



FACULTAD DE METALURGIA ELECTROMECAÁNICA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRICA

Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero Eléctrico

## SUSTITUCIÓN DEL CONTROL EN EL ACCIONAMIENTO DE LOS PORTACONTENEDORES DE LA EMPRESA PUERTO MOA

**Autor:** Junnior Gorra Zarzabal

**Tutor:** Ms .C. Reineris Montero Laurencio

**Consultante:** Ing. Juan Emilio Reyes Reyes

**Moa, Junio de 2014**  
**“Año 56 de la Revolución”**



## DECLARACIÓN JURADA.

En decisión conjunta el autor de la presente tesis, Junnior Gorra Zarzabal, el tutor Ms.C. Reineris Montero Laurencio y el consultante Ing. Juan Emilio Reyes Reyes certificamos nuestra propiedad intelectual en este Trabajo de Diploma con Título “Sustitución del Control en el Accionamiento Eléctrico de los Portacontenedores de la Empresa Puerto Moa”, el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa Dr. Antonio Núñez Jiménez, podrá hacer uso del mismo para fines docentes y educativos.

Para que así conste firmamos la presente a los 20 días del Mes de Mayo de 2014 “Año 56 de la Revolución”.

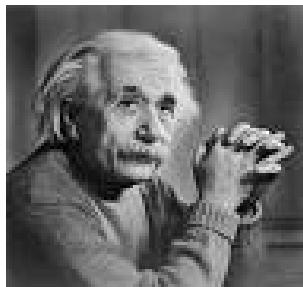
Junnior Gorra Zarzabal  
Autor

Ms. C Reineris Montero Laurencio  
Tutor

Ing. Juan Emilio Reyes Reyes  
Consultante



## Pensamiento



“Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber”

**Albert Einstein.**

### **Dedicatoria:**

El presente trabajo, que constituye uno de mis anhelos, más preciados, que contribuirá al reordenamiento del curso de mi vida, se lo dedico a las personas que han consagrado muchos años a mi instrucción, guiándome y dándome con sus ejemplos el correcto comportamiento para con los hijos.

A mis padres, José Antonio Gorra Gutiérrez y Ana Zarzabal Pastó, a mis hermanos Joelyne y Pepito y a mi esposa Rosa, por el apoyo incondicional prestado. También dedico este trabajo a mis abuelos y tías, al resto de mi familia y amigos, por su apoyo bajo cualquier circunstancia.

## **Agradecimientos**

Agradezco infinitamente a todas las personas que de una forma u otra colaboraron conmigo en la ejecución de este trabajo de diploma.

A aquellas que me apoyaron, y gracias a ellas fue posible su culminación.

Dentro de ellas:

A mi tutor Ms.C. Reineris Montero Laurencio por su loable colaboración, su desprendimiento, por tantas horas de dedicación y por su empeño.

A mis padres, a mis hermanos, abuelos, tías y al resto de mis familiares.

A mis compañeros de estudio por la ayuda, solidaridad y cohesión en las relaciones estudiantiles.

Agradezco especialmente a mis familiares más cercanos y amigos por el apoyo brindado durante estos años de vinculación estudio – trabajo.

## Resumen

En el presente trabajo se exponen las particularidades técnicas de la sustitución del control de los Portacontenedores utilizados en las operaciones de la Empresa Puerto Moa. Debido al deterioro producido por la sobreexplotación del equipo y las condiciones ambientales se dañó el autómatas que controlaba las operaciones del equipo. Ante esta situación se resuelve con la siguiente investigación la sustitución del autómatas OMRON por autómatas LOGO disponibles en la empresa.

Se aprovecharon todos los sensores existentes en el equipo y se programaron todas las operaciones lógicas necesarias para con el nuevo automatismo lograr todas las funciones anteriores. Para la programación del autómatas se utilizó la aplicación LOGO!SOFT Confort V7.0.30 permitiendo el ajuste de las lógicas de contacto. En el trabajo se presentan los esquemas lógicos y las explicaciones correspondientes al control de las operaciones del Boom, del Spreader para el enganche de la carga, de la traslación y los movimientos de la cabina.

La sustitución del control de los portacontenedores disminuyó las afectaciones en la explotación portuaria de 90,2% al año a solo 42,3%. Esta inventiva ahorro por concepto de compra de autómatas originales unos 14924.28 CUC.

## **Abstract**

In former years the Port of Moa Raul Arguelles was highly equipped with several lifting and heavy weight moving cranes, apart from the back-up equipment crew such as Front Loader, Fork lifters Trucks as well .Also had a fleet of container ships in optimal technical condition.

This equipment allowed the execution of tasks in an efficient manner, and demurrage was not produced in variations vessels within port operation scope.

Overnights and with different environmental conditions of nature and the lack of a suitable setting for the efficient maintenance of the referred technical equipment, they were to deteriorate significantly decreasing its technical availability, putting at risk almost the successful fulfillment of the productive plans on daily bases only with a container ship which is being subjected to a regime of over-exploitation which fosters the continuing existence of faults, arising a lack of sufficient equipment for lifting raw materials and materials, it is necessary given the extreme situation to implement a control system of the electrical drive for the operation of the container of Moa Port Company that ensures the current volumes of operations.

The above mentioned actions would be aimed at the replacement of the current system by a new control for automated electric drive of the container from the potential of the company, allowing increasing the technical availability in operations and thereby decreasing the risk of stagnation, with its consequent economic involvement to enterprise, business group and country.

## Contenido

Introducción.....	1
Capitulo I: Marco teórico referencial sobre el accionamiento de los Portacontenedores.....	4
1.1 Introducción.....	4
1.2 Caracterización de la Empresa Puerto Moa.....	4
1.2.1 Generalidades de la UEB Explotación Portuaria.....	5
1.3 Generalidades de los Accionamientos Eléctricos Automatizados.....	6
1.4 Elementos técnicos relacionados con los dispositivos lógicos programables PLC.....	9
1.4.1 Sensores.....	11
CAPITULO II MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
2.1 Introducción.....	13
2.2 Descripción de los accionamientos del portacontenedores.....	13
En la figura anterior se muestra el objeto de estudio en posición de reposo.....	15
2.2.1 Accionamiento del boom.....	15
2.2.2 Accionamiento del Spreader.....	15
2.2.3 Apertura y cierre de bloqueo twist lock.....	17
2.2.4 Accionamiento de traslación.....	19
2.2.5 Sistema Hidráulico.....	19
2.2.6 Software para la programación de las operaciones del autómeta.....	20
2.2.7 Autómata utilizado en la automatización del portacontenedores.....	24
Capítulo III Resultados de la Implementación del Accionamiento Eléctrico Automatizado.....	26





3.1 Introducción .....	26
3.2 Resultados de la implementación del control para el accionamiento del Boom.	26
3.3 Resultados de la implementación del control para el accionamiento del Spreader .....	28
3.4 Resultados de la implementación del control para el accionamiento del Spreader: apoyar, abrir y cerrar.....	30
3.5 Resultados de la implementación del control para el accionamiento de la traslación .....	33
3.6 Valoración Técnico Económica: análisis costo beneficio.....	35
CONCLUSIONES .....	37
RECOMENDACIONES .....	38
Referencias Bibliográficas.....	39
Bibliografía .....	40
Anexos .....	42

## **Introducción**

La Empresa Puerto Moa (EPM) constituye un eslabón fundamental dentro del Grupo Empresarial CUBANIQUEL, encontrándose entre sus funciones fundamentales la recepción y almacenamiento de los productos e insumos de la importación para el proceso industrial de las empresas del níquel del territorio y la exportación de los productos terminados. Este puerto se encuentra ubicado en la parte noroeste del municipio de Moa, contando con una infraestructura que le permite brindar los servicios solicitados por las empresas del territorio, provincia y nación, cuestión esta que genera altos volúmenes de izaje y traslado de materiales y mercancías.

El puerto contaba con una autosuficiencia en equipamiento de izaje y traslado, los cuales consistían en varias Grúas Pórticos y Grúas sobre Esteras, además del equipamiento auxiliar tales como cargadores frontales, montacargas, rastras y otros. En estas condiciones existía un equipamiento de Portacontenedores en estado técnico óptimo. Este equipamiento permitía la ejecución de las labores de forma eficiente y no se producían sobreestadía en la operación de los buques atracados en puerto.

Con el decursar del tiempo, las diferentes condiciones ambientales y la no existencia de un escenario propicio para el mantenimiento, este equipamiento técnico se fue deteriorando considerablemente, disminuyendo su disponibilidad técnica. Esta situación puso en peligro casi a diario el cumplimiento de los planes productivos al contar solamente con un equipo Portacontenedores.

Este solo equipo ha sido sometido a un régimen de sobreexplotación, propiciando la continua existencia de averías y limitando el izaje de materias primas y materiales. La sobreexplotación y estado técnico dañaron irreversiblemente los controles del equipo y específicamente el autómat

encargado de realizar las operaciones.

### **Situación Problemática:**

- No se cuenta con suficiente equipamiento para el izaje de materias primas y materiales.
- Incumplimiento en las operaciones portuarias, por el mal estado técnico del control de los accionamientos de los Portacontenedores, lo que conlleva a gastos económicos apreciables por pago de sobrestadía a los buques mercantes.
- Retrasos en el despacho de mercancías provocando situaciones de contingencia en los procesos productivos que utilizan las diferentes materias primas y materiales.

A partir de la situación Problemática anterior se declara como **problema** el siguiente:

El estado técnico del control en los accionamientos de los Portacontenedores no garantizan de una forma adecuada las operaciones de carga y descarga en la Empresa Puerto Moa.

Se define como **objetivo general** de la investigación: Implementar un sistema de control para el accionamiento de los Portacontenedores de la Empresa Puerto Moa que garantice los actuales volúmenes de operaciones.

### **Hipótesis**

Si se implementa un nuevo control para el accionamiento de los portacontenedores de la empresa Puerto Moa a partir de las potencialidades propias de la empresa, entonces aumentaría la disponibilidad técnica en las operaciones y disminuirían los riesgos de penalización por sobrestadía.

### **Objeto de Estudio**

Los Portacontenedores de la Empresa Puerto Moa.

### **Campo de acción**

El control del accionamiento electrohidráulico de los Portacontenedores de la Empresa Puerto Moa.

### **Tareas** a realizar en el desarrollo de la investigación:

1. Revisión de la bibliográfica relacionada con la temática y el objeto de estudio, que permita el establecimiento del marco teórico de la investigación.
2. Programación, simulación y distribución de las funciones a realizar por parte de los Controladores Lógicos Programables LOGO para ser incorporados al Portacontenedor.
3. Proyectar y realizar los cambios en los paneles eléctricos de los portacontenedores, acordes con el control propuesto para el accionamiento eléctrico.
4. Valoración técnico económica de la implementación del control propuesto.
5. Elaboración del informe de la tesis.

### **Métodos de Investigación**

- Método de investigación documental y bibliográfica para la sistematización del conjunto de conocimientos y teorías relacionados con el objeto de estudio.
- Método histórico-lógico para describir en detalles la situación polémica de la investigación.
- Método de simulación para evaluar la certeza de las operaciones lógicas de los autómatas LOGO.
- Método de investigación teórico-experimental para evaluar la eficacia de los cambios realizados en el accionamiento eléctrico de los portacontenedores.
- Análisis y síntesis

## **Capítulo I: Marco teórico referencial sobre el accionamiento de los Portacontenedores.**

### **1.1 Introducción**

En este capítulo se hace un análisis de las bases teóricas relacionadas con la implementación de los controladores lógicos programables, en los sistemas de control de los accionamientos eléctricos de los Portacontenedores. Se abordan los aspectos técnicos generales con sus módulos de operación, así como los aspectos generales del sistema de control utilizado.

### **1.2 Caracterización de la Empresa Puerto Moa.**

En Cuba la industria del níquel han desempeñado un papel fundamental para el desarrollo del país, junto al turismo están entre las primeras fuentes de entrada de divisas al país. La exportación del sulfuro de níquel y del sinter de níquel más cobalto de nuestra industrias del níquel es uno de los renglones, por no decir el único, que mantiene un precio elevado en el mercado internacional. La referida industria está enfrascada en estos momentos en un proceso de ampliación de sus capacidades de producción y modernización de sus tecnologías para incrementar sus aportes económicos al estado. Como consecuencia de la expansión de la industria del Níquel es necesario crear las facilidades portuarias que permita adoptar decisiones más acertadas, para lograr que las instalaciones portuarias satisfagan de manera eficiente las necesidades de la industria, las nuevas inversiones y reparaciones que se requieran se ejecuten según un ordenamiento racional.

La empresa Puerto de Moa constituye un eslabón fundamental dentro de la infraestructura del grupo empresarial “Cuba Níquel” donde su función fundamental es la recepción y almacenamiento de los productos o insumos de la importación para el consumo industrial de las empresas del níquel del

territorio y la exportación de los productos ya terminados de estas industrias productoras. Este puerto se encuentra ubicado en la parte noroeste del municipio de Moa, contando con varias plantas dentro de sus instalaciones como son: base de petróleo que abastece a todas las empresas del territorio, base de almacenamiento de amoniaco para el proceso CARON de la Empresa Ernesto Che Guevara, planta de procesamiento de coral, tanques de almacenamiento de LPG y una planta de azufre para el suministro de los diferentes procesos de la empresa “Comandante Pedro Soto Alba”, además de realizar el secado del producto final de esta empresa.

Actualmente la Empresa “Comandante **Raúl Díaz Argüelles**” permite brindar los servicios solicitados por las empresas del territorio, provincia y nación.

### **1.2.1 Generalidades de la UEB Explotación Portuaria.**

El área de la UEB de Explotación Portuaria está concebida para prestar servicios portuarios a la Unión del Níquel y abaratar los costos de la producción de este, también se prestan servicios a terceros dentro del territorio entre ellos de encuentran los siguientes:

- Ejecutar las operaciones de carga, descarga, recepción y entrega de níquel en pesos cubanos y convertibles.
- Ejecutar operaciones de descarga de materias primas, equipos, materiales y mercancías en general en CUP y en CUC.
- Prestar servicios de almacenaje de mercancías en área techadas y a cielo abierto de las mercancías de carga y descarga en CUP y CUC.
- Brindar servicios de tarjado, izaje, trincaje y destrincaje, así como de clasificación e inspección de averías en CUP y CUC.

- Brindar servicios de recogida y quemado de basura, remoción y desagrupe de contenedores, fondeo, conexión, desconexión y custodio de mangueras, en CUP y en CUC.
- Brindar servicios de suministro de agua, lancha, limpieza de bodegas, amarre y desamarre de cabos en CUP y CUC.
- Ofrecer alquiler de equipos en construcción, transportes especializados y complementarios.

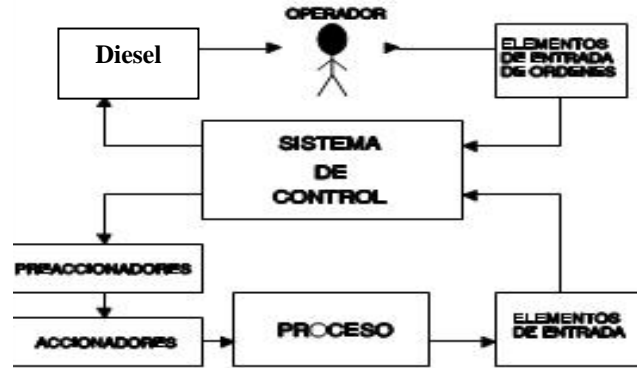
#### **1.2.1.1 Irregularidades del accionamiento de los Portacontenedores.**

El porta contenedor EPC-172 de la UEB Explotación portuaria, tiene como misión la carga y descarga de los contenedores, pues de el depende el movimiento de la mayor parte del plan de producción de esta UEB, traslado, concentración y remoción de contenedores, el mismo sale de servicio por avería presentadas en el bastidor de la CPU que es donde van montadas la CPU, soporte de la CPU unidad de la fuente de alimentación, tarjeta de memoria, tarjeta de comunicaciones serie, además de la CPU, debido al alto grado de corrosión existente en dicho bastidor lo cual hace imposible la reparación.

Presentando fallas constantemente por esta y otras causas propias del accionamiento poniendo en riesgo las operaciones de carga y descarga de la UEB Explotación Portuaria.

#### **1.3 Generalidades delos Accionamientos Eléctricos Automatizados.**

Un proceso a automatizar requiere tener en cuenta un conjunto de elementos, cada uno de los cuales realiza su función dentro del proceso. Podríamos representar el proceso con el sistema de control y estos elementos mediante el gráfico de la figura 1.1.



**Figura 1.1 Generalidades de los Accionamiento eléctrico Automatizado**

Seguidamente trataremos cada uno de los elementos que aparecen en este gráfico a fin de tener una visión general de las necesidades y posibilidades de la automatización industrial

### **Elementos de entrada de órdenes**

Son los que permiten al operador la entrada de datos y órdenes al sistema. Se puede clasificar en dos categorías: binarios y numéricos(o alfanuméricos). Los elementos binarios son los que permiten entrar órdenes del tipo sí/no (cierto/falso, activado/desactivado, etc.).

Entre ellos se destaca el pulsador que es el más usado en el entorno industrial, sin embargo, podemos destacar también los interruptores, los conmutadores, etc. Los elementos numéricos permiten la entrada de números (codificados de diversas formas, como ya veremos). Los más corrientes son los preselectores digitales que son elementos con una rueda numerada (habitualmente de I0 a I9) que se puede hacer girar en uno u otro sentido mediante unos botones; el valor que aparece en el frontal del preselector es el que se envía al sistema de control. También destacan los teclados numéricos. Los elementos alfanuméricos



permiten entrar letras y números(a menudo codificados en código

### **Elementos de entrada de información**

Los elementos de entrada de información se pueden clasificar según el tipo de señal que facilite, no según la magnitud que indiquen, según el tipo de señal podemos distinguirlos binarios, los numéricos y los analógicos. Los binarios comparan la magnitud con una referencia (umbral) y las salida corresponde al resultado de la comparación (mayor/menor); un ejemplo podría ser un termostato. Los numéricos facilitan un código numérico que corresponde al valor de la magnitud leída; un ejemplo podría ser un codificador de posición axial absoluto. Los analógicos dan una señal en forma de tensión eléctrica(o de corriente eléctrica)proporcional al valor de la magnitud ;por ejemplo podemos citar un transductor de par mecánico. Las información de tipo analógico se presentan habitualmente en uno de los siguientes cuatro rangos: 0 a 10V, 0 a 20mA, -10 a 10V y 4 a 20mA. Las señales en corriente(0-20mA y 4-20mA) tienen la ventaja respecto a los de tensión de no verse afectados por la longitud de los conductores; además el tipo 4-20mA facilita la detección de averías dado que el valor 0mA sólo se puede obtener en caso de mal funcionamiento. Por estos motivos el tipo 4-20mA es el más usado en el entorno industrial.

Las magnitudes a detectar o medir son muchas, podemos destacar algunas: Temperatura, presión, caudal, pH, posición, Velocidad, aceleración, fuerza, par mecánico, deformación, corriente eléctrica, tensión eléctrica, potencia, iluminación, presencia, (final de carrera), proximidad (inductivos, capacitivos, etc.), etc. Además podemos incluir dentro de esta categoría los avisos (todos ellos binarios) procedentes de los preaccionadores; como podrían ser contactores, fusibles, relés térmicos, etc.

## **Elementos de salida de información**

Se encargan de la comunicación con el operador .Se pueden clasificar de forma similar a los de entrada de órdenes .Los elementos binarios son los que dan informaciones del tipo sí/no (cierto/falso activado/desactivado, etc.).Entre ellos se destaca el piloto visualizador, pero también podemos citar los timbres, las sirenas etc .Los elementos numéricos y alfanuméricos que permiten la visualización de números o de números y texto.

Los más sencillos son los *displays* de 7 Segmentos y los *displays* alfanuméricos, pero También destacan las pantallas de cristal líquido (LCD) que permiten mensajes más largos y complejos o los monitores (parecidos a pantallas de ordenador) que permiten presentar gráficos (por ejemplo sinópticos) fijos o en movimiento. Seguidamente trataremos cada uno de los elementos que aparecen en este gráfico a fin de tener una visión general de las necesidades y posibilidades de la automatización industrial.

### **1.4 Elementos técnicos relacionados con los dispositivos lógicos programables PLC**

Su historia se remonta a finales de la década de 1960, cuando la industria buscó en las nuevas tecnologías electrónicas una solución más eficiente para reemplazar los sistemas de control basados en circuitos eléctricos con relés, interruptores y otros componentes comúnmente utilizados para el control de los sistemas de lógica relés programables .Los autómatas programables o PLC aparecieron en los Estados Unidos de América en los años 1969 – 70, y más particularmente en el sector de la industria del automóvil, Fueron empleados en Europa alrededor de dos años más tarde. Su fecha de creación coincide, pues con el comienzo de la era del microprocesador y con la generación de la lógica cableada modular.

Es la primera máquina con lenguaje, es decir, un computador lógico cuyo juego de instrucciones se orienta hacia los sistemas de evolución secuencial. Hay que apreciar que, cada vez más, la universalidad de las computadoras tiende a desaparecer, el futuro parece abrirse hacia esta nueva clase de dispositivos.

El autómatas programable es, pues en este sentido un precursor y constituye para los autopartistas un esbozo de la máquina ideal. La creciente difusión de aplicaciones de la electrónica, la fantástica disminución del precio de los componentes, el nacimiento y el desarrollo de los microprocesadores y, sobretodo, la miniaturización de los circuitos de memoria permiten presagiar una introducción de los autómatas programables, cuyo precio es atractivo incluso para equipos de prestaciones modestas, en una inmensa gama de nuevos campos de aplicación. Esto satisface las exigencias tanto de procesos continuos como discontinuos. Regula presiones, temperaturas, niveles y caudales así como todas las funciones asociadas de temporización, cadencia, conteo y lógica. También incluye una tarjeta de comunicación adicional, el autómatas se transforma en un poderoso satélite dentro de una red de control distribuida, es un aparato electrónico programable por un usuario programador y destinado a gobernar, dentro de un entorno industrial, máquinas o procesos lógicos secuenciales.

La función básica y primordial del PLC ha evolucionado con los años para incluir el control del relé secuencial, control de movimiento, control de procesos, Sistemas de Control Distribuido y comunicación por red. Las capacidades de manipulación, almacenamiento, potencia de procesamiento y de comunicación de algunos PLCs modernos son aproximadamente equivalentes a las computadoras de escritorio. Un enlace-PLC programado combinado con hardware de E/S remoto, permite utilizar un ordenador de sobremesa de uso general para suplantar algunos PLC en algunas aplicaciones.

En cuanto a la viabilidad de estos controladores de ordenadores de sobremesa basados en lógica, es importante tener en cuenta que no se han aceptado generalmente en la industria pesada debido a que los ordenadores de sobremesa ejecutan sistemas operativos menos estables que los PLCs, y porque el hardware del ordenador de escritorio está típicamente no diseñado a los mismos niveles de tolerancia a la temperatura, humedad, vibraciones, y la longevidad como los procesadores utilizados en los PLC.

Además de las limitaciones de hardware de lógica basada en escritorio; sistemas operativos tales como Windows no se prestan a la ejecución de la lógica determinista, con el resultado de que la lógica no siempre puede responder a los cambios en el estado de la lógica o de los estado de entrada con la consistencia extrema en el tiempo como se espera de los PLCs. Sin embargo, este tipo de aplicaciones de escritorio lógicas encuentran uso en situaciones menos críticas, como la automatización de laboratorio y su uso en instalaciones pequeñas en las que la aplicación es menos exigente y crítica, ya que por lo general son mucho menos costosos que los PLCs.

Hoy en día, los PLC no sólo controlan la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, sino que también pueden realizar operaciones aritméticas, manejar señales analógicas para realizar estrategias de control, tales como controladores PID (Proporcional Integral y Derivativo).

#### **1.4.1 Sensores**

Los sensores inductivos son una clase especial de sensores que sirve para detectar materiales metálicos ferrosos. Son de gran utilización en la industria, tanto para aplicaciones de posicionamiento como para detectar la presencia o ausencia de objetos metálicos en un determinado contexto: detección de paso, de atasco, de codificación y de conteo.

Los sensores inductivos generan un campo alterno de alta frecuencia que se emite por la "superficie activa" del aparato. Las dimensiones espaciales de este campo definen el alcance. Al acercarse un material que es buen conductor eléctrico y/o magnético, se modifica este campo. El sensor detecta esta variación y cambia el estado de su señal de salida. Se dispone de detectores inductivos con diferentes formas constructivas, las que se utilizan, por ejemplo, para posicionar y contar en instalaciones de clasificación o de transporte. También podrán utilizarse para detectar partes de máquinas que por razones técnicas, no pueden ser detectadas con actuadores convencionales, por ejemplo, en máquinas empaquetadoras automáticas, instalaciones de transporte.



**Figura 1.2 Sensores Inductivos**

Sensores de proximidad inductivos M12C.C.de 3 cables tipo cilíndrico 12 mm, conexión por cable, cápsula metálica IP-67, alimentación 15/34 Vcc, corriente de carga 200 mA, con Led Visible 360° Protecciones contra: Cortocircuito, polaridad Inversa, pulso falso.

## CAPITULO II MATERIALES Y METÓDOS

### 2.1 Introducción

En el presente capítulo se describe cada una de los materiales y métodos utilizados en la automatización del sistema de control de los accionamientos eléctricos. La programación de los autómatas en cada una de los accionamientos de los Portacontenedores.

### 2.2 Descripción de los accionamientos del portacontenedores

El accionamiento en general del portacontenedor cuenta con un motor diesel que se encarga de poner en movimiento dos bombas hidráulicas las cuales tienen como función principal desempeñar todas las operaciones de los accionamientos mediante motores y cilindros hidráulicos, dicho sistema es operado por un grupo de elementos partiendo de los accionadores que dan la orden al controlador o PLC, custodiado por un grupo de sensores que parametrizan las acciones o maniobras, conmutadas por electroválvulas. Este accionamiento es alimentado por un banco de baterías mantenido por el alternador.

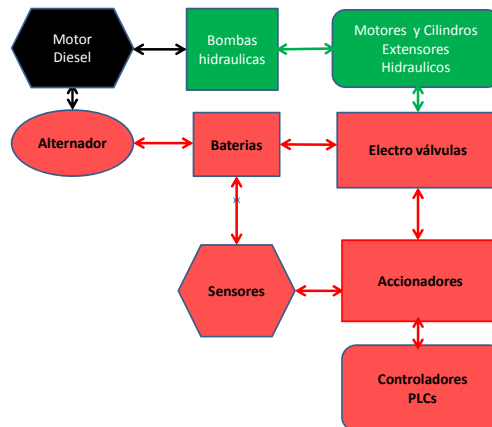
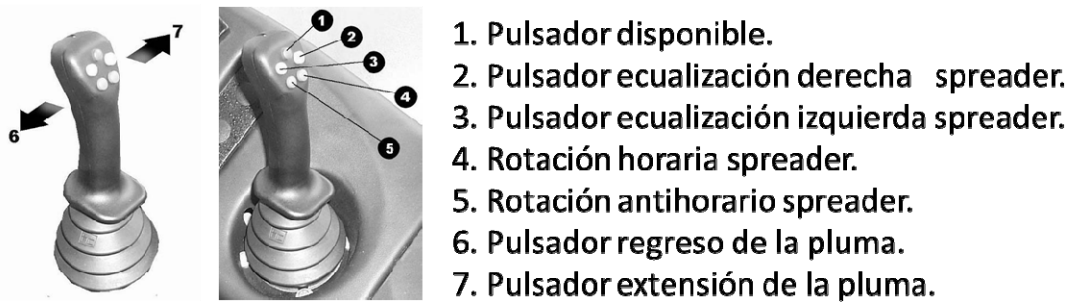


Figura 2.1 Diagrama en bloque del accionamiento en general.

A continuación podemos ver el manipulador o joystick, encargado de las operaciones para controlar los accionamientos del portacontenedores y las principales funciones.



**Figura 2.2** Funciones del aparato de mando manipulador.



**Figura 2.3** Portacontenedor

En la figura anterior se muestra el objeto de estudio en posición de reposo.

### **2.2.1 Accionamiento del boom**

La extensión se realiza mediante dos potentes cilindros hidráulicos de doble efecto que mandan la extracción de las vigas desplazables en el interior de la caja fija.

La leva (joystick) de mando de los accionamientos hidráulicos del brazo, dotada de dispositivo eléctrico de seguridad (“hombre muerto”) que limita las operaciones en caso de mal emplazamiento del equipo, contra los accionamientos accidentales, además cuenta con sensores que limitan el ángulo de posición del boom.

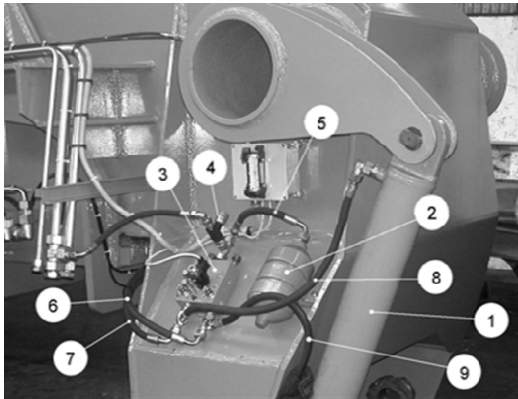
### **2.2.2 Accionamiento del Spreader**

El spreader está constituido por dos estructuras:

La principal inferior corresponde al bastidor para el enganche del contenedor, mientras que la superior contiene el soporte de suspensión al brazo.

La fijación del spreader al brazo es con articulación, y se ha previsto un sistema de reducción de las oscilaciones inducidas en las fases de aceleración y/o deceleración de la grúa y durante los movimientos de subida y/o bajada del brazo figura 2.4.

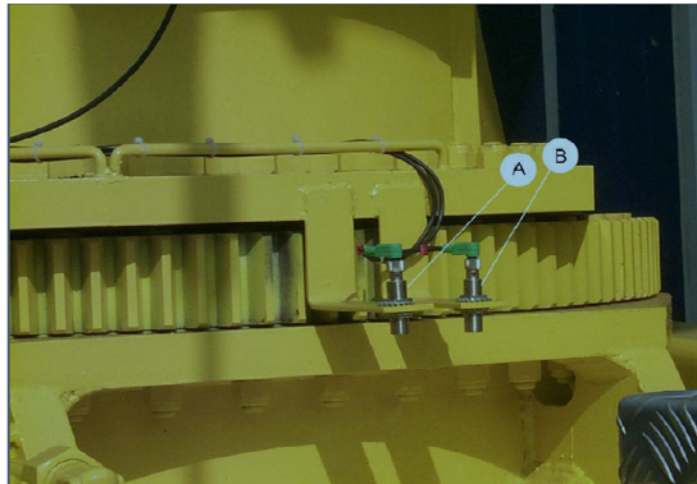




1. Gato amortiguador .
2. Acumulador.
3. Bloque electro-hidráulico amortiguador.
- 4 . Válvula.
- 5, 6, 7, 8,9 - Tubos flexibles.

**Figura 2.4 Sistema Amortiguador para disminuir las oscilaciones**

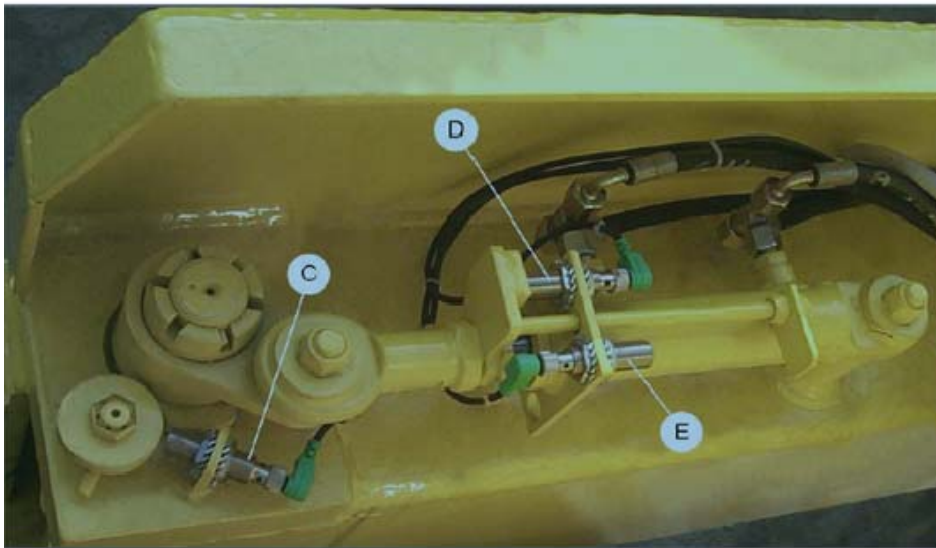
Los dispositivos para el equilibrio y rotación están contenidos en la estructura superior la rotación es operada por dos motores hidráulicos que permiten un movimiento de rotación horaria y rotación antihorario de  $-95$   $+185$  grados, este movimiento es custodiado por dos sensores inductivos de protección. El equilibrio es realizado mediante dos cilindros hidráulicos de doble efecto que son accionados por un amortiguador electro-hidráulico que minimizan las oscilaciones en la carga.



**Figura 2.5 Sensores de Fin de Carrera**

### 2.2.3 Apertura y cierre de bloqueo twist lock

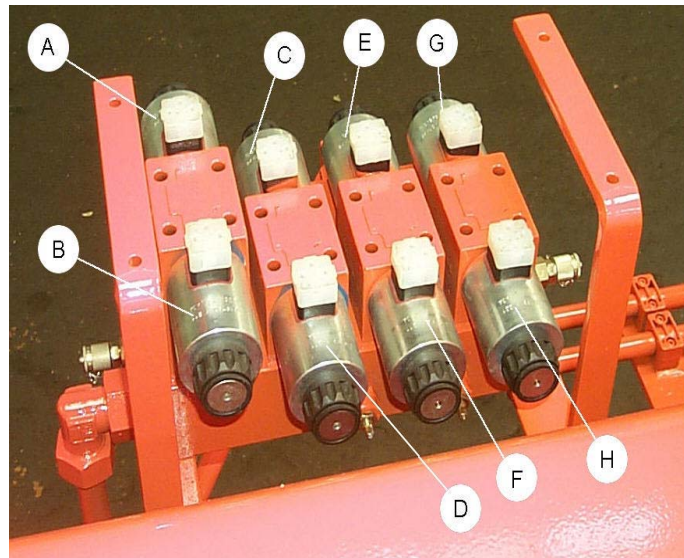
El bloqueo twist lock se realiza después del correcto posicionamiento-elevación, con un bloqueo de todos los twist lock, admitido sólo con contenedor apoyado el desbloqueo y bloqueo twist lock enganche de las operaciones de aperturas y cierre twist se mantiene hasta el final de las maniobras todo este sistema esta supervisados por tres sensores inductivos en cada uno de los cuatros bloque de twist lock, con contenedor apoyado, desenganche-abierto, enganche- cerrado figura 2.6.



- C Sensor spreader correctamente apoyado
- D Sensor desenganche twist locks
- E Sensor enganche twist locks

**Figura 2.6 Sensores Twist Locks**

En la figura 2.7 podemos apreciar las principales electroválvulas que gobiernan los accionamientos del sistema hidráulico en el spreader y sus prestaciones.



**Figura 2.7 Electroválvulas maniobra spreader**

- A.** Electroválvulas twist locks enganchados.
- B.** Electroválvulas twist locks desenganchados.
- C.** Electroválvulas extracción izquierda de spreader.
- D.** Electroválvulas regreso izquierdo spreader.
- E.** Electroválvulas extracción derecha de spreader.
- F.** Electroválvulas regreso derecho spreader.
- G.** Electroválvulas equilibrado izquierdo spreader.
- H.** Electroválvulas equilibrado derecho spreader.

## **Movimiento Cabina**

La cabina está colocada en dos rieles que le permiten el desplazamiento longitudinal, mediante la acción de un cilindro hidráulico de doble efecto; Esto permite aumentar aún más la visualidad en el momento de enganchar el tráiler y/o la caja móvil y permite acceder con facilidad al motor y Convertidor para intervenciones de mantenimiento. La posición longitudinal es detectada mediante un sensor inductivo de seguridad.

### **2.2.4 Accionamiento de traslación**

El accionamiento de traslación tipo powershift con un sistema de seguridad que impide poner en marcha el motor con una marcha conectada además dispositivos que no permiten maniobrar el medio en el caso que el freno de mano no esté desconectado, una dirección de emergencia que permite maniobrar incluso con el motor apagado. La transmisión de la máquina está constituida por una caja de engranajes de cuatro velocidades, para el movimiento hacia adelante más cuatro velocidades para el movimiento hacia atrás. Con un cambio directamente acoplado al motor la selección de la marcha es realizada electro-hidráulicamente por válvulas solenoides controladas por una sola palanca en la cabina del operador. La dirección de marcha se selecciona rotando la palanca de marcha en sentido horario o anti-horario según sea la necesidad.

### **2.2.5 Sistema Hidráulico**

La instalación es alimentada por dos bombas Accionadas por el motor mediante una toma de fuerza en el convertidor, dichas bombas están relacionadas con los siguientes accionamientos:

- Maniobras brazo
- Maniobras Spreader

- Movimiento cabina
- Traslación

La presión máxima para los diferentes circuitos está regulada mediante válvulas limitadoras específicas, los cilindros están dotados de válvulas de bloqueo. El grupo de distribución está formado por dos bancos de distribución con pilotaje hidráulico.

### 2.2.6 Software para la programación de las operaciones del autómeta

Con las ventajas que nos brinda el software dio la posibilidad de una programación rápida y precisa, además de la opción de realizar correcciones en la ventana de programación sin dificultad ninguna, realizando la simulación de todos los accionamientos en tiempo real teniendo la certeza de un funcionamiento pleno y efectivo. En la siguiente figura 2.8 se puede apreciar las generalidades corporativas del Software LOGO!Soft Confort.

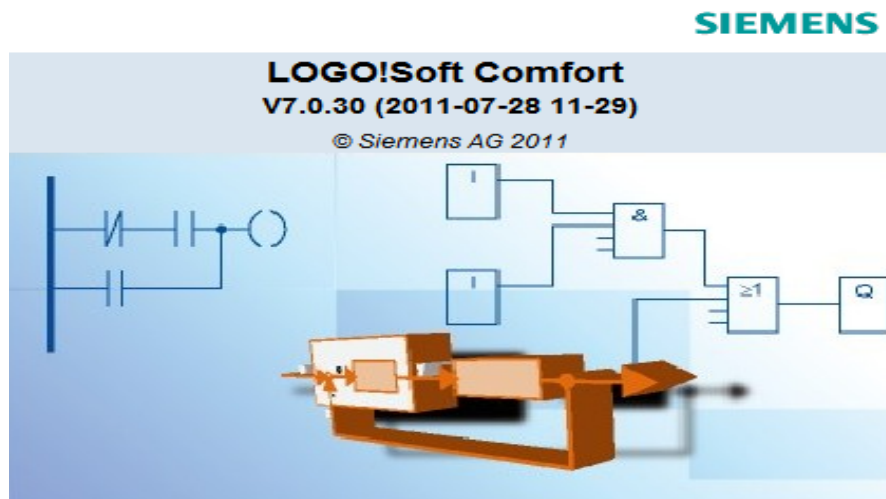


Figura 2.8 LOGO Soft Confort V7.0.30

**LOGO Soft Confort V7.0.30 ofrece las siguientes funciones:**

- Posibilidad de borrar el programa de usuario y la contraseña de LOGO!0BA

- Idiomas adicionales, resolución y retroiluminación para la visualización de LOGO
- Realización de tests online de programas KOP
- Visualización del valor de salida analógico del regulador PI en una vista de curva durante la simulación o el test online
- Comunicación vía módem entre un PC y LOGO! 0BA6
- Comunicación vía cable USB entre un PC y LOGO! Basic
- Nueva tarjeta de memoria, tarjeta de batería y tarjeta de memoria/batería combinada

**El software ha sido modificado en las siguientes áreas:**

- La cantidad de bloques del programa de usuario ha aumentado a 200 bloques
- Memoria remanente adicional para 250 bytes en total
- Soporte de configuración para todos los cambios de E/S en LOGO!Basic y módulos de ampliación
- Como esquema de contactos (KOP)
- Como diagrama de funciones (FUP)

Ventana que posibilita la representación del programa como esquema de contactos (KOP) dándonos la posibilidad de realizar las correcciones y simulaciones en tiempo real figura 2.8.

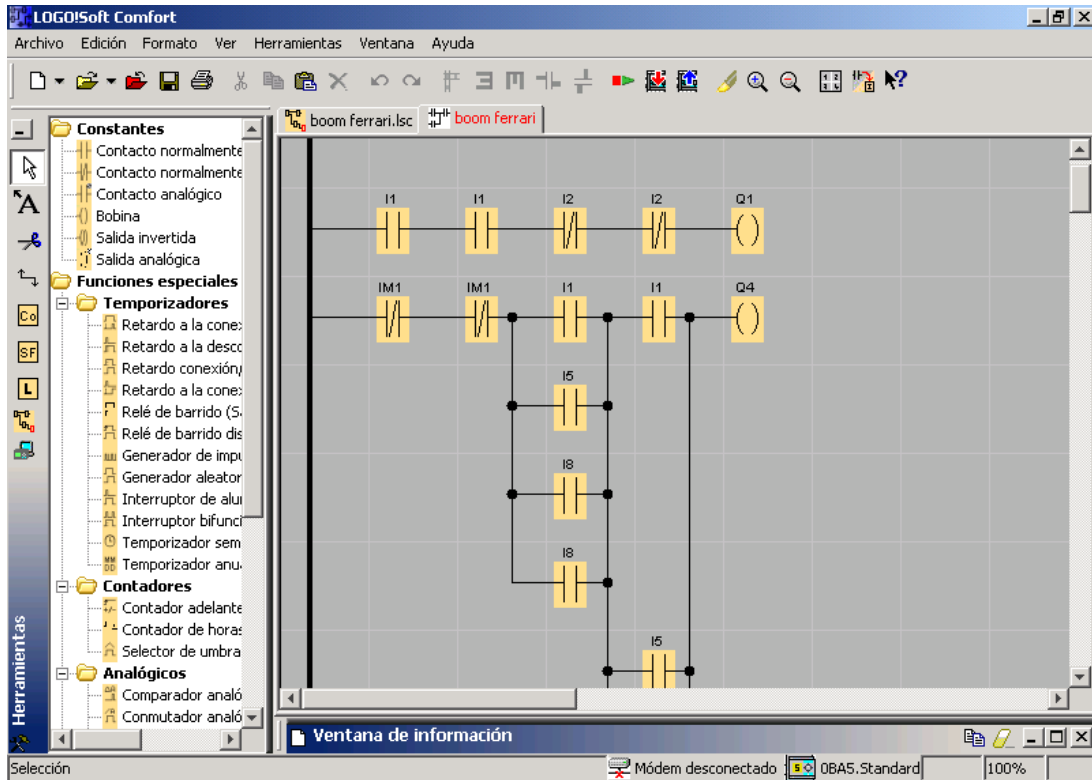
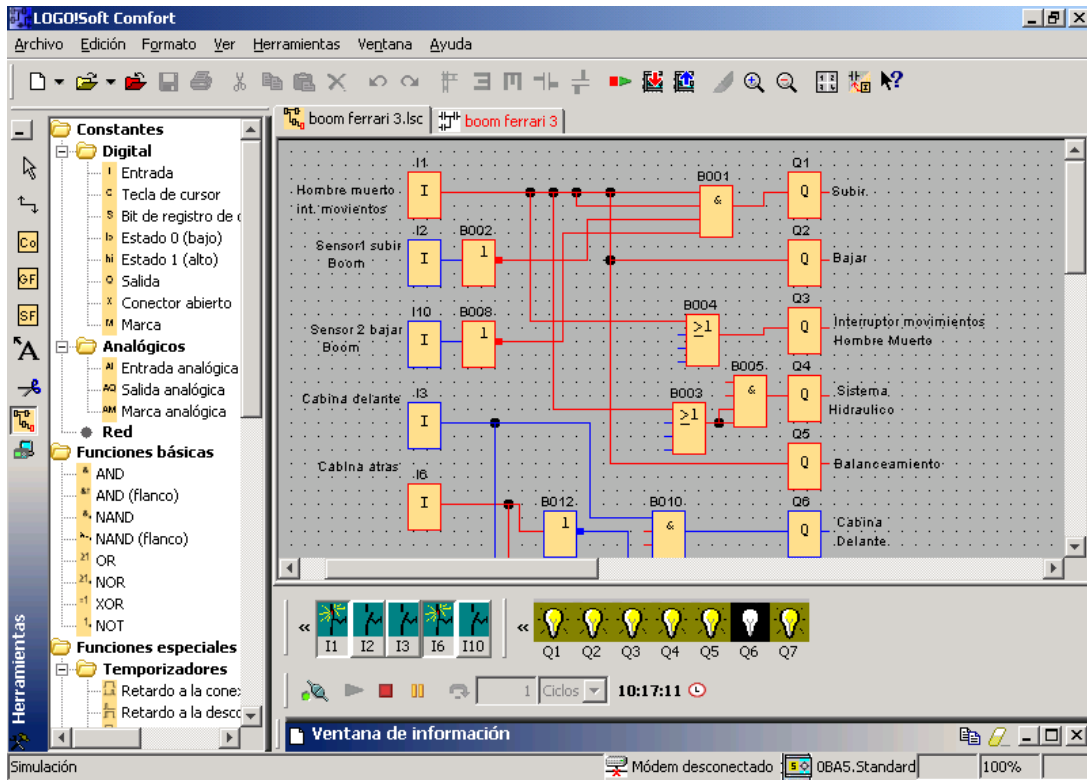


Figura 2.9 Esquema de contactos KOP.





**Figura 2.10** Ventana de programación LOGO!SoftComfort Diagrama de funciones FUP

LOGO! SoftComfort es sensacional por lo fácil y rápido de su manejo. Con posibilidad de crear esquemas de contactos y diagramas de funciones seleccionando las funciones correspondientes y sus interconexiones por simple “arrastrar y colocar”. Dando la posibilidad de hacer prueba sencilla del programa de control completo mediante simulación offline en el PC y prueba online con el sistema en marcha, en ambos modos de representación del programa. Además cuenta con una documentación profesional y toda la informaciones requeridas sobre el proyecto, incluidos comentarios y programas.

Con la opción online del menú principal se accede a la ventana que posibilita realizar la conexión con el PLC .



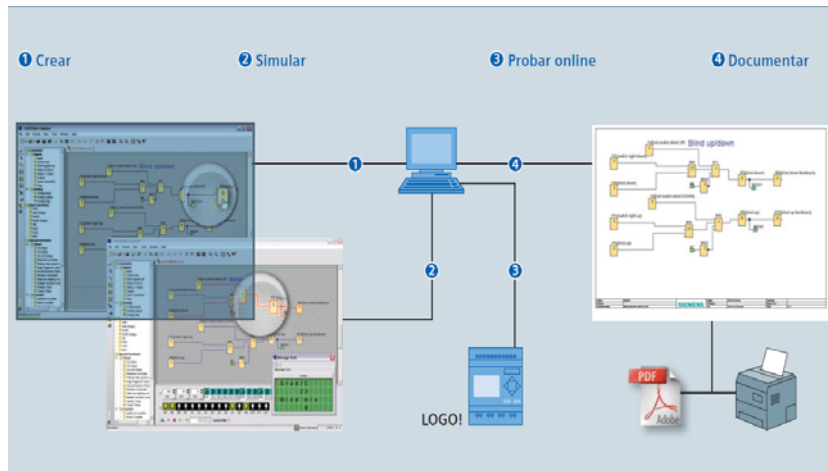


Figura 2.11 Ventana de comunicación PLC LOGO Siemens.

### 2.2.7 Autómata utilizado en la automatización del portacontenedores

La consecuente arquitectura modular de LOGO! le otorga una flexibilidad extra-ordinaria: una extensa gama de módulos permite la ampliación personalizada de LOGO! hasta 24 entradas y 16 salidas digitales, así como 8 entradas y 2 salidas analógicas. Adicionalmente dispone de módulos de comunicación para AS-Interface y KNX. El módulo de salida analógico permite por ejemplo realizar operaciones de regulación sencillas: Para ello puede contar con las funciones especiales, regulador PI, generador de rampas y multiplexor analógico.



Figura 2.12 PLC LOGO Siemens.

El sistema de ejecución en el controlador lógico programable (PLC) ofrece reacciones rápidas a modificaciones en el proceso (tiempos cortos de ciclo), simulación de sensores, indicaciones online de estados de señales,

modificaciones online de parámetros y del programa. Se ha elegido una arquitectura de software abierta, para posibilitar la unión con sistemas de otros fabricantes a través de interface estándar.

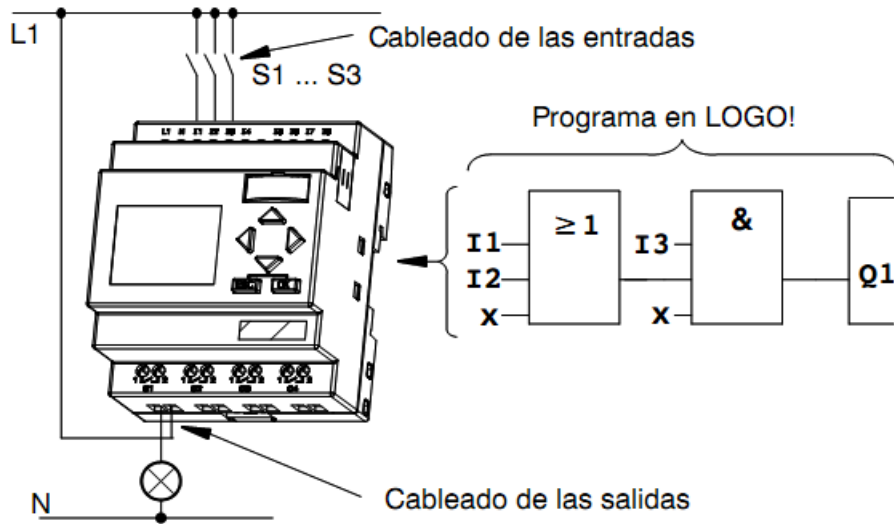


Figura 2.13 Cableado PLC LOGO

## **Capítulo III Resultados de la Implementación del Accionamiento Eléctrico Automatizado.**

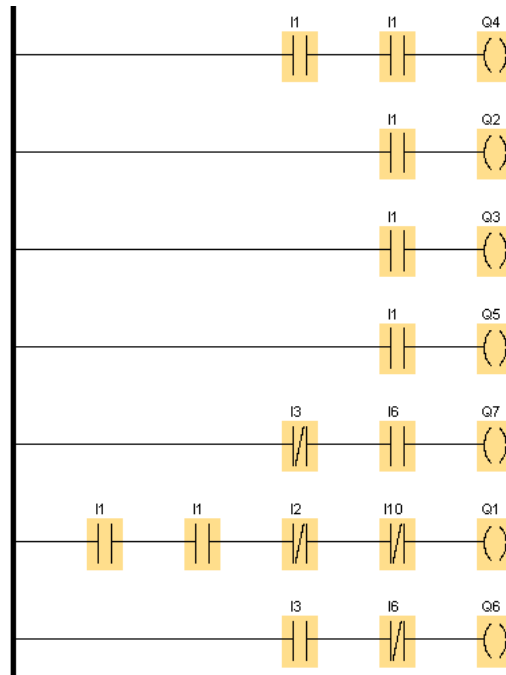
### **3.1 Introducción**

En el presente capítulo se realiza un análisis de los resultados obtenidos en las programaciones de cada uno de los accionamientos del portacontenedor. Se presentan los esquemas lógicos que se programaron en los autómatas correspondientes mediante las ventanas de la aplicación utilizada. Se describen las generalidades de las operaciones de contacto que se realizan para lograr la funcionalidad de cada uno de los accionamientos. Aparece una valoración técnico económico de la implementación de los nuevos controles a partir de la sustitución de los anteriores debido a sus desperfectos técnicos. El sistema de izaje portuario mejorado, cumple con todas las normas de seguridad establecidas, lográndose en tiempo y forma las operaciones que garantizan los suministros estables a las industrias del Níquel y del resto del país.

### **3.2 Resultados de la implementación del control para el accionamiento del Boom.**

El accionamiento del boom funciona bajo la misma lógica del sistema suplantado, teniendo en cuenta todos los parámetros anteriores, su sistema de seguridad y aprovechando los sensores originales. Además en este se incluye el accionamiento de movimiento de la cabina del operador, que es de gran importancia en las operaciones del equipamiento ya que el operador puede mover la cabina buscando el máximo de visibilidad.

A continuación en la figura 3.1 se puede observar el esquema de contacto que permite la funcionalidad del boom para lograr el posicionamiento de los diferentes ángulos que favorecen el levantamiento de las cargas.

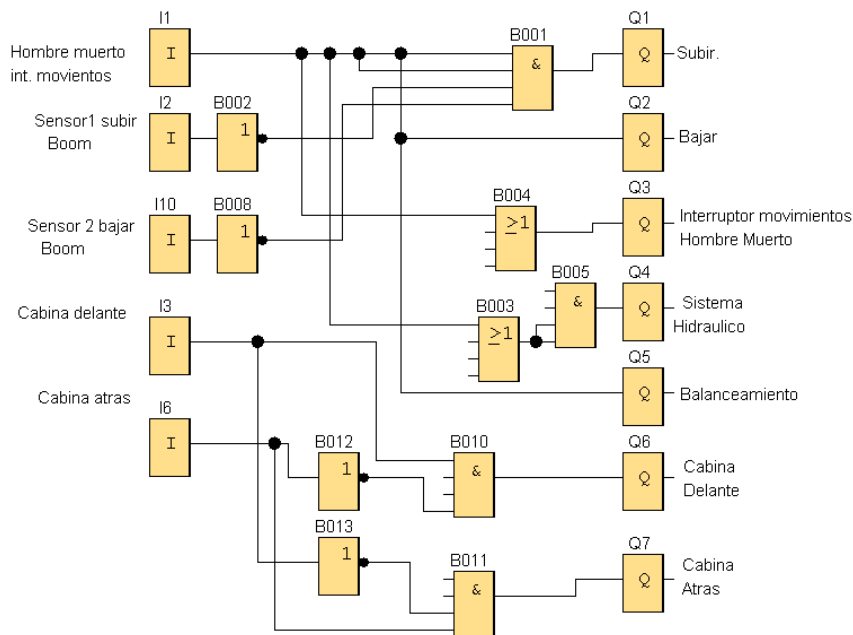


**Figura 3.1 Esquema de los contactos para el accionamiento del Boom.**

Para poder operar el Boom intervienen en el control un total de 5 entradas en el autómata correspondiente definidas como I1, I2, I10, I3 e I6 las cuales se describen en la figura 3.2. También aparece la denominación de las salidas como Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, Q7. De forma general el accionamiento funciona de la siguiente forma (ver figura 3.2):

- Al cerrarse en interruptor I1, el cual hace la función de interruptor principal, el mismo ejecuta cualquier operación que se quiera hacer con el portacontenedores. En este caso se habilitan las salidas Q1, Q2, Q3, Q4, y Q5. Esto garantiza que llegue una señal a los contactos externos del controlador que realizan las operaciones de subir y bajar el boom. También se habilita la salida Q3 la cual permite que si al operador de sucede algo eventual se bloqueen todas las operaciones. Con I1 activado se pone en funcionamiento mediante Q4 todo el sistema hidráulico y mediante Q5 se activa el sistema para controlar las oscilaciones del boom logrando su estabilidad durante las operaciones con carga.

- Al llegar el boom al ángulo máximo o al mínimo se reciben a través de I2 e I3 las señales correspondientes a los sensores de límite que permite la desactivación de las salidas Q1 y Q2 (subir o bajar el boom). Esto favorece la seguridad durante las operaciones del portacontenedor, evitando que con una determinada carga pueda ocurrir un accidente.



**Figura 3.2 Esquema de la lógica programada para el accionamiento del Boom.**

- Cuando se requiere mejorar la visibilidad de las operaciones que se están realizando, mediante dos pulsadores llegan las señales a I3 e I6 al autómata las cuales activan las salidas Q6 y Q7 lográndose que la cabina se mueva hacia delante o hacia atrás respectivamente. Adicionalmente existe una protección en la programación lógica que evita que estas operaciones se realice de forma conjunta.

### 3.3 Resultados de la implementación del control para el accionamiento del Spreader

En la figura 3.3 se presenta el esquema de contacto que permite la operación de enganche de la carga al portacontenedor. Este

accionamiento esta compuesto por varios sensores que le dan la seguridad adecuada al traslado de las cargas.

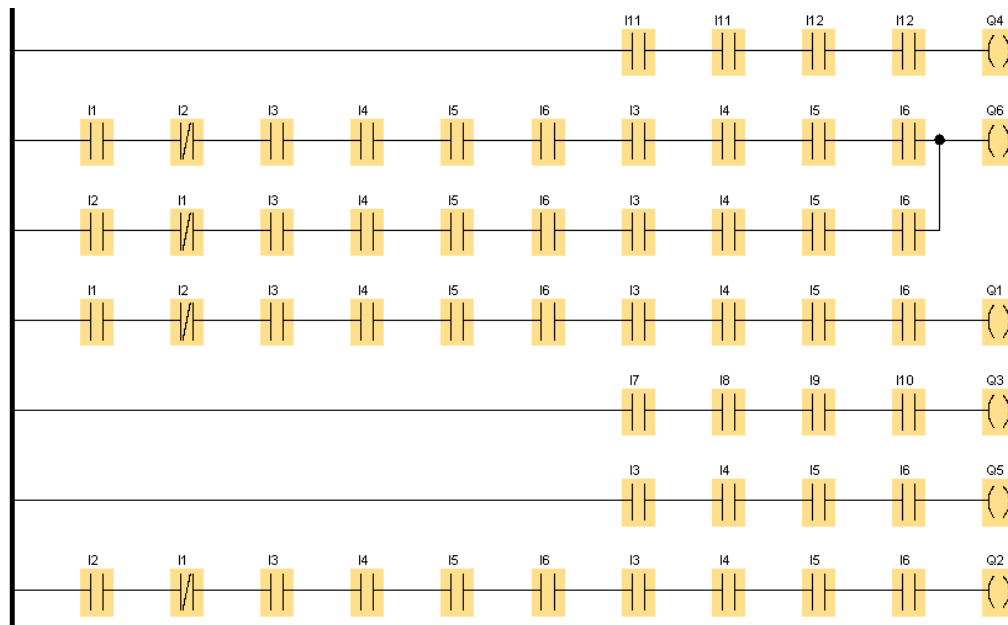


Figura 3.3 Esquema de los contactos para el accionamiento del Spreader.

En la operación del Spreader intervienen en el control un total de 8 entradas en el PLC correspondiente, definidas como I1, I2, I3, I4, I5, I6, I7, I8 las cuales se describen en la figura 3.4. También aparece la denominación de las salidas Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, Q7. El accionamiento funciona de la de siguiente manera.

- Al pulsar el botón del manipulador para extender o recoger el Boom llega a las entradas I1 e I2 de forma independiente una señal que activa las salidas Q1 y Q2 respectivamente.
- Si se pulsan los botones para la rotación del Spreader llegan las señales de mando a las entradas I3 e I4 para activar las acciones de rotación horaria y antihoraria lo cual se logra mediante la activación de las salidas Q3 y Q4. En la realización de estas acciones intervienen unos sensores de límite que no dejan girar completamente (360°) al Spreader, esto se logra al llegar las señales a las entradas I5 e I6 accionando deteniendo el giro.

- Mediante las señales que llegan a las entradas I7 e I8 se logra activar mediante Q5 y Q6 la extensión del Spreader hacia la derecha o hacia la izquierda para garantizar los enganches según el tipo de contenedor a cargar.
- La salida Q7 se habilita para cualquier entrada activada para garantizar en todos los casos el flujo de aceite requerido para cualquiera de las acciones solicitadas al Spreader.

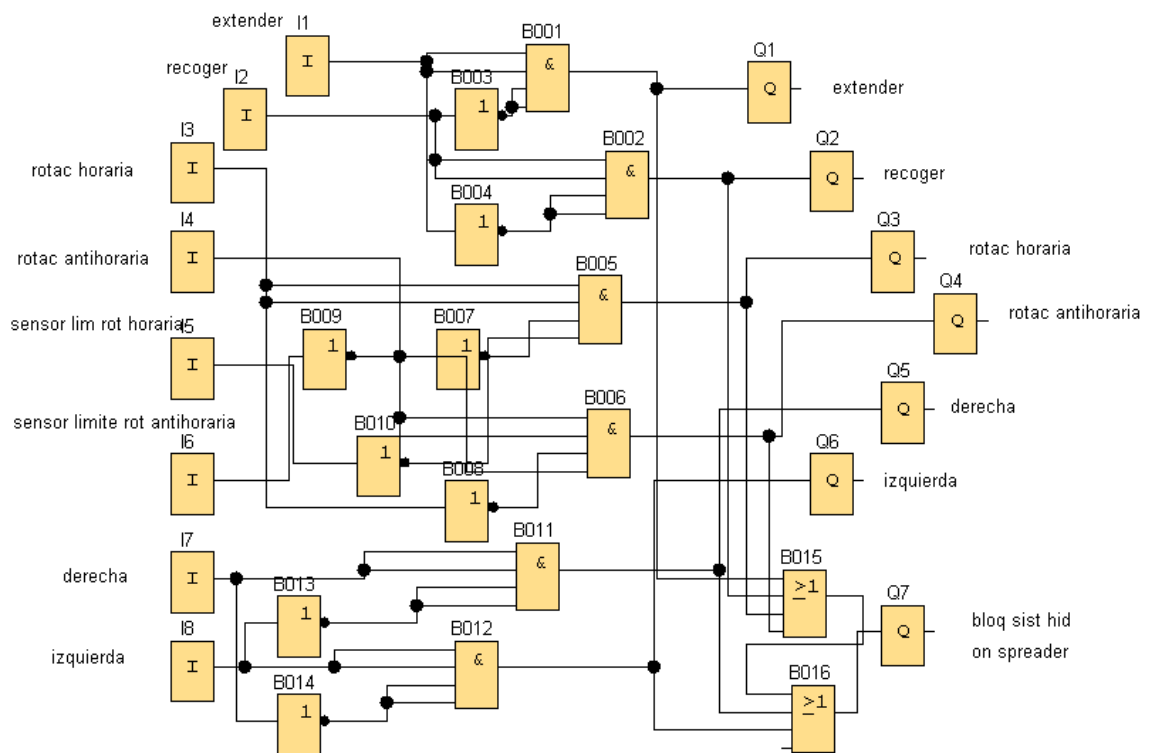


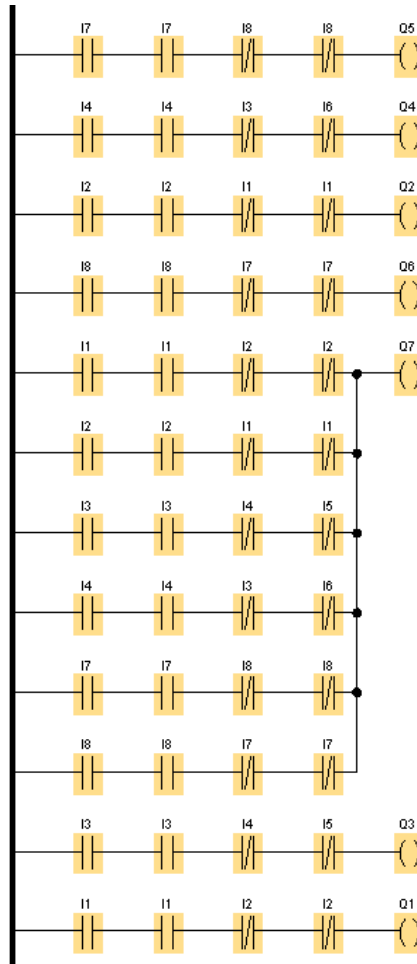
Figura 3.4 Esquema de la lógica programada para el accionamiento del spreader.

### 3.4 Resultados de la implementación del control para el accionamiento del Spreader: apoyar, abrir y cerrar

Para garantizar la seguridad en el izaje de las cargas en el Spreader se encuentran distribuidos varios sensores para los 4 puntos de apoyo que aseguran el adecuado agarre de la carga. Se destacan los sensores que indican el apoyo sobre la carga y los del cierre o apertura del enganche. En la figura 3.5 se presenta el esquema de contacto que permite la



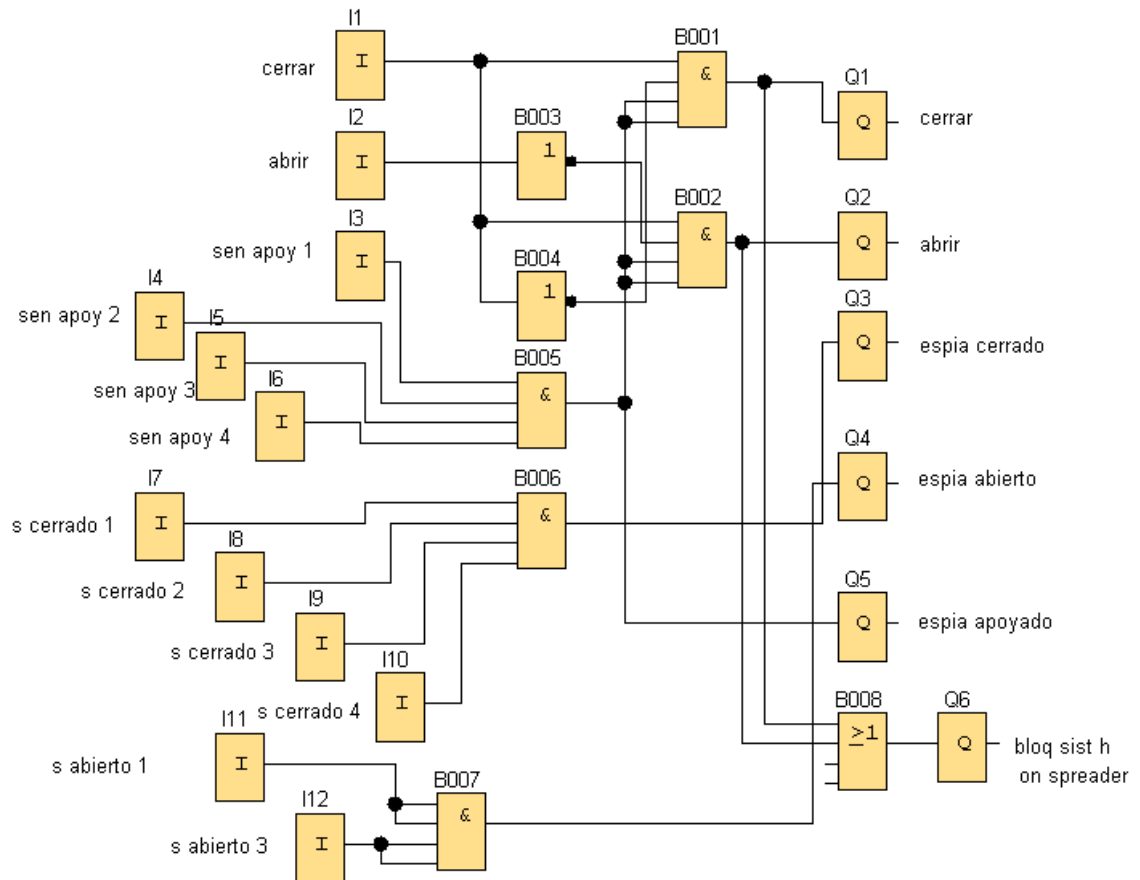
operación del Spreader en referencia al apoyo, apertura y cierre del enganche.



**Figura 3.5** Esquema de los contactos para el accionamiento del Spreader: apoyar, abrir y cerrar.

En la operación del Spreader en relación a las operaciones de enganche con los contenedores intervienen en el control un total de 12 entradas en el autómeta, definidas como I1, I2, I3, I4, I5, I6, I7, I8, I9, I10, I11 e I12 las cuales se describen en la figura 3.6.





**Figura 3.6** Esquema de la lógica programada para el accionamiento del spreader: apoyar, abrir y cerrar.

También aparece la denominación de las salidas Q1, Q2, Q3, Q4, Q5 y Q6. El accionamiento opera de la siguiente forma:

- Una vez que el Spreader este apoyado en el contenedor, se lleva hasta el autómeta las señales correspondientes a las entradas I3, I4, I5 e I6 para activar las salidas que abren o cierran el enganche mediante Q1 y Q2 respectivamente una vez seleccionadas las entradas I1 o I2. Todas las entradas que indican que existe el apoyo deben estar activadas para realizar la operación del enganche o desenganche, a través de Q5 se obtiene esta indicación.
- Si el autómeta recibe las señales de los 4 sensores de cierre del enganche a través de I7, I8, I9 e I10, entonces es que se activa la

---

indicación de que el espía esta cerrado a través de Q3 y puede realizarse la operación de izaje de la carga.

- Cuando el Spreader no esta ni apoyado ni cerrado los enganches entonces se reciben las señales correspondientes a través de I11 e I12 lo cual activa la indicación a través de Q4 de que el Spreader esta libre para realizar cualquier otra operación.
- El sistema hidráulico para el cierre o apertura del enganche se activa solo cuando una de las entradas I1 o I2 reciben una señal de activación habilitándose Q6.

### **3.5 Resultados de la implementación del control para el accionamiento de la traslación**

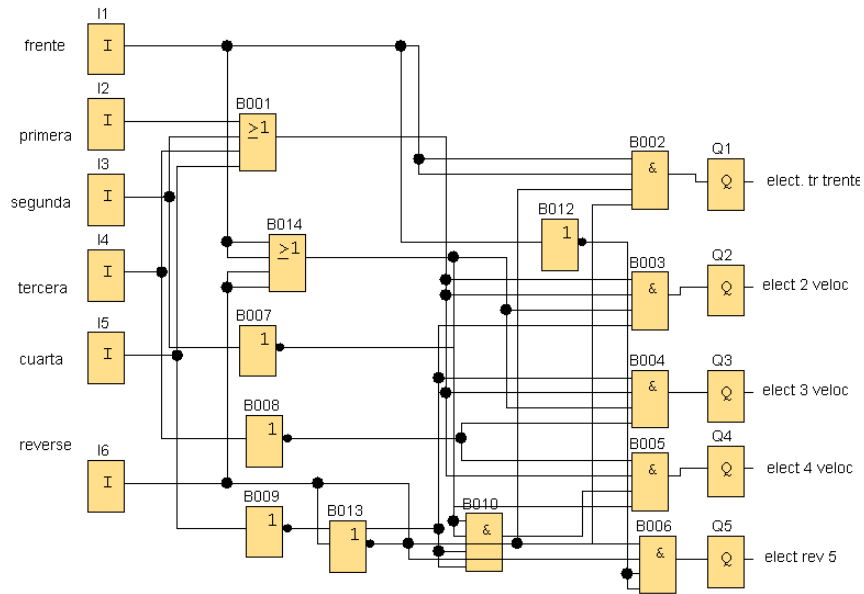
En el sistema traslación de la maquina operación relacionada con el movimiento, intervienen en el control un total de 6 entradas que proporcionan una señal al PLC, definidas como I1, I2, I3, I4, I5 e I6 las cuales se describen en la figura 3.8

De la misma forma participan en las salidas Q1, Q2, Q3, Q4 y Q5.

Teniendo en cuenta un grupo de combinaciones que operan de la forma siguiente:

- Si el operador selecciona la primera velocidad para delante en las entradas I1 e I2 del autómatá aparecen señales que dan las ordenes a las salidas Q1,Q2,Q3,Q4 ,de la misma manera si estas llegan a las entradas I1 e I6 ,retroceso las salidas Q2,Q3,Q4,Q5 se activan en función de la orden.
- Para la segunda velocidad marcha adelante activada las entradas I1, I2 e I3 y para el retroceso I2, I3 e I6 dan paso a las salidas Q1, Q2 y Q3 en una dirección Q2, Q3 y Q5 en la otra.
- La tercera velocidad es activada por las entradas I1, I2, I3 e I4 adelante y las salidas Q1 y Q2, las entradas I2, I3, I4 e I6 y las salidas Q2 y Q5 para el otro sentido.

- En la cuarta y ultima velocidad las señales de entrada para el frente son I1, I2, I3, I4 e I5 y para atrás son activadas las entradas I2, I3, I4, I5 e I6 y sus solamente tienen como salida Q1 y Q5 respectivamente.



**Figura 3.7 LOGO Soft Confort V7.0.30 Traslación .Diagrama de funciones FUP**

### 3.6 Valoración Técnico Económica: análisis costo beneficio

El nivel de contenedores operados durante los últimos dos años ascienden a 17323 con un promedio anual de 5774 desglosados en 693 Vacíos de Importación, 6420 Llenos de importación, 5943 Llenos de Exportación, 2575 Vacíos de Exportación y 1692 de Cabotaje, lo que demuestra la dependencia casi absoluta de los Portacontenedores para las Operaciones de Carga y Descarga de Mercancía. (ver anexo 2)

Si establecemos un estado comparativo entre el costo de instalación de los PLC los cuales ascienden a un total de 1971.72 CUC incluyendo la mano de obra de instalación y programación de los mismos, contra el costo de los elementos que constituyen el autómata **OMRON** ascendente a 16896.29 CUC, podemos observar que el ahorro alcanza los 14924.28 CUC

#### Costo de Instalación de los LOGO

Descripción	Unidad de Medida	Cantidad	Precio Unitario	Importe
Autómata programable (LOGO)	Uno	4	117.40	469.60
Mano de obra Electricista (Incluye Programación de Logo)	hora	94	7.99	1502.12
Totales				1971.72

#### Costo del autómata **OMRON** C200HE-CPU 42-E

Descripción	Cantidad	Precio CUP	Precio CUC	Importe Total
Tarjeta de Salida 1618106	2	106.68	914.09	2041.54
Tarjeta de Entrada 1618211	2	78.69	654.09	1465.56
Convertidor Electrónico 1618289	2	77.84	810.48	1776.64
Tarjeta de Salida 1618212	4	76.575	631.61	2832.74
Modem 1618193	1	102.30	1065.15	1167.45
CPU	1	304.57	3170.96	3475.53

Modulo analógico CAMPOBUS 1618216	1	169.54	1549.19	1718.73
Módulo de entrada 1618105	1	126.63	1157.25	1283.88
Modulo analógico CAMPOBUS Por dentro 1618212	1	111.87	1022.35	1134.22
Total				16896.29

#### Estado Comparativo Instalación de los LOGOS Vs. Autómata OMROM

Equipamiento a Instalar	Valor Económico
Costo Total Instalación de los cuatro Logos	1971.72
Costo Total Sustitución del Autómata OMROM (No incluye Gastos de Fuerza de Trabajo).	16896.00
Diferencia	14924.28

## CONCLUSIONES

Se implementó un nuevo sistema de control para los Portacontenedores Ferrari de la Empresa Puerto Moa, aprovechando los sensores del accionamiento electrohidráulico y programando completamente en los autómatas LOGO todas las funciones requeridas por el equipo. Mediante esta innovación se sustituyó el autómata OMRON dañado permitiendo el ahorro de 14924.28 CUC por concepto de diferencia de precios en tecnología, garantizándose adecuadamente las operaciones portuarias.

## **RECOMENDACIONES**

- Implementar esta solución en el otro Portacontenedor de la empresa y generalizar los resultados en las demás entidades portuarias que cuentan con este equipamiento.
- Incorporar autómatas LOGO de mayores prestaciones con el objetivo de lograr accionamientos de mayor calidad y rapidez.

## Referencias Bibliográficas

1. CKERMANN, R.; FRANZ, J.; HARTMANN, T.; HOPF, A.; KANTEL, M.; PLAGEMANN, B. Controles Lógicos Programables Festo Didactic KG 1988. 205 p.
2. MANDADO PEREZ, ENRIQUE; MARCOS ACEVEDO, JORGE; PEREZ LOPEZ, SERAFIN ALFONSO Controladores Lógicos y Autómatas Programables Boixareu Editores. Barcelona 1990. 311 p
3. MAYOLIBADIA, ALBERT *Autómatas Programables* Serie Productiva; Marcombo, Boixareu Editores. Barcelona 1988. 123 p
4. MICHEL, GILLES Autómatas Programables Industriales arquitectura y aplicaciones Marcombo, Boixareu Editores. Barcelona 1990. 343 p
5. SIMON, ANDRÉ Autómatas Programables Paraninfo 1988. 247 p
6. KIELHORN, OTTO; MÜLLER, LEO; PEITZMEYER, ROBERT L'Automate Programmable à la portée de tous Klöckner-Moeller 1984. 267 p



## Bibliografía

1-BOUTEILLE, D.; BOUTEILLE, N.; CHANTREUIL, S.; COLLOT, R.; FRACHET, J.P.; LE GRAD, H.; MERLAUD, C.; SELOSSE, J.; SFAR, A. Los Automatismos Programables Editions CITEF, Febrero 1991

2-"Autómatas Programables: Tendencias para los 90" Automática e Instrumentación. Nov. 1990

3-BOIX, ORIOL Autómatas Programables: Cada vez más posibilidades "Revista Automática.

4-ECHABURU, M.A. Técnicas de automatización eléctrica Vitoria Febrero 1982.

5-<http://www.siemens.com>. Instrumentación de campo para la automatización de procesos. Catálogo FI 01- 2006.

6-MARIE, GERARD La pratique des Automates Programmables Industriels CEEP Edition (Editios de l'usinenouvelle). Paris 1984.

7-PINOT, M.; JÉGOUX, R.; MAILLARD, J.-P. Du GRAFCET *aux Automates Programables* Les Editions Foucher, Paris 1991

8-Siemens AG Industry Sector Industry Automation P.O. Box 48 48 –

9-90026 NÜRNBERG ALEMANIA- Automatismos: y .Cuadros Eléctricos .Autores V. Trigo, J.C

Martín y P.A. Sánchez. Editorial: EDITEX. ISBN: 84-9771-283-8.

10-Manual electrotécnico. Telesquemario Telemecanique.

SCHNEIDER ELECTRIC.

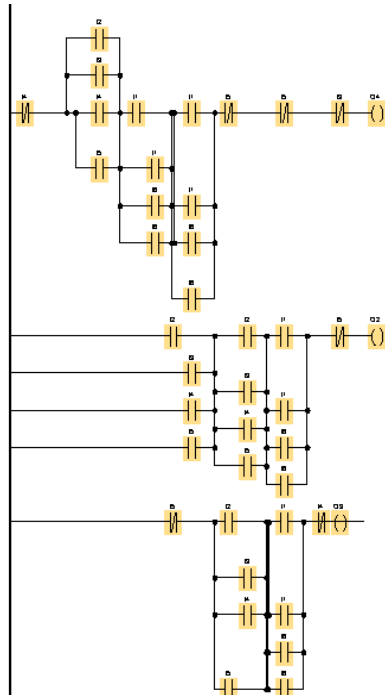
11-Diseño básico de automatismos eléctricos. Autores: Ubieto e Ibáñez. Editorial Paraninfo. ISBN: 84-283-2163-9.

12-Electricidad frigorífica. Autor Frco. Godoy Arrébola. Editorial Paraninfo.



## Anexos

Anexo 1: Esquema de contactos para la traslación.



Anexo 2: contenedores operados aós 2012 y 2013

TOTAL AÑO 2012	MFTO	VACIOS IMPORT.		LLENOS IMPORT		LLENOS EXPORT		EXP. VACIOS		CABOTAJE		TOTAL	
		20'	40'	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40
Sub - Total		9	71	1494	328	1342	685	357	187	175	437	3377	1708
TOTAL GENERAL		80		1822		2027		544		612		5085	

TOTAL AÑO 2013	MFTO	VACIOS IMPORT.		LLENOS IMPORT		LLENOS EXPORT		EXP. VACIOS		CABOTAJE		TOTAL	
		20'	40'	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40
Sub - Total		0	43	1774	483	927	564	773	264	132	308	3606	1662
TOTAL GENERAL		43		2257		1491		1037		440		5268	

TOTAL AÑO 2013	MFTO	VACIOS IMPORT.		LLENOS IMPORT		LLENOS EXPORT		EXP. VACIOS		CABOTAJE		TOTAL	
		20'	40'	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40
Sub - Total		0	43	1774	483	927	564	773	264	132	308	3606	1662
TOTAL GENERAL		43		2257		1491		1037		440		5268	

