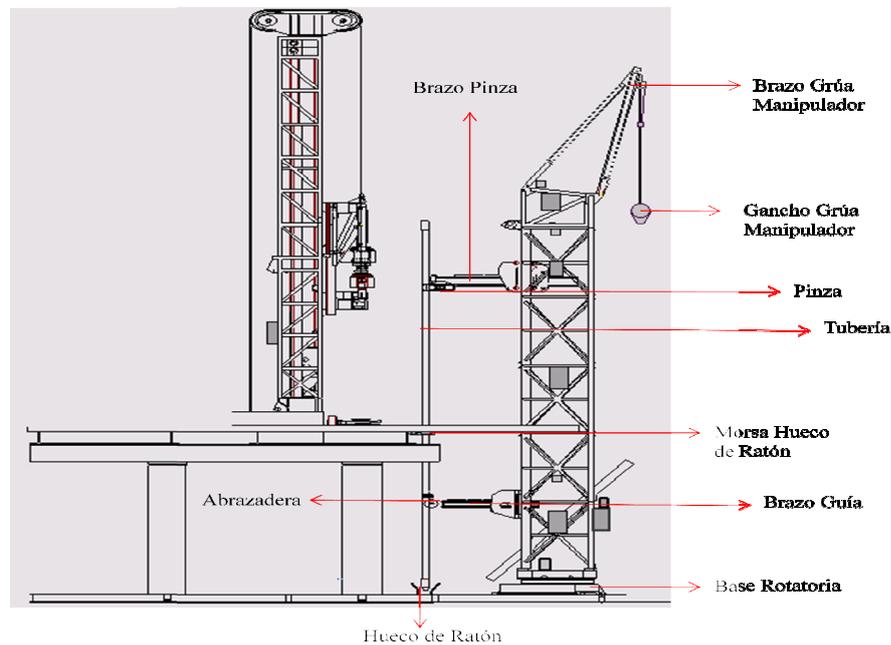


Figura 16: Detalles torre manipulador

Las cestas están numeradas del 0 al 13 en sentido horario. Cada cesta tiene dos filas, a excepción de la cesta 0 que tiene tres filas, como se ve en la figura 17. Estas cestas contienen las tuberías que serán insertadas al pozo de manera automática, semiautomática o manual. Al ser insertadas las tuberías en el pozo se dice que el sistema está realizando un viaje de entrada y cuando retira las tuberías del pozo para regresarlas a las cestas se dice que realiza un viaje de salida.

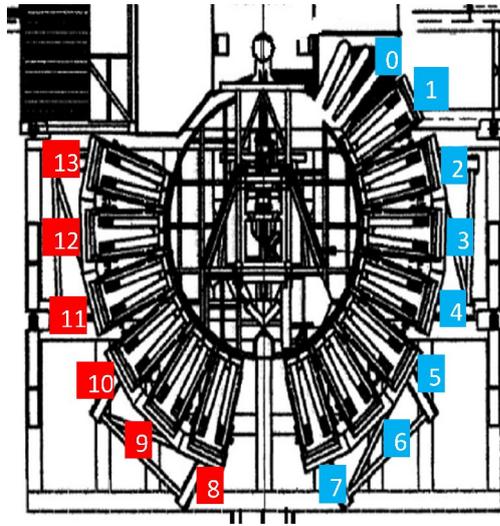


Figura 17: Cesta manipulador de tuberías

Los cuatro movimientos principales se encuentran ilustrados en la figura 18 y son: rotación, entrada/salida de la pinza, entrada/salida del brazo guía, elevación/descenso de la pinza. Además de los movimientos de apertura y cierre de la pinza y de la abrazadera del brazo guía. Siendo indispensable para el funcionamiento automático o semiautomático del sistema el correcto funcionamiento de cada uno de los seis movimientos descritos. Así mismo, el sistema puede funcionar de manera manual sin el movimiento de apertura/cierre de la abrazadera del brazo guía. Todos estos movimientos son realizados por medio de inversores y controlados por *encoders*, cada uno con una dirección DP como se muestra en la tabla N° 1.

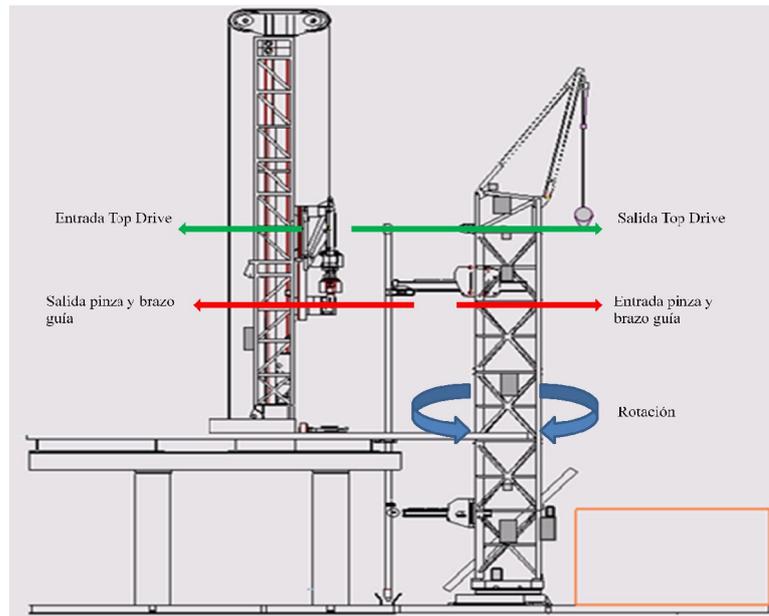


Figura 18: Sentido de los movimientos

Tabla N° 1: *Encoders* con su dirección DP

<i>Encoder</i>	Movimiento	Dirección DP
E1	Rotación	5
E2	Entrada/salida pinza	6
E3	Entrada/salida brazo guía	7
E4	Elevación/descenso pinza	8

El control de todo el sistema es realizado por un PLC Siemens S7300 CPU 315-2DP ubicado en el tablero eléctrico general dentro del contenedor del manipulador.

Todas las señales del PLC están conectadas a una red Profibus DP por medio de RS485, descritos en el marco teórico, con una estructura maestro/esclavo, donde el PLC es la estación maestra y los dispositivos esclavos son módulos de dieciséis (16) entradas digitales y módulos de ocho (8) salidas tipo relé, llamados 16DI y 8R0

respectivamente, cada uno con una dirección DP única. A cada módulo se conectan un conjunto de sensores o electroválvulas y éste se encarga de transmitir las señales por Profibus al PLC.

Los sensores y electroválvulas se encuentran distribuidos por todo el equipo, sin embargo los módulos se encuentran dentro de cajas cuya ubicación se muestra en la figura 19.

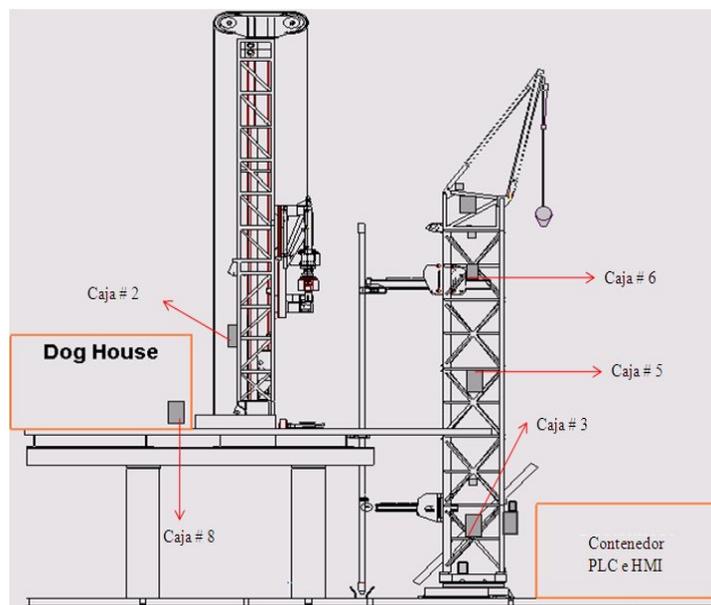


Figura 19: Distribución de las cajas por el equipo

La HMI está constituida por un sistema de supervisión sobre PC que utiliza el software WinCC de Siemens conectado al PLC por medio de la interfaz MPI.

La red formada por el sistema se muestra en la figura 20, donde se observa el PLC conectado por MPI a la HMI y por medio de Profibus a las cajas y *encoders* del sistema, además de los repetidores RS485 distribuidos por todo el equipo. En la sección 3.3 se indica el contenido de cada caja y las señales que maneja.

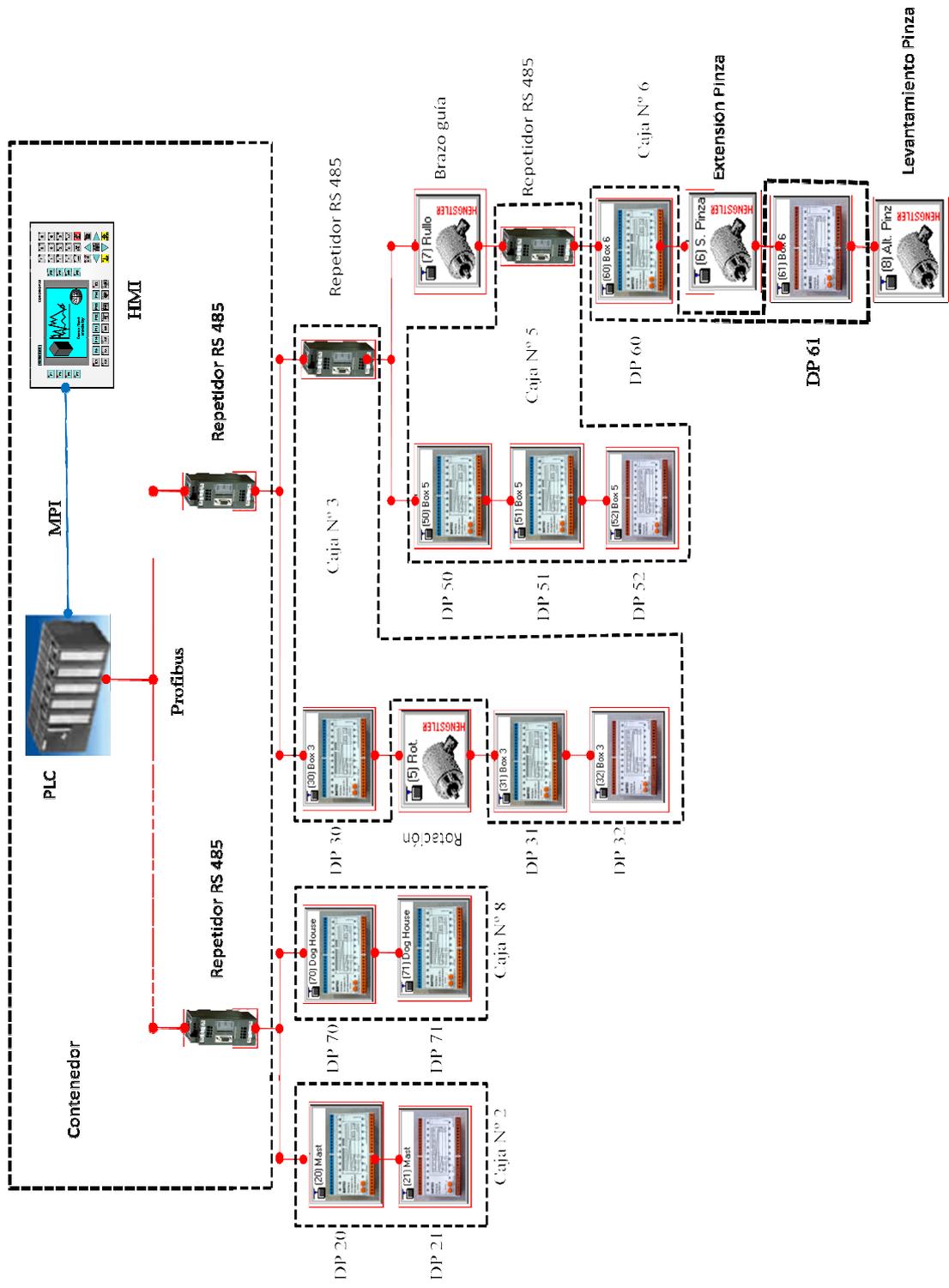


Figura 20: Red del sistema

3.2 Funcionamiento del manipulador de tuberías

En funcionamiento automático o semiautomático el manipulador puede realizar dos tipos de movimientos propios del proceso de perforación como lo son la entrada y salida de la tubería. Cuando se desea insertar la tubería en el pozo, se debe activar el viaje de entrada en el sistema. Y al momento de retirarla se debe activar el viaje de salida.

En funcionamiento manual el manipulador no necesita tener programado ciclos de viajes de entrada o ciclos de viaje de salida, ya que estas operaciones son realizadas a criterio del operador. En este modo de funcionamiento el operador puede realizar la enseñanza del sistema, que consiste en indicarle las coordenadas en las que quedaron las tuberías en las cestas, este proceso de configuración se efectúa cada vez que el equipo es armado.

3.2.1 Viaje de entrada

Durante el ciclo de viaje de entrada, la pinza debe estar sobre el *Mouse hole*, MH para rotar hasta alcanzar la posición de la cesta y fila indicadas. Simultáneamente la pinza se eleva/desciende hasta alcanzar la altura programada para el retiro de la tubería de la cesta. Una vez posicionada la pinza frente a la fila de la cesta donde se encuentra la tubería que se desea extraer, la pinza y el brazo guía realizan el movimiento de salida hasta la posición de la tubería a retirar. Aunque los movimientos de la pinza y el brazo guía están sincronizados, el desplazamiento del brazo guía es menor al de la pinza, porque éste se detiene mientras ella avanza hasta alcanzar la tubería para cerrarse alrededor de ella y sujetarla para extraerla.

Luego la pinza asciende hasta la posición programada para el levantamiento de la tubería y sucesivamente hace el movimiento de entrada hasta regresar a la posición donde se encuentra el brazo guía. Cuando la tubería alcanza al brazo guía

activa el sujetador de éste que la inmoviliza y permite seguir entrando hasta la posición programada para que luego se inicie la rotación del sistema hasta el hueco de ratón.

Al ubicarse la pinza frente a la posición del hueco de ratón se detiene la rotación. En ese momento se abre el sujetador del brazo guía y tanto el brazo guía como la pinza realizan el movimiento de salida hasta posicionar la tubería sobre el hueco de ratón.

En este punto la pinza realiza el movimiento de descenso hasta la posición programada. Una vez que el sensor de posición detecta que la tubería está en el hueco de ratón se cierra la mordaza sobre el hueco de ratón y se abre la pinza, nunca al contrario, por consiguiente brazo guía y pinza realizan el movimiento de entrada o retorno para iniciar un nuevo ciclo.

Una vez retirados todos los tubos de la fila se pasa a la siguiente fila de la cesta y posteriormente a la próxima cesta que tenga el mismo tipo de tuberías con el que se está trabajando. Estos movimientos deben ejecutarse siempre en sentido horario hasta el agotamiento de las tuberías.

3.2.2 Viaje de salida

El ciclo de viaje de salida es parecido al viaje de entrada, pero éste es inverso porque el sistema llena las cestas en sentido antihorario.

Cuando el sensor de posición detecta una tubería en el hueco de ratón, la pinza rota para colocarse frente a éste. Una vez terminada la rotación se inicia el movimiento de elevación/descenso de la pinza para alcanzar la altura programada. En este punto la pinza y el brazo guía realizan el movimiento de salida hasta que la pinza alcanza la tubería que se desea extraer. Entonces ésta se cierra alrededor de ella y

posteriormente la mordaza del hueco de ratón se abre. Luego se empieza a levantar la tubería por medio del movimiento de elevación de la pinza, para sacarla del hueco de ratón, al alcanzarse la altura programada la pinza hace el movimiento de retroceso o entrada para posicionar la tubería sobre el brazo guía cerrando la abrazadera de él.

Luego de fijar la tubería, el manipulador empieza a rotar hasta alcanzar la fila deseada. Una vez frente a la fila deseada se abre la abrazadera del brazo guía y tanto él como la pinza realizan el movimiento de salida hasta alcanzar la posición donde debe ser depositada la tubería. La pinza se desplaza más que el brazo guía ya que esté nunca entra a las cestas. Después que la tubería esté dentro de la cesta empieza el descenso de la pinza hasta que la tubería queda en su posición. En este punto la pinza se abre y realiza el movimiento de entrada o retroceso, para luego ejecutar el movimiento de rotación para ir en busca de otra tubería y repetir el ciclo.

3.3 Equipos, sensores y actuadores

En esta sección se describe cada una de las cajas del sistema, su contenido y cuáles son las señales que manejan los módulos en su interior, a continuación se dan una breve descripción de las cajas y en el Anexo 1 se describe en detalle cada módulo.

En la tabla 2 se indican los modelos de cada uno de los sensores y actuadores que interactúan en el sistema y en el Anexo 2 se indica las hojas de datos de cada uno.

Tabla N° 2: Modelo de sensores y actuadores

Sensor-Actuador	Modelo
Sensor de posición magnética.	Marca TURCK. Bi15-CP40-Y1X.
Sensor de posición de contacto físico.	Pizzato FD 538.
Sensor de presión.	Electrotec PMC150/300.

Sensor de temperatura	Marca Sarel Modelo 17562.
Electroválvula hidráulica 4/2.	Válvulas On/Off. Marca Atos.0A-24DC. Modelo DHA-0630/2/PA-GK.
<i>Encoders.</i>	Marca Hengstler modelo RA58-P.

3.3.1 Caja N° 2

Dedicada a las señales del *top drive*, morsa del hueco de ratón y de la grúa bandera. Se compone por un módulo de 16DI dirección DP 20 y un módulo de 8RO dirección DP 21.

3.3.2 Caja N° 3

Se encarga de controlar las señales del movimiento de rotación, el movimiento del brazo guía y su abrazadera, la presencia de tubería en el hueco de ratón, la (PHS) *Pump Hydraulic Services*, el descenso de pinza y algunas señales de emergencia.

Contiene dos módulos 16DI dirección DP 30 y 31 y un módulo de 8RO dirección DP 32, además de un repetidor RS485. El módulo DP 31 se usa como repuesto.

3.3.3 Caja N° 5

Esta caja tiene en su interior dos módulos de 16DI y un módulo de 8RO con dirección DP 50, 51 y 52 respectivamente, y además posee un repetidor RS485. Controla señales de la cabina del manipulador, la pinza y grúa del manipulador.

3.3.4 Caja N° 6

Formada por un módulo de 16DI y un módulo de 8RO con DP 60 y 61 respectivamente. Se encarga de controlar señales de la pinza del manipulador.

3.3.5 Caja N° 8

Está compuesta por dos módulos 16DI con dirección DP 70 y 71. Esta caja contiene las señales que permiten el control manual del sistema.

3.3.6 Contenedor

Acá se encuentra el PLC conformado por la S7-300 CPU 315-2DP, dos repetidores RS485, la HMI, un módulo Siemens de 32 entradas digitales, un módulo Siemens de 32 salidas digitales, un módulo Siemens de dos salidas analógicas de 0-10V y un módulo Siemens de cuatro salidas analógicas de 0-10V.

Tabla N° 3: Señales del módulo Siemens 32 entradas digitales

Entrada	Indicación
8.0	Sobrecarga del motor que controla el movimiento de rotación.
8.1	Sobrecarga del motor que controla el movimiento de entrada/salida de la pinza.
8.2	Sobrecarga del motor que controla el movimiento de la entrada/salida del brazo guía.

8.3	Sobrecarga del motor que controla el movimiento de elevación/descenso de la pinza.
8.4	Sobrecarga de la PHS.
8.5	Funcionamiento del inversor de la pinza de levantamiento.
8.6	Protección de sobretensión activada.
8.7	Circuito de seguridad activo.
9.0	Alto o bajo voltaje de las líneas de alimentación desde analizador de red.
9.1	Alta o baja frecuencia de las líneas de alimentación desde analizador de red.
9.2	Emergencia activada desde el contenedor del manipulador.
9.3	Estado de la unidad de frenado.
10.0	Alta temperatura en caja auxiliar dentro del contenedor.
10.1	Baja temperatura en caja auxiliar dentro del contenedor.
10.2	Alta temperatura en caja de poder dentro del contenedor.
10.3	Baja temperatura en caja de poder dentro del contenedor.
10.4	Alta temperatura en caja de PC dentro del contenedor.
10.5	Baja temperatura en caja de PC dentro del contenedor.

Tabla N° 4 Señales del módulo Siemens 32 salidas digitales

Salidas	Función
A12.0	Activa en el inversor de rotación el giro horario.
A12.1	Activa en el inversor de rotación el giro antihorario.
A12.2	Activa la salida de pinza.
A12.3	Activa el retorno de la pinza.
A12.4	Activa la salida del brazo guía.
A12.5	Activa la entrada del brazo guía.
A12.6	Activa el levantamiento de la pinza.
A12.7	Activa el descenso de la pinza.
A13.0	Abre el contactor de la alimentación del inversor de rotación.
A13.1	Abre el contactor de la alimentación del inversor de entrada/salida pinza.
A13.2	Abre el contactor de la alimentación del inversor de entrada/salida brazo guía.
A13.3	Abre el contactor de la alimentación del inversor de levantamiento pinza.
A13.4	Abre el contactor de la alimentación de la PHS.
A13.5	Permite activar el circuito de seguridad en caso de que esté deshabilitado.
A13.6	Permite habilitar la salida proporcional del <i>top drive</i> .
A13.7	Permite habilitar la entrada proporcional del <i>top drive</i> .

A14.0	Permite deshabilitar los interruptores de las compuertas de los tableros para que se alimente el manipulador.
A14.1	Realiza el reset de los inversores.

Tabla N° 5: Señales del módulo Siemens 2 salidas analógicas 0-10V

Salida	Función
AW 272	Salida proporcional <i>top drive</i> .
AW 274	Entrada proporcional <i>top drive</i> .

Tabla N° 6: Señales del módulo Siemens 4 salidas analógicas 0-10V

Salida	Función
AW 256 (PED 20)	Salida proporcional rotación.
AW 258 (PED 24)	Salida proporcional entrada/salida pinza.
AW 260 (PED 28)	Salida proporcional entrada/salida brazo guía.
AW 262 (PED 32)	Salida proporcional elevación/descenso pinza.

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE CONTROL Y SUPERVISIÓN

4.1 Necesidades del programa

El programa de control y supervisión es la interfaz gráfica que nos permite visualizar el estado del proceso y al mismo tiempo nos da la opción de modificar parámetros del sistema que afectan el funcionamiento del mismo. El programa permite cerrar el lazo de control del sistema con la interacción del operador y le permite a éste una manera sencilla de localizar averías gracias a un conjunto de indicadores visibles en la pantalla al ocurrir una anomalía.

Según los requerimientos del sistema es necesario seleccionar un programa para realizar la HMI con las siguientes características:

- La representación de las señales en tiempo real para poder visualizar los cambios que ocurren al momento
- Gestión de alarmas que nos permita indicar por medio de animación la alarma activada, y poder separarlas según prioridad y tipo.
- Una estética visual agradable al usuario que facilite el entendimiento del proceso.
- Entorno amigable con el programador para que su configuración sea lo más sencilla posible.
- Compatibilidad con los equipos instalados.
- Que permita no sólo la supervisión sino además, el control del proceso y poder configurar parámetros de funcionamiento.

- Niveles de seguridad para configurar códigos de acceso para distintos usuarios.
- Animación gráfica para representación de los movimientos del sistema según las variables de proceso.
- Que permita crear un programa multiventanas.
- Capaz de soportar un número de variables de procesos superior a los trescientos cuarenta (340) para poder representar cada una de las entradas, salidas y parámetros de configuración.

Dos de los SCADAS más importantes en el mercado tenemos WinCC Flexible y Wonderware Intouch.

Wonderware Intouch

InTouch es un paquete de software utilizado para crear aplicaciones de HMI bajo entorno PC. InTouch utiliza como plataforma *Windows*. Consta básicamente de dos elementos: *windowmaker* y *windowviewer*. *Windowmaker* es el sistema de desarrollo. Permite todas las funciones necesarias para crear ventanas animadas interactivas. Dispone de todo tipo de herramientas de diseño: dibujos sencillos, alineación, trabajo en múltiples capas, rotación, inversión, duplicación, copia, eliminación y otros. *Windowviewer* es el sistema de ejecución utilizado para correr las aplicaciones creadas con *windowmaker*. Entre los beneficios de InTouch se encuentran su facilidad de uso tanto a nivel de programación como operación, su integración y su capacidad de representación gráfica.

WinCC Flexible [5]

WinCC Flexible es el software de Siemens para el desarrollo de las HMI en el ámbito industrial. Da acceso a todas las funciones que ofrece el panel de operador sobre el que se desarrolle, manteniendo en funcionamiento el proceso.

Debido a la naturaleza del sistema WinCC *Flexible* posee una interfaz entre el panel operador y una interfaz con el autómatas. El sistema HMI se encarga de: representar procesos, controlar procesos, emitir avisos, archivar valores de proceso y avisos, documentar valores de proceso y avisos, administrar parámetros de proceso y parámetros de máquina.

WinCC *Flexible* tiene dos componentes principales, WinCC *Flexible Engineering System* y WinCC *Flexible Runtime*.

WinCC *Flexible Engineering System* es el software que permite realizar todas las tareas de configuración necesarias. Presenta una estructura modular. Cuanto mayor es la edición tanto más equipos y funciones se soportan y mayor cantidad de paneles operadores se pueden configurar. WinCC *Flexible Advanced* permite el desarrollo basado en PC.

WinCC *Flexible Engineering System* incluye un editor específico para cada tarea de configuración por ejemplo, la interfaz gráfica de usuario de los paneles de operador se configura en el editor "Imágenes" y para configurar los avisos se emplea el editor "Avisos de bit".

WinCC *Flexible Runtime* es el software para visualizar procesos. El proyecto se ejecuta en modo de proceso y el usuario lo puede controlar y visualizar. Las tareas más frecuentes son: la comunicación con los sistemas de automatización, la visualización de las imágenes en la pantalla y el control del proceso.

Según la licencia adquirida, WinCC *Flexible Runtime* permite utilizar un número determinado de variables de proceso ("*PowerTags*").

- WinCC *Flexible Runtime* 128: soporta 128 variables de proceso.

- WinCC *Flexible Runtime* 512: soporta 512 variables de proceso.
- WinCC *Flexible Runtime* 2048: soporta 2048 variables de proceso.
- WinCC *Flexible Runtime* 4096: soporta 4096 variables de proceso.

En la tabla N° 7 se indican las principales características que poseen Wonderware Intouch y WinCC Flexible relacionadas con las necesidades del programa.

Tabla N° 7 Comparación Wonderware-WinCC Flexible

Software	WinCC Flexible	Wonderware Intouch
Fabricante	Siemens	Invensys
Licencia	Paga y depende del número de variables. Y se posee actualmente	Paga y depende del número de variables. No se posee.
Sistema operativo	Funciona en Windows Xp	Funciona en Windows Xp
Gestión de alarma	Si	Si
Control de acceso	Si	Si
Manejo	Sencillo	Sencillo
Multiventanas	Si	Si
Animación gráfica	Alta	Alta
Script	Si	Si
Compatibilidad	Alta	Alta
N° de variables	Desde 128 hasta 4096.	Desde 64 hasta 64k
Visualización en tiempo real	Si	Si

El programa de control y supervisión se realiza entonces usando el WinCC Flexible, no por ser Wonderware inadecuado, sino por ser WinCC capaz de soportar los requerimientos del sistema y por poseer la licencia capaz de soportar 512 variables de procesos. Adicionalmente, al ser de la misma marca que los equipos instalados facilita el proceso de configuración.

El programa realizado consta de diversas páginas, cada una de las cuales permiten al operador realizar una acción específica como se describe a continuación.

4.2 Página principal

Es la página visualizada en la figura 21 que aparece al terminar la carga automática del sistema, permite acceder al resto del programa usando la barra de navegación, en el (Anexo 3) se muestra el orden en el que es posible desplazarse por el sistemas usando la barra de navegación, o haciendo clic en el botón correspondiente a la página que se desea abrir, las páginas posibles son:

- Cestas: permite visualizar el estado de la instalación y programar las etapas de trabajo.
- Configuración del sistema: permite acceder a los detalles de configuración del sistema como velocidades y posiciones.
- Alarmas: visualiza las alarmas y señalizaciones de la máquina y en qué zona está ocurriendo. Además, el sistema permite almacenar un registro de las alarmas y señalizaciones ocurridas, con fecha y hora en que ocurren. En el (Anexo 4) se muestra un listado de las alarmas y señalizaciones que es capaz de indicar el sistema.
- Usuario: permite iniciar sesión a los usuarios para tener acceso a las opciones bloqueadas por seguridad, mostrando el usuario activo en un momento dado. El sistema tiene dos niveles de seguridad, un nivel, operador, que permite sólo supervisar y observar el proceso sin posibilidad de realizar ninguna modificación de la configuración, este nivel no requiere el ingreso de ninguna

clave de usuario. Y un segundo nivel, supervisor, que requiere el ingreso de un usuario autorizado que da acceso total a todas las funciones del programa.

- Cerrar sesión: cierra la sesión del usuario que se encuentre abierta.
- Salir del programa: detiene completamente el programa y sale de él, sólo posible con el nivel supervisor.



Figura 21: Página principal

4.3 Página de Cestas

En esta página se visualiza el estado completo del proceso y desde donde es posible controlarlo. En la figura 22 se observa la página de cestas, en la cual se representa por medio de animaciones los movimientos de rotación, elevación/descenso de la pinza, entrada/salida del brazo guía, apertura/cierre de la morsa del hueco de ratón, pinza y brazo guía, además de la presencia de la tubería

en éstos. Se aprecia también la distribución de las tuberías por las cestas y en la parte inferior izquierda se tiene un resumen del tipo y cantidad de tuberías que se encuentran almacenadas. En el Anexo 5 se tiene el código necesario para realizar estas animaciones.

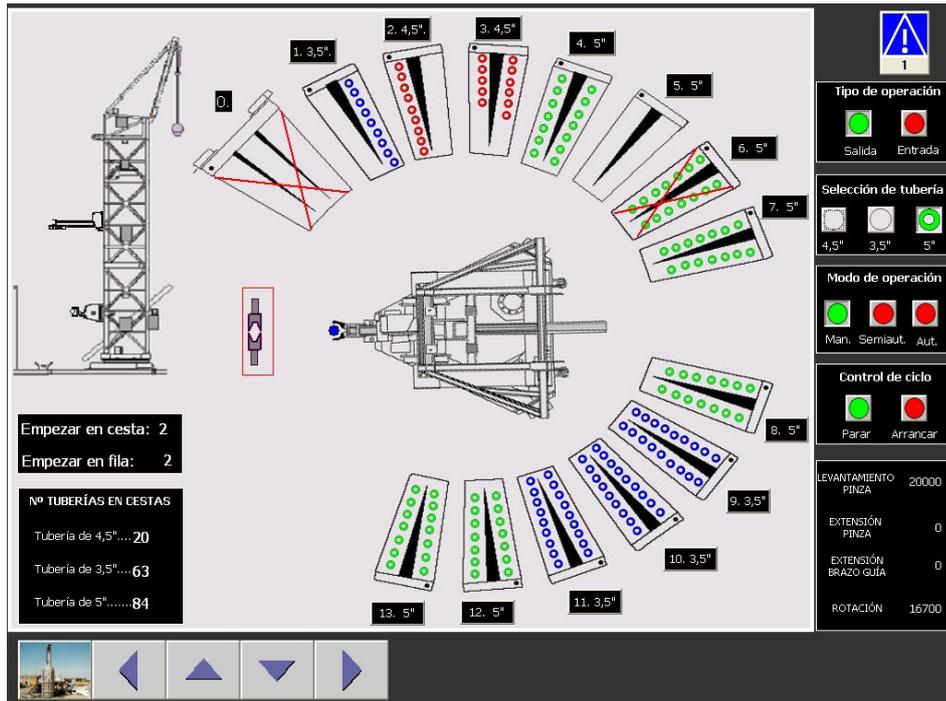


Figura 22: Página de cestas

A la derecha de la página está la interfaz de control donde se tiene la posibilidad de seleccionar la operación que se realizará, el tipo de tubería a usar y el modo de operación en que se debe trabajar, todas estas opciones posibles con nivel de seguridad de operador.

En modo manual el sistema es controlado directamente por el operador, sin necesidad de indicar el tipo de operación y tubería ni su distribución por las cestas, por lo que se debe estar atento a los cambios hechos para actualizar dicha distribución.

En los modos automático y semiautomático se debe seleccionar el tipo de operación y tubería antes de presionar el botón de “Arrancar”, así como indicar también la cesta y fila en la que se desea iniciar. En el modo semiautomático se confirma cada paso haciendo clic sobre el interruptor de “Paso_Paso_Semaut”, este modo es útil para verificar las posiciones y movimientos del equipo.

4.3.1 Página de configuración de cesta

Desde la página de cestas se tiene acceso a la configuración de cada cesta haciendo clic sobre el botón con el número de la cesta a la que se quiere acceder, la figura 23 muestra la página que permite la configuración de la cesta N°1, que es idéntica para cada una de las cestas. Todas las opciones de configuración en esta página son posibles en el nivel de seguridad del supervisor.

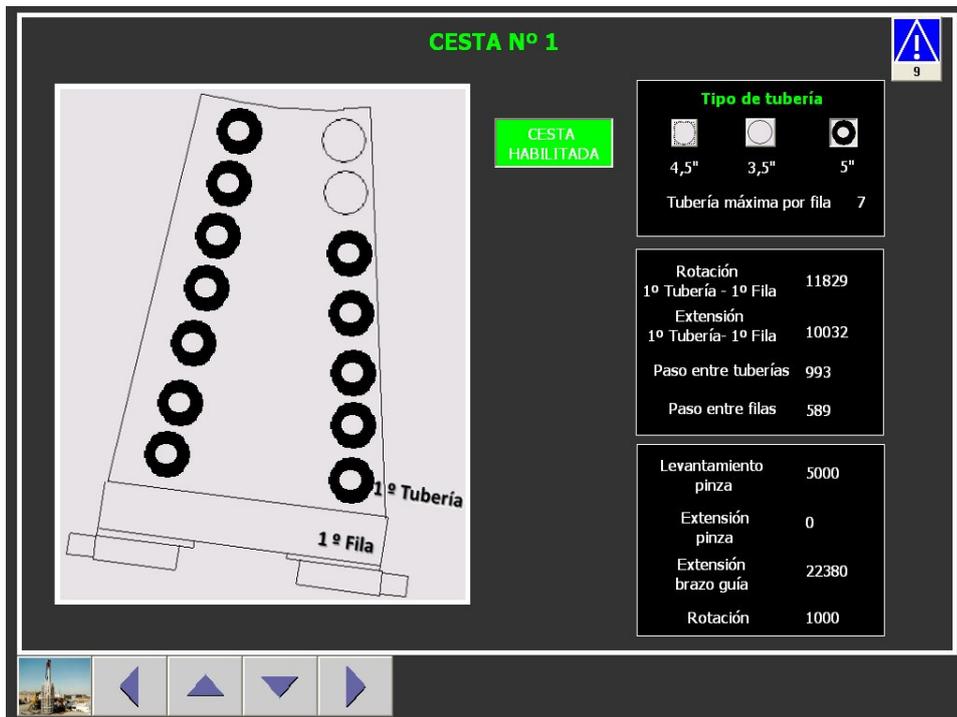


Figura 23: Páginas de configuración de cesta N° 1

En esta página se indica el tipo y número de tubería que se tiene en la cesta, presionando el botón de la tubería respectiva. Cada vez que se selecciona un tipo de tubería diferente es borrada la configuración actual de la cesta y queda lista para la nueva configuración. Se tiene la opción de seleccionar el número máximo de tuberías por fila una vez indicado el tipo, hasta un máximo de siete tuberías por fila para las tuberías de 5" y nueve para las tuberías de 3,5" y 4,5". Así como la opción de deshabilitar la cesta para que no se tome en cuenta en el proceso automático o semiautomático.

Para configurar la presencia de tubería en la cesta se debe pulsar sobre la representación gráfica de la tubería, ubicada dentro de la cesta, que se quiere agregar o borrar, y pulsando sobre la última tubería se llena toda la fila automáticamente. Todas las modificaciones realizadas acá son visualizadas automáticamente en la página de cestas. En el Anexo 6 se observa el código que permite realizar la configuración de la cesta N° 1.

Estas páginas permiten realizar también la enseñanza del sistema, que como se dijo anteriormente le indica al sistema la posición de las tuberías en las cestas. Para esto hay que observar la imagen de la cesta, la cual indica la posición de la primera fila y la primera tubería en la fila, esta posición se representa en la página de cestas mediante un punto. Teniendo en cuenta esa posición y con el siguiente procedimiento se realiza la enseñanza del sistema.

- En modo manual, tomar una tubería e insertarla en la primera fila, extendiendo la pinza hasta hacer que la tubería toque la estructura del almacén.
- Leer el valor de rotación actual, indicado en la ventana abajo a la derecha de cada cesta e imputarlo como "Rotación 1° Tubería-1° Fila", es decir, rotación de la primera tubería de la primera fila.

- Leer el valor de extensión de pinza e ingresarlo como “Extensión 1° Tubería-1° Fila”, es decir, extensión de la primera tubería de la primera fila.
- Hacer regresar la pinza con la tubería y girar hasta llevarse exactamente frente a la segunda fila de la cesta, extender hasta el final la pinza, para obtener la posición exacta de la rotación.
- Sustraer al valor imputado como “Rotación 1° Tubería-1° Fila” el valor actual de la rotación e ingresar el resultado como “Paso entre Fila”.
- Llevar la tubería a la primera fila y colocarla en la posición de la primera tubería, luego tomar otra tubería y extenderla en la misma posición haciéndola tocar a la primera.
- Sustraer a la cuota “Extensión 1° Tubería-1° Fila” el valor actual de la extensión de la pinza e insertar el resultado, reducido entre el 10 y 15%, en el parámetro “Paso entre tuberías”.

4.4 Páginas de configuración

Desde estas páginas es posible modificar los parámetros bajo los cuales funciona el sistema, sólo es posible bajo el nivel de seguridad del supervisor y se dividen en configuraciones básicas y configuraciones avanzadas. Los parámetros son de tres tipos, porcentuales, absolutos y relativos. Los porcentuales son valores de las velocidades del sistema que se ajustan según velocidades preestablecidas por el equipo, los absolutos son valores dependientes de la posición del eje, es decir medidos usando los ejes como referencia y los relativos no dependen de la posición del eje sino que son valores medidos sin ninguna referencia.

4.4.1 Configuración básica

En esta página son modificables los parámetros que se observan en la figura 24 y que se enumeran a continuación.



Figura 24: Configuración básica

Parámetros de elevación/descenso pinza

Parámetros de rotación

Parámetros de entrada/salida pinza

Parámetros de entrada/salida brazo guía

Cada uno de estos parámetros se describe en el Anexo 7.

4.4.2 Configuración avanzada

Los parámetros de configuración avanzada se ilustran en dos páginas mostradas en la figuras 25 y 26, en la primera se tienen los parámetros de elevación/descenso de la pinza, rotación, *top drive* y grúa del manipulador y en la segunda se tienen los parámetros de entrada/salida de la pinza, entrada/salida del brazo guía y unas opciones especiales del sistema, como la posibilidad de bloquear los movimientos de la pinza y brazo guía y activar el recorrido extra de la rotación en sentido horario y desbloquear los límites por software.



Figura 25: Página 1 de configuración avanzada

Parámetros de elevación/descenso pinza

Parámetros de rotación

Parámetros grúa

Parámetros top drive



Figura 26: Página 2 de configuración avanzada

Parámetros de entrada/salida pinza

Parámetros de entrada/salida brazo guía

En el Anexos 8 de describe cada uno de estos parámetros.

4.5 Páginas de alarmas

En estas páginas se visualiza cuándo ocurren las alarmas en el sistema, y en qué parte del sistema está ocurriendo la avería, así como una descripción del tipo de falla, para eso se usa un conjunto de animaciones distribuidas en un total de siete páginas, que permiten visualizar y ubicar rápidamente la anomalía.

Cada vez que se detecta una alarma aparece un indicador en la parte superior derecha del programa, sin importar la página que se esté visualizando, éste muestra el número de alarmas activas y al hacer clic sobre el indicador se va directamente a la página de alarma principal mostrada en la figura 27 descrita más adelante.

Las seis páginas restantes muestran el estado de las entradas y salidas distribuidas por todo el sistema, en cada una de estas páginas del programa se representan las señales asociadas a una caja específica del equipo. En el Anexo 9 se tiene el código encargado de indicar en qué zona ocurre la alarma.

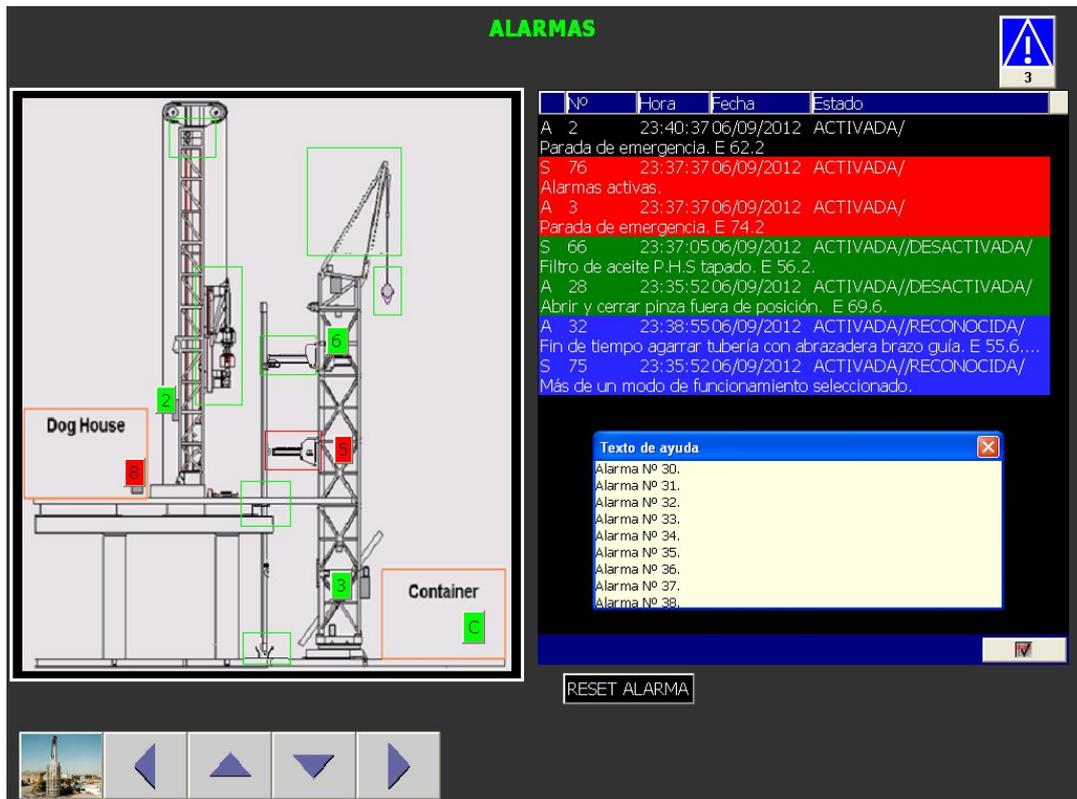


Figura 27: Página de alarma

La página de alarma está dividida en dos partes, en una podemos ver una representación gráfica del equipo y en la otra una vista del listado de las alarmas. Mientras que en la representación gráfica se observa la zona en la que está ocurriendo la avería y en qué caja se encuentran las señales relacionadas con dicha avería por medio de señalizaciones en color rojo, en la lista de alarmas se indican los detalles de la falla como tipo de alarma, número, hora a la que ocurrió y sobre todo el estado de la alarma, si ya fue reconocida y corregida. En la lista de alarmas al aparecer una alarma se muestra en color rojo, al reconocerla se muestra en color azul y al desaparecer la acción causante se cambia a color verde. Para reconocer una alarma se debe presionar el botón ubicado abajo a la izquierda y si se quieren reconocer todas, se presiona el botón de “reset alarma”, que además reinicia todas las alarmas del sistema. Al activarse una alarma se activa una señal indicadora sobre la zona que

ocurre y es posible hacer clic sobre dicha zona para visualizar un cuadro de ayuda indicando los números de alarmas posibles.

Desde la página de alarmas es posible acceder a las páginas de las cajas, para eso se debe pulsar el botón con el número correspondiente a la caja que se desea ingresar, en la figura 28 se muestra la página correspondiente a la caja N° 3.

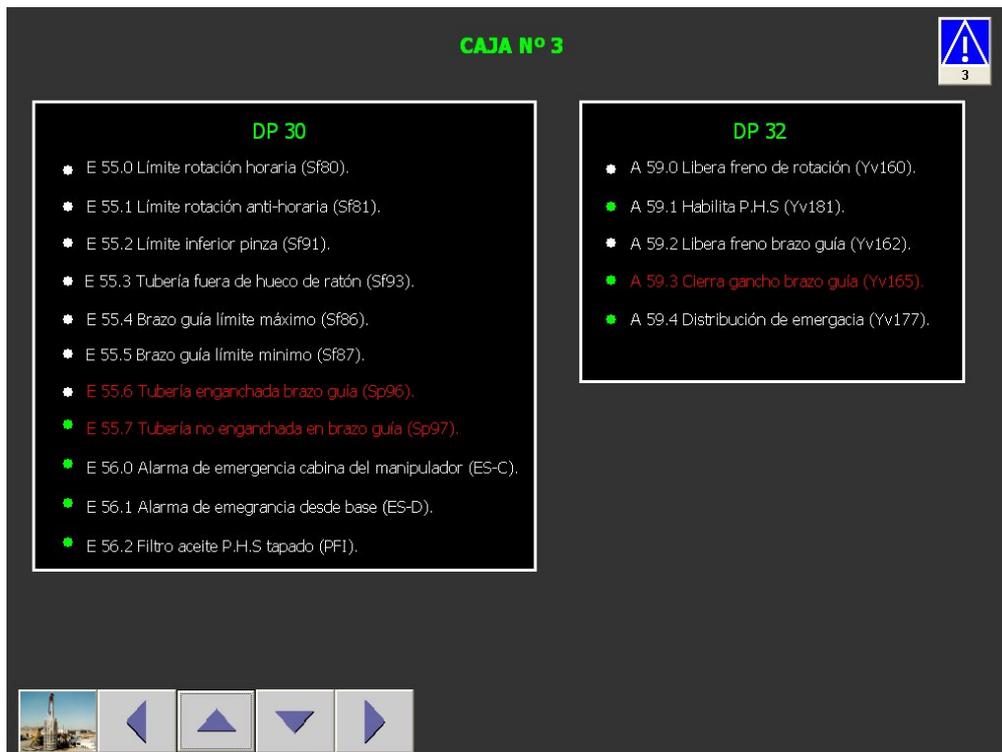


Figura 28: Página de la caja N° 3

CAPÍTULO V

VALIDACIÓN DEL PROGRAMA DE CONTROL Y SUPERVISIÓN

Para validar el programa realizado se elige usar una simulación para la cual se usan los softwares *SIMATIC Manager Step 7* y *S7 PLCSIM*. El *SIMATIC Manager* contiene la lógica de control del manipulador de tubería y el *PLCSIM* nos permite forzar las entradas y ver las salidas del sistema al mismo tiempo que vamos verificando que el programa realizado se comporte según la operación.

Se realizó la simulación de la operación de viaje de entrada por ser característica del sistema, ésta se hizo en modo semiautomático, por el control que nos brinda este modo de operación. En ésta se observa al sistema rotar para ir en busca de la tubería en la cesta y llevarla hasta el hueco de ratón, mientras que se aprecian los cambios que ocurren en la pinza, brazo guía, morsa del hueco de ratón y de la distribución de tuberías. A continuación se indican el conjunto de los 12 pasos de los que consta la simulación para luego describir las condiciones que se establecen para la correcta simulación,

- Paso N° 0: Programación.
- Paso N° 1: Levantamiento y rotación hacia cesta.
- Paso N° 2: Salida de pinza y brazo guía.
- Paso N° 3: Cerrar pinza.
- Paso N° 4: Levantamiento de pinza.
- Paso N° 5: Entrada pinza y brazo guía.
- Paso N° 6: Cerrar abrazadera brazo guía.
- Paso N° 7: Rotación antihoraria hacia MH.
- Paso N° 8: Abrir abrazadera brazo guía y salida de pinza y brazo guía.

- Paso N° 9: Descenso pinza.
- Paso N° 10: Morsa MH cerrada.
- Paso N° 11: Abrir pinza.
- Paso N° 12: Entrada pinza y brazo guía

Primero se establece según la lógica de control, las condiciones de arranque generales y las condiciones de arranque semiautomático que se muestran a continuación. Además de los parámetros de configuración que se ilustran en las figuras 25 y 26.

Tabla N° 8: Condiciones de arranque generales

Condición	Descripción
E 8.7=1	Emergencia armada
E 9.3=1	Freno motores funcionando
E 50.2=1	Morsa del hueco de ratón abierta
E 50.3=1	
E 51.1=1	Posición correcta grúa bandera
E 55.7=1	Tubería no enganchada en brazo guía.
E 56.0=1	Parada de emergencia no está activa.
E 56.1=1	Parada de emergencia no está activa.
E 56.2=1	Filtro de aceite bueno.
E 62.2=1	Parada de emergencia no está activa.
E 74.2=1	Parada de emergencia no está activa.
E 76.4=1	Parada de emergencia no está activa.

Tabla N° 9: Condiciones de arranque semiautomático

Condición	Descripción
E 62.3=1	Mando manual no habilitado.
E 65.2=1	Posición correcta grúa bandera.

E 65.3=1	Posición correcta grúa manipulador.
E 74.3=1	Mando manual no habilitado.
E 69.1=1	Pinza abierta.
E 69.6=1	
PED 20=16700	Posición de parada en hueco de ratón

5.1 Simulación viaje de entrada

Una vez establecidas las condiciones de arranque generales se puede iniciar la simulación y se debe seguir los siguientes pasos, para lo que es necesario presionar el botón “Paso_Paso_Semiaut” para pasar de un paso al siguiente. La Página de Cestas en cada paso se muestra en las figuras de la 29 a la 41. En cada paso se indican los parámetros que hay que forzar por medio de la simulación, para seguir la secuencia del sistema, y en las figuras se visualizan los cambios que estos parámetros producen.

Paso N° 0: Programación (Figura 29).

Consiste en el paso inicial de la simulación para establecer la característica de la operación a realizar y las condiciones necesarias para que ésta se ejecute, se debe:

- 1) Seleccionar tipo de operación “Entrada”.
- 2) Seleccionar tipo de tubería 3,5”
- 3) Programar las cestas 8, 9 y 10 con tuberías de 3,5” y demás parámetros como se muestra la siguiente tabla 10.
- 4) Seleccionar la cesta 9 como cesta de inicio.
- 5) Deshabilitar cesta 9
- 6) Establecer las condiciones de arranque semiautomático.
- 7) Selecciona modo de operación “Semiautomatico”
- 8) Pulsar “Arrancar” en control de ciclo.

Tabla N° 10: Configuración cestas 8, 9 y 10

Cesta	Rotación 1° Tubería-1° Fila	Extensión 1° Tubería-1° Fila	Paso entre tuberías	Paso entre filas
8	30646	10064	779	536
9	29228	10064	779	545
10	27788	10064	779	555

Al final de este paso la página de cestas esta como se ilustra en la figura N° 29.

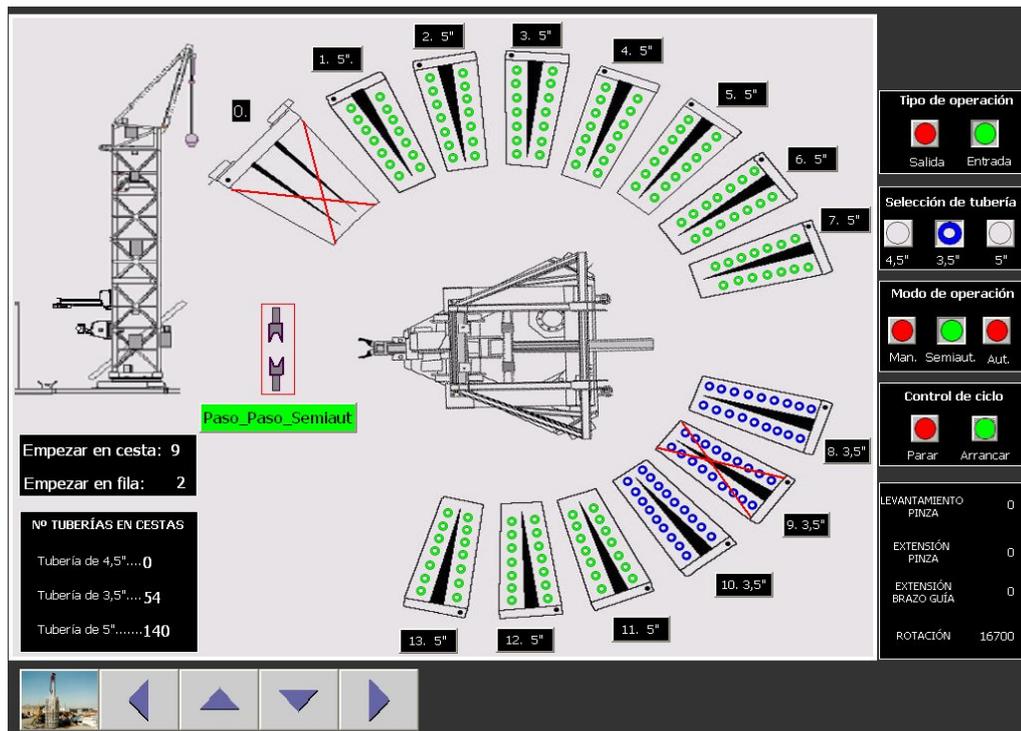


Figura 29: Página de cestas paso N° 0.

Paso N° 1: Levantamiento y rotación hacia cesta (Figura 30).

Este paso se enfoca en el levantamiento y rotación horaria de la pinza y al introducir los valores esperados por el sistema se puede observar cómo cambia la posición de la pinza en el programa. Las figuras 29 y 30 permiten visualizar estos cambios. Para ejecutar este paso se debe:

1) Establecer el levantamiento de la pinza PED 32= 26000.

Donde PED 32= “Posición de inicio de elevación sobre MH en VE”.

2) Rotación PED 20=27788.

La rotación depende del valor de la rotación programada en la cesta 10, como se muestra en la tabla 21, ya que la cesta 9 esta deshabilitada el programa la ignora, siendo la 10 la próxima en el sentido horario.

PED 20= “Rotación 1° Tubería-1° Fila”.

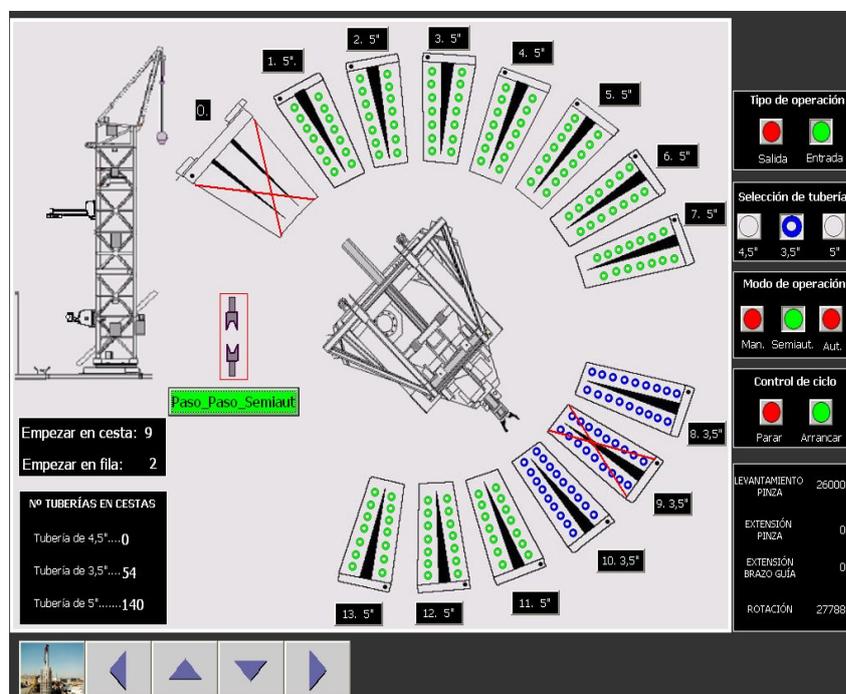


Figura 30: Página de cestas paso N° 1

Paso N° 2: Salida de pinza y brazo guía (Figura 31).

En este paso se ejecuta la salida de la pinza, el brazo guía y la detección de la tubería dentro de la pinza para esto se debe:

- 1) Se establece salida brazo guía PED 28=2392.
- 2) Salida pinza PED 24= 3832.
PED 24= “Extensión 1° Tubería-1° Fila” - 8*”Paso entre tubería”
- 3) Tubería dentro de pinza, establecer E 69.4=1.

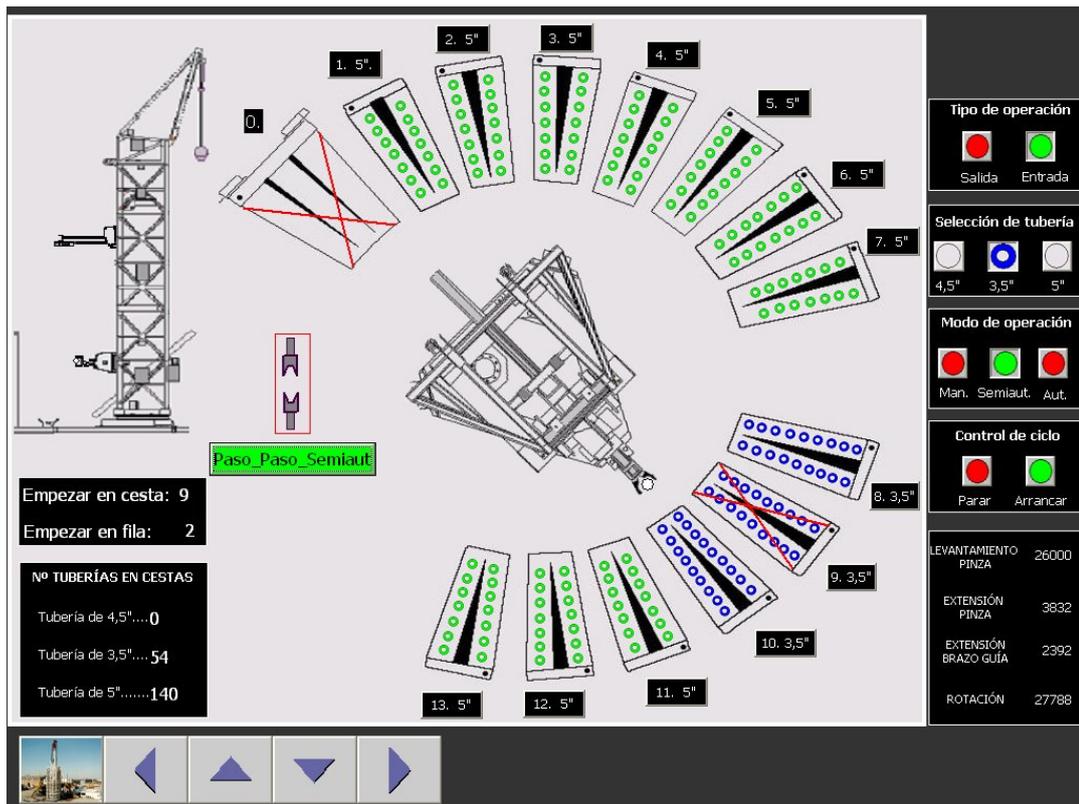


Figura 31: Página de cestas paso N° 2

Paso Nº 3: Cerrar pinza (Figura 32).

- 1) Establecer E 69.1=0 y E 69.6=0

Paso_Paso_Semiat

Empezar en cesta: 9
Empezar en fila: 2

Nº TUBERÍAS EN CESTAS

Tubería de 4,5"....0
Tubería de 3,5"....53
Tubería de 5".....140

LEVANTAMIENTO PINZA	26000
EXTENSIÓN PINZA	3832
EXTENSIÓN BRAZO GUÍA	2392
ROTACIÓN	27788

Figura 32: Página de cestas paso Nº 3

Paso N° 4: Levantamiento de pinza (Figura 33).

1) PED 32=28400.

PED 32= “Posición de elevación con tubería en cesta en VE”.

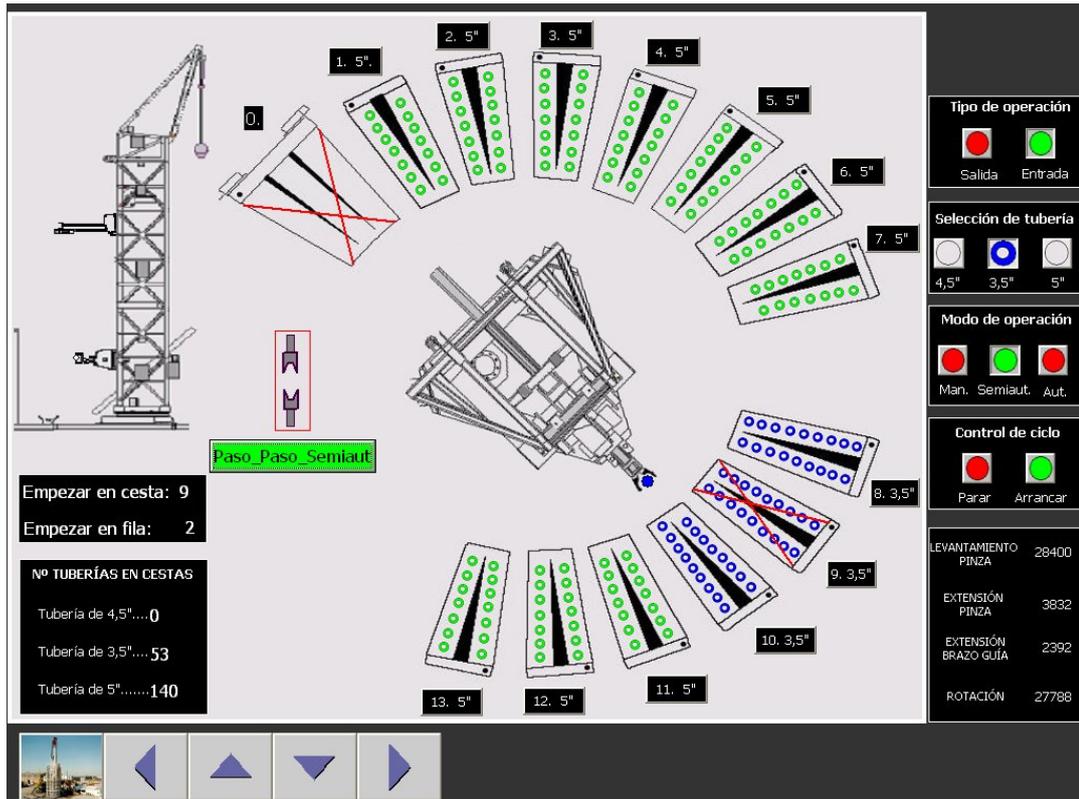


Figura 33: Página de cestas paso N° 4

Paso N° 5: Entrada pinza y brazo guía (Figura 34).

- 1) Entrada brazo guía PED 28=100
PED 28="Posición de entrada con 3,5".
- 2) Entrada pinza PED 24=600.
PED 24= "Posición de entrada con 3,5".

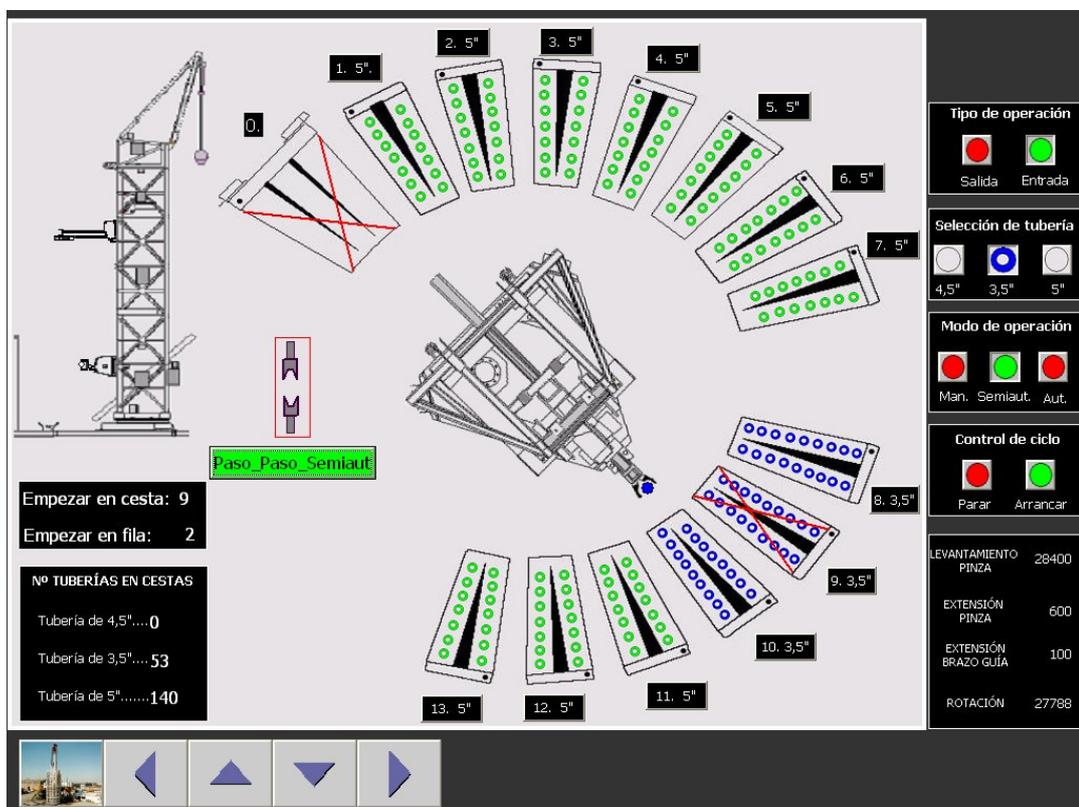


Figura 34: Página de cestas paso N° 5

Paso N° 6: Cerrar abrazadera brazo guía (Figura 35).

1) Establecer E 55.6=1 y E 55.7=0.

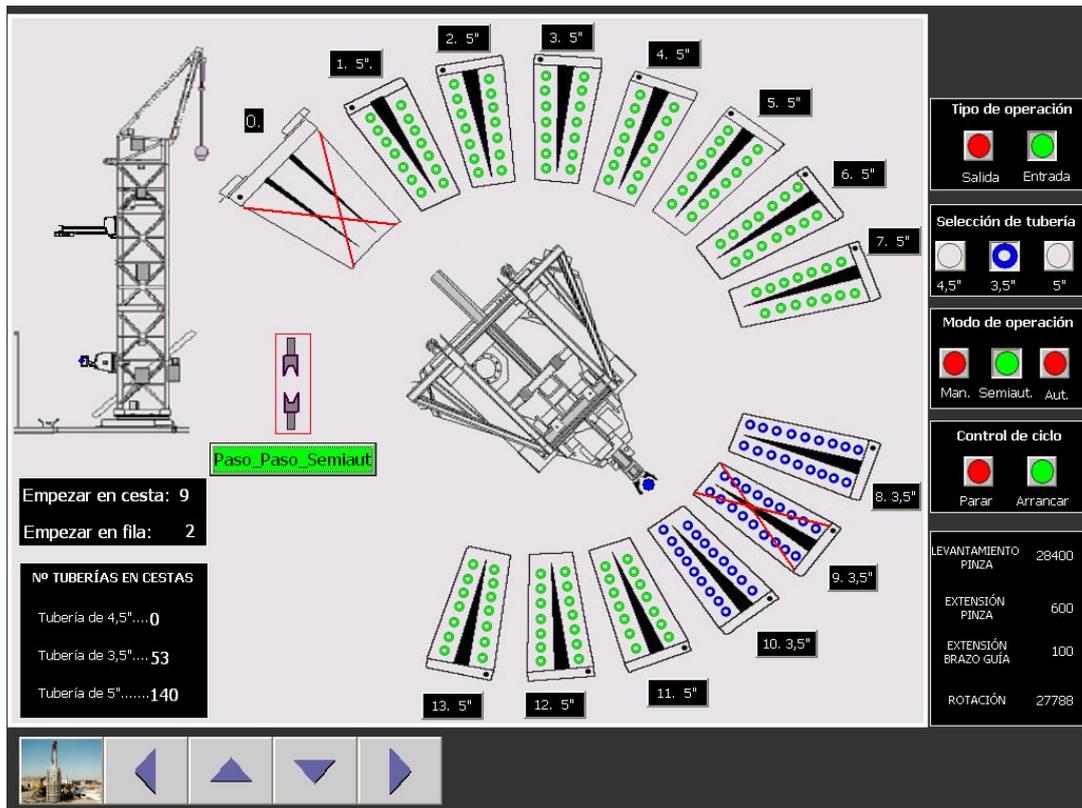


Figura 35: Página de cestas paso 6

Paso N° 7: Rotación antihoraria hacia MH (Figura 36).

1) PED 20= 16700

PED 20= “Posición de parada en hueco de ratón”.

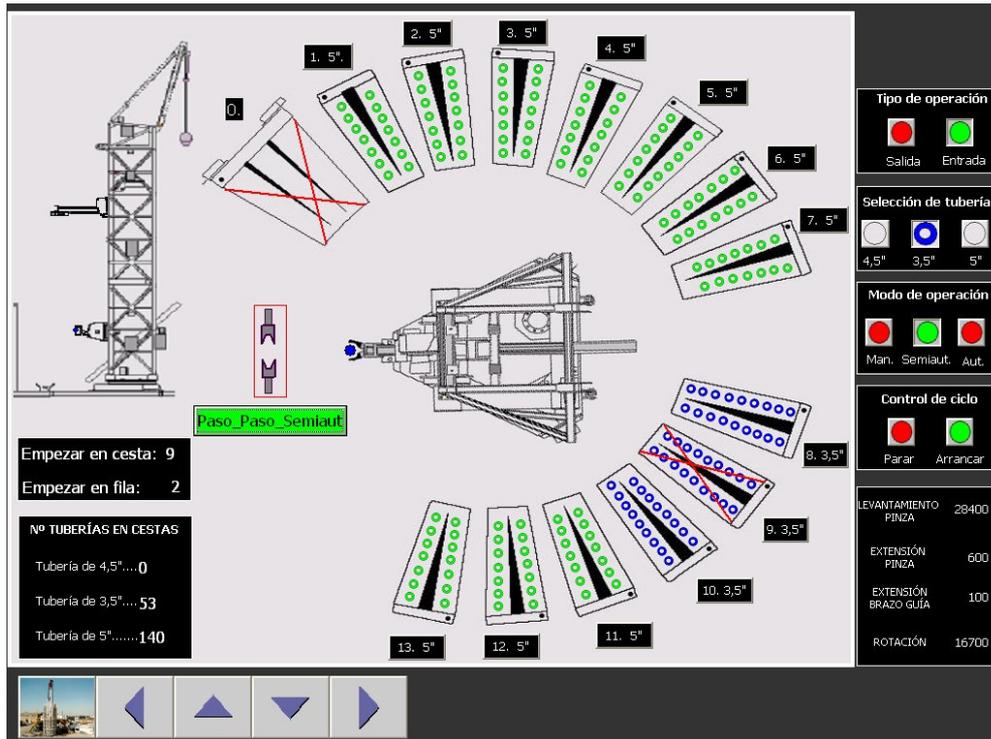


Figura 36: Página de cestas paso 7

Paso N° 8: Abrir abrazadera brazo guía y salida de pinza y brazo guía (Figura 37).

1) Establecer E 55.6=0; E 55.7=1 y E 50.0=1.

2) Salida brazo guía PED 28= 5800

PED 28= “Posición de salida con 3,5" sobre MH”.

3) Salida pinza PED 24= 6060

PED 24= “Posición de salida con 3,5" sobre MH”.

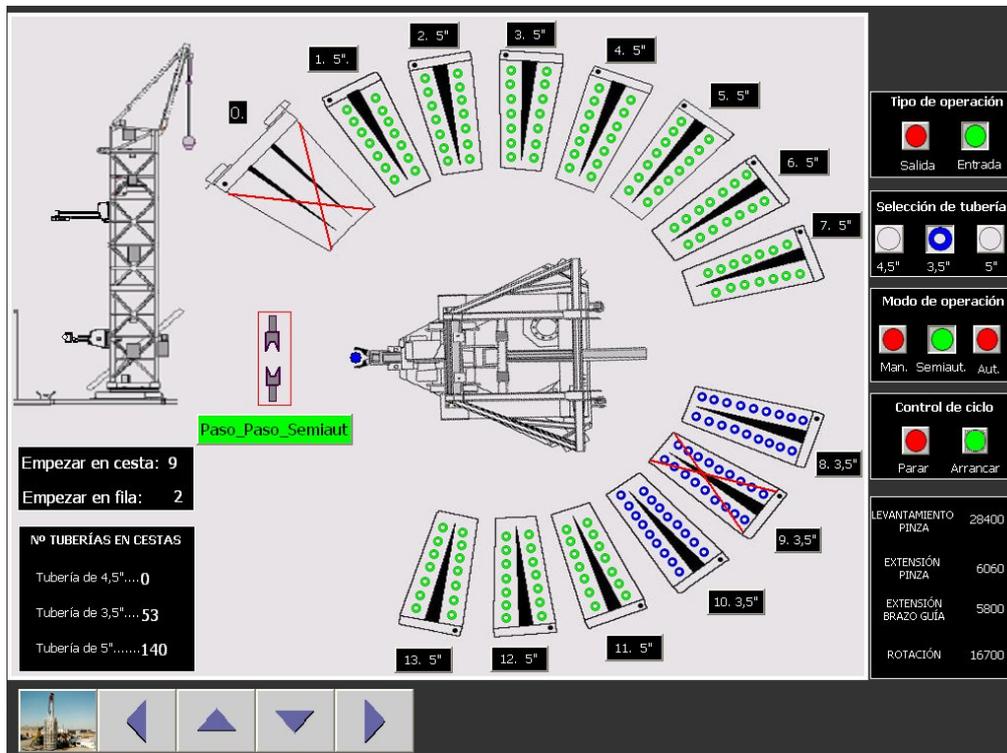


Figura 37: Página de cestas paso N° 8

Paso N° 9: Descenso pinza (Figura 38).

1) PED 32= 2500

PED 32= “Posición de descenso con tubería sobre MH”.

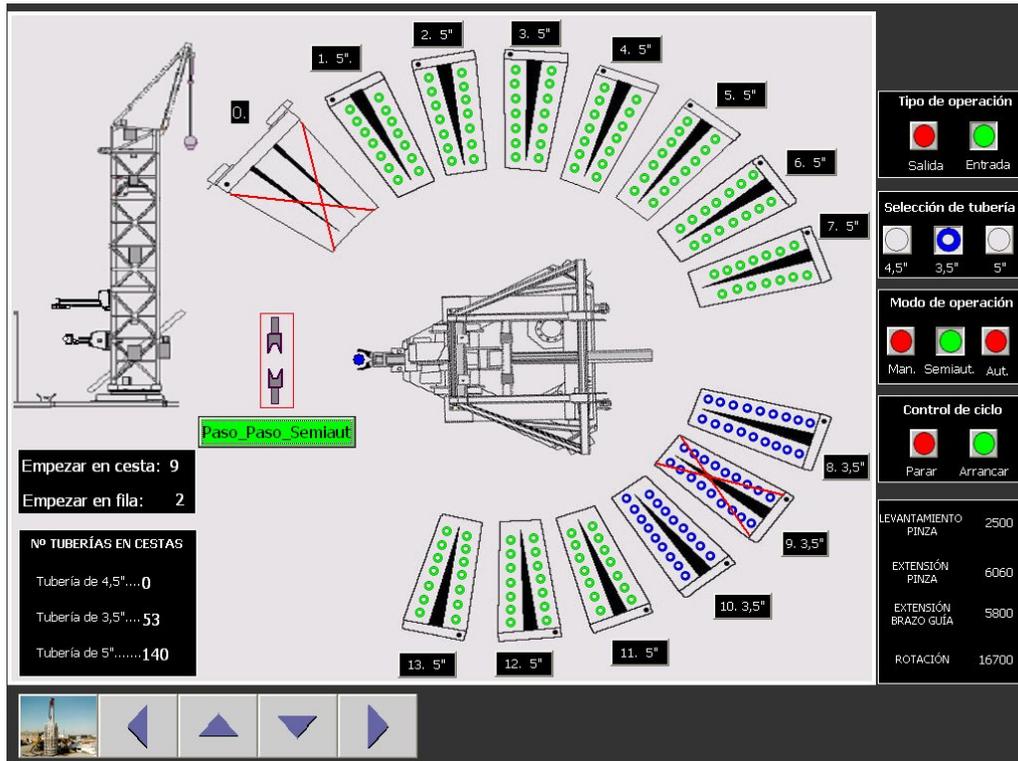


Figura 38: Página de cestas paso N° 9

Paso N° 10: Morsa MH cerrada (Figura 39).

- 1) Tubería en MH E 55.3=1
- 2) Cerrar morsa E 50.2=0 y E 50.3=0

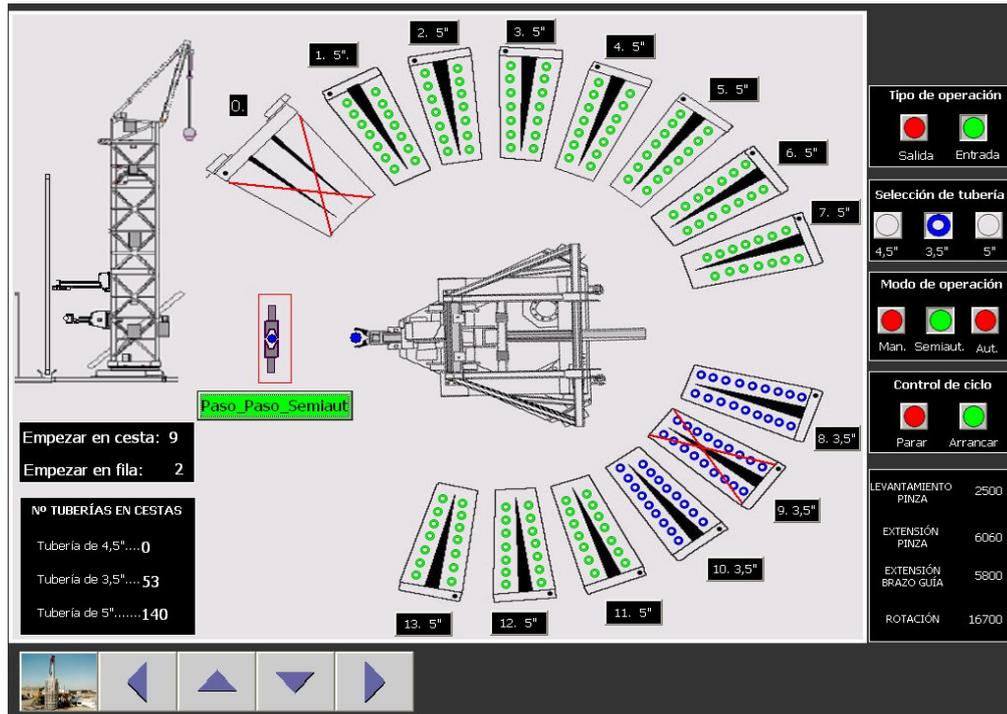


Figura 39: Página de cestas paso N° 10

Paso N° 11: Abrir pinza (Figura 40).

1) Abrir pinza E 69.1=1 y E 69.6=1.

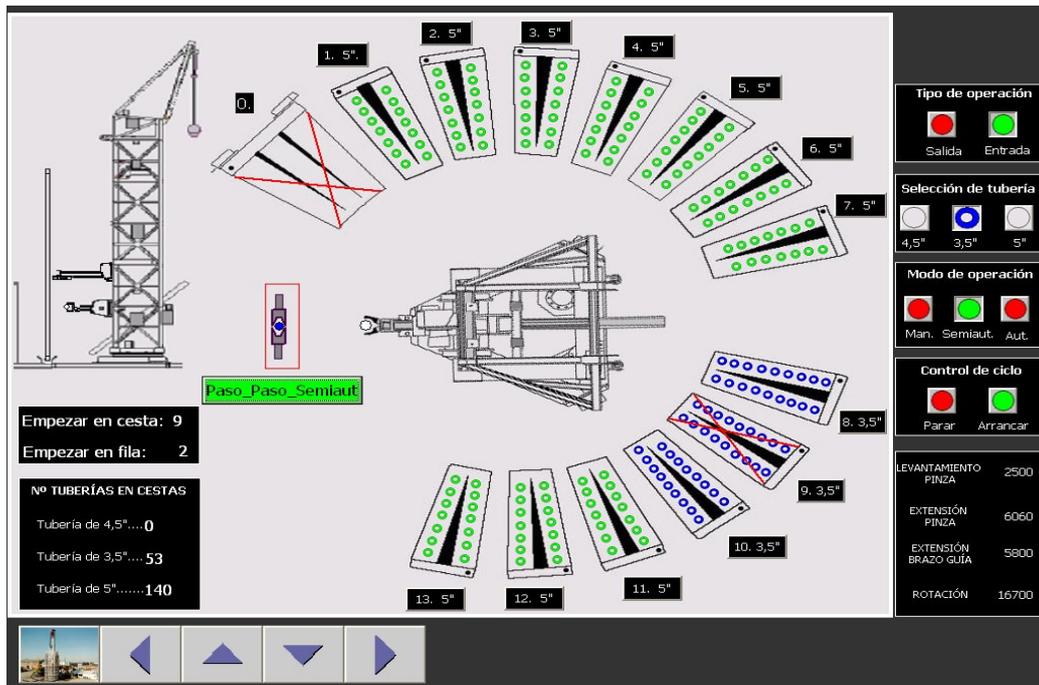


Figura 40: Página de cestas paso N° 11

Paso N° 12: Entrada pinza y brazo guía (Figura 41).

1) Entrada brazo guía PED 28=100
PED 28="Posición de entrada con 3,5".

2) Entrada pinza PED 24=600.
PED 24= "Posición de entrada con 3,5".

3) Pinza no ve la tubería E 69.4=0

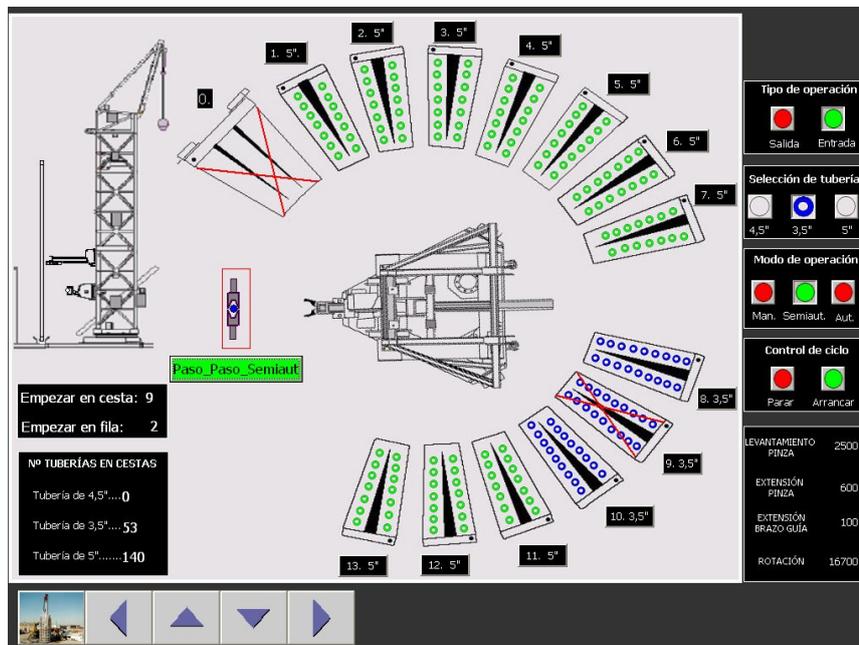


Figura 41: Página de cestas paso N° 12

En el caso de que no se cumplan las condiciones esperadas por la lógica de control en el tiempo determinado, el sistema se detiene automáticamente y es cuando aparecen las alarmas. Un ejemplo de esto ocurre al establecer la E 8.7=0 con lo que se observa en el programa las imágenes correspondientes con las figuras 42 y 43. Donde se indica el estado activo de la alarma N° 12.

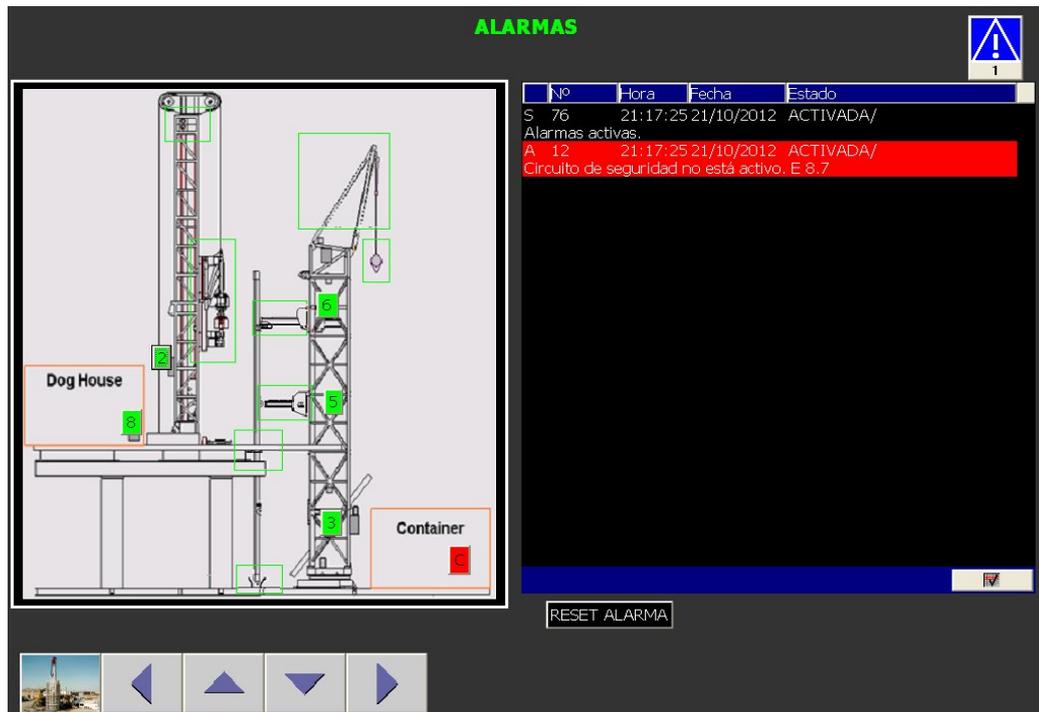


Figura 42: Alarma 12 activa en Página de alarmas

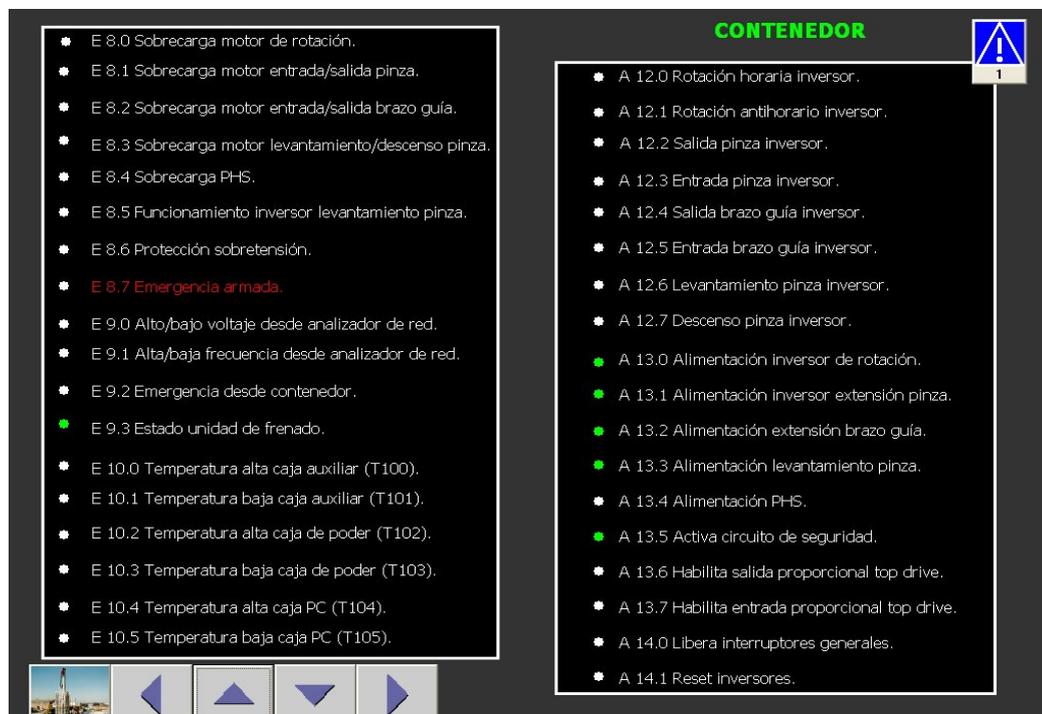


Figura 43: Alarma 12 activa en Página de contenedor

CONCLUSIONES

Se logro actualizar el sistema SCADA del manipulador de tuberías del taladro de perforación HH-200 de la empresa PETREVEN, se logro identificar y describir cada uno de los sensores y actuadores del sistema de control y el sistema de comunicación que posee el equipo. Además, se describieron las características y funciones del programa de control y supervisión.

A través de la simulación se comprobó que el programa posee todos los requerimientos necesarios para adaptarse completamente a las operaciones y funciones que se tienen que cumplir, siendo capaz de visualizar en tiempo real el estado de los movimientos del brazo guía, pinza, rotación, la presencia de la tubería en la pinza y el brazo guía, el estado de la morsa del hueco de ratón y la cantidad y tipo de tubería en cada cesta. Adicionalmente, permite interactuar con el usuario sin dificultad brindando la posibilidad de modificar los parámetros de la configuración y modificar las cestas según las necesidades de operación.

De los SCADAS estudiados, Wonderware Intouch y WinCC Flexible se observó que ambos cumplen con las exigencias del sistema, permitiendo visualizar el proceso en tiempo real, interactuar con el usuario de manera simple y generar alarmas según se requiera.

Debido a que los equipos son marca Siemens el software WinCC Flexible presenta compatibilidad con el sistema. Adicional a esto, la empresa actualmente posee la licencia lo que resulta en una mayor economía al implementar.

La interfaz gráfica diseñada permite supervisar el sistema de manera sencilla mediante una representación amigable y natural al usuario que le permite navegar por todas las páginas del programa e interactuar con él. Estando siempre al tanto, de las alarmas del sistema.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que el personal esté atento al registro de alarmas activadas para determinar si su activación es periódica y rastrear problemas en el sistema.

Es conveniente realizar el cambio de todos los sensores de posición por sensores magnéticos, ya que estos, son afectados en menor medida por las condiciones de trabajo.

Para agilizar las operaciones es conveniente realizar modificaciones a la lógica de control que permitan iniciar la operación en automático o semiautomático desde cualquier posición, y que permitan visualizar en modo manual las posiciones destino del modo automático como referencias para el operador.

Se recomiendan realizar modificaciones a la lógica de control, para visualizar en modo manual las posiciones destino del modo automático como referencias para el operador

Se recomienda agregar al programa, adicional a la posición de los *encoders*, la posición destino a la que va el sistema, y así el operador tendrá la referencia numérica para realizar los movimientos, en casos de poca visibilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Barberii, Efraín E. El pozo ilustrado; (Libro).Caracas: Venezuela: FONCIED, 1998. p.92.
2. Siemens. Comunicación con SIMATIC. Obtenido de <http://formacion.plcmadrid.es/descargas/docs/manuales/Comunicacion_con_simatic.pdf> [Consulta: Junio 2012] p. 22-24
3. Siemens. Anexo IV Fundamentos de los sistemas de bus de campo con SIMATIC S7-300. Obtenido de: <https://www.automation.Siemens.com/mcms/sce/en/advanced_training/training_material/download_training_material/appendix/Documents/ES_IV_field%20bus.pdf> [Consulta: Junio 2012] p. 12-14
4. Barrero Diez, Domingo. Profibus, Process Field Bus Obtenido de <http://www.uhu.es/antonio.barragan/descargas/aai/Profibus_Domingo_Diez_Barrero.pdf> [Consulta: Junio 2012] p. 3-30
5. Siemens. WinCC Flexible 2008 Compact / Standard / Advanced. Obtenido de: <http://www.google.co.ve/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CE0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fsupport.automation.Siemens.com%2FWW%2Fllisapi.dll%2Fcsfetch%2F18796010%2FManual_del_usuario_de_WinCC_Flexible_es-ES.pdf%3Ffunc%3Dcslib.csFetch%26nodeid%3D19017821%26forcedownload%3Dtrue&ei=zr_nT-GFBZGi8QSUxYClAQ&usg=AFQjCNGT28fos25iQTRGkWmi6b1Qvoc7-w&sig2=e5_i3syUlydgC4keICQUkQ> [Consulta: Junio 2012] p. 19-24.

BIBLIOGRAFÍA

- Barberri, Efrain E. El pozo ilustrado, Caracas: FONCIED, 1998
- García, Alejo. El taladro y sus componentes. Obtenido de <<http://es.scribd.com/doc/23998740/El-Taladro-y-sus-Componentes>> [Consulta: Junio 2012]
- Siemens. Comunicación con SIMATIC. Obtenido de <http://formacion.plcmadrid.es/descargas/docs/manuales/Comunicacion_con_simatic.pdf> [Consulta: Junio 2012]
- Barrero Diez, Domingo. Profibus, Process Field Bus Obtenido de <http://www.uhu.es/antonio.barragan/descargas/aai/Profibus_Domingo_Diez_Barrero.pdf> [Consulta: Junio 2012]
- Siemens. Anexo IV Fundamentos de los sistemas de bus de campo con SIMATIC S7-300. Obtenido de: <https://www.automation.Siemens.com/mcms/sce/en/advanced_training/training_material/download_training_material/appendix/Documents/ES_IV_field%20bus.pdf> [Consulta: Junio 2012]
- Torres del Molino, Javier Goyanes. (2005). *Gestión energética y de seguridad de una vivienda*. Madrid: Universidad Pontificia comillas.
- Siemens. WinCC Flexible 2008 Compact / Standard / Advanced. Obtenido de: <<http://www.google.co.ve/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CE0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fsupport.automation.Siemens.com%2F>>

WW%2Fllisapi.dll%2Fcsfetch%2F18796010%2FManual_del_usuario_de_Wi
nCC_flexible_es-
ES.pdf%3Ffunc%3Dcslib.csFetch%26nodeid%3D19017821%26forcedownlo
ad%3Dtrue&ei=zr_nT-
GFBZGi8QSUxYClAQ&usg=AFQjCNGT28fos25iQTRGkWmi6b1Qvoc7-
w&sig2=e5_i3syUlydgC4keICQUkQ> [Consulta: Junio 2012]

- SOILMEC. Esquema eléctrico manipulador HH-200.
- SOILMEC. MANUALE D'USO EMANUTENZIONE HH-200.

ANEXOS

ANEXOS

[Anexo 1]
[Señales de módulos DP]

Anexo1.1.1: Señales del módulo dirección DP 20

Entrada	Tipo sensor	Indicación-Función
E 50.0	Sf85. Sensor de posición de contacto físico NO.	<i>Top drive</i> está adentro, es decir pegado a la antena fija.
E 50.1	Sf501. Sensor de posición magnético NO.	Desaceleración del <i>top drive</i> durante entrada/salida.
E 50.2	Sf100. Sensor de posición de contacto físico NO.	Morsa del hueco de ratón abierta.
E 50.3	SP101. Sensor de presión. NC.	Morsa del hueco de ratón cerrada.
E 50.4	Sf104. Sensor de posición de contacto físico NC.	<i>Top drive</i> alcanzó límite superior.
E 50.5	Sf105. Sensor de posición de contacto físico NC.	<i>Top drive</i> alcanzó límite inferior.
E 50.6	Sf506. Sensor de posición de contacto físico NC.	Límite inferior del <i>top drive</i> durante viaje de salida sobre el hueco de ratón.
E 50.7	Sf110. Sensor de posición de contacto físico NO.	Máxima presión de levantamiento sobre la morsa del hueco de ratón.
E 51.0	Sf111. Sensor de posición de contacto físico NC.	Máximo empuje sobre el <i>top drive</i> .

E 51.1	Sf99. Sensor de posición de contacto físico NO.	Gancho de la grúa bandera alcanzó límite superior.
E 51.3	Sf99. Sensor de posición de contacto físico NC.	Gancho de la grúa bandera alcanzó límite superior.

Anexo 1.1.2: Señales del módulo dirección DP 21

Salida	Tipo salida	Función
A 52.0	Yv166. Válvula ON/OFF.	Abre la morsa del hueco de ratón
A 52.1	Yv167. Válvula ON/OFF.	Cierra la morsa del hueco de ratón.
A 52.2	Yv170. Válvula ON/OFF.	Bloquea la elevación del <i>top drive</i> .
A 52.3	Yv171. Válvula ON/OFF.	Bloquea el descenso del <i>top drive</i> .
A 52.5	Yv174. Válvula ON/OFF	Habilita la salida del <i>top drive</i> .
A 52.6	Yv183. Válvula ON/OFF	Detiene la elevación del gancho de la grúa bandera

Anexo1.2.1: Señales del módulo dirección DP 30

Entrada	Tipo sensor	Indicación
E 55.0	Sf80. Sensor de posición de contacto físico NC.	Rotación horaria alcanzó el límite máximo.
E 55.1	Sf81. Sensor de posición de contacto físico NC.	Rotación antihoraria alcanzó el límite máximo.
E 55.2	Sf91. Sensor de posición de contacto físico NC	La pinza alcanzó el límite inferior.

E 55.3	Sf93. Sensor de posición de contacto físico NC.	Tubería fuera de hueco de ratón.
E 55.4	Sf86. Sensor de posición de contacto físico NO.	Salida de brazo guía alcanzó límite máximo.
E 55.5	Sf87. Sensor de posición de contacto físico NO.	Entrada de brazo guía alcanzó límite máximo.
E 55.6	SP96. Sensor de presión. NO.	Tubería enganchada en abrazadera de brazo guía.
E 55.7	SP97. Sensor de presión. NO	Tubería no está enganchada en abrazadera de brazo guía.
E 56.0	ES-C. Contacto físico activado manualmente. NC.	Emergencia presionada desde exterior de la cabina del manipulador.
E 56.1	ES-D. Contacto físico activado manualmente. NC.	Emergencia presionada desde base.
E 56.2	PFI. Sensor de presión. NC.	Filtro de aceite de PHS tapado.

Anexo 1.2.2: Señales del módulo dirección DP 32

Salida	Tipo salida	Función
A 59.0	Yv160. Válvula ON/OFF.	Libera el freno de rotación.
A 59.1	Yv181. Válvula ON/OFF.	Habilita el funcionamiento de la PHS
A 59.2	Yv162. Válvula ON/OFF.	Libera el freno del brazo guía.

A 59.3	Yv165. Válvula ON/OFF.	Engancha tubería con abrazadera de brazo guía.
A 59.4	Yv177. Válvula ON/OFF.	Distribución hidráulica de emergencia.

Anexo N°1.3.1: Señales del módulo dirección DP 50

Entrada	Tipo sensor	Indicación-Función
E 62.2	E-S-B. Interruptor manual de emergencia NC.	Emergencia presionada desde la cabina del manipulador.
E 62.3	SsAP-B. Interruptor manual con llave selectora NC.	Habilita la posición de la cabina para control manual.

Anexo 1.3.2: Señales del módulo dirección DP 51

Entrada	Tipo sensor	Indicación
E 65.0	Sf90. Sensor de posición de contacto físico NC.	Pinza alcanzó límite superior.
E 65.1	Sf102. Sensor de posición de contacto físico NO	Gancho de la grúa del manipulador alcanzó el límite superior.
E 65.2	Sf115. Sensor de posición de contacto físico NC.	Brazo de la grúa del manipulador alcanzó la máxima altura.
E 65.3	Sf102. Sensor de posición de contacto físico NC	Gancho de la grúa del manipulador alcanzó el límite superior.

Anexo 1.3.3 Señales del módulo dirección DP 52

Salida	Tipo salida	Función
A 66.0	Yv180. Válvula ON/OFF.	Bloquea el descenso del brazo de la grúa del manipulador.
A 66.1	Yv186. Válvula ON/OFF.	Bloquea el ascenso del gancho de la grúa del manipulador.
A 66.2	Yv163. Válvula ON/OFF.	Libera el freno del movimiento de elevación/descenso de la pinza.
A 66.3	Yv182. Válvula ON/OFF.	Libera el freno de elevación/descenso de la pinza.

Anexo 1.4.1: Señales del módulo dirección DP 60

Entrada	Tipo sensor	Indicación-Función
E 69.1	P95. Sensor de presión NC.	Pinza cerrada.
E 69.2	Sf82. Sensor de posición de contacto físico NC.	Salida de la pinza alcanzó el límite máximo.
E 69.3	Sf83. Sensor de posición de contacto físico NC.	Entrada de la pinza alcanzó el límite máximo.
E 69.4	Sf84. Sensor de posición de contacto físico NO.	Tubería está dentro de la pinza.
E 69.5	Sf92. Sensor de posición de contacto físico NO.	Pinza debe descargar la tubería en la cesta.

E 69.6	Sf94. Sensor de posición de contacto físico NO.	Pinza abierta.
--------	---	----------------

Anexo 1.4.2: Señales del módulo dirección DP 61

Salida	Tipo salida	Función
A 71.0	Yv161. Válvula ON/OFF.	Libera freno de entrada/salida de la pinza.
A 71.1	Yv164. Válvula ON/OFF.	Abre pinza.

Anexo 1.5.1: Señales del módulo dirección DP 70

Entrada	Tipo sensor	Indicación-Función
E 74.0	SpAC. Botón manual con retorno automático NO.	Inicialización del sistema indica que se realiza un reset al sistema.
E 74.1	Sp137. Botón manual con retorno automático NO.	Se desactiva límite superior e inferior del <i>top drive</i> .
E 74.2	E-S-A. Botón de emergencia tipo seta NC.	Activa parada de emergencia desde <i>dog house</i> .
E 74.3	SsAP-A. Interruptor manual con llave selectora NC.	Habilitada la posición del <i>dog house</i> para control manual.
E 74.6	SmM-A. Palanca contacto de posición NO.	Palanca para abrir morsa del hueco de ratón. Pos 1.
E 74.7	SmM-A. Palanca contacto de posición NO.	Palanca para cerrar morsa del hueco de ratón. Pos 3.

E 75.0	Sm1-A. Palanca contacto de posición NO.	Palanca para realizar rotación. Pos 1 Sentido horario lento.
E 75.1	Sm1-A. Palanca contacto de posición NO.	Palanca para realizar rotación. Pos 3 Sentido antihorario lento.
E 75.2	Sm1-B. Palanca contacto de posición NO.	Palanca para realizar rotación. Pos 2 y Pos 4 Sentido horario y antihorario rápido.
E 75.3	Sm2-A. Palanca contacto de posición NO.	Palanca para realizar salida de la pinza. Pos 1. Movimiento lento.
E 75.4	Sm2-A. Palanca contacto de posición NO.	Palanca para realizar entrada de la pinza. Pos 3. Movimiento lento.
E 75.5	Sm2-A. Palanca contacto de posición NO.	Palanca para entrada/salida de la pinza. Pos 2 y Pos 4. Movimiento rápido.
E 75.6	SmP-A. Palanca contacto de posición NO.	Palanca para abrir pinza. Pos 1.
E 75.7	SmP-A. Palanca contacto de posición NO.	Palanca para cerrar pinza. Pos 3.

Anexo 1.5.2: Señales del módulo dirección DP 71

Entrada	Tipo sensor	Indicación-Función
E 76.0	Sm4-A. Palanca contacto de posición NO.	Palanca para elevación de pinza. Pos 1. Movimiento lento.
E 76.1	Sm4-A. Palanca contacto de posición NO.	Palanca para descenso de la pinza. Pos 3. Movimiento lento.
E 76.2	Sm4-A. Palanca contacto de posición NO.	Palanca para elevación/descenso de la pinza. Pos 2 y Pos 4. Movimiento rápido.
E 76.4	ES11. Interruptor manual tipo llave NC.	Activa emergencia desde el tablero del perforador.

[Anexo 2]
[Hojas de datos]

ADJUSTABLE PRESSURE SWITCHES TYPE PMC-PPC-PPCF

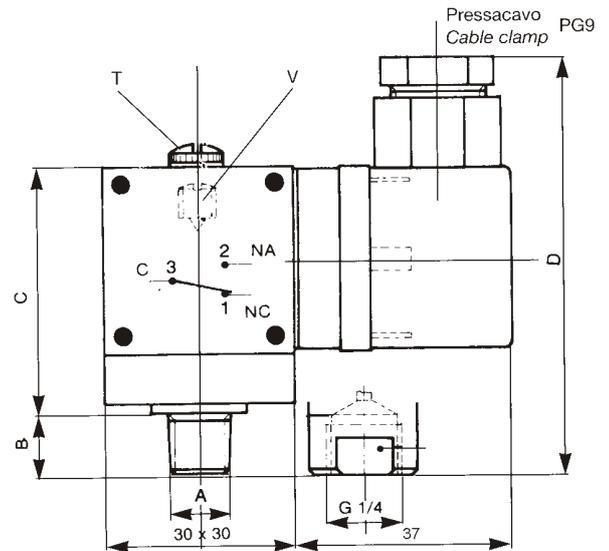
Adjustable ranges 0,15 ÷ 300 bar - Max. voltage 250 V - SPDT Contact - Male and female Threads

TECHNICAL DATA STANDARD EXECUTION

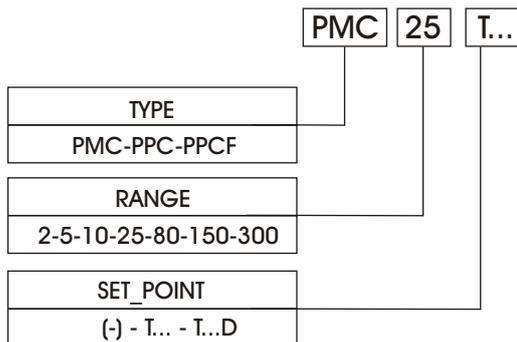
Max. Voltage	250 Vac
Working voltage	220 Vac
Current	3 A (resistive) 2 A (inductive)
Temperature range	-5 +60 °C
Max cycle rate @ 25 °C	100/1' membrane
Max cycle rate @ 25 °C	60/1' piston
Fixed hysteresis	≤30% of set-point
Protection	IP 65 DIN 40050
Connector	PG 09 DIN 43650

MATERIAL STANDARD EXECUTION

Body	Aluminium
Lower threaded flange	Nickel-plated steel
Membrane	NBR
High pressure piston	Steel
CO contact	SPDT



ORDERING CODE



EXPLANATION CODE

TYPE	
PMC	Membrane pressure switches, SPDT contact
PPC	Piston pressure switches, SPDT contact
PPCF	Piston pressure switches, SPDT contact, Female Threads

RANGE

PMC 2	0,15 ÷ 2 bar
PMC 5	0,2 ÷ 5 bar
PMC 10	0,5 ÷ 10 bar
PMC 25	10 ÷ 25 bar
PMC 80	25 ÷ 80 bar
PPC 150	30 ÷ 150 bar
PPC 300	150 ÷ 300 bar
PPCF 150	30 ÷ 150 bar
PPCF 300	150 ÷ 300 bar

SET-POINT

T...	Rising to required value, Ex. T7
T...D	Falling to required value, Ex. T5D

AVAILABLE CERTIFICATIONS

R.I.N.A.
LLOYD'S REGISTER
On request the pressure switches can be supplied on **Ex ia IIC T6 version**

Model	Type	Max. static pressure	A GAS	B mm	C mm	D mm	Tolerance @ 25°C	Weight gr
PMC2	Membrane	30 bar	1/8K	10	44	75	±0,1 bar	185 gr
PMC5		60 bar	1/8K	10	44	75	±0,1 bar	
PMC10		100 bar	1/8K	10	44	75	±0,2 bar	
PMC25		100 bar	1/8K	10	44	75	±0,5 bar	
PMC80		150 bar	1/8K	10	44	75	±1 bar	
PPC150	Piston	600 bar	1/4K	12	46	78	±7 bar	207 gr
PPC300		600 bar	1/4K	12	46	78	±7 bar	
PPCF150		600 bar	1/4F	12	72	92	±7 bar	295 gr
PPCF300		600 bar	1/4F	12	72	92	±7 bar	



Housing Style - Rectangular	Part Number	ID Number	Features	Embeddable	Sensing Range (mm)	Output
	Bi15-CP40-VN4X2/S109	M1526900	Time Delay	•	15	4-Wire NPN
	Ni20-CP40-VN4X2/S109	M1527100	Time Delay		20	
	Bi15-CP40-VP4X2/S109	M1504721	Time Delay	•	15	4-Wire PNP
	Ni30-CP40-VP4X2/S109	M1512521	Time Delay		30	
	Bi15-CP40-VN4X2/S110	M1527000	Time Delay	•	15	4-Wire NPN
	Ni20-CP40-VN4X2/S110	M1527300	Time Delay		20	
	Bi15-CP40-VP4X2/S110	M1509821	Time Delay	•	15	4-Wire PNP
	Ni20-CP40-VP4X2/S110	M1509921	Time Delay		20	
	Bi15-CP40-FDZ30X2	M4224100	Prog. Outputs	•	15	2-Wire AC/DC
	Bi15-CP40-FDZ30X2/S34	M4226100	WFI	•	15	
	Bi15-CP40-FDZ30X2/S97	M4226600	Low Temp. -40°C	•	15	
	Bi15U-CP40-FDZ30X2	M4280601	Uprox	•	15	
	Ni20-CP40-FDZ30X2	M4224200	Prog. Outputs		20	
	Ni35-CP40-FDZ30X2	M4224500	Prog. Outputs		35	
	Ni40U-CP40-FDZ30X2	M4280801	Uprox		40	
	Bi15-CP40-FZ3X2	M1341000	Prog. Outputs	•	15	2-Wire AC/DC
	Bi15-CP40-FZ3X2/S97	M1341010	Low Temp. -40°C	•	15	
	Bi15-CP40-FZ3X2/S100	M1377600	High Temp. 100°C	•	15	
	Ni20-CP40-FZ3X2	M1341100	Prog. Outputs		20	
	Ni20-CP40-FZ3X2/S100	M1377500	High Temp. 100°C		20	
	Ni35-CP40-FZ3X2	M1341300	Prog. Outputs		35	
	Ni40-CP40-FZ3X2/S100	M1374802	High Temp. 100°C		40	
	Bi15-CP40-FZ3X2/S109	M1373700	Time Delay	•	15	2-Wire AC
	Bi15-CP40-FZ3X2/S110	M1373500	Time Delay	•	15	
	Ni20-CP40-FZ3X2/S109	M1374500	Time Delay		20	
	Ni20-CP40-FZ3X2/S110	M1374600	Time Delay		20	
	Ni30-CP40-FZ3X2/S109	M1374700	Time Delay		30	
	Ni30-CP40-FZ3X2/S110	M1374400	Time Delay		30	
	Bi15-CP40-VDZ3X2	M4222700	Comp. Outputs	•	15	4-Wire AC/DC
	Bi15-CP40-Y1X	M1012000		•	15	NAMUR
Ni20-CP40-Y1X	M1012100			20		

WFI = Weld-Field Immune Sensors.
 "/S109" Designates on Delay.
 "/S110" Designates off Delay.

TURCK mold-on connectors available on all cable sensors. See page M25.



Voltage	Switching Freq. (Hz)	Operating Current (mA)	Operating Temp. (°C)	Protection	Housing	Front Cap/Face	Power LED	Output LED	Mating Cord/ Cable Length/Jacket	Wiring Diagram #	Wiring Diagrams
10-65 VDC	- -	≤200	-25 to +70	IP 67	PBT	PBT	GN	YE	- - - -	1	Diagram 1
	- -	≤200	-25 to +70	IP 67	PBT	PBT	GN	YE	- - - -	1	
10-65 VDC	- -	≤200	-25 to +70	IP 67	PBT	PBT	GN	YE	- - - -	2	Diagram 2
	- -	≤200	-25 to +70	IP 67	PBT	PBT	GN	YE	- - - -	2	
10-65 VDC	- -	≤200	-25 to +70	IP 67	PBT	PBT	GN	YE	- - - -	1	Diagram 3
	- -	≤200	-25 to +70	IP 67	PBT	PBT	GN	YE	- - - -	1	
10-300 VDC 20-250 VAC	60	≤400/300	-25 to +70	IP 67	PBT	PBT	GN	YE	- - - -	3	Diagram 4
	30	≤400/300	-25 to +70	IP 67	PBT	PBT	GN	YE	- - - -	3	
	60	≤400/300	-40 to +70	IP 67	PBT	PBT	GN	YE	- - - -	3	
	60	≤400/300	-30 to +85	IP 67	PBT	PBT	GN	YE	- - - -	3	
	60	≤400/300	-25 to +70	IP 67	PBT	PBT	GN	YE	- - - -	3	
	60	≤400/300	-25 to +70	IP 67	PBT	PBT	GN	YE	- - - -	3	
10-300 VDC 20-250 VAC	20	≤400/300	-25 to +70	IP 67	PBT	PBT	GN	YE	- - - -	3	Diagram 5
	20	≤400/300	-40 to +70	IP 67	PBT	PBT	GN	YE	- - - -	3	
	20	≤400/300	-25 to +100	IP 67	PBT	PBT	GN	YE	- - - -	3	
	20	≤400/300	-25 to +70	IP 67	PBT	PBT	GN	YE	- - - -	3	
	20	≤400/300	-25 to +100	IP 67	PBT	PBT	GN	YE	- - - -	3	
	20	≤400/300	-25 to +70	IP 67	PBT	PBT	GN	YE	- - - -	3	
	20	≤400/300	-25 to +100	IP 67	PBT	PBT	GN	YE	- - - -	3	
20-250 VAC	20	≤400/300	-25 to +70	IP 67	PBT	PBT	GN	YE	- - - -	3	
	20	≤400/300	-25 to +70	IP 67	PBT	PBT	GN	YE	- - - -	3	
	20	≤400/300	-25 to +70	IP 67	PBT	PBT	GN	YE	- - - -	3	
	20	≤400/300	-25 to +70	IP 67	PBT	PBT	GN	YE	- - - -	3	
	20	≤400/300	-25 to +70	IP 67	PBT	PBT	GN	YE	- - - -	3	
	20	≤400/300	-25 to +70	IP 67	PBT	PBT	GN	YE	- - - -	3	
20-250 VAC 20-320 VDC	30	≤400/300	-25 to +70	IP 67	PBT	PBT	GN	YE	- - - -	4	
5-30 VDC	150	Remote	-25 to +70	IP 67	PBT	PBT	N/A	YE	- - - -	5	
5-30 VDC	150	Remote	-25 to +70	IP 67	PBT	PBT	N/A	YE	- - - -	5	

Rectangular

Absolute Shaft Encoder

Absolute shaft encoders, also known as shaft-angle encoders, are by no means used only to detect angular positions. They are also suitable for linear movements that can be converted into rotary movements by a toothed belt, drive pinion, or wire winch. The special feature of absolute shaft encoders is that they assign a unique, digitally encoded signal to each individual measured increment. The method of transducing prevents erroneous readings, whether by a power failure, or by a transient malfunction. After the encoder is switched on again, or power is restored, the position can be read out. It is not necessary to move to a reference position, as it is for shaft encoders of the incremental type.

Examples of application for absolute encoders –

- overhead support robots
- ventilation flaps
- spinning machines
- conveyor belts
- cam controllers
- injection moulding machines
- packaging machinery
- extruders
- folding machines
- printing machines
- high lift storage systems
- stamping machines

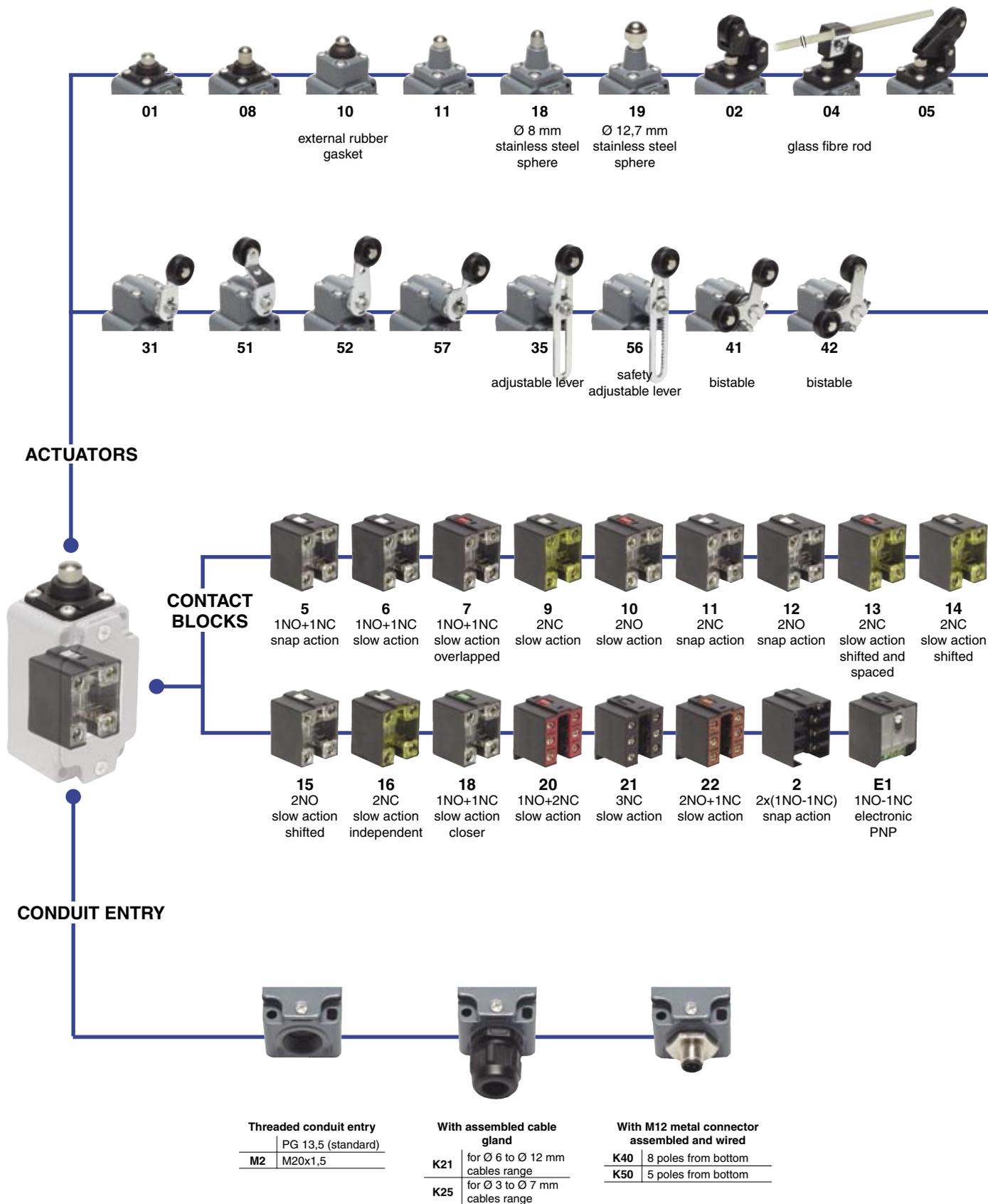
Type	I RA 58 with parallel interface	I RA 58 with SSI	I RX 70-S, M, P (EX)
		 New: Version with Preset button	
Special features	<ul style="list-style-type: none"> •New: singleturn up to 14 Bit (RA 58-S) •multiturn up to 24 Bit (RA 58-M) •New: option stainless steel version RA 59 •as singleturn with 9... 14 Bit •short circuit proof Tristate outputs •Gray or binary code •encoder self monitoring 	<ul style="list-style-type: none"> •New: singleturn up to 14 Bit (RA 58-S) •New: imiltitum up to 26 Bit (RA 58-M) •programmable version with 24 Bit (RA 58-P) •New: option stainless steel encoder RA 59 as singleturn with 9... 14 Bit •Gray or binary code •encoder self test •Ex-version see type RX 70 •New: version with preset button for Type RA 58-P 	<ul style="list-style-type: none"> • ex-protection class EEX d IIC T6 • singleturn, multiturn or programmable multiturn • up to 4096 steps / 4096 revolutions •SSI • Profibus DP • InterBus (K2/K3) on request • programmable parameters and status bits for RX70-P
Physical resolution (actual resolution of code disc; in addition the required resolution can be reduced for RA 58-P by programming the encoder parameters)	Singleturn: 9,10,12,13, 14 Bit Multiturn: 4096 pulses /16 revolutions (16 Bit) 4096 pulses / 256 revolutions (20 Bit) 4096 pulses / 4096 revolutions (24 Bit)	Singleturn: 9, 10, 12, 13, 14 Bit Multiturn: 4096 pulses / 4096 revolutions (24Bit) 8192 pulses / 4096 revolutions (25Bit) 16384 pulses/ 4096 revolutions(26Bit)	Singleturn: 9, 10, 12 Bit Multiturn; 4096 pulses / 4096 revolutions (24 Bit)
Technical Data - mechanical			
Flange	S = Synchro flange, K = clamping flange	S = Synchro flange, K = clamping flange	K.= clamping flange
Shaft diameter	6mm(S),IOmm(K)	6mm(S),IOmm(K)	10 mm
Absolute max. shaft load radial/axial	Ø6mm -II0/6ON(24/13 lbs)	Ø 6mm -I IO/6ON (24/13 Ibs) Ø 10mm -160/107 N (35/24 Ibs)	IOON/40N
Absolute max. speed	Ø 10mm -160/107 N (35/24 lbs) 10,000 RPM, 6,000 RPM	10,000 RPM, 6,000 RPM	6,000 min (T6), 10,000 mm (T4)
Torque	≤0.5Ncm	≤ 0.5Ncm	≤ 0.5Ncm
Protection class (EN 60529)	Housing IP 65, Bearing IP 64 as per DIN EN 61010, protection class III	Housing IP 65, Bearing IP 64 as per DIN EN 61010, protection class III	Housing IP 65, Bearing IP 64 as per DIN EN 61010, protection class III
General design	-25...+85°C	-25...+85°C, RA-58-P:-10...+60°C	-10...+40°C
Operating temperature	Cable or connector axial/radial	Cable axial/radial, flange connector axial/radial, flange connector with preset button radial	Cable axial
Connection	Ø 58 mm	Ø 58mm	Ø 70mm
Size	Singleturn 300 g, Multiturn 350 g.	Singleturn 300 g, Multiturn 350 g.	approx. 1400 g
Weight approx.			
Technical Data - electrical			
Output	push-pull	RS485	RS485
Supply voltage (SELV)	5 VDC only for single-turn /10..30VDC	5VDC/10...30VDC	10...30VDC
Max. power consumption	0.6 A (9... 14 Bit); 0.9 A (16...24 Bit)	0.3 A (5 VDC); 0.2 A (10...30 VDC)	0.2 A
Baud rate	max. 100 kHz code switching frequency	SSI 70 KB... 1.5 MB	70KB....1.5MB
Type of code	Binary, Gray, Gray Excess	Binary, Gray	Binary, Gray
Alarm output (Encoder self test)	NPN-O.C. 5mA, Alarm bit	NPN-O.C. 5mA, Alarm bit	Alarm bit
Linearity	± 1/2LSB, else with 13, 14 Bit ± ILSB	± 1/2 LSB,(± ILSB with 25,26 Bit)	+ 1/2LSB



PROXIMON CONTROLS PVT. LTD.

202, Krishna, Laxmi Industrial Complex, Pokhran Road No.1, Vartak Nagar, Thane – 400 606.
 Ph.:91-22-25889244/45, 25854287 Fax: 91-22-25889246 e-mail: info@proximon.com website: www.proximon.com

Selection diagram



● product option
 → accessory sold separately

2 Position switches FD series

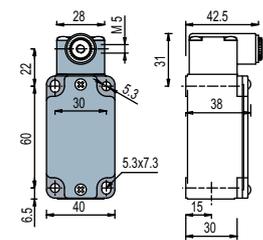
Position switches with revolving lever without actuator

Contacts type:

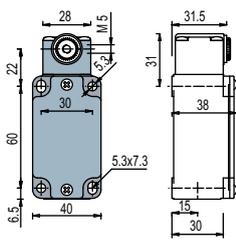
- R** = snap action
- L** = slow action
- LO** = slow action overlapped
- LS** = slow action shifted
- LV** = slow action shifted and spaced
- LI** = slow action independent
- LA** = slow action closer
- △** = electronic PNP

Contact blocks

Regular head



Compact head



IMPORTANT

For safety applications: join only switches and actuators marked with symbol ⊕.
For more information about safety applications see page 6/1.

5	R	FD 538	⊕ 1NO+1NC	FD 558	⊕ 1NO+1NC
6	L	FD 638	⊕ 1NO+1NC	FD 658	⊕ 1NO+1NC
7	LO	FD 738	⊕ 1NO+1NC	FD 758	⊕ 1NO+1NC
9	L	FD 938	⊕ 2NC	FD 958	⊕ 2NC
10	L	FD 1038	2NO	FD 1058	2NO
11	R	FD 1138	⊕ 2NC	FD 1158	⊕ 2NC
12	R	FD 1238	2NO	FD 1258	2NO
13	LV	FD 1338	⊕ 2NC	FD 1358	⊕ 2NC
14	LS	FD 1438	⊕ 2NC	FD 1458	⊕ 2NC
15	LS	FD 1538	2NO	FD 1558	2NO
16	LI	FD 1638	⊕ 2NC		
18	LA	FD 1838	⊕ 1NO+1NC	FD 1858	⊕ 1NO+1NC
20	L	FD 2038	⊕ 1NO+2NC	FD 2058	⊕ 1NO+2NC
21	L	FD 2138	⊕ 3NC	FD 2158	⊕ 3NC
22	L	FD 2238	⊕ 2NO+1NC	FD 2258	⊕ 2NO+1NC
2	R	FD 238	2x(1NO-1NC)	FD 258	2x(1NO-1NC)
E1	△	FD E138	1NO-1NC	FD E158	1NO-1NC
Min. force		0,15 Nm (0,25 Nm ⊕)		0,09 Nm (0,25 Nm ⊕)	
Travel diagrams		page 6/14 - group 4		page 6/14 - group 4	

Items with code on the green background are available in stock

Accessories
See page 5/1

Loose actuators

IMPORTANT: These loose actuators can be used with items of series FD, FP, FL, FC only

	Polymer roller Ø 20 mm	Adjustable round rod Ø 3x125 mm	Adjustable square rod 3x3x125 mm	Flexible rod actuator	Adjustable actuator with polymer roller	Adjustable glass fibre rod
10 pcs pack						
Article	VF L31 ⊕	VF L32 ⁽³⁾	VF L33 ⁽³⁾	VF L34	VF L35 ⊕ ^{(1) (3)}	VF L36 ⁽³⁾
	Polymer roller Ø 20 mm	Polymer roller Ø 20 mm	Porcelain roller	Adjustable safety actuator with polymer roller	Polymer roller Ø 20 mm	
10 pcs pack						
Article	VF L51 ⊕	VF L52 ⊕	VF L53 ⊕ ⁽²⁾	VF L56 ⊕ ⁽³⁾	VF L57 ⊕	

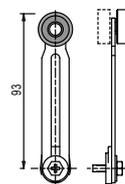
- Only orders for multiple quantities of the packs are accepted.

- ⁽¹⁾ Actuator VF L35 suits to safety applications only if adjusted to its max length, as you can see in figure beside. If you need an adjustable lever for safety applications, use the adjustable safety lever VF L56.

- ⁽²⁾ The position switch obtained by assembling the switch FD •58 (e.g. FD 558, FD 658) with the actuator VF L53 will not present the same travel diagrams and actuating forces as the position switch FD •53-E11V9 (e.g. FD 553-E11V9, FD 653-E11V9...).

- ⁽³⁾ If it is installed with switch FD •58 (e.g. FD 558, FD 658.), the actuator can mechanically interfere with the housing of the switch. The interference could happen or not according to the actuator and the head fixing position.

- ⁽⁴⁾ The actuator cannot be oriented to inside direction because it will mechanically interfere with the switch head.



thermostat with N/C contact

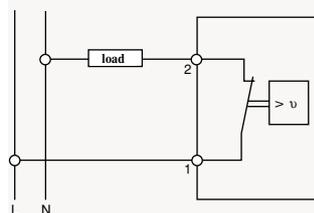
Thermostat with N/C contact used for switching off the resistance heater when the temperature rises above the set value. This unit is recommended for prevention of temperature rises in the enclosure during warm weather conditions. It also increases service life of resistance heaters, since they are switched less frequently. Installation in the lower part of the enclosure is recommended.

- Degree of protection : IP 30.
- Setting range: 0 to 60 °C.
- Maximum controlled current: 6 A at 250 V AC.
- Material: ABS, conforming to UL 94 V0.
- Switching hysteresis: 7 K.
- Attachment: clips on to DIN rail.
- Dimensions: 60 x 33 x 35 mm.
- Weight: 40 g.
- UL approval.
- Display in °F on request.



17561

reference	description	contact	pack qty.
17561	Thermostat	N/C	1



1 = heater connections
2 = heater connections

thermostat with N/O contact

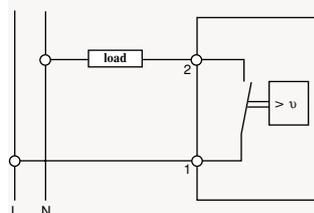
Thermostat with N/O contact used for switching on the fan when the temperature rises above the set maximum value. This unit regulates the temperature in the enclosure by starting the fan only when intake of fresh air is required. As a result, service life of the fan is increased and the filter remains cleaner. Installation in the upper part of the enclosure is recommended.

- Degree of protection: IP 30.
- Setting range: 0 to 60 °C.
- Maximum controlled current: 6 A at 250 V AC.
- Material: ABS, conforming to UL 94 V0.
- Switching hysteresis: 7 K.
- Attachment: clips on to symmetric rail.
- Dimensions: 60 x 33 x 35 mm.
- Weight: 40 g.
- UL approval.
- Display in °F on request.



17562

reference	description	contact	pack qty.
17562	Thermostat	N/O	1



1 = fan or alternative cooling device connections
2 = fan or alternative cooling device connections

Product references **17561** and **17562** can be used in the same enclosure to heat it during cold weather to prevent condensation, and to cool it during warm weather. The difference between the temperature at which the resistance heater is switched off and the temperature at which the fan is on must be at least 20 °C.

thermostat with C/O contact

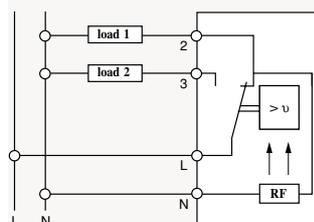
Thermostat ideally suited to the control of fans, resistance heaters, ventilation racks, thermal exchangers, etc. Enables both signalling and control of temperature within the enclosure.

- Degree of protection : IP 30.
- Setting range: 10 to 60 °C.
- Maximum controlled currents:
 - closing: 5 A at 250 V AC (fan),
 - opening: 10 A at 250 V AC (heater).
- Electrical suppression: N conforming to VDE 0875.
- Switching hysteresis: approximately 0.5 K (with thermal optimisation).
- Material: ABS, conforming to UL 94 V0.
- Attachment: clips on to DIN rail.
- Dimensions : 50 x 67 x 38 mm.
- Weight: 100 g.



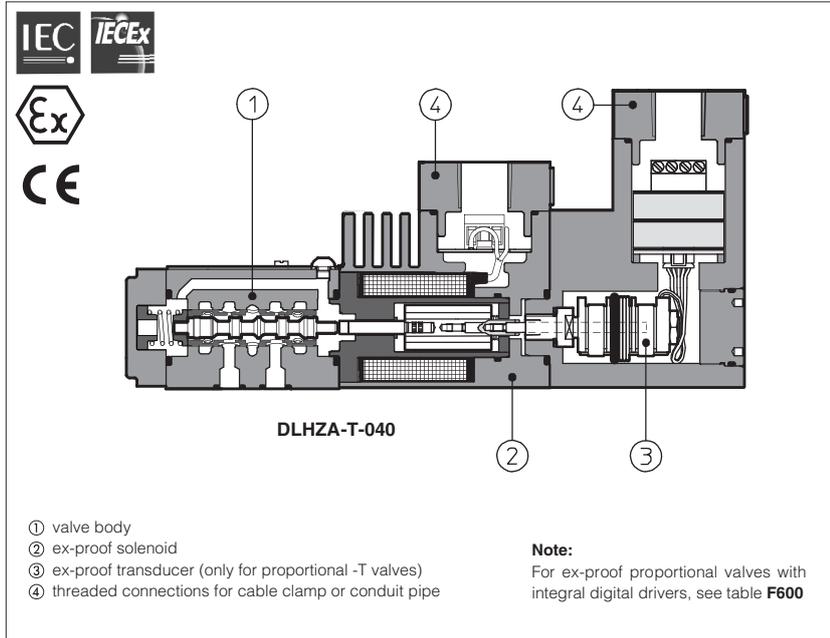
17558

reference	description	contact	pack qty.
17558	Thermostat	C/O	1



Explosion-proof solenoid valves

on/off and proportional controls - ATEX, IECEx or Rostechnadzor Russian certification



On/off and proportional valves equipped with explosion-proof solenoids available with following certifications and protection modes:

Solenoids group II for surface plants with gas, vapours and dust environment

- ATEX 94/9/EC
Ex II 2 GD Ex d IIC T6/T4/T3,
Ex tD A21 IP67 - category 2, zone 1, 2, 21 & 22
- IECEx worldwide recognized safety certification, Ex d IIC T6/T4/T3, Ex tD A21 IP67

Solenoids group I for surface, tunnels or mining plants

- ATEX 94/9/EC, Ex I M2 Ex d I

Solenoids group II for surface plants with gas environment

- Rostechnadzor Russian Certification
Ex d IIC T6/T4/T3

The solenoid case is designed to contain the possible explosion which could be caused by the presence of the gas mixture inside the housing, thus avoiding dangerous propagation in the external environment. They are also designed to limit the external temperature according to the certified class to avoid the self ignition of the explosive mixture present in the environment. DHA and DLOH valves conform to **SIL 3** safety level (TÜV approved). These solenoids are applied to hydraulic valves for application in explosion-hazardous environments.

1 EXPLOSION PROOF SOLENOIDS: MAIN DATA

SOLENOID TYPE	PROPORTIONAL		ON-OFF
	without transducer	with transducer	
Solenoid code			
Group II, ATEX	OZA-A	OZA-T	OA
Group II, IECEx	OZAI-A	OZAI-T	OAI
Group I, ATEX (mining)	OZAM-A	OZAM-T	OAM
Group II, Rostechnadzor	OZA/RU-A	OZA/RU-T	OA/RU
Voltage code	VDC ±10%	12 DC, 24 DC	12DC, 24DC, 28DC, 48DC, 110DC, 125DC, 220DC
	VAC 50/60 Hz ±10%	–	12AC, 24AC, 110AC, 230AC (1)
Power consumption	35W		8W
Coil insulation	Class H		
Protection degree	IP 67 According to IEC 144 when correctly coupled with the relevant cable gland SP-PA*, see section 26		
Duty factor	100%		
Mechanical construction	Flame proof housing classified Ex d, according to EN 60079-0: 2006, EN 60079-1: 2007		
Cable entrance and electrical wiring	Internal terminal board for cable connection Threaded connection for cable entrance, vertical (standard) or Horizontal (option /O). See section 26 for cable gland		

(1) For alternating current supply a rectifier bridge is provided built-in the solenoid

2 EXPLOSION PROOF SOLENOIDS: TEMPERATURE DATA

SOLENOID TYPE	PROPORTIONAL		ON/OFF	
	(with and without transducer)			
Method of protection	Ex d			
Temperature class (only for Group II)	T4	T3 (option /7)	T6	T4 (option /7)
Surface temperature	≤135 °C	≤200 °C	≤85 °C	≤135 °C
Group II, ATEX and IECEx	150 °C			
Group I, ATEX (mining)	≤135 °C	≤200 °C	≤85 °C	≤135 °C
Rostechnadzor	≤135 °C	≤200 °C	≤85 °C	≤135 °C
Ambient temperature	-40 ÷ +40 °C (2)	-40 ÷ +70 °C (2)	-40 ÷ +45 °C (2)	-40 ÷ +70 °C (2)
Group II, ATEX and IECEx	-20 ÷ +60			
Group I, ATEX (mining)	-20 ÷ +70			
Rostechnadzor	-40 ÷ +40 °C	-40 ÷ +70 °C	-40 ÷ +45 °C	-40 ÷ +70 °C

(2) The Group II solenoids are certified according to ATEX and IECEx for minimum ambient temperature -40°C. In case the complete valve must withstand with minimum ambient temperature of -40°C, select /BT in the model code

4 MODEL CODE OF SPOOL TYPE ON-OFF DIRECTIONAL SOLENOID VALVES

DHA / **IE** - **0** **63** **1/2** / **PA** - **GK** / **7** **24DC** ****** / *****

DHA = spool type - direct
DPHA = spool type - piloted

Optional certifications (omit for Group II ATEX)
IE = Group II, IECEx
M = Group I, ATEX (mining)
RU = Group II, Rostekhnadzor (Russian)

Valve size (ISO 4401)

for DHA **0** = 06
 for DPHA **1** = 10 **2** = 16 **3** = 25 **6** = 32

Valve configuration, DHA see section 5 and DPHA see section 6

Spool type, DHA see section 5 and DPHA see section 6

Optional cable gland:

PA = with threaded cable gland, see section 27

(1) Not for group I, ATEX (mining)

(2) Available only for DHA, configuration 61, 63, 71 and spool type 0, 0/2, 1, 1P, 1/2, 1/2P, 3, 3P, 4, 7

Synthetic fluids:
WG = water-glycol
PE = phosphate ester
 Low temperature execution:
BT = low temperature -40°C (1)

Series number

Voltage code - see section 11

Options:

7 = for ambient temperature up to 70°C (not for Group I)
A = solenoid at side of port B (for single solenoid valves)
MV = vertical hand lever (only for DHA) (2)
O = horizontal cable entrance (1)
WP = prolonged manual override protected by metallic cap

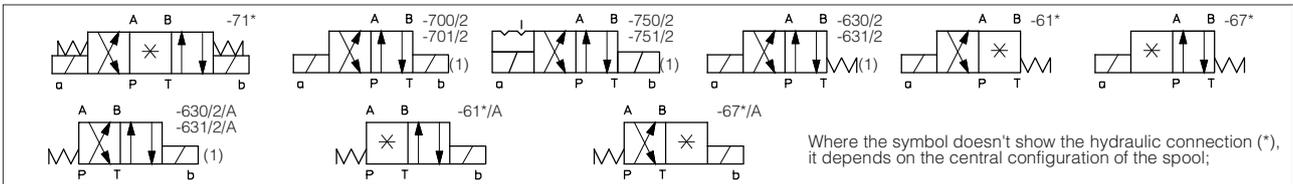
Only for DPHA:

/D = Internal drain.
/E = External pilot pressure.
/H = Adjustable chokes (meter-out to the pilot chambers of the main valve).
/H9 = Adjustable chokes (meter-in to the pilot chambers of the main valve).
/S = Main spool stroke adjustment (only for DPHA-2, -3).

Solenoid threaded connection:

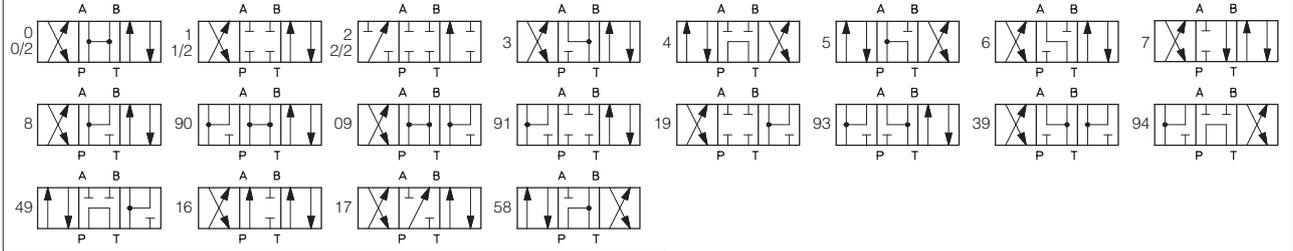
GK = GK-1/2" ISO/UNI-6125 (tapered)
NPT = 1/2" NPT ANSI B2.1 (tapered)
M = M20x1.5 UNI-4535 (6H/6g)

5 CONFIGURATION OF DHA VALVES

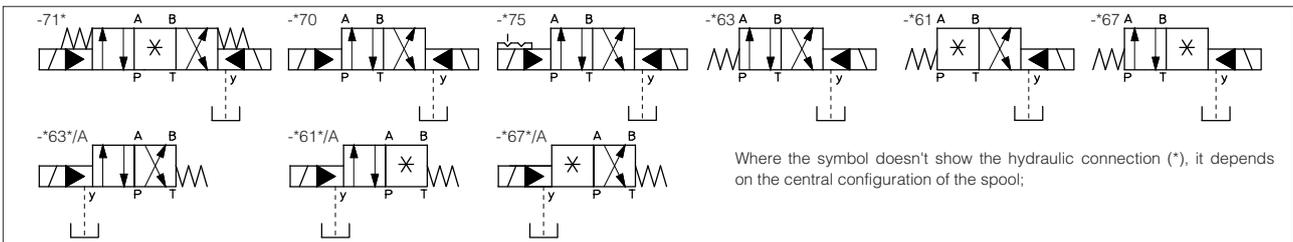


(1) Configurations 63, 70 and 75 are available only for spool type 0/2, 1/2 and 2/2

Spools for DHA valves

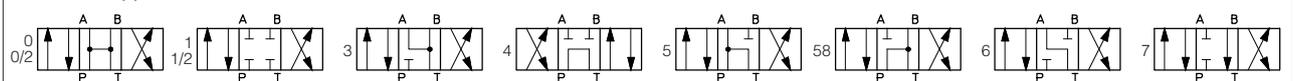


6 CONFIGURATION OF DPHA VALVES

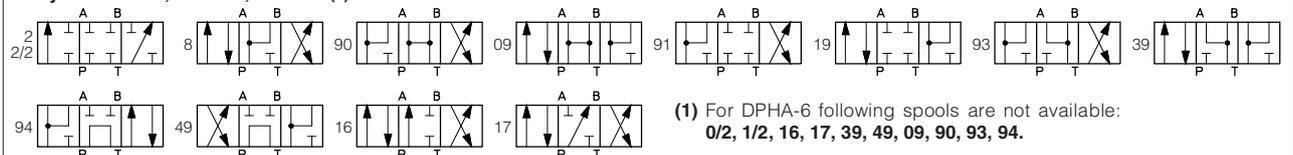


Spools for DPHA valves

For all size (1)



Only for DPHA-2, DPHA-3, DPHA-6 (1)

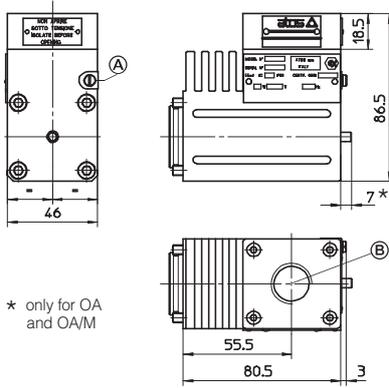


For DPHA-* performance data see standard DPH* valves, technical table E080.

OA
OZA-A

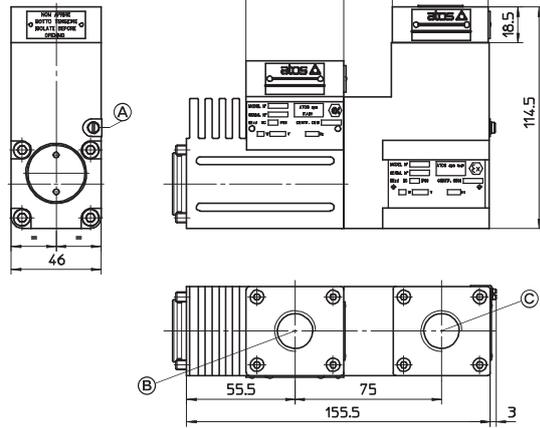
OAI
OZAI-A

OA/M
OZA/M-A

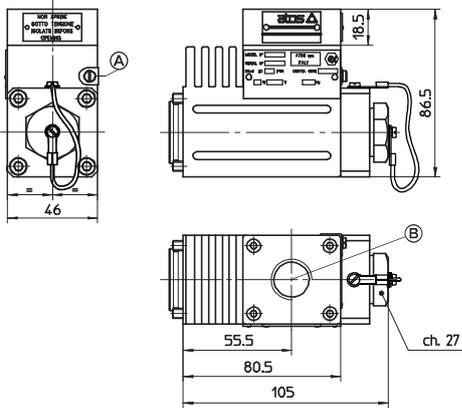


* only for OA and OA/M

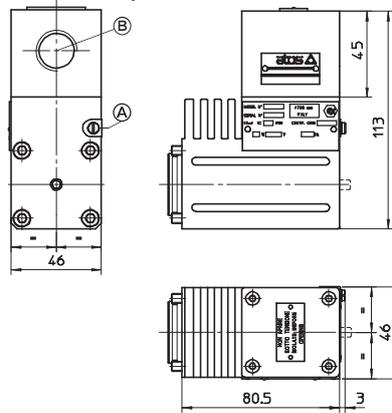
OZA-T OZAI-T OZA/M-T



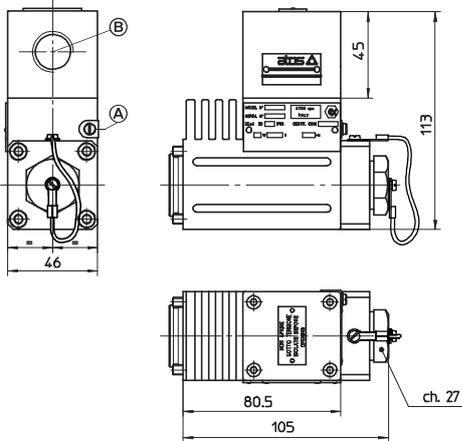
Option /WP



Option /O

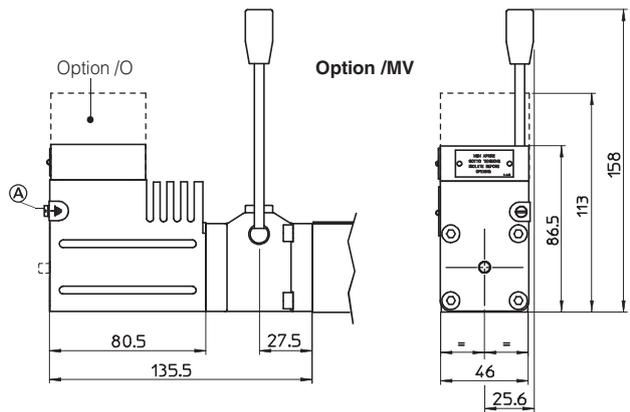


Option /OWP



Option /O

Option /MV



(A) = screw terminal for additional equipotential grounding

(B) =

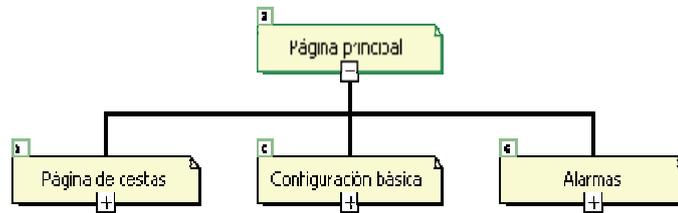


1 = Coil
2 = GND
3 = Coil

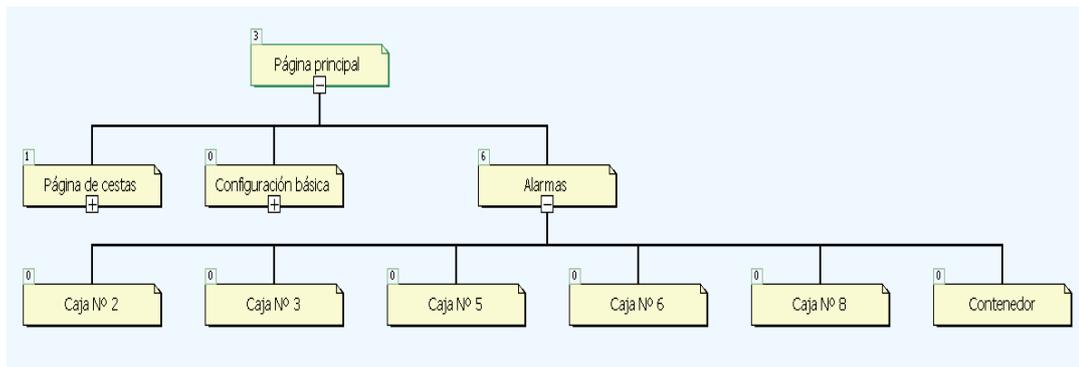


1 = Output signal
2 = Supply +15 V
3 = Supply +15 V
4 = GND

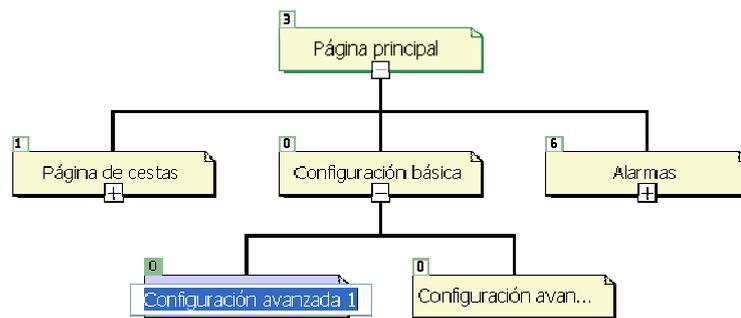
[Anexo 3]
[Navegación de imagen]



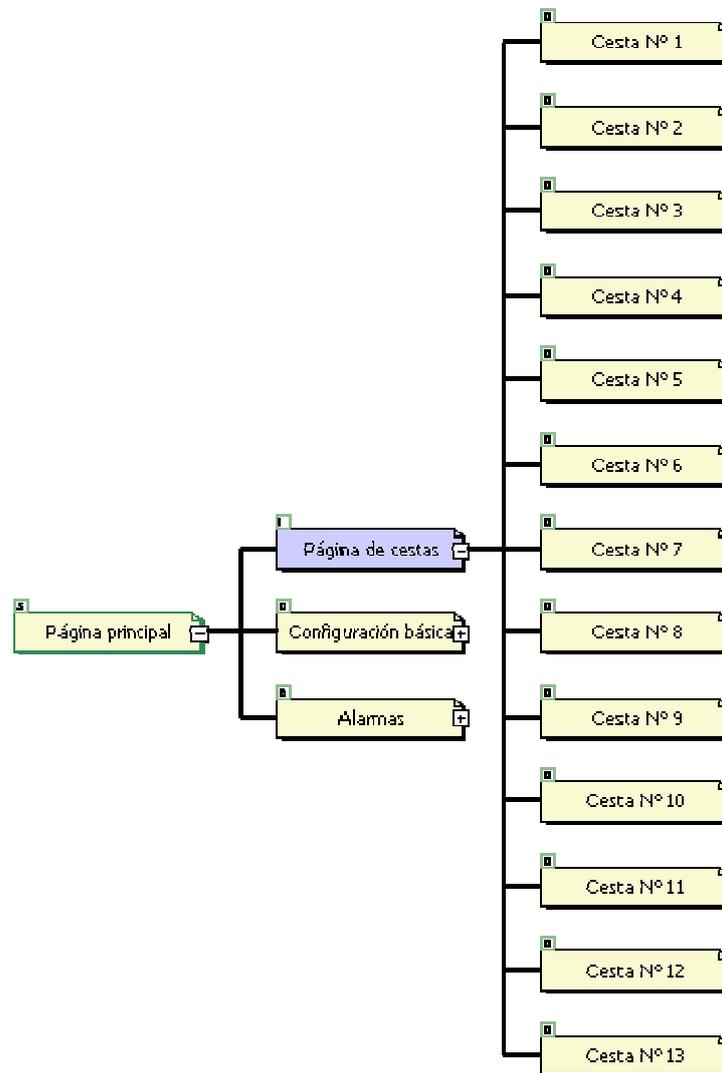
Anexo 3.11: Navegación de imagen 1



Anexo 3.22: Navegación de imagen 2



Anexo 3.3: Navegación de imagen 3



Anexo 3.4: Navegación de imagen 4

[Anexo 4]
[Alarmas y señalizaciones]

Anexo 4.1: Alarmas

Nº Alarma	Descripción
1	Emergencia general activada desde contendor del manipulador E 9.2.
2	Parada de emergencia desde la cabina del manipulador E 62.2
3	Parada de emergencia desde <i>dog house</i> E 74.2
4	Emergencia presionada desde exterior de cabina del manipulador E 56.0.
5	Emergencia presionada desde la base del manipulador E 56.1.
6	Motor de bomba de servicio bloqueado E 8.4.
7	Brazo de la grúa del manipulador fuera de posición E 65.2.
8	Unidad de frenado no función E 9.3.
9	Fin de tiempo grúa bandera E 51.1 y E 51.3.
10	Fin de tiempo grúa manipulador. Sensores E 65.1 y E 65.3.
11	Emergencia en tablero de perforador E 76.4
12	Circuito de seguridad no está activo E 8.7.
13	Fin de tiempo de levantamiento pinza A 66.2, A 12.6 y A 12.7
14	Fin de tiempo bloqueo de motor de levantamiento de pinza E 8.3.
15	Fin de tiempo descarga peso de pinza E 69.5.
16	Fin de tiempo tubería fuera de hueco de ratón en VS E 55.3.
17	Máxima elevación pinza E 65.0.
18	Mínima elevación pinza E 55.2.
19	Cuota de elevación/descenso fuera de tolerancia.
20	Fin de tiempo liberación freno extensión de pinza A 71.0.
21	Fin de tiempo bloqueo de motor de extensión de pinza E 8.1.
22	Fin de tiempo tubería dentro de pinza E 69.4 y A 12.2.
23	Fin de tiempo pinza cerrada A 71.1, E 69.6 y E 69.1.

24	Posición de pinza y <i>top drive</i> peligrosa E 50.0 y A 12.2.
25	Máxima extensión de pinza E 69.2.
26	Cuota extensión de pinza fuera de tolerancia.
27	Extensión de pinza fuera de posición para rotación.
28	Abrir y cerrar pinza fuera de posición E 69.6.
29	Retorno de la pinza alcanzo límite máximo E 69.3.
30	Fin de tiempo liberación freno extensión de brazo guía A 59.2.
31	Fin de tiempo bloqueo de motor de extensión de brazo guía. E 8.2.
32	Fin de tiempo agarrar tubería con abrazadera brazo guía E 55.6, E 55.7 y A 59.3.
33	Posición de brazo guía y <i>top drive</i> peligrosa E 50.0 y A 12.4.
34	Máxima extensión de salida brazo guía E 55.4.
35	Cuota extensión de brazo guía fuera de tolerancia.
36	Extensión de brazo guía fuera de posición.
37	Cierre de tubería en brazo guía fuera de posición E 55.7.
38	Máxima entrada de brazo guía E 55.5.
39	Pinza- brazo guía fuera de sincronismo. Banda alarma
40	Fin de tiempo liberación freno de rotación A 59.0.
41	Fin de tiempo bloqueo de motor de rotación E 8.0
42	Máxima rotación antihoraria E 55.1.
43	Máxima rotación horaria E 55.0.
44	Rotación fuera de tolerancia.
45	Rotación fuera de posición. Eje rotar con pinza sobre M.H
46	Fin de tiempo apertura morsa hueco de ratón E 50.2 y A 52.0.
47	Fin de tiempo cierre de morsa hueco de ratón E 50.3. A 52.1.
48	Morsa hueco de ratón fuera de posición.
49	Sobrepeso grúa del manipulador.
50	Falla comunicación. <i>Encoder</i> rotación. Nodo DP 5.
51	Falla comunicación. <i>Encoder</i> extensión pinza. Nodo DP 6

52	Falla comunicación <i>Encoder</i> brazo guía. Nodo DP 7.
53	Falla comunicación. <i>Encoder</i> levantamiento pinza. Nodo DP 8.
54	Falla comunicación. Caja 2 Nodo DP 20.
55	Falla comunicación. Caja 2 Nodo DP 21.
56	Falla comunicación. Caja 3 Nodo DP 30.
57	Falla comunicación. Caja 3 Nodo DP 31.
58	Falla comunicación. Caja 3 Nodo DP 32.
59	Falla comunicación. Caja 5 Nodo DP 50.
60	Falla comunicación. Caja 5 Nodo DP 51.
61	Falla comunicación. Caja 5 Nodo DP 52.
62	Falla comunicación. Caja 6 Nodo DP 60.
63	Falla comunicación. Caja 6 Nodo DP 61.
64	Falla comunicación. Caja 8 Nodo DP 70.
65	Falla comunicación. Caja 8 Nodo DP 71.

Anexo 4.2: Señalizaciones

Nº	Señalización
66	Filtro de aceite PHS tapado E 56.2.
67	Batería del PLC descargada.
68	Protección de sobre tensión en red activada E 8.6.
69	Grúa del manipulador fuera de posición E 65.1, E 65.2 y E 65.3.
70	Cesta completa. Para ciclo de salida.
71	Cesta vacía. Para ciclo de entrada.
73	Tensión alta/baja desde analizador de red E 9.0.
74	Frecuencia alta/baja desde analizador de red E 9.1.
76	Alarmas activas.
77	T100. Alta temperatura en caja auxiliar dentro del contenedor E 10.0.
78	T101. Baja temperatura en caja auxiliar dentro del contenedor E 10.1.
79	T102. Alta temperatura en caja de poder E 10.2.

80	T103. Baja temperatura en caja de poder dentro del contenedor E 10.3.
81	T104. Alta temperatura en caja de PC dentro del contenedor E 10.4.
82	T105. Baja temperatura en caja de PC dentro del contenedor E 10.5.

[Anexo 5] [Animaciones]

Código de apertura/cierre pinza y distribución de tubería según tipo.

'Alarma pinza cerrada/abierta. Y presencia de tubería en pinza.

Dim Object

Set Object = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Círculo_1")

SetValue SmartTags("Variable_53"), 0

'Pinza abierta

If SmartTags("Variable_48") And SmartTags("Variable_49") Then

Object.BackColor=RGB(255, 255, 255)

End If

'Pinza cerrada

If SmartTags("Variable_48")=False And SmartTags("Variable_49")=False Then

Object.BackColor= RGB(0, 0, 255)

End If

'Si las dos entradas son distintas se activa la alerta.

If SmartTags("Variable_48")=False And SmartTags("Variable_49") Then

SetValue SmartTags("Variable_53"), 1

End If

If SmartTags("Variable_48") And SmartTags("Variable_49")=False Then

SetValue SmartTags("Variable_53"), 1

End If

'Distribución tuberías cesta N° 1 según diámetro

If SmartTags("Variable_11")=2 Then

SetValue SmartTags("Variable_530"), 1

End If

If SmartTags("Variable_11")=1 Or SmartTags("Variable_11")=3 Then

SetValue SmartTags("Variable_530"), 0

End If

'Distribución tuberías cesta N° 2 según diámetro

If SmartTags("Variable_254")=2 Then

SetValue SmartTags("Variable_537"), 1

End If

If SmartTags("Variable_254")=1 Or SmartTags("Variable_254")=3 Then

SetValue SmartTags("Variable_537"), 0

End If

'Distribución tuberías cesta N° 3 según diámetro

If SmartTags("Variable_276")=2 Then

SetValue SmartTags("Variable_544"), 1

End If

If SmartTags("Variable_276")=1 Or SmartTags("Variable_276")=3 Then

SetValue SmartTags("Variable_544"), 0

End If

'Distribución tuberías cesta N° 4 según diámetro

If SmartTags("Variable_298")=2 Then

SetValue SmartTags("Variable_551"), 1

End If

If SmartTags("Variable_298")=1 Or SmartTags("Variable_298")=3 Then

SetValue SmartTags("Variable_551"), 0

End If

'Distribución tuberías cesta N° 5 según diámetro

If SmartTags("Variable_320")=2 Then

SetValue SmartTags("Variable_558"), 1

End If

If SmartTags("Variable_320")=1 Or SmartTags("Variable_320")=3 Then

SetValue SmartTags("Variable_558"), 0

End If

'Distribución tuberías cesta N° 6 según diámetro

If SmartTags("Variable_342")=2 Then

SetValue SmartTags("Variable_565"), 1

End If

If SmartTags("Variable_342")=1 Or SmartTags("Variable_342")=3 Then

SetValue SmartTags("Variable_565"), 0

End If

'Distribución tuberías cesta N° 7 según diámetro

If SmartTags("Variable_364")=2 Then

SetValue SmartTags("Variable_572"), 1

End If

If SmartTags("Variable_364")=1 Or SmartTags("Variable_364")=3 Then

SetValue SmartTags("Variable_572"), 0

End If

'Distribución tuberías cesta N° 8 según diámetro

If SmartTags("Variable_386")=2 Then

SetValue SmartTags("Variable_579"), 1

End If

If SmartTags("Variable_386")=1 Or SmartTags("Variable_386")=3 Then

SetValue SmartTags("Variable_579"), 0

End If

'Distribución tuberías cesta N° 9 según diámetro

If SmartTags("Variable_408")=2 Then

SetValue SmartTags("Variable_586"), 1

End If

If SmartTags("Variable_408")=1 Or SmartTags("Variable_408")=3 Then

SetValue SmartTags("Variable_586"), 0

End If

'Distribución tuberías cesta N° 10 según diámetro

If SmartTags("Variable_430")=2 Then

SetValue SmartTags("Variable_593"), 1

End If

If SmartTags("Variable_430")=1 Or SmartTags("Variable_430")=3 Then

SetValue SmartTags("Variable_593"), 0

End If

'Distribución tuberías cesta N° 11 según diámetro

If SmartTags("Variable_452")=2 Then

SetValue SmartTags("Variable_600"), 1

End If

If SmartTags("Variable_452")=1 Or SmartTags("Variable_452")=3 Then

SetValue SmartTags("Variable_600"), 0

End If

'Distribución tuberías cesta N° 12 según diámetro

If SmartTags("Variable_474")=2 Then

SetValue SmartTags("Variable_607"), 1

End If

If SmartTags("Variable_474")=1 Or SmartTags("Variable_452")=3 Then

SetValue SmartTags("Variable_607"), 0

End If

'Distribución tuberías cesta N° 13 según diámetro

If SmartTags("Variable_496")=2 Then

SetValue SmartTags("Variable_616"), 1

End If

If SmartTags("Variable_496")=1 Or SmartTags("Variable_496")=3 Then

SetValue SmartTags("Variable_616"), 0

End If

Código brazo guía

'Alarma tubería en brazo guía. Y tubería en brazo guía.

Dim Object2

Set Object2 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Círculo_2")

SetValue SmartTags("Variable_52"), 0

'No hay tubería enganchada en brazo guía

If SmartTags("Variable_50")=False And SmartTags("Variable_51") Then

Object2.BackColor=RGB(255, 255, 255)

End If

'Tubería enganchada en brazo guía

If SmartTags("Variable_50") And SmartTags("Variable_51")=False Then

Object2.BackColor= RGB(0, 0, 255)

End If

'Si las dos entradas son iguales se activa la alarma.

If SmartTags("Variable_50") And SmartTags("Variable_51")Then

SetValue SmartTags("Variable_52"), 1

End If

If SmartTags("Variable_50")=False And SmartTags("Variable_51")= False Then

SetValue SmartTags("Variable_52"), 1

End If

Código Mouse hole

'Animación de morsa del hueco de ratón.

Dim Object3

Dim Object4

Dim Object5

Dim Object6

Dim ObjectPM

Set Object3 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_5")

Set Object4 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_7")

Set Object5 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_8")

Set Object6 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_9")

Set ObjectPM = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Círculo_3")

SetValue SmartTags("Variable_56"), 0

Object5.Visible=False

Object6.Visible=False

Object3.Visible=True

Object4.Visible=True

Object6.Left=259

Object6.Top=323

Object5.Left=260

Object5.Top=359

ObjectPM.Left=263

ObjectPM.Top=355

Object4.Left=260

Object4.Top=315

Object3.Left=262

Object3.Top=366

'Morsa cerrada

If SmartTags("Variable_54")=False And SmartTags("Variable_55")=False Then

Object5.Visible=True

```
Object6.Visible=True
Object3.Visible=False
Object4.Visible=False
ObjectPM.BackColor= RGB(0, 0, 255)
End If
```

'Morsa Abierta

```
If SmartTags("Variable_54") And SmartTags("Variable_55") Then
Object5.Visible=False
Object6.Visible=False
Object3.Visible=True
Object4.Visible=True
ObjectPM.BackColor= RGB(255, 255, 255)
End If
```

'Si las dos entradas son diferentes se activa la alarma.

```
If SmartTags("Variable_54")=False And SmartTags("Variable_55")Then
SetValue SmartTags("Variable_56"), 1
End If
```

```
If SmartTags("Variable_54") And SmartTags("Variable_55")= False Then
SetValue SmartTags("Variable_56"), 1
End If
```

Código rotación 1

'Posición de rotación de las líneas N° 2 de las cestas.

'Cesta N°0

```
InverseLinearScaling SmartTags("Variable_520"), SmartTags("Variable_518"),
SmartTags("Variable_519"), 1
InverseLinearScaling SmartTags("Variable_521"), SmartTags("Variable_520"),
SmartTags("Variable_519"), 1
```

LinearScaling SmartTags("Variable_522"), 1, SmartTags("Variable_518"),
SmartTags("Variable_519")

'Cesta N° 1

InverseLinearScaling SmartTags("Variable_40"), SmartTags("Variable_41"),
SmartTags("Variable_44"), 1

'Cesta N° 2

InverseLinearScaling SmartTags("Variable_259"), SmartTags("Variable_255"),
SmartTags("Variable_258"), 1

'Cesta N°3

InverseLinearScaling SmartTags("Variable_281"), SmartTags("Variable_277"),
SmartTags("Variable_280"), 1

'Cesta N°4

InverseLinearScaling SmartTags("Variable_303"), SmartTags("Variable_299"),
SmartTags("Variable_302"), 1

'Cesta N°5

InverseLinearScaling SmartTags("Variable_325"), SmartTags("Variable_321"),
SmartTags("Variable_324"), 1

'Cesta N°6

InverseLinearScaling SmartTags("Variable_347"), SmartTags("Variable_343"),
SmartTags("Variable_346"), 1

'Cesta N°7

InverseLinearScaling SmartTags("Variable_369"), SmartTags("Variable_365"),
SmartTags("Variable_368"), 1

'Cesta N°8

InverseLinearScaling SmartTags("Variable_391"), SmartTags("Variable_387"),
SmartTags("Variable_390"), 1
LinearScaling SmartTags("Variable_523"), 1, SmartTags("Variable_387"),
SmartTags("Variable_390")

'Cesta N°9

InverseLinearScaling SmartTags("Variable_413"), SmartTags("Variable_409"),
SmartTags("Variable_412"), 1

'Cesta N°10

InverseLinearScaling SmartTags("Variable_435"), SmartTags("Variable_431"),
SmartTags("Variable_434"), 1

'Cesta N°11

InverseLinearScaling SmartTags("Variable_457"), SmartTags("Variable_453"),
SmartTags("Variable_456"), 1

'Cesta N°12

InverseLinearScaling SmartTags("Variable_479"), SmartTags("Variable_475"),
SmartTags("Variable_478"), 1

'Cesta N°13

InverseLinearScaling SmartTags("Variable_501"), SmartTags("Variable_497"),
SmartTags("Variable_500"), 1

Código rotación 2

'Animación de rotación y de tubería de pinza

Dim C0

Set C0 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Círculo_1")

Dim R0

Set R0 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_2")

If (SmartTags("Variable_35")>=0 And SmartTags("Variable_35")<SmartTags("Variable_369")) Or

SmartTags("Variable_35")>=SmartTags("Variable_523") Then

R0.Left=355

R0.Top= 255

R0.Visible=True

C0.Left=647

```
C0.Top=348
Else
R0.Visible=False
End If
```

```
Dim R16
Set R16 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_29")
If SmartTags("Variable_35")>=SmartTags("Variable_369") And
SmartTags("Variable_35")<SmartTags("Variable_365") Then
R16.Left=361
R16.Top=272
R16.Visible=True
C0.Left=638
C0.Top=307
Else
R16.Visible=False
End If
```

```
Dim R20
Set R20 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_28")
If SmartTags("Variable_35")>= SmartTags("Variable_365") And
SmartTags("Variable_35")<SmartTags("Variable_347")Then
R20.Left=364
R20.Top= 263
R20.Visible=True
C0.Left=632
C0.Top=292
Else
R20.Visible=False
End If
```

```
Dim R32
Set R32 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_19")
If SmartTags("Variable_35")>=SmartTags("Variable_347") And
SmartTags("Variable_35")<SmartTags("Variable_343") Then
R32.Left=380
```

```
R32.Top= 260
R32.Visible=True
C0.Left=627
C0.Top=269
Else
R32.Visible=False
End If
```

```
Dim R38
Set R38 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_27")
If SmartTags("Variable_35")>=SmartTags("Variable_343") And
SmartTags("Variable_35")<SmartTags("Variable_325") Then
R38.Left=383
R38.Top= 253
R38.Visible=True
C0.Left=619
C0.Top=259
Else
R38.Visible=False
End If
```

```
Dim R44
Set R44 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_25")
If SmartTags("Variable_35")>=SmartTags("Variable_325") And
SmartTags("Variable_35")<SmartTags("Variable_321") Then
R44.Left=373
R44.Top= 236
R44.Visible=True
C0.Left=600
C0.Top= 239
Else
R44.Visible=False
End If
```

```
Dim R50
Set R50 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_26")
```

```
If SmartTags("Variable_35")>=SmartTags("Variable_321") And
SmartTags("Variable_35")<SmartTags("Variable_303") Then
R50.Left=376
R50.Top= 225
R50.Visible=True
C0.Left=590
C0.Top=228
Else
R50.Visible=False
End If
```

```
Dim R64
Set R64= HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_11")
If SmartTags("Variable_35")>=SmartTags("Variable_303") And
SmartTags("Variable_35")<SmartTags("Variable_299") Then
R64.Left=393
R64.Top= 218
R64.Visible=True
C0.Left=568
C0.Top=220
Else
R64.Visible=False
End If
```

```
Dim R70
Set R70= HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_12")
If SmartTags("Variable_35")>=SmartTags("Variable_299") And
SmartTags("Variable_35")<SmartTags("Variable_281") Then
R70.Left=388
R70.Top= 208
R70.Visible=True
C0.Left=547
C0.Top=211
Else
R70.Visible=False
End If
```

```
Dim R82
Set R82 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_24")
If SmartTags("Variable_35")>=SmartTags("Variable_281") And
SmartTags("Variable_35")<SmartTags("Variable_277") Then
R82.Left=395
R82.Top= 202
R82.Visible=True
C0.Left=515
C0.Top=201
Else
R82.Visible=False
End If
```

```
Dim R90
Set R90 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_38")
If SmartTags("Variable_35")>=SmartTags("Variable_277") And
SmartTags("Variable_35")<SmartTags("Variable_259") Then
R90.Left=410
R90.Top=200
R90.Visible=True
C0.Left=502
C0.Top=196
Else
R90.Visible=False
End If
```

```
Dim R100
Set R100 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_22")
If SmartTags("Variable_35")>=SmartTags("Variable_259") And
SmartTags("Variable_35")<SmartTags("Variable_255") Then
R100.Left=410
R100.Top= 198
R100.Visible=True
C0.Left=465
C0.Top=196
Else
```

```
R100.Visible=False  
End If
```

```
Dim R104  
Set R104 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_13")  
If SmartTags("Variable_35")>=SmartTags("Variable_255") And  
SmartTags("Variable_35")<SmartTags("Variable_40") Then  
R104.Left=409  
R104.Top= 200  
R104.Visible=True  
C0.Left=451  
C0.Top=199  
Else  
R104.Visible=False  
End If
```

```
Dim R116  
Set R116 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_21")  
If SmartTags("Variable_35")>=SmartTags("Variable_40") And  
SmartTags("Variable_35")<SmartTags("Variable_41") Then  
R116.Left=408  
R116.Top= 211  
R116.Visible=True  
C0.Left=426  
C0.Top=209  
Else  
R116.Visible=False  
End If
```

```
Dim R122  
Set R122 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_18")  
If SmartTags("Variable_35")>=SmartTags("Variable_41") And  
SmartTags("Variable_35")<SmartTags("Variable_521") Then  
R122.Left=400  
R122.Top= 220  
R122.Visible=True
```

```
C0.Left=409
C0.Top=222
Else
R122.Visible=False
End If
```

```
Dim R134
Set R134 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_17")
If SmartTags("Variable_35")>=SmartTags("Variable_521") And
SmartTags("Variable_35")<SmartTags("Variable_520") Then
R134.Left=384
R134.Top= 241
R134.Visible=True
C0.Left=388
C0.Top=244
Else
R134.Visible=False
End If
```

```
Dim R140
Set R140 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_14")
If SmartTags("Variable_35")>=SmartTags("Variable_520") And
SmartTags("Variable_35")<SmartTags("Variable_518") Then
R140.Left=374
R140.Top= 251
R140.Visible=True
C0.Left=380
C0.Top=254
Else
R140.Visible=False
End If
```

```
Dim R144
Set R144 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_6")
If SmartTags("Variable_35")>=SmartTags("Variable_518") And
SmartTags("Variable_35")<SmartTags("Variable_522") Then
```

```
R144.Left=363
R144.Top= 258
R144.Visible=True
C0.Left=369
C0.Top=265
Else
R144.Visible=False
End If
```

```
Dim R180
Set R180 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_1")
If SmartTags("Variable_35")>=SmartTags("Variable_522") And
SmartTags("Variable_35")<SmartTags("Variable_501") Then
R180.Left=350
R180.Top= 255
R180.Visible=True
C0.Left=347
C0.Top=353
Else
R180.Visible=False
End If
```

```
Dim R250
Set R250 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_39")
If SmartTags("Variable_35")>=SmartTags("Variable_501") And
SmartTags("Variable_35")<SmartTags("Variable_497") Then
R250.Left=418
R250.Top= 210
R250.Visible=True
C0.Left=447
C0.Top= 479
Else
R250.Visible=False
End If
```

```
Dim R254
```

```
Set R254 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_34")
If SmartTags("Variable_35")>=SmartTags("Variable_497") And
SmartTags("Variable_35")<SmartTags("Variable_479") Then
R254.Left=427
R254.Top= 208
R254.Visible=True
C0.Left=466
C0.Top= 486
Else
R254.Visible=False
End If
```

```
Dim R270
Set R270 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_37")
If SmartTags("Variable_35")>=SmartTags("Variable_479") And
SmartTags("Variable_35")<SmartTags("Variable_475") Then
R270.Left=400
R270.Top=193
R270.Visible=True
C0.Left=497
C0.Top=487
Else
R270.Visible=False
End If
```

```
Dim R280
Set R280 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_23")
If SmartTags("Variable_35")>=SmartTags("Variable_475") And
SmartTags("Variable_35")<SmartTags("Variable_457") Then
R280.Left=389
R280.Top=212
R280.Visible=True
C0.Left=514
C0.Top= 487
Else
R280.Visible=False
```

End If

Dim R290

Set R290 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_20")

If SmartTags("Variable_35")>=SmartTags("Variable_457") And

SmartTags("Variable_35")<SmartTags("Variable_453") Then

R290.Left=381

R290.Top= 217

R290.Visible=True

C0.Left=545

C0.Top=485

Else

R290.Visible=False

End If

Dim R296

Set R296 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_33")

If SmartTags("Variable_35")>=SmartTags("Variable_453") And

SmartTags("Variable_35")<SmartTags("Variable_435") Then

R296.Left=382

R296.Top=223

R296.Visible=True

C0.Left=562

C0.Top= 475

Else

R296.Visible=False

End If

Dim R310

Set R310 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_32")

If SmartTags("Variable_35")>=SmartTags("Variable_435") And

SmartTags("Variable_35")<SmartTags("Variable_431") Then

R310.Left=376

R310.Top= 231

R310.Visible=True

C0.Left=588

C0.Top= 461

Else

R310.Visible=False

End If

Dim R314

Set R314 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_16")

If SmartTags("Variable_35")>=SmartTags("Variable_431") And

SmartTags("Variable_35")<SmartTags("Variable_413") Then

R314.Left=377

R314.Top= 225

R314.Visible=True

C0.Left=601

C0.Top=450

Else

R314.Visible=False

End If

Dim R324

Set R324 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_15")

If SmartTags("Variable_35")>=SmartTags("Variable_413") And

SmartTags("Variable_35")<SmartTags("Variable_409") Then

R324.Left=386

R324.Top=230

R324.Visible=True

C0.Left=621

C0.Top=433

Else

R324.Visible=False

End If

Dim R328

Set R328 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_31")

If SmartTags("Variable_35")>=SmartTags("Variable_409")And SmartTags("Variable_35")<

SmartTags("Variable_391") Then

R328.Left=388

```
R328.Top= 227
R328.Visible=True
C0.Left=633
C0.Top=421
Else
R328.Visible=False
End If
```

```
Dim R340
Set R340= HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_4")
If SmartTags("Variable_35")>=SmartTags("Variable_391") And
SmartTags("Variable_35")<SmartTags("Variable_387") Then
R340.Left=376
R340.Top= 240
R340.Visible=True
C0.Left=642
C0.Top=398
Else
R340.Visible=False
End If
```

```
Dim R348
Set R348 = HmiRuntime.Screens("Página de cestas").ScreenItems("Vista de gráfico_30")
If SmartTags("Variable_35")>=SmartTags("Variable_387") And
SmartTags("Variable_35")<SmartTags("Variable_523") Then
R348.Left=374
R348.Top= 250
R348.Visible=True
C0.Left=650
C0.Top=380
Else
R348.Visible=False
End If
```

[Anexo 6]
[Configuración de cesta]

El código a continuación es el de la cesta N° 1, pero es aplicable a las 13 cestas modificando las variables respectivas.

Código selección número de tuberías

'Programación tuberías Cesta 1 Línea 1.

```
If SmartTags("Variable_3")=0 Then
SetValue SmartTags("Variable_7"),0
SetValue SmartTags("Variable_6"),0
SetValue SmartTags("Variable_5"),0
SetValue SmartTags("Variable_4"),0
SetValue SmartTags("Variable_2"),0
SetValue SmartTags("Variable_1"),0
SetValue SmartTags("Variable_524"),0
SetValue SmartTags("Variable_525"),0
End If
```

```
If SmartTags("Variable_3")=1 Then
SetValue SmartTags("Variable_7"),1
SetValue SmartTags("Variable_6"),0
SetValue SmartTags("Variable_5"),0
SetValue SmartTags("Variable_4"),0
SetValue SmartTags("Variable_2"),0
SetValue SmartTags("Variable_1"),0
SetValue SmartTags("Variable_524"),0
SetValue SmartTags("Variable_525"),0
End If
```

```
If SmartTags("Variable_3")=2 Then
SetValue SmartTags("Variable_7"),1
```

```
SetValue SmartTags("Variable_6"),1
SetValue SmartTags("Variable_5"),0
SetValue SmartTags("Variable_4"),0
SetValue SmartTags("Variable_2"),0
SetValue SmartTags("Variable_1"),0
SetValue SmartTags("Variable_524"),0
SetValue SmartTags("Variable_525"),0
End If
```

```
If SmartTags("Variable_3")=3 Then
SetValue SmartTags("Variable_7"),1
SetValue SmartTags("Variable_6"),1
SetValue SmartTags("Variable_5"),1
SetValue SmartTags("Variable_4"),0
SetValue SmartTags("Variable_2"),0
SetValue SmartTags("Variable_1"),0
SetValue SmartTags("Variable_524"),0
SetValue SmartTags("Variable_525"),0
End If
```

```
If SmartTags("Variable_3")=4 Then
SetValue SmartTags("Variable_7"),1
SetValue SmartTags("Variable_6"),1
SetValue SmartTags("Variable_5"),1
SetValue SmartTags("Variable_4"),1
SetValue SmartTags("Variable_2"),0
SetValue SmartTags("Variable_1"),0
SetValue SmartTags("Variable_524"),0
SetValue SmartTags("Variable_525"),0
End If
```

```
If SmartTags("Variable_3")=5 Then
SetValue SmartTags("Variable_7"),1
SetValue SmartTags("Variable_6"),1
SetValue SmartTags("Variable_5"),1
SetValue SmartTags("Variable_4"),1
```

```
SetValue SmartTags("Variable_2"),1
SetValue SmartTags("Variable_1"),0
SetValue SmartTags("Variable_524"),0
SetValue SmartTags("Variable_525"),0
End If
```

```
If SmartTags("Variable_3")=6 Then
SetValue SmartTags("Variable_7"),1
SetValue SmartTags("Variable_6"),1
SetValue SmartTags("Variable_5"),1
SetValue SmartTags("Variable_4"),1
SetValue SmartTags("Variable_2"),1
SetValue SmartTags("Variable_1"),1
SetValue SmartTags("Variable_524"),0
SetValue SmartTags("Variable_525"),0
End If
```

```
If SmartTags("Variable_3")=7 Then
SetValue SmartTags("Variable_7"),1
SetValue SmartTags("Variable_6"),1
SetValue SmartTags("Variable_5"),1
SetValue SmartTags("Variable_4"),1
SetValue SmartTags("Variable_2"),1
SetValue SmartTags("Variable_1"),1
SetValue SmartTags("Variable_524"),1
SetValue SmartTags("Variable_525"),0
End If
```

```
If SmartTags("Variable_3")=8 Or SmartTags("Variable_3")=9 Then
SetValue SmartTags("Variable_7"),1
SetValue SmartTags("Variable_6"),1
SetValue SmartTags("Variable_5"),1
SetValue SmartTags("Variable_4"),1
SetValue SmartTags("Variable_2"),1
SetValue SmartTags("Variable_1"),1
SetValue SmartTags("Variable_524"),1
```

```
SetValue SmartTags("Variable_525"),1  
End If
```

Código distribución tubería en cesta según tipo

'Control de tubería máximas en cesta N°1

```
If SmartTags("Variable_11")=1 Or SmartTags("Variable_11")=3 Then  
If SmartTags("Variable_12")<SmartTags("Variable_3") Or  
SmartTags("Variable_12")<SmartTags("Variable_8") Then  
SetValue SmartTags("Variable_12"), 9  
End If  
End If
```

```
If SmartTags("Variable_11")=2 Then  
If SmartTags("Variable_12")<SmartTags("Variable_3") Or  
SmartTags("Variable_12")<SmartTags("Variable_8") Then  
SetValue SmartTags("Variable_12"), 7  
End If  
End If
```

'Representación de tubería según diámetro en configuración cesta N°1

```
If SmartTags("Variable_11")=2 Then  
LinearScaling SmartTags("Variable_526"), 1, SmartTags("Variable_12"), 0  
SetValue SmartTags("Variable_527"), 0  
End If
```

```
If SmartTags("Variable_11")=1 Or SmartTags("Variable_11")=3 Then  
LinearScaling SmartTags("Variable_527"), 1, SmartTags("Variable_12"), 0  
SetValue SmartTags("Variable_526"), 0  
End If
```

[Anexo 7]

[Parámetros de configuración básica]

Parámetros de elevación/descenso pinza

- **Velocidad de elevación/descenso con tubería (%):** velocidad vertical de la pinza en automático o semiautomático con la tubería enganchada en la pinza.
- **Velocidad de elevación/descenso sin tubería (%):** velocidad vertical de la pinza en automático o semiautomático sin tubería.
- **Velocidad de elevación/descenso rápida en manual (%):** velocidad vertical rápida de la pinza en modo manual.

Parámetros de rotación

- **Velocidad de rotación con tubería (%):** velocidad de rotación con la tubería en la pinza.
- **Velocidad de rotación sin tubería (%):** velocidad de rotación sin la tubería en la pinza.
- **Velocidad de rotación rápida en manual (%):** velocidad de rotación rápida en modo manual.

Parámetros de entrada/salida pinza

- **Velocidad de entrada/salida con tubería (%):** velocidad horizontal de la pinza con la tubería enganchada.

- **Velocidad de entrada/salida sin tubería (%):** velocidad horizontal de la pinza sin la tubería enganchada.
- **Velocidad de entrada/salida rápida en manual (%):** velocidad horizontal rápida de la pinza en modo manual.
- **Posición de entrada con 3,5":** posición de retorno de la pinza con tuberías de 3,5" seleccionadas.
- **Posición de entrada con 5":** posición de retorno de la pinza con tuberías de 5" seleccionadas.
- **Posición de entrada con 4,5":** posición de retorno de la pinza con tuberías de 4,5" seleccionadas.
- **Posición de entrada en manual:** posición de retorno máxima de la pinza en modo manual.
- **Posición de salida con 3,5" sobre MH:** posición de salida de la pinza sobre el hueco de ratón con tubería de 3,5".
- **Posición de salida con 5" sobre MH:** posición de salida de la pinza sobre el hueco de ratón con tubería de 5".
- **Posición de salida con 4,5" sobre MH:** posición de salida de la pinza sobre el hueco de ratón con tubería de 4,5".
- **Posición de salida manual sobre MH:** máxima extensión de la pinza permitida en modo manual sobre el hueco de ratón.

Parámetros de entrada/salida brazo guía

- **Velocidad de entrada/salida con tubería (%):** velocidad del brazo guía con la tubería enganchada.
- **Velocidad de entrada/salida sin tubería (%):** velocidad del brazo guía sin la tubería enganchada.
- **Velocidad de entrada/salida rápida en manual (%):** velocidad rápida del brazo guía en modo manual.
- **Posición de entrada con 3,5”:** posición de retorno del brazo guía con tubería de 3,5”.
- **Posición de entrada con 5”:** posición de retorno del brazo guía con tubería de 5”.
- **Posición de entrada con 4,5”:** posición de retorno del brazo guía con tubería de 4,5”.
- **Posición de salida con 3,5" sobre MH:** posición de salida del brazo guía sobre el hueco de ratón con tubería de 3,5”.
- **Posición de salida con 5" sobre MH:** posición de salida del brazo guía sobre el hueco de ratón con tubería de 5”.
- **Posición de salida con 4,5" sobre MH:** posición de salida del brazo guía sobre el hueco de ratón con tubería de 4,5”.

[Anexo 8]

[Parámetros de configuración avanzada]

Parámetros de elevación/descenso pinza

- **Velocidad de elevación/descenso lenta (%)**: velocidad lenta de acercamiento de la elevación/descenso de la pinza.
- **Velocidad de elevación/descenso lenta en manual (%)**: velocidad lenta de elevación/descenso en modo manual.
- **Posición de inicio de elevación sobre MH en VS**: altura para recoger la tubería del hueco de ratón, en los viajes de salida.
- **Posición de elevación sobre MH en VS**: altura de la pinza que se debe aumentar una vez que se detecta que la tubería no se encuentra en el hueco de ratón, cuando se retira la tubería de éste.
- **Posición de inicio de elevación sobre MH en VE**: altura inicial de la pinza para retirar las tuberías de las cestas. Altura a la que la pinza entra a la cesta sin tubería.
- **Posición de elevación con tubería en cesta en VE**: altura de la pinza para levantar la tubería de las cestas cuando es retirada. Altura a la que la pinza sale de la cesta con la tubería.
- **Posición de desaceleración sobre MH en VS**: altura a la que la pinza empieza a desacelerar con la tubería enganchada, sobre el hueco de ratón cuando se retira la tubería de éste.

- **Máxima altura en manual:** máxima altura permitida en modo manual.
- **Posición de descenso con tubería sobre MH:** altura de detención de la pinza para depositar la tubería en el hueco de ratón.
- **Mínima altura en manual:** mínima altura permitida en modo manual.
- **Espacio de desaceleración con tubería:** espacio necesario para la pinza para pasar de la velocidad alta, **velocidad de elevación/descenso con tubería**, a la velocidad de acercamiento, **velocidad de elevación/descenso lenta**.
- **Espacio de desaceleración sin tubería:** espacio necesario para la pinza para pasar de la velocidad alta, **velocidad de elevación/descenso sin tubería**, a la velocidad de acercamiento, **velocidad de elevación/descenso lenta**.
- **Espacio de parada:** espacio necesario para la pinza para detenerse, desde el momento en que se detiene el control de la pinza hasta el momento en que la pinza se detiene.
- **Tolerancia:** rango límite de posición de parada tolerado por el eje, fuera del cual es generada una alarma.

Parámetros de rotación

- **Velocidad de rotación lenta (%):** velocidad lenta de acercamiento de la rotación.
- **Velocidad de rotación lenta en manual (%):** velocidad de rotación lenta en modo manual.

- **Posición de parada en hueco de ratón:** posición de parada de la rotación de la pinza frente al hueco de ratón.
- **Espacio de desaceleración con tubería:** espacio necesario para la rotación para pasar de la velocidad alta, **velocidad de rotación con tubería**, a la velocidad de acercamiento, **velocidad de rotación lenta**.
- **Espacio de desaceleración sin tubería:** espacio necesario para la rotación para pasar de la velocidad alta, **velocidad de rotación sin tubería**, a la velocidad de acercamiento, **velocidad de rotación lenta**.
- **Espacio de parada:** espacio necesario para la rotación para detenerse, desde el momento en que se detiene el control de la rotación hasta el momento en que la rotación se detiene.
- **Tolerancia:** rango límite de posición de parada tolerado por la rotación, fuera del cual es generada una alarma.
- **Corrida adicional sentido horario:** posición máxima de rotación horaria permitida en modo manual.
- **Corrida adicional sentido antihorario:** posición máxima de rotación antihoraria permitida en modo manual.

Parámetros grúa

- **Valor real:** valor instantáneo de la carga de la grúa en kg.
- **Valor máximo:** indica el máximo peso soportado por la grúa en kg.

Parámetros top drive

- **Velocidad máxima de salida (%):** velocidad máxima a la que el *top drive* se traslada hacia el hueco de ratón.
- **Velocidad mínima de salida (%):** velocidad mínima a la que el *top drive* se traslada hacia el hueco de ratón.
- **Velocidad máxima de entrada (%):** velocidad máxima a la que el *top drive* se traslada hacia el hoyo del pozo.
- **Velocidad mínima de entrada (%):** velocidad mínima a la que el *top drive* se traslada hacia el hoyo del pozo.

Parámetros de entrada/salida pinza

- **Velocidad de entrada/salida lenta (%):** velocidad lenta de acercamiento del movimiento horizontal de la pinza.
- **Velocidad de entrada/salida lenta en manual (%):** velocidad lenta del movimiento horizontal de la pinza en modo manual.
- **Posición de desaceleración sobre MH:** posición a la que inicia la desaceleración de la pinza cuando avanza hacia el hueco de ratón.
- **Espacio extra en cesta en VS:** espacio para inclinar la tubería en las cestas, es decir, la posición a la que la pinza se detiene para apoyar la tubería a tierra antes de la posición final de ésta.

- **Posición de salida manual sobre cestas:** máxima posición de salida de la pinza permitida en modo manual sobre las cestas.
- **Espacio de desaceleración con tubería:** espacio necesario para el movimiento horizontal de la pinza para pasar de la velocidad alta, **velocidad de entrada/salida con tubería**, a la velocidad de acercamiento, **velocidad de entrada/salida lenta**.
- **Espacio de desaceleración sin tubería:** espacio necesario para el movimiento horizontal de la pinza para pasar de la velocidad alta, **velocidad de entrada/salida sin tubería**, a la velocidad de acercamiento, **velocidad de entrada/salida lenta**.
- **Espacio de parada:** espacio necesario para el movimiento de entrada/salida de la pinza para detenerse, desde el momento en que se detiene el control del movimiento de entrada/salida de la pinza hasta el momento en que la pinza se detiene.
- **Tolerancia:** rango límite de posición de parada tolerado por el movimiento horizontal de la pinza, fuera del cual es generada una alarma.
- **Máxima posición para rotación en aut.:** máxima posición de salida de la pinza para habilitar la rotación en ciclo automático o semiautomático.

Parámetros de entrada/salida brazo guía

- **Velocidad de entrada/salida lenta (%):** velocidad lenta de acercamiento del brazo guía.

- **Velocidad de entrada/salida lenta en manual (%):** velocidad lenta del brazo guía en modo manual.
- **Banda muerta:** indica la diferencia máxima entre la extensión de la pinza y el brazo guía, que al ser superada la velocidad del brazo guía es corregida para recobrar el valor justo.
- **Banda de alarma:** si la diferencia entre entrada/salida pinza y brazo guía supera este parámetro se generada una alarma de sincronismo.
- **Mínima distancia brazo-pinza:** mínima distancia que debe ser mantenida entre el brazo guía y la pinza.
- **Inc./dec. Velocidad (%):** porcentaje utilizado para variar la velocidad del brazo guía cuando este último se sale del parámetro banda muerta.
- **Espacio de desaceleración con tubería:** espacio necesario para el brazo guía para pasar de la velocidad alta, **velocidad de entrada/salida con tubería**, a la velocidad de acercamiento, **velocidad de entrada/salida lenta**.
- **Espacio de desaceleración sin tubería:** espacio necesario para el brazo guía para pasar de la velocidad alta, **velocidad de entrada/salida sin tubería**, a la velocidad de acercamiento, **velocidad de entrada/salida lenta**.
- **Espacio de parada:** espacio necesario para el brazo guía para detenerse, desde el momento en que se detiene el control del brazo guía hasta el momento en que el brazo guía se detiene.

- **Tolerancia:** rango límite de posición de parada tolerado por el brazo guía, fuera del cual es generada una alarma.
- **Máxima posición para rotación en aut.:** máxima salida del brazo guía para habilitar la rotación en ciclo automático o semiautomático.
- **Máxima salida en cestas:** máxima salida del brazo guía permitido en las cestas.

[Anexo 9]
[Programación de alarmas]

Código página de alarma

'Animaciones página de alarmas

'Caja N° 2.

Dim Object7

Set Object7 = HmiRuntime.Screens("Alarmas").ScreenItems("Botón_2")

If SmartTags("Variable_621")= True Then

Object7.BackColor= RGB(255, 0, 0)

Else

Object7.BackColor=RGB(0, 255, 0)

End If

'Top drive

Dim Object9

Set Object9 = HmiRuntime.Screens("Alarmas").ScreenItems("Botón_13")

If SmartTags("Variable_608")=True Then

Object9.Enabled= True

SetValue SmartTags("Variable_248"), 1

Else

Object9.Enabled=False

SetValue SmartTags("Variable_248"), 0

End If

'Morsa hueco de ratón

Dim Object10

Set Object10 = HmiRuntime.Screens("Alarmas").ScreenItems("Botón_16")

If SmartTags("Variable_622")=True Then

Object10.Enabled= True

SetValue SmartTags("Variable_249"), 1

Else

Object10.Enabled=False

```
SetValue SmartTags("Variable_249"), 0  
End If
```

```
'Caja N° 3
```

```
Dim Object11
```

```
Set Object11 = HmiRuntime.Screens("Alarmas").ScreenItems("Botón_6")
```

```
If SmartTags("Variable_623")=True Then
```

```
Object11.BackColor= RGB(255, 0, 0)
```

```
Else
```

```
Object11.BackColor=RGB(0, 255, 0)
```

```
End If
```

```
'Pinza
```

```
Dim Object12
```

```
Set Object12 = HmiRuntime.Screens("Alarmas").ScreenItems("Botón_14")
```

```
If SmartTags("Variable_624")=True Then
```

```
Object12.Enabled= True
```

```
SetValue SmartTags("Variable_250"), 1
```

```
Else
```

```
Object12.Enabled=False
```

```
SetValue SmartTags("Variable_250"), 0
```

```
End If
```

```
'Brazo guía
```

```
Dim Object13
```

```
Set Object13 = HmiRuntime.Screens("Alarmas").ScreenItems("Botón_15")
```

```
If SmartTags("Variable_625")=True Then
```

```
Object13.Enabled= True
```

```
SetValue SmartTags("Variable_251"), 1
```

```
Else
```

```
Object13.Enabled=False
```

```
SetValue SmartTags("Variable_251"), 0
```

```
End If
```

```
'Caja N° 5
```

```
Dim Object15
```

```
Set Object15 = HmiRuntime.Screens("Alarmas").ScreenItems("Botón_5")
If SmartTags("Variable_626")=True Then
Object15.BackColor= RGB(255, 0, 0)
Else
Object15.BackColor=RGB(0, 255, 0)
End If
```

'Brazo de grúa.

```
Dim Object19
```

```
Set Object19 = HmiRuntime.Screens("Alarmas").ScreenItems("Botón_11")
```

```
If SmartTags("Variable_627")=True Then
```

```
Object19.Enabled= True
```

```
SetValue SmartTags("Variable_252"), 1
```

```
Else
```

```
Object19.Enabled=False
```

```
SetValue SmartTags("Variable_252"), 0
```

```
End If
```

'Gancho de grúa.

```
Dim Object20
```

```
Set Object20 = HmiRuntime.Screens("Alarmas").ScreenItems("Botón_12")
```

```
If SmartTags("Variable_628")=True Then
```

```
Object20.Enabled= True
```

```
SetValue SmartTags("Variable_253"), 1
```

```
Else
```

```
Object20.Enabled=False
```

```
SetValue SmartTags("Variable_253"), 0
```

```
End If
```

'Caja N° 6

```
Dim Object21
```

```
Set Object21 = HmiRuntime.Screens("Alarmas").ScreenItems("Botón_4")
```

```
If SmartTags("Variable_629")=True Then
```

```
Object21.BackColor= RGB(255, 0, 0)
```

```
Else
```

```
Object21.BackColor=RGB(0, 255, 0)
```

End If

'Caja Nº 8

Dim Object23

Set Object23 = HmiRuntime.Screens("Alarmas").ScreenItems("Botón_3")

If SmartTags("Variable_630")=True Then

Object23.BackColor= RGB(255, 0, 0)

Else

Object23.BackColor=RGB(0, 255, 0)

End If

'Container

Dim Object24C

Set Object24C = HmiRuntime.Screens("Alarmas").ScreenItems("Botón_10")

If SmartTags("Variable_636")=True Then

Object24C.BackColor= RGB(255, 0, 0)

Else

Object24C.BackColor=RGB(0, 255, 0)

End If