

Control en transporte de material

Martín Schmidt
Director: Ing. Manuel González

Pasantía Empresa Cerro Negro S.A.
Facultad de Ingeniería - Universidad de Mar del Plata

Proyecto Final de Carrera
Ingeniería Electrónica
Diciembre 2004



RINFI es desarrollado por la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Control en transporte de material

Martín Schmidt
Director: Ing. Manuel González

Pasantía Empresa Cerro Negro S.A.
Facultad de Ingeniería - Universidad de Mar del Plata

Proyecto Final de Carrera
Ingeniería Electrónica
Diciembre 2004

Índice general

1. Resumen.....	3
2. Introducción.....	4
3. Descripción del proyecto.....	6
4. Desarrollo del proyecto	
4.1 Diseño del Tablero eléctrico.....	9
4.2 Diseño del modo de funcionamiento del sistema	
4.2.1 CASO 1 - Producción de placas 10x10.....	13
4.2.2 CASO 2 – Producción en 20x20 ó producción lenta en 15x15.....	14
4.2.3 CASO 3 – Producción rápida en 15x15.	16
4.3 Disposición de los trenes de transporte.....	18
4.4 Disposición de los sistemas de seguridad y comando.....	19
5. Desarrollo del Algoritmo	
5.1 Introducción a la lógica de funcionamiento.	20
5.2 Diseño del Algoritmo - Algoritmo principal.....	21
5.2.1 Modo 1.....	31
5.2.2 Modo 2.....	36
5.2.3 Modo 3.....	42
5.2.4 Modo 0.....	51
5.2.5 Lista de variables utilizadas	52
6. Conclusiones.....	58
7. Mejoras Sugeridas.....	59

ANEXOS

A- Hojas de datos.

- A.1 PLC Omron C40H + modulo de Expansión C40H
- A.2 Inverters Omron 3G3SV y modulo de programación
- A.3 Modulo panel LCD Omron

B- Planos Eléctricos.

- B.1 Entrada, fuente y transformadores
- B.2 Inverter 1 y 2
- B.3 Inverter 3 y 4
- B.4 Inverter 5 y 6
- B.5 Inverter 7 y 8
- B.6 Inverter 9 y 10
- B.7 Inverter 11 y 12
- B.8 Inverter 13
- B.9 Comando General
- B.10 Alimentación compenser y maquina de emergencia
- B.11 Entradas PLC CPU Omron Canales 0 y 1
- B.12 Salidas PLC CPU Omron Canales 2 y 3
- B.13 Entradas PLC Expansión Omron Canales 10 y 11
- B.14 Salidas PLC Expansión Omron Canales 12 y 13

C- Fotografías

Capítulo 1

Resumen

En el presente informe se describe el desarrollo de un sistema de automatización realizado en una línea de transporte de material para una empresa de cerámicas. El trabajo es llevado a cabo durante la pasantía en la empresa Canteras Cerro Negro S.A. en el transcurso del año 2004.

El transporte en líneas de producción industriales tiene como principal objetivo el traslado seguro y veloz del material a producir entre los diferentes sectores que conforman el proceso de fabricación.

El desarrollo de un sistema que elimine los tiempos muertos existentes, incrementará la productividad, variable de suma importancia para toda empresa actual, por cuanto más eficaz sea el transporte, más productiva será la línea. Otro concepto tenido en cuenta, al momento del desarrollo, fue la flexibilidad en las líneas de producción, entendiéndose como la capacidad de adaptación de una línea ante diferentes situaciones. Obteniendo así mayor dinamismo en las mismas. Si estas variables son tenidas en cuenta en la aplicación de tecnologías de automatización industriales, se obtienen resultados altamente beneficiosos. Para ello se recurre a diseñar un sistema mediante el control a través de dispositivos programables industriales (PLC), la utilización de variadores de frecuencia para motores de alterna, neumática y fotocélulas de presencia. Durante el desarrollo del proyecto se describen los diferentes componentes eléctricos y electrónicos empleados para la realización del mismo, su utilización para este proyecto y sus principales características. Se proporciona el sistema eléctrico y el programa en lenguaje Ladder diseñados para llevar a cabo la automatización.

Finalmente se detalla el desarrollo completo adoptado, las ventajas y desventajas del mismo, conclusiones y futuras modificaciones sugeridas a la firma.

Capítulo 2

Introducción

CERRO NEGRO S.A.:

Creada en 1896, durante sus más de 100 años de actividad industrial, se ha dedicado a la extracción, elaboración y comercialización de las riquezas del suelo, movilizadas por un principio de optimismo creador y una profunda confianza en el potencial del país y la región.

Cerro Negro a través de una política de crecimiento y actualización permanente a nivel equipamiento y procesos, y de desarrollo profesional de su personal, ha llegado a convertirse hoy en día en una



importante fuente de trabajo para el sector, y en líder en los mercados de pisos, revestimientos y tejas cerámicas en los que opera, siendo sus marcas sinónimo de avanzada tecnología, calidad, servicio, y diseño innovador, como lo avala la obtención de la certificación ISO 9001 (2000) con la empresa BVQI en el año 2001. La empresa pertenece a CRH, uno de los principales grupos internacionales dedicados a la producción de bienes y servicios para la industria de la construcción, con sede en Irlanda y presencia en 19 países con más de 1.300 plantas, 42.500 empleados y ventas anuales del orden de los 9.000 millones de euros. Sus plantas industriales están concentradas en la localidad de Olavarria, centro geográfico de la provincia de Buenos Aires.

Durante el presente año Cerro Negro emprendió una ampliación de sus plantas de fabricación de cerámicas mediante la instalación de 2 nuevas líneas de producción. Para un sector de una de ellas se desarrolló y aplicó el presente proyecto.

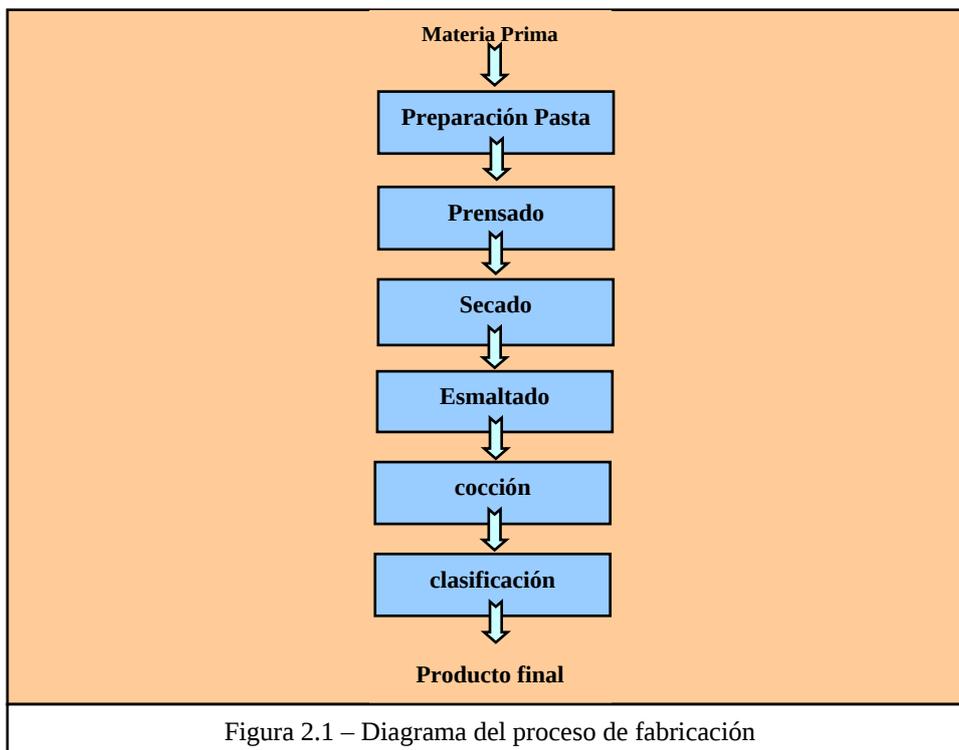
PRODUCCION DE CERAMICOS

En la actualidad, la fabricación de cerámicos esta conformada por complejos procesos de los cuales se pueden destacar seis principales. (Ver figura 2.1)

El proceso se inicia con la recepción de las materias primas provenientes de canteras de la zona y de otras regiones mas alejadas. A continuación las mismas se someten a una serie de pasos necesarios para preparar la pasta.

La siguiente parte del proceso es el conformado a través del cual se logra dar a la pieza la forma que se requiere, mediante el prensado de la pasta. Una vez obtenida la pieza, denominada bizcocho en esta parte del proceso, se procede a la eliminación de agua contenida en el mismo a través de un secado.

Posteriormente se procede a realizarle un proceso de esmaltado y serigrafiado. Ya en este punto se procede a la cocción del bizcocho obteniendo así el producto final, el cerámico o placa cerámica. Por ultimo se procede a la clasificación de las placas en varios aspectos para su posterior distribución y comercialización.



La aplicación del presente proyecto se lleva a cabo para abastecer el sector denominado "clasificación". (Ver recuadro Fig. 2.1)

Capítulo 3

Descripción del Proyecto

En una de las nuevas líneas se ha presentado la inquietud de abastecer con materiales a un sector de las mismas, a una velocidad superior para la que este fue diseñado. Se optó entonces por dividir el flujo de material entre dos líneas paralelas idénticas, llevando la velocidad de cada una de ellas a la mitad. La automatización de un sistema de desvíos con la capacidad de responder a diferentes tipos de emergencias fue la respuesta a esta inquietud. Además se han tomado en cuenta otros modos de funcionamiento acorde con el formato de los materiales que se transporten, seleccionables por el operario.

A continuación se transcribe el pedido del proyecto solicitado por la empresa.

Proyecto Línea 7 para cerámicos Esmaltados

Solicitud de diseño y construcción de la lógica electrónica de control para los desviadores de Material salida Horno Nro. 7°

Solicitado por Dto. de Mantenimiento Eléctrico a Schmidt Martín en Taller Eléctrico.

Tarea por realizar.

Diseño del tablero eléctrico de control (elección de componentes, disposición de componentes y armado, programación y demás elementos de montaje, etc.).

La lógica de control deberá ser realizada por intermedio de un PLC marca OMRON Modelo C40H

con su correspondiente programación.

El tablero de comando deberá contar con un panel de operaciones para la programación de los parámetros de funcionamiento a cargo del operador de la línea de producción.

Para el comando de los motores de transporte de material se deberá utilizar variadores de velocidad en corriente alterna (Inverter).

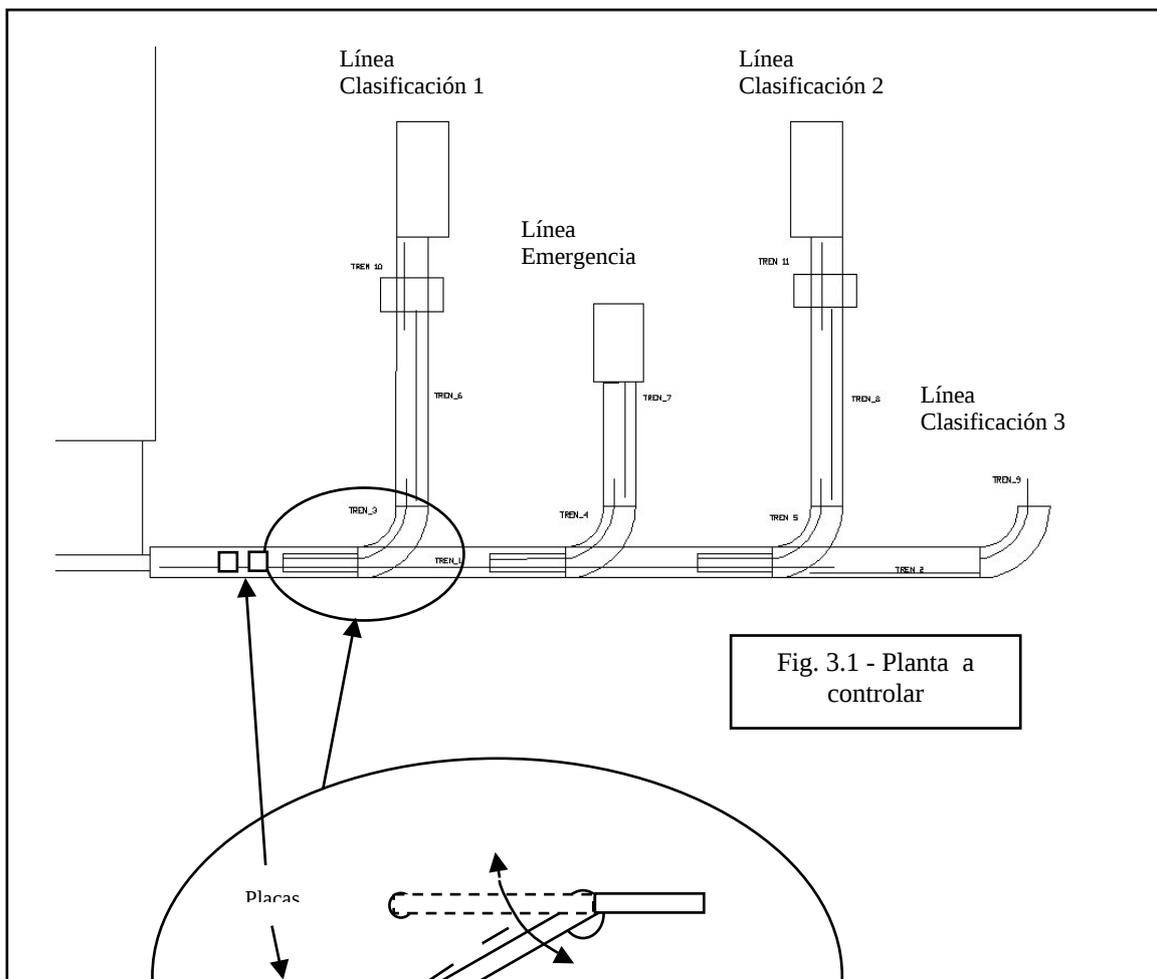
Armado y montaje de los componentes en el campo, confección de los planos del circuito eléctrico y la carpeta con el programa usado en el PLC con los correspondientes listados de entradas/salidas más la realización del manual operaciones.

Por Cerro Negro Ricardo D'Angelo Jefe de Mto. Electromecánico

Para el presente proyecto se diseñó el tablero de control en su totalidad, utilizando un dispositivo lógico programable (PLC) de uso industrial para la llevar a cabo la automatización. Se desarrolló un algoritmo lógico para realizar dicho control teniendo en cuenta todas las especificaciones requeridas por la empresa. Se montó, en la línea, todos los dispositivos necesarios para controlar e interactuar con el sistema.

Se debe tener en cuenta que el sistema a controlar se abastece con placas de un horno, el cual no es posible su detención por problemas imprevistos en las líneas de clasificación. De modo que el sistema deberá reaccionar ante estos problemas, redireccionando el flujo de material hacia una línea de emergencia puesta para tal fin. Además se cuenta con una línea de escape en caso de que la de emergencia falle.

El sistema cuenta con tres líneas de clasificación las cuales puede optar el operador según el material que se este produciendo (Ver Figura 3.1). Los sistemas de desviadores constan de un tren de transporte con poleas y correas que pivotean en unos de sus extremos, logrando así retirar la placa del tren principal y transportarla a una línea específica (Ver fig. 3.2). Un par de cilindros neumáticos son los encargados de realizar el movimiento mecánico.



Las placas son transportadas a través de trenes los cuales son accionados mediante motores trifásicos. Para controlar la velocidad de desplazamiento de las placas, se procedió a instalar dispositivos electrónicos que varían la frecuencia de alimentación de cada motor. Dichos dispositivos también llamados inverters, fueron instalados en el tablero de control y son comandados a través de la lógica del PLC.

Capítulo 4

Desarrollo del Proyecto

4.1 Diseño del Tablero eléctrico

De acuerdo a lo solicitado por el departamento de Electrónica de la empresa, el tablero general de control se ha diseñado con los siguientes dispositivos:

- 1-PLC marca OMRON modelo C40H*
- 1-MODULO DE EXPANSION DE I/O marca OMRON modelo C40H*
- 13-INVERTERS marca OMRON modelo 3G3SV*
- 1-Transformador 380v-220v 7000VA
- 1-Transformador 380v-110v 200 VA
- 1-Transformador 380v-24v 100VA
- 1-Fuente regulada 24VDC
- Contactores de comando marca Siemens modelo 3TF40
- Reles 24v marca OMRON modelo



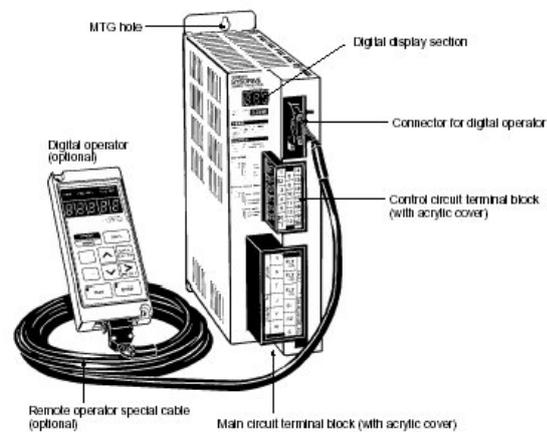
- Hongos de Emergencia , Pulsadores y Testigos luminosos siemens
- Panel de Operaciones LCD marca OMRON modelo NTS2-SF122B-EV2*
- Dispositivos de protección para motores trifásicos.
- Fusibleras generales y seccionadoras
- Llave de corte general
- Borneras de conexión, etc.



*Ver en Apéndice A la descripción técnica (hoja de datos) de cada uno de estos componentes.

Inicialmente se tomó en cuenta la potencia instalada del sistema para dimensionar los componentes y el cable a utilizar.

Cada uno de los motores instalados en la línea posee una potencia de 0,75 KW (1HP o 1CV) de modo que los inversores deben proveerla. Se optó por el modelo SYSDRIVE 3G3SV de OMRON en su versión de 0,75KW. Se debe adicionar el consumo producido por los dos "Compensers", línea de emergencia y línea de trenes con comando independiente, sumando 4 motores, totalizando 17 motores. Los inversores utilizados requieren alimentación bifásica de 220v y entregan trifásica 220v. Los motores que utilicen inversores deben ser conectados en triangulo. Los demás utilizan tensión trifásica 380v, por lo que son conectados en estrella. Se tiene en cuenta el tipo de conexionado para calcular la corriente consumida.



Los cálculos a continuación parten de formulas especificadas en el anexo C.

$$P_{instalada} = P_{inverters} + P_{motores}$$

entonces :

$$P_{motores} = 4motores \cdot 380v \cdot \frac{1.2A}{motor} \gg 1.9KW$$

ahora :

$$P_{inverters} = P_{Consumida@trafo} = I_{pri} \cdot V_{pri} = P_{secundario} = I_{sec} \cdot V_{sec}$$

$$I_{pri} = \frac{I_{sec} \cdot V_{sec}}{V_{pri}}$$

$$I_{sec} = 13motores \cdot \frac{1.9A}{motor} \gg 25A$$

$$I_{pri} = \frac{25A \cdot 220v}{380v} \gg 14.5A$$

$$P_{instalada} = (14.5A \cdot 380v) + 1.9KW \gg 5.5KW$$



Entiéndase como potencia instalada aquella máxima potencia capaz de proveerse, en forma segura, sin que los componentes sean dañados. Caso no probable de funcionamiento debido a que la lógica del PLC nunca permite el funcionamiento simultáneo e innecesario de todos los trenes. Se adopta entonces que la llave seccionadora trifásica deberá manejar solo el 80% de dicha potencia más un 10% de tolerancia.

$$P_{instalada(real)} = [P_{instalada} \cdot 0.80] \cdot 1.10 \gg 4.9kW$$

Se debe tener en cuenta que las cargas, en su mayoría, son del tipo inductivas, por lo que se debe calcular la potencia aparente de modo de dimensionar adecuadamente los componentes. Se adopta un coseno φ promedio de 0.85 especificado en las placas de los motores.

$$P_{instalada(aparente)} = \frac{P_{instalada(real)}}{\cos\varphi} = \frac{4.9KW}{0.85} \gg 5.8kVA$$

De modo que los fusibles generales seleccionados fueron de 50 amperes.

Como ya se menciona, los inverters utilizados, requieren en su alimentación, una tensión bifásica de 220 volts obteniendo así una tensión trifásica de 220 volts en su salida para alimentar los motores. Para obtener esta característica de tensión se requirió la utilización de un transformador a partir de una tensión trifásica de 380V en su primario. Como se requiere una corriente de 25 amperes en 220v, suficiente para alimentar los 13 inverters, de modo que el transformador tendrá una potencia de:

$$P_{trafo} = P_{pri} = P_{sec} = 25A \cdot 220V \gg 5.5kW$$

Solo se utiliza el 80% de la potencia en forma simultánea y se sobredimensiona un 10%.

$$P_{trafo(simul\ tan\ ea)} = (P_{trafo} \cdot 0.8) \cdot 1.1 \gg 4.8kW$$

Como las cargas son reactivas del tipo inductivo (motores).

$$P_{trafo(aparente)} = \frac{P_{trafo(simul\ tan\ ea)}}{\cos\phi} = \frac{4.8kW}{0.85} \gg 5.7kVA$$

El transformador trifásico 380-220 deberá ser de una potencia 7KVA al menos. Se opta por proteger la entrada y salida de cada transformador mediante la utilización de llaves térmicas y fusibles.

Los consumos de ambos son 14.5 y 25 amperes respectivamente. Para este transformador se utiliza en su primario fusibles de 35 amp. y de 50 amperes en su devanado secundario, teniendo en cuenta un consumo adicional del 50% en el arranque.



De todos modos cada Inverter fue protegido con fusibles de 2 amperes en su alimentación. Los motores son protegidos por el sistema de protección interno de los inverters, por lo que no se han utilizado protecciones adicionales en ese sentido.

El tablero también comanda tensiones trifásicas de 380v mediante contactores los cuales poseen bobinas de accionamiento de 110 VAC.

Para obtener esta tensión monofásica se recurrió a la utilización de un transformador con primario de 380VAC trifásico y 110VAC en el devanado secundario. La potencia de dicho transformador no es significativa debido al bajo consumo que poseen dichas bobinas. Se utilizo uno con una potencia de 200VA. El mismo transformador posee otro secundario con una salida de 24VAC utilizada para alimentar relees, sirena de alarma y la fuente regulada que provee energía al PLC, electro válvulas, testigos, señales de control y sensores distribuidos en la línea. Este devanado secundario posee una potencia de 300VA para suplir esta demanda.



Las protecciones en cada entrada y salida de este transformador son de:

$$P_{\text{sec-110V}} = 200VA$$

$$P_{\text{sec-24V}} = 100VA$$

$$I_{\text{sec-110v}} = 1.8Amp$$

$$I_{\text{sec-24v}} = 4.16Amp$$

$$I_{\text{primario}} \gg 1Amp$$

De este modo se optó por colocar fusibles de 2Amp. en la salida del devanado de 110v, térmica de 6 Amp en la salida del devanado de 24v y fusibles de 2 amperes en el devanado primario de 380v.

4.2 Diseño del modo de funcionamiento del sistema.

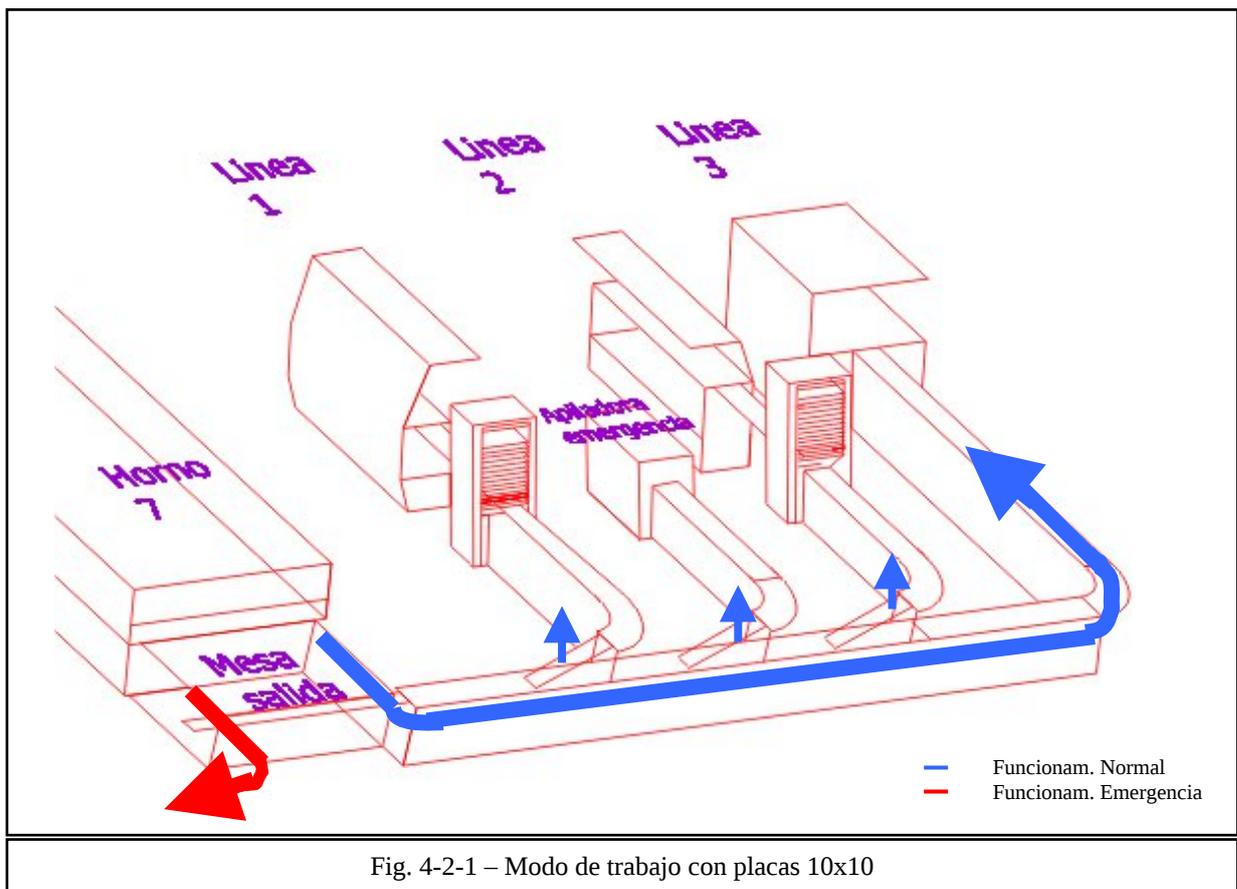
Se tuvo en cuenta los diferentes formatos de placas a producir y las combinaciones de línea a utilizar en cada caso.

4.2.1 CASO 1 - Producción de placas 10x10

Para este caso, se utiliza solo la línea de clasificación N° 3, y debido a las reducidas dimensiones físicas de la placa, el uso de la maquina de apilado de emergencia no es posible. En caso de obstrucción o detención de dicha línea de clasificación, las placas deberán ser redireccionadas inmediatamente hacia el lado opuesto de la mesa de salida del horno (ver fig. 4-2-1).

La línea n° 3 no posee un dispositivo tipo compenser ni tampoco puentes para levantar las placas de la línea principal pues esta se halla al final de la misma.

El control bajo este caso, solo se resume al accionamiento de trenes de transporte desde la mesa de salida del horno, sobre la línea principal hasta su desembocadura en la línea n° 3 y la deshabilitación de todos los puentes neumáticos ubicados a lo largo de la línea.



Como parámetros de entrada se han colocado en la línea pulsadores de arranque y parada. También se ha colocado hongos de seguridad para casos de emergencia y el consenso del primer tren de la línea de clasificación. Se ha dispuesto un sensor tipo fotocélula autoreflexiva sobre la curva para alertar por posibles atascamientos en la misma.

4.2.2 CASO 2 – Producción en 20x20 ó producción lenta en 15x15.

Bajo el formato 20x20 la carga del horno se realiza de a una fila por vez al igual que la descarga del mismo. La velocidad de placas por minuto hace suficiente la utilización de solo una línea de clasificación.

Bajo el formato 15x15 se cargan dos filas por vez en el horno lo que hace que la velocidad en la salida sea el doble. Sin embargo existen materiales que requieren un tiempo de permanencia en el horno un tanto elevado (tiempo de cocción) de modo que el flujo de placas por minuto en la línea es bajo. Por consiguiente una sola línea de clasificación puede realizar todo el trabajo sin problemas.

Para ambos casos, las dimensiones físicas de las placas hacen posible la utilización de la apiladora de emergencia. La utilización de las líneas de clasificación 1 ó 2 pueden ser seleccionadas por el operador y en caso de emergencia automáticamente se habilita el compenser que acaparará todas las placas sin que ellas lleguen a la mesa de clasificación. Cuando el compenser se ve desbordado (pues posee una capacidad limitada de retención de placas) este deshabilita su consenso, requiriendo la puesta en marcha de los desviadores, redireccionando el flujo hacia la línea de apilado de emergencia absorbiendo todo el flujo de placas, hasta reponer nuevamente el consenso del compenser. El Compenser posee una leva que acciona un micro contacto que habilita la línea de clasificación nuevamente cuando este se halle prácticamente vacío (obviamente que se ha repuesto el consenso de la mesa de clasificación momentos antes, descargándolo), por lo que el sistema de desviadores deberá nuevamente redireccionar las placas a la línea.

Puede ocurrir que al utilizar la línea de apilar en emergencia, esta se detenga o sufra algún inconveniente, en tal caso el único lugar donde redireccionar las placas será al otro lado de la mesa de salida del horno tal como ocurría bajo el formato 10x10 ya explicado.

Se han tomado ciertos recaudos al utilizar la línea de emergencia, tales como que esta quede totalmente vacía de placas luego de su intervención, para así poder absorber la mayor cantidad de placas posible cuando se la requiera nuevamente. Para ello se ha optado por dejar funcionando los trenes de la misma un cierto tiempo después de levantado el puente (tiempo de vaciamiento de la línea de emergencia) configurable desde el panel LCD en el tablero de control.

Otra consideración tenida en cuenta fue en la utilización de los puentes, debido a su construcción física mas precisamente. El modelo existente pivotea en uno de sus extremos para acoplar un tren o dejar fluir las placas por otro (ver Fig. 3.2). Como se aprecia en la figura dicho pivót se realiza desde el lado opuesto donde fluyen las placas por lo que este al realizar su movimiento descendente podría caer sobre las placas, derivando en problemas de obstrucción de flujo o roturas del sistema. Para ello se diseño un algoritmo que sumado a la correcta ubicación de una fotocélula tipo autoreflex evitan que esta situación suceda, el operador solo deberá ingresar desde el panel LCD, el tiempo que le lleva a una placa recorrer la totalidad de un puente desviador. (La descripción del algoritmo en lenguaje Ladder se realiza en el capítulo 5).

En este caso también se han agregado fotocélulas tipo autoreflex en cada curva para alertar los posibles atascamientos de placas que se podrían ocasionar en tales lugares. Se han dispuesto pulsadores de arranque y parada en cada línea interviniente, funcionando estos de un modo análogo a como lo hacían bajo el formato 10x10 antes explicado.

Los actuadores neumáticos, que proporcionan el movimiento mecánico de cada desviador, están provistos de sensores magnéticos para detectar la presencia del embolo dentro del cilindro. De este modo la ubicación de estos sensores indica la posición del desviador en todo momento.

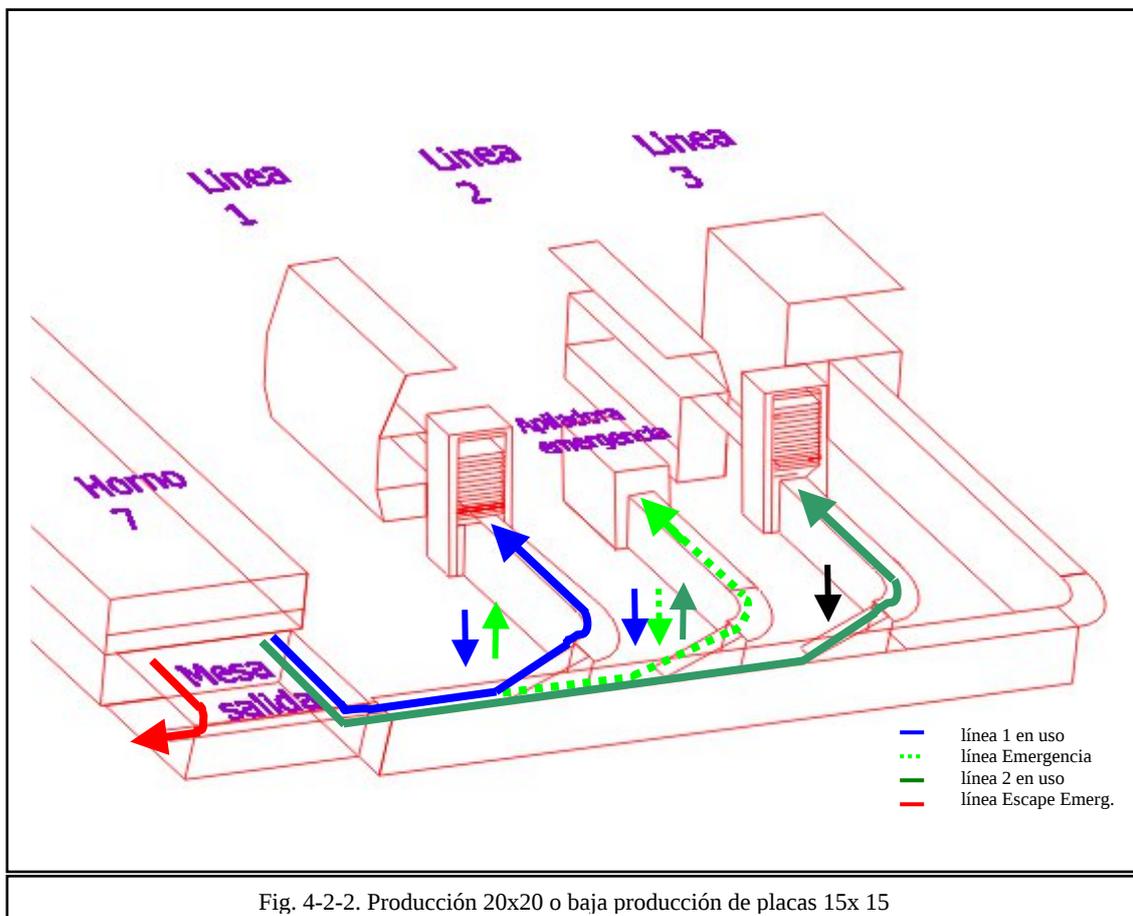


Fig. 4-2-2. Producción 20x20 o baja producción de placas 15x 15

4.2.3 CASO 3 – Producción rápida en 15x15.

En este caso la cantidad de placas por minuto en la salida del horno es alta, lo que hace imposible utilizar una sola línea de clasificación, se requiere entonces realizar un mix entre ambas líneas reduciendo la velocidad de placas a la mitad en cada una de ellas.

Las líneas utilizadas son la 1 y 2, y en caso de que alguna de ellas sufra algún percance la línea de apilado de emergencia entrara a funcionar en su reemplazo absorbiendo las placas que a esta le correspondían. En caso de que ambas líneas de clasificación tengan un problema en forma simultánea, la línea de apilado de emergencia no tiene la capacidad de recibir semejante flujo de placas por lo que se redirecciona todo el flujo de placas al otro lado de la mesa de salida del horno.

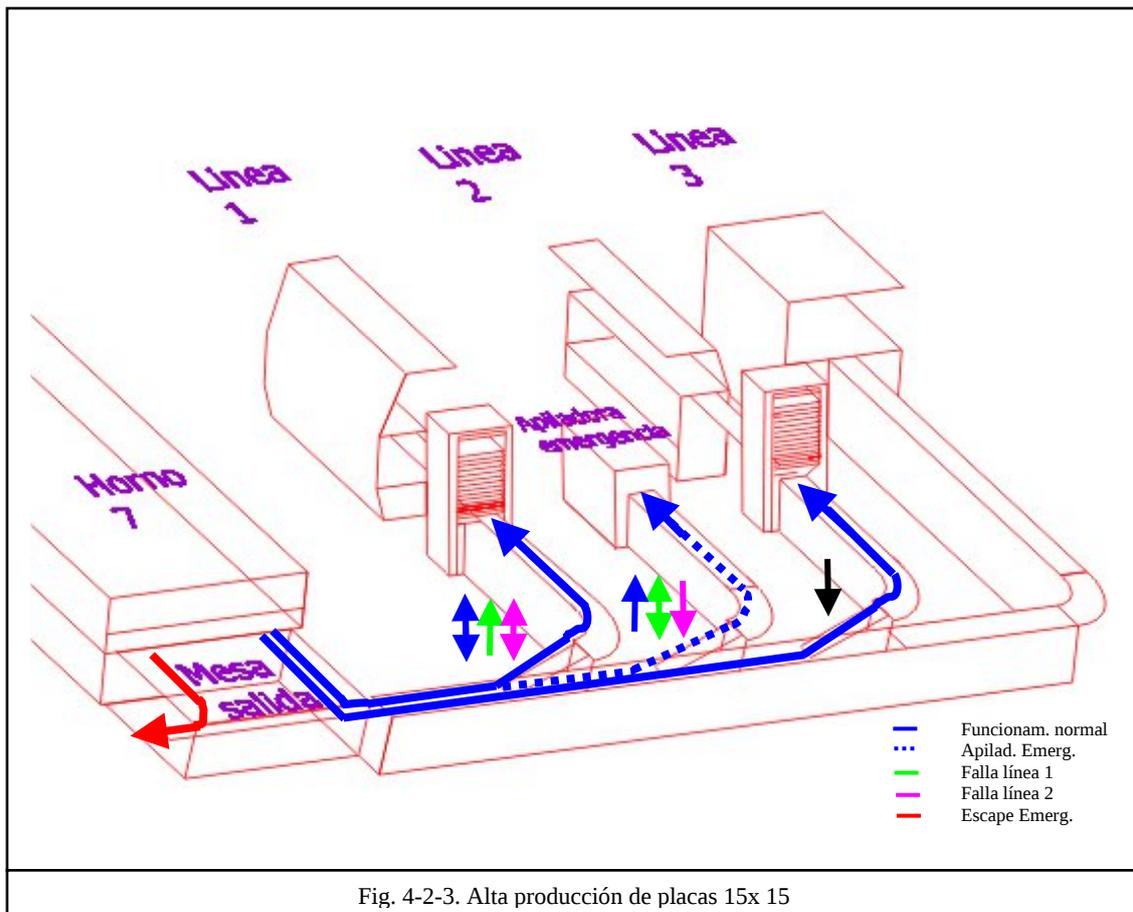
Para este caso el pivote de los desviadores lo realizaran solo los puentes que conectan la línea principal con la línea 1 y la línea de emergencia. En caso de que ambas líneas funcionen correctamente, solo funciona pivoteando el primero de los puentes, retirando las placas que a la línea 1 le correspondan y dejando la libre circulación a través de la línea principal. El puente de emergencia estaría inhabilitado y el puente de la línea n° 2 estaría siempre posicionado para cargar placas (las que deje pasar el puente n° 1). (Ver Fig. 4-2-3)

En el caso de que la línea n° 2 tenga un percance, el puente de la línea de emergencia baja para cortar el flujo de placas, realizando su apilado tanto se resuelva el problema. El puente n° 1 sigue su trabajo de redireccionar las placas, ahora entre la línea 1 y la línea de emergencia.

Si el percance lo sufriera la línea 1, el puente de la misma se inhabilita automáticamente y el puente de la línea de emergencia pasa a realizar su trabajo.

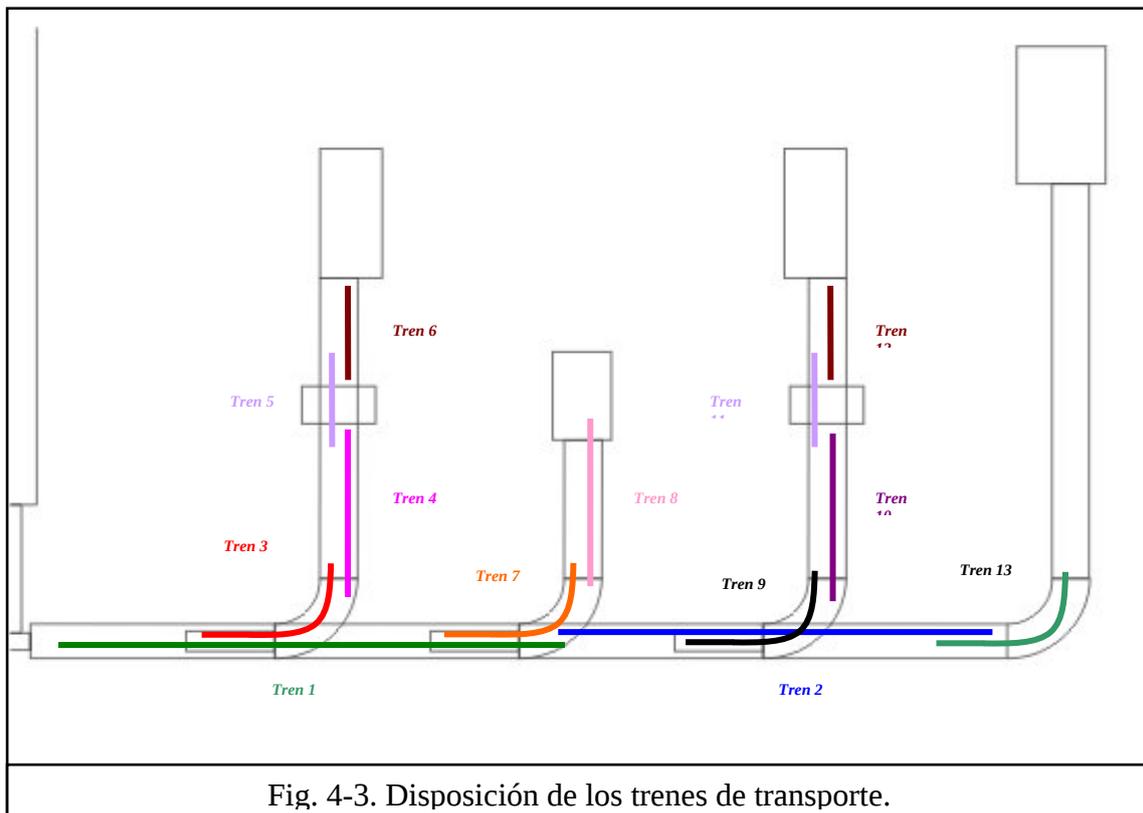
Para realizar el control bajo este modo de funcionamiento se han dispuesto fotocélulas tipo autoreflex en cada ascenso de puentes, botoneras arranque y parada a lo largo de toda la línea y hongos de seguridad en puntos estratégicos. Como ya se mencionó, cada cilindro neumático que acciona los puentes, posee un sensor para detectar la posición del embolo en el mismo. Mediante el módulo de panel LCD se ingresa la cantidad de placas deseadas destinadas para cada línea, trabajo realizado por un contador en el algoritmo al sensar la señal de las fotocélulas de los puentes. Además el algoritmo deberá calcular el momento de realizar los cambios debido al inconveniente que se pudiera ocasionar al descender un puente con placas debajo del mismo, ya comentado en el caso 2.

La interacción de los compenser y los consensos de las líneas es idéntico al ya explicado en el caso anterior.



4.3 Disposición de los trenes de transporte

Los trenes de transporte fueron dispuestos para lograr el mejor aprovechamiento posible de los modos de funcionamiento antes mencionados. (Ver fig. 4-3)



Existen razones para la disposición de cada tren. Mediante las variaciones de velocidades entre ellos se logra la separación entre placas y la cantidad de ellos hace versátil la utilización de cada tramo. De este modo se aumenta las posibilidades de trabajo y regulación de la línea de acuerdo a la velocidad de producción del material.

Una placa que deja la mesa de salida del horno debe pasar, por lo menos, por 3 trenes dependiendo el modo de trabajo. En cada cambio de tren se puede

lograr la separación o acercamiento entre placas, ya sea para evitar colisiones de estas en las curvas posteriores o para juntar un paño al entrar en la mesa del clasificador.

Por ejemplo, el cambio de velocidad entre los trenes 1 y 3 hace posible la separación de las placas para tomar correctamente la curva. Luego el cambio de velocidad entre los trenes 3 y 4 hace posible el acercamiento de las mismas. Posteriormente el cambio de velocidad entre los trenes 4 y 5 nuevamente separa las placas para que el compenser pueda cargarlas en caso de requerirlo y finalmente el cambio entre los trenes 5 y 6 junta nuevamente las placas armando el paño para facilitar el trabajo del clasificador.

Lograr un flujo de placas constante y uniforme evita complicaciones en los sistemas al reducir el número de arranques-paradas.

Los trenes 5 y 11 son trenes necesarios para el correcto uso de los compensers, estos deben estar en continuo movimiento, de modo de hacer posible la carga-descarga del mismo bajo cualquier condición. La única excepción la realiza la lógica del compenser y es solo cuando se produce un aplastamiento de una placa que traba el sistema.

El principal objetivo de estos trenes es proporcionar una velocidad constante e independiente de las velocidades de la línea. Pues, la carga de placas al compenser se realiza mediante el uso de temporizadores en la lógica del mismo, al detectar material pasando por una fotocélula. Si la velocidad fuera variable, a una distancia fija de fotocélula, dichos tiempos deberían ser ajustados constantemente para cada producto, práctica nada aconsejable.

4.4 Disposición de los sistemas de seguridad y comando.

Se tuvo en cuenta que el sistema trabaja con operarios moviéndose alrededor de puentes neumáticos, poleas, correas, cadenas y demás sistemas peligrosos para la integridad de cada uno de ellos. Pese a que existen normas de seguridad a seguir no se debe descartar la posibilidad de que ocurra una emergencia desafortunada. Por esa razón se ha provisto de hongos de seguridad en lugares claves del sistema.

Estos hongos fueron diseñados para realizar un corte de energía inmediato de todos los trenes y elementos en movimiento que dependan del tablero general de comando. Esto incluye el corte de energía de la máquina de apilado veloz, compensers y puentes.

La reposición de energía del sistema se realiza al desbloquear la traba del hongo que ocasiono el corte y el posterior reinicio del ciclo de comando en el tablero general.

Se han dispuesto también pulsadores de arranque y parada en cada una de las líneas. Estos pulsadores tienen como función reponer o detener la línea en cuestión respectivamente, habilitando su salida a emergencia.

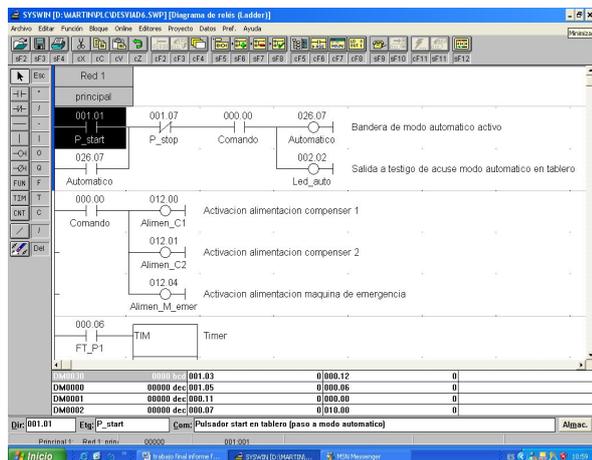
Capítulo 5

Desarrollo del Algoritmo

5.1 Introducción a la lógica de funcionamiento.

Se utilizó un PLC y un modulo de expansión marca OMRON modelo C40H. Estos dispositivos, al igual que la mayoría de los PLC, suelen ser programados bajo el lenguaje LADDER. Este se desarrolla en un entorno grafico de programación, el cual consta básicamente de la interconexión de contactos abiertos y cerrados de entradas y salidas. Posee además variadas funciones especiales como contadores, temporizadores, comparadores, funciones lógicas y manejo de datos. El compilador utilizado fue el SYSWIN 3.4. (Ver Fig. 5-0-0)

A fin de lograr sencillez, el algoritmo posee una estructura lineal de funcionamiento, pues así fue solicitado por el departamento de Mantenimiento de la empresa.



El programa fue diseñado en base a 4 modos de funcionamiento, los cuales están relacionados a los casos posibles de trabajo mencionados en el capítulo anterior.

Fig. 5-0-0. Programa Syswin 3.4

El algoritmo inicialmente realiza acciones comunes a todos los modos de funcionamiento, tales como comprobaciones del estado del sistema, chequeo de las alarmas, verificación de estado de los térmicos e inversers, encendido de testigos, etc. También se realiza la selección del modo de trabajo y la lógica de accionamiento de la sirena, motores, puentes y consensos.

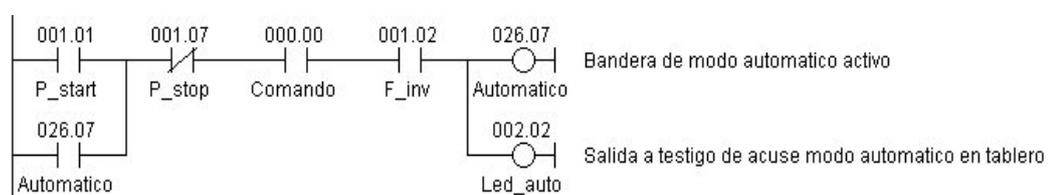
Luego se procede a condicionar mediante un contacto la evaluación de las acciones para cada modo. De esta forma el algoritmo solo utiliza el conjunto de variables determinadas para ese modo. Otorgándoles valores nulos a las demás condiciones que no pertenezcan al modo seleccionado.

Al trabajar en un modo lineal, entiéndase sin saltos condicionales a otra parte del programa o a subrutinas, todos los contactos son evaluados. Si no se trata de un modo seleccionado dicha salida será indefectiblemente nula. Esto ocasiona un problema pues el PLC actualiza sus variables internas y salidas cada vez que termina de ejecutar un ciclo de programa y no en forma instantánea. Y el valor de la salida será el ultimo valor que se halla refrescado de la misma. Por lo que una misma salida activada bajo el modo de funcionamiento actual será desactivada por un modo de funcionamiento posterior inactivo. Para solucionar este problema se procedió a utilizar diferentes variables internas para una misma salida deseada, dependiendo el modo en uso. Luego se realiza una lógica OR de cada una de esas variables internas que tenga como salida la variable deseada en cuestión. Por tal motivo no se pueden utilizar para este tipo de variables, salidas de lógica negativa.

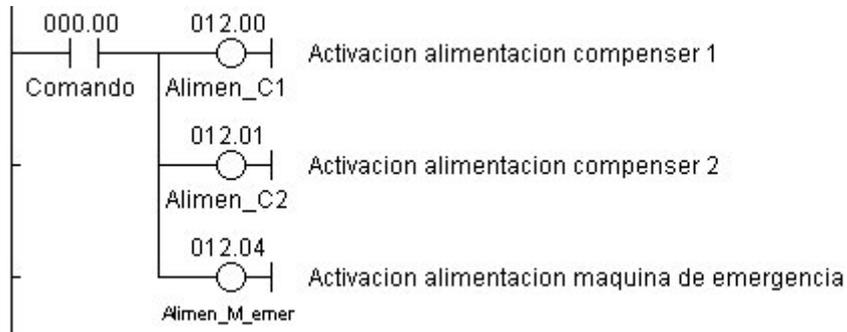
5.2 Diseño del Algoritmo

Algoritmo Principal.

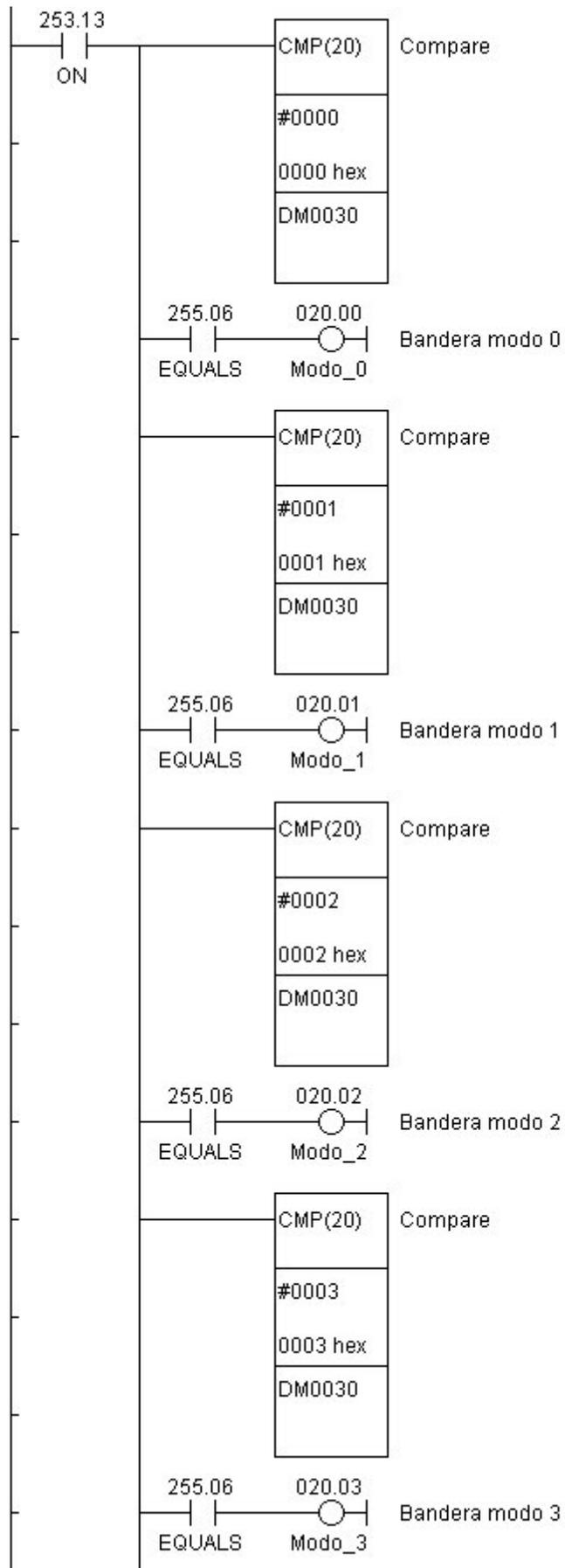
La primera red determina las condiciones para activar el modo automático de funcionamiento seteando el bit interno 26.07 y la salida para el led indicador correspondiente en el tablero general (2.02). Para que esto suceda el comando (0.00) debe estar presente, no debe existir ninguna falla en los inversers (1.02) y ser accionado el pulsador Start (1.01). Luego se produce una auto retención con el mismo contacto de automático y se vuelve a modo manual presionando el pulsador Stop (1.07).

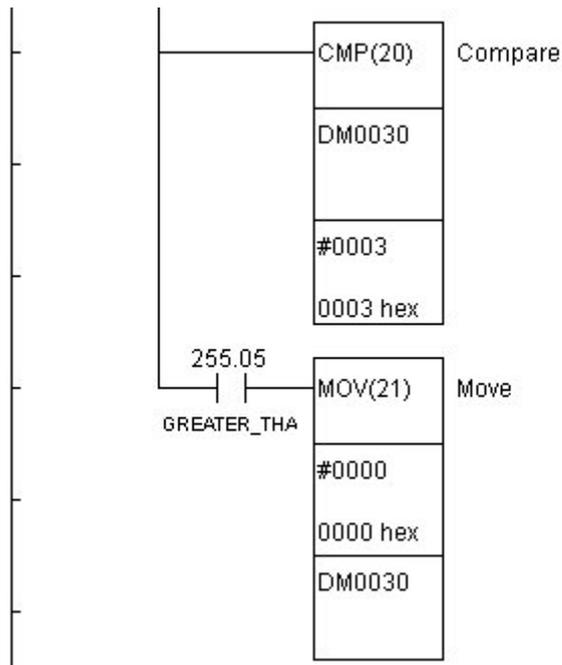


La red siguiente determina la alimentación de ambos compensers y maquina de emergencia cuando el comando se halle presente.

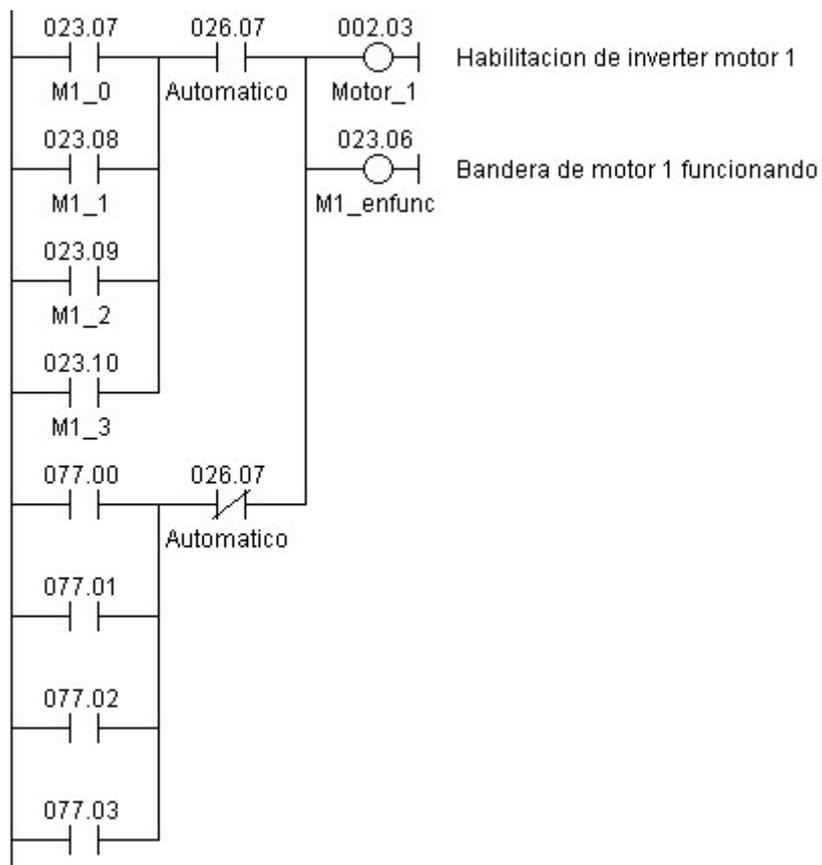


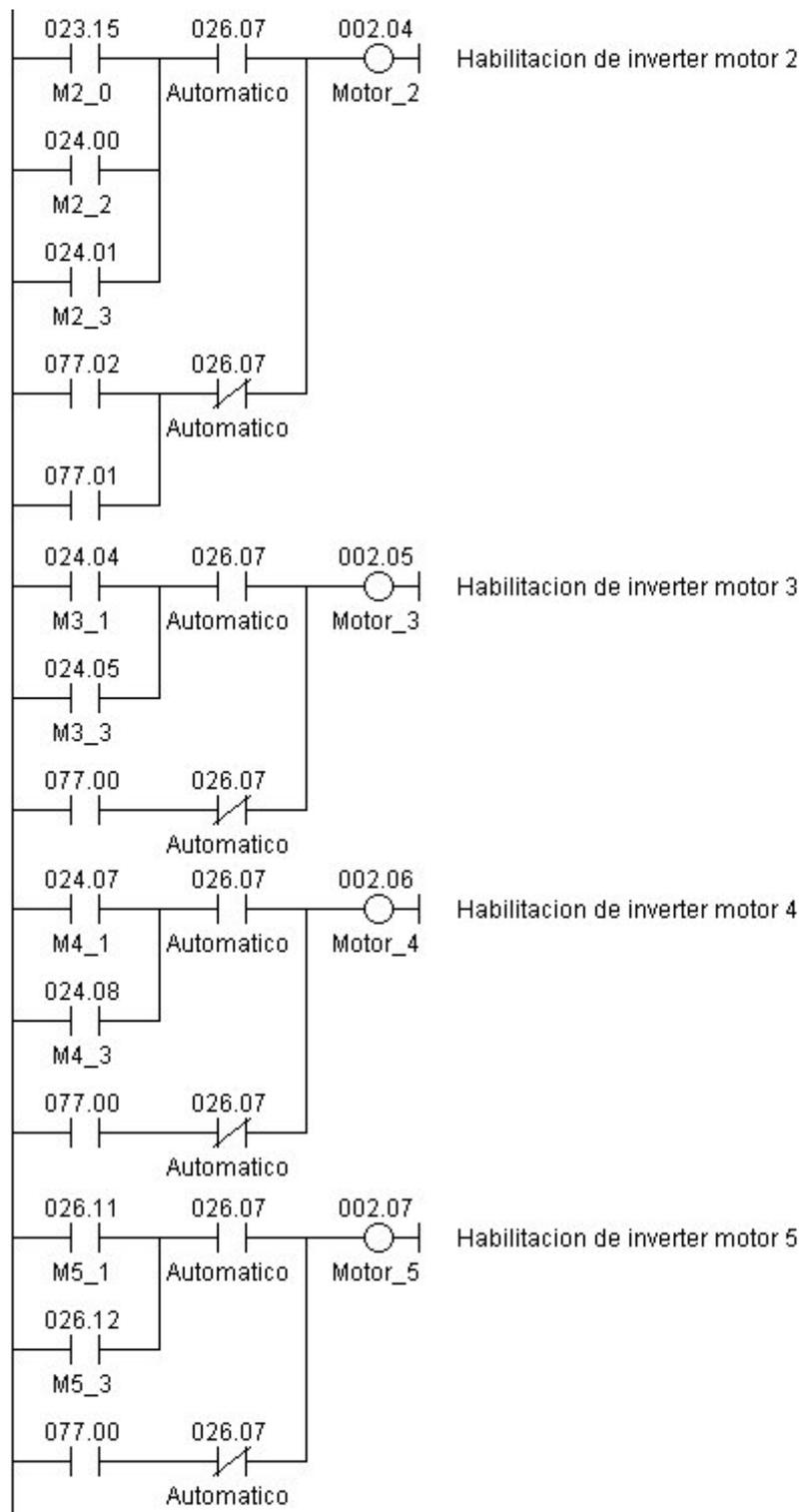
A continuación se realiza la selección del modo de trabajo. Seteando el modo 0 si el valor seleccionado es mayor máximo valido = 3.

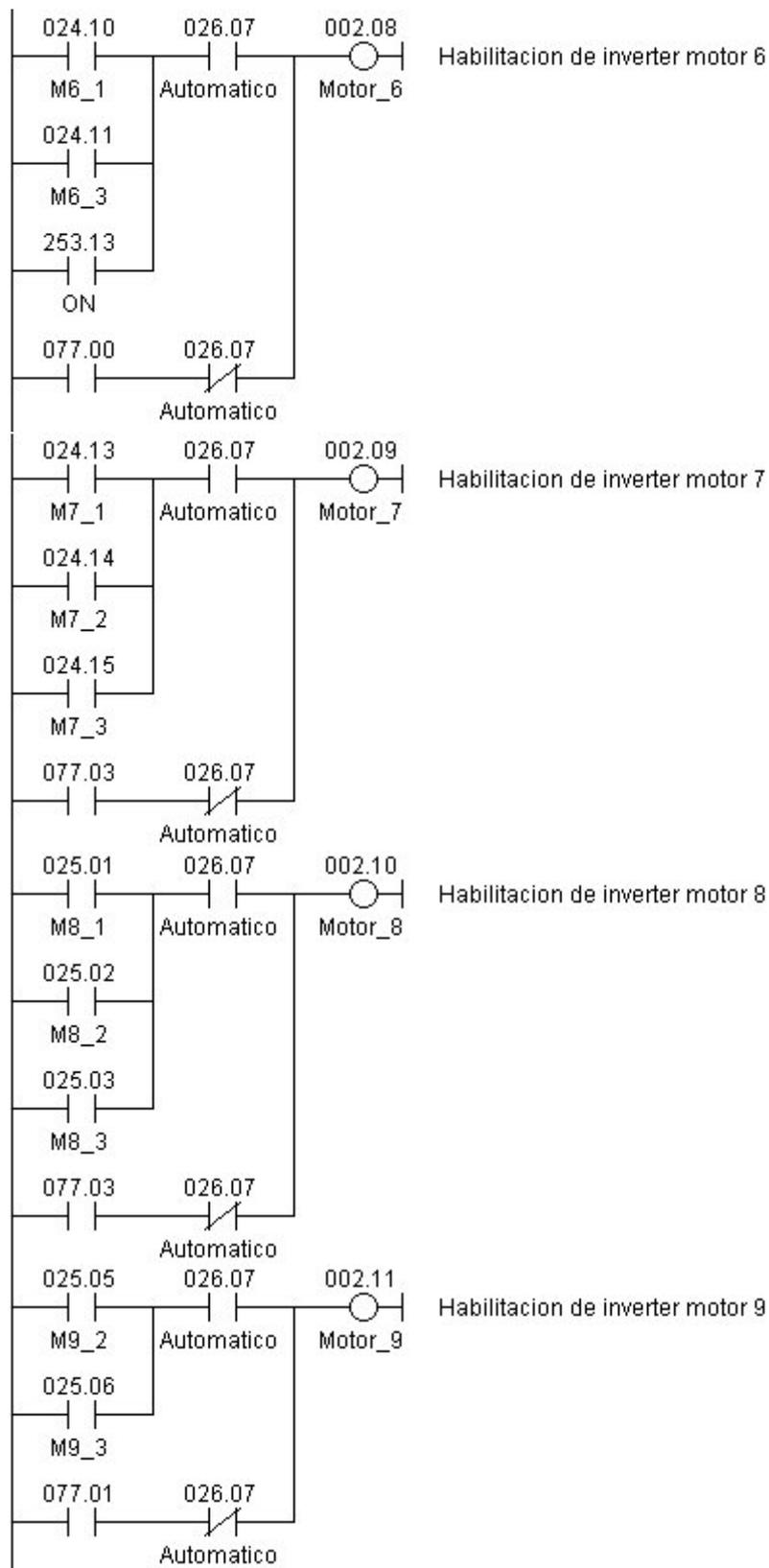


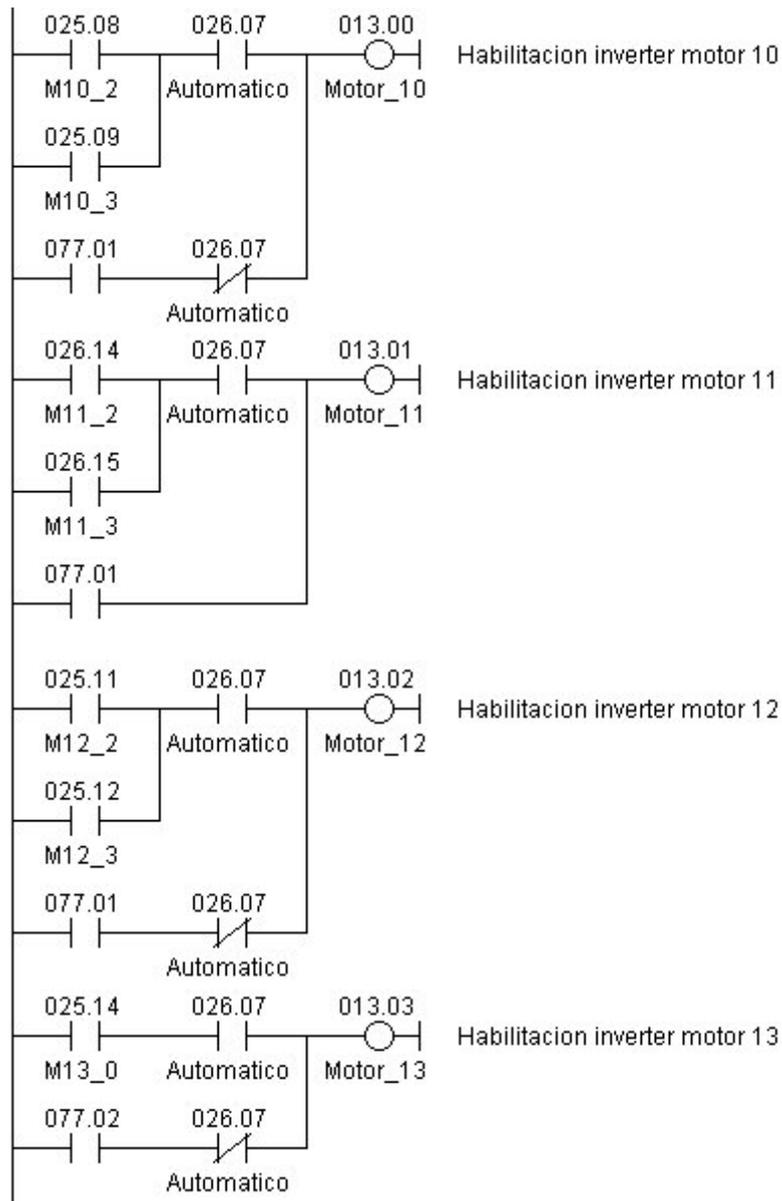


Ahora se realizan las lógicas OR explicadas en el capítulo 5.1 para cada motor.

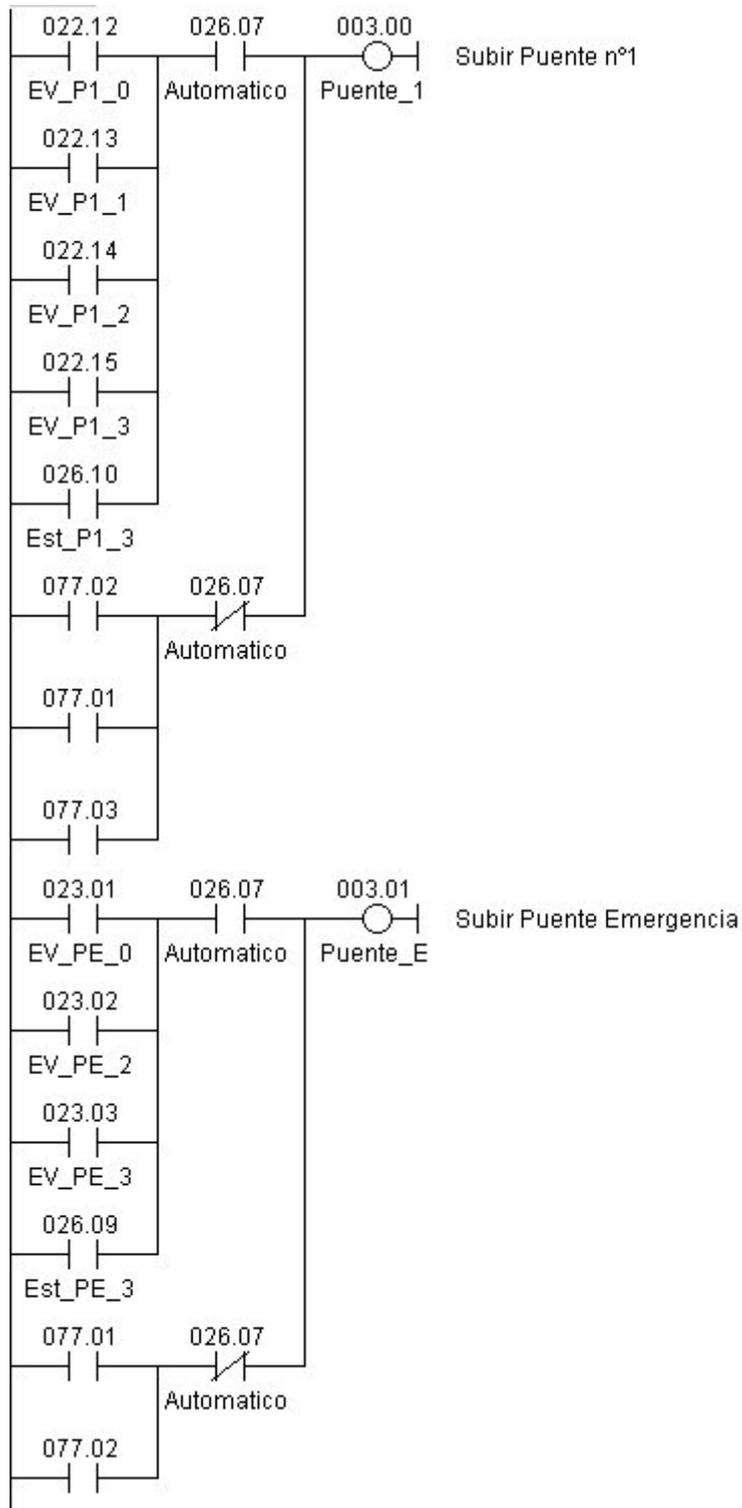


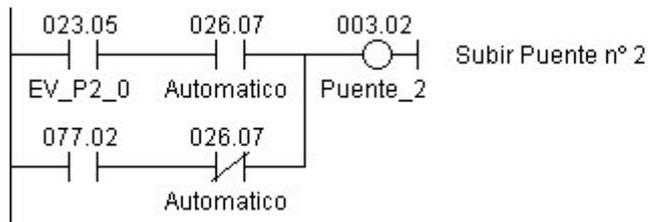




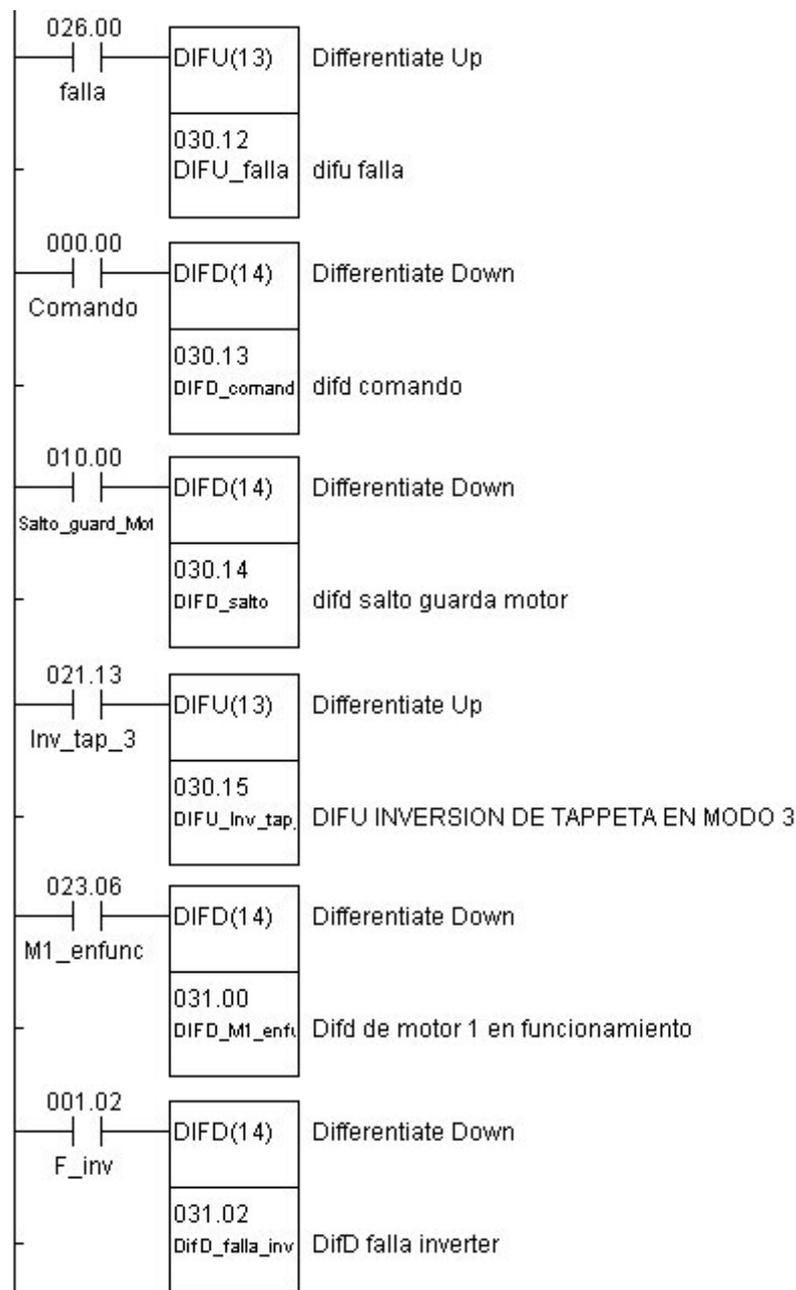


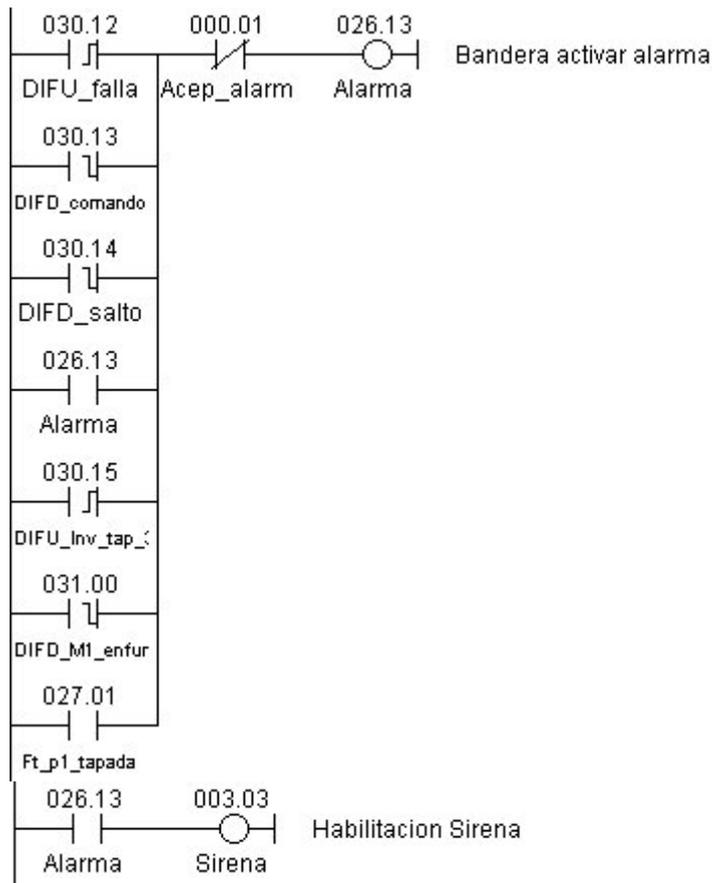
Se realiza lo mismo para los puentes.



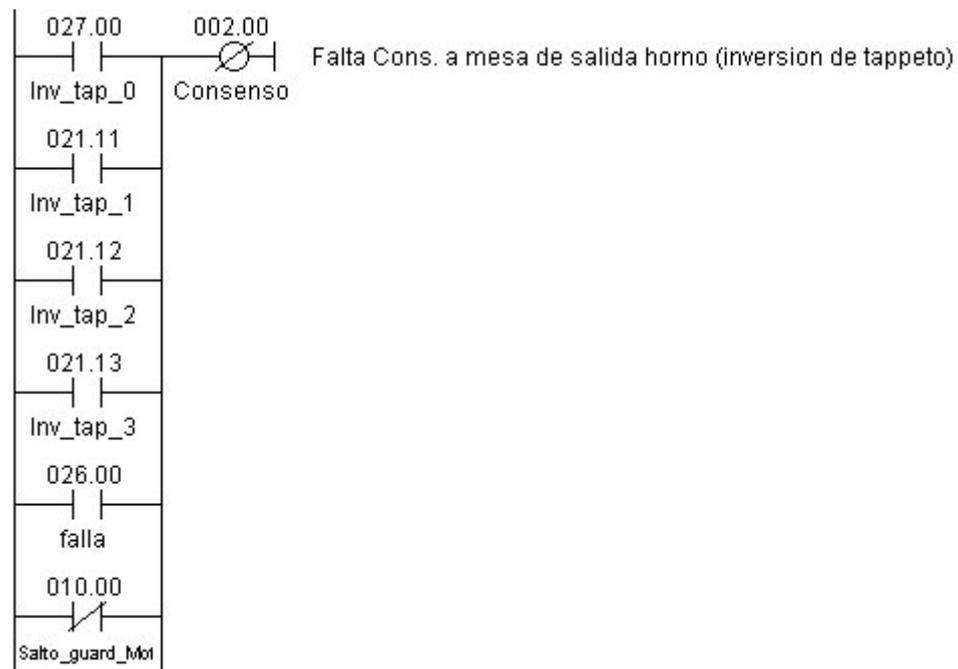


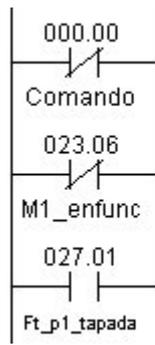
Ahora se procede a verificar las alarmas y fallas del sistema. Se busca solo el flanco que produce la alarma, de modo de autor retenerla para el funcionamiento de la sirena y realizar aceptación de la misma con un pulsador (0.01) eliminando la auto retención. El flanco se obtiene con la función DIFERENCIATE UP o DOWN según corresponda.





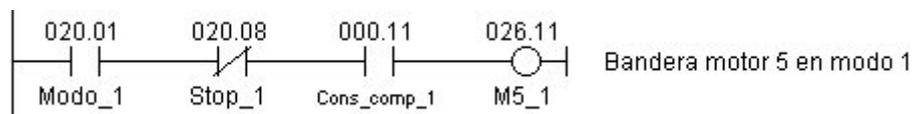
Ahora se procede a realizar el análisis lógico para determinar si se puede aceptar placas en los desviadores o eliminar el consenso de modo que la mesa de salida redireccione las placas hacia el lado opuesto. Para esta red se utilizó la misma filosofía que para los motores y puentes mediante una OR lógica debido a la utilización de esta función en los diferentes modos.



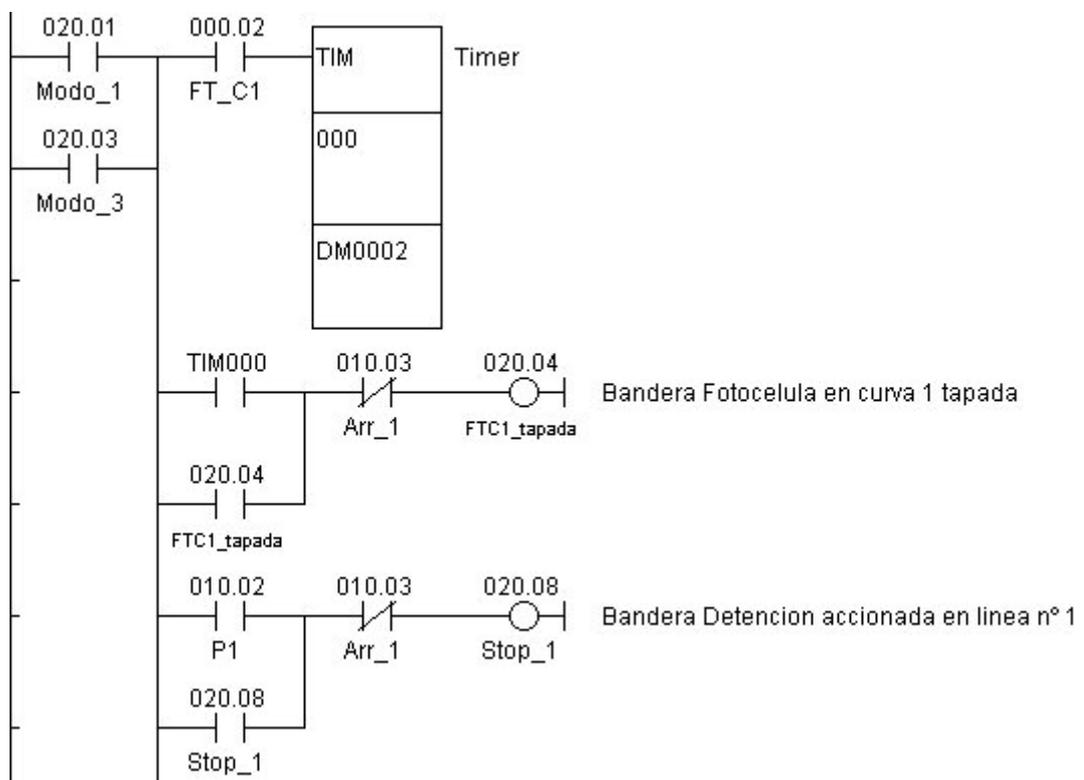


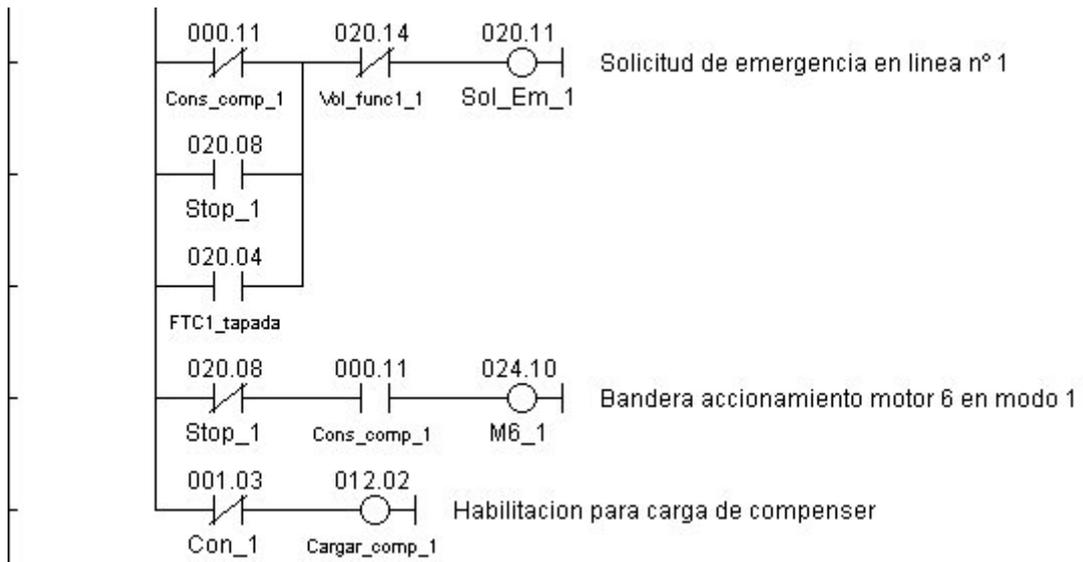
5.2.2 Modo 1.

Bajo este modo de funcionamiento, se trabaja con la línea clasificación N° 1 y se tiene la posibilidad de redireccionar placas a la línea de Emergencia. Inicialmente se pone en marcha el tren que nunca se detiene bajo el compenser. Tanto en cuanto el este se halle habilitado y no se presione el pulsador de parada P1 (10.02) en la línea 1.



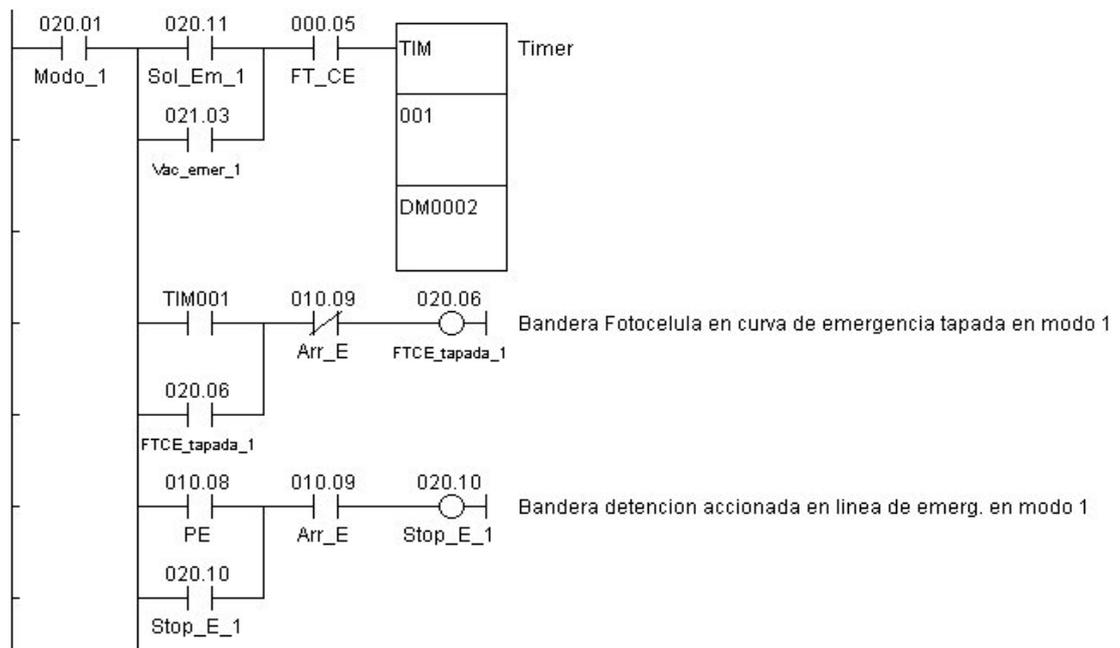
Luego se procede realizar acciones conjuntas para los modos de funcionamiento 1 y 3, verificando que no sucedan problemas. Estos llamados a emergencia ocasionan la puesta en funcionamiento de la línea de emergencia.



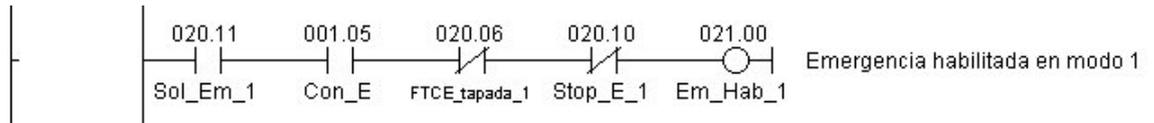


Las acciones para el modo de funcionamiento 1 exclusivamente son las siguientes.

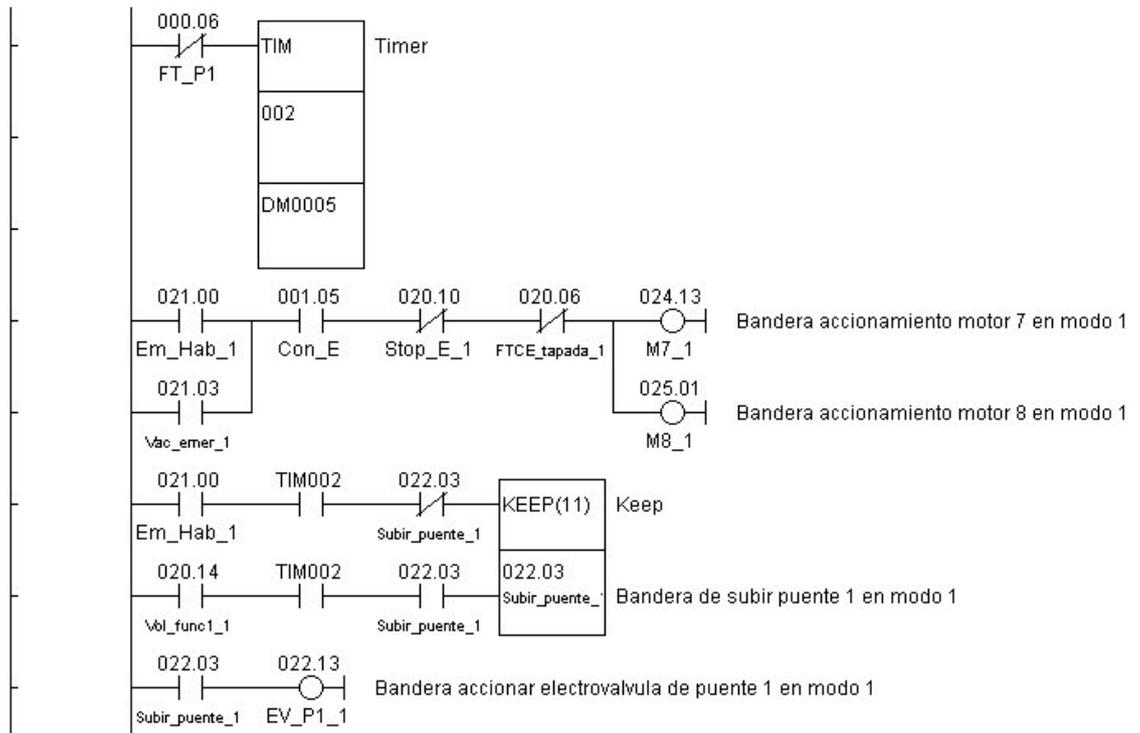
En esta parte del algoritmo se examinan los inconvenientes que podrían ocurrir durante el modo de emergencia. Estos son, obstrucción de la fotocélula en la curva de emergencia (0.05) por mas de un tiempo especificado (TIM 001), presionando el pulsador en línea de emergencia (10.08)



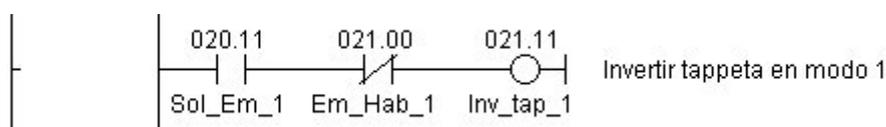
Ante una solicitud de emergencia por parte de la línea 1 se procede a mantener habilitada la línea de emergencia si estas dos acciones mencionadas no suceden y existe consenso de la maquina de emergencia.



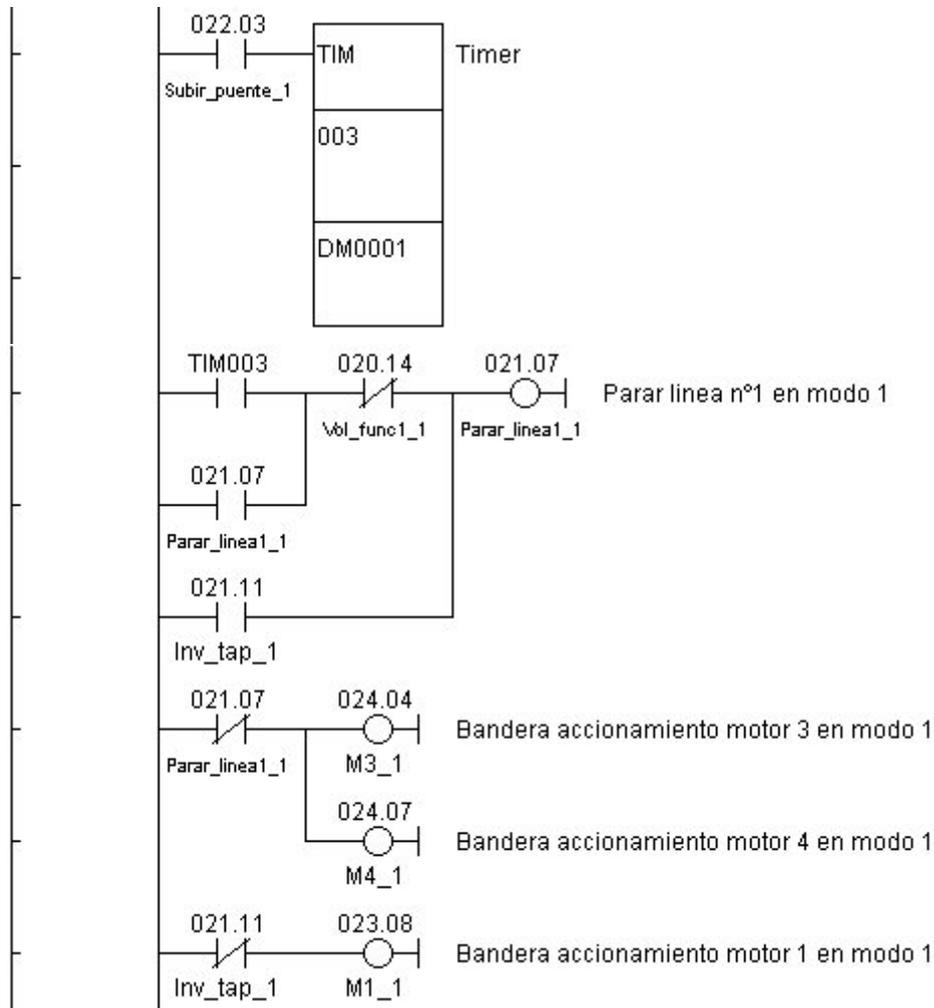
Ahora ya habilitada la emergencia se procede a poner en marcha los trenes de esta línea y verificar que no existan placas debajo del puente, para ello se utiliza un temporizador (TIM002), el cual se inicializa ante la ausencia de placas y se resetea cuando sensa alguna. Por tal motivo si el temporizador alcanza su cuenta final (set point) su salida se activa, ocasionando el movimiento seguro del puente.



La función KEEP es similar al comportamiento de un flip-flop RS y representa el estado del puente. Cuando esta función es activada el puente nº 1 sube, si se resetea, este baja. Se aprovecha el mismo temporizador (TIM002) para verificar ausencia de placas para ambos movimientos. Si existe una solicitud de emergencia cuando no se encontrara lista, se procede a eliminar el consenso de los desviadores ocasionando la inversión de marcha en el tappeto de la mesa. Cortando así el flujo de placas hacia los desviadores.

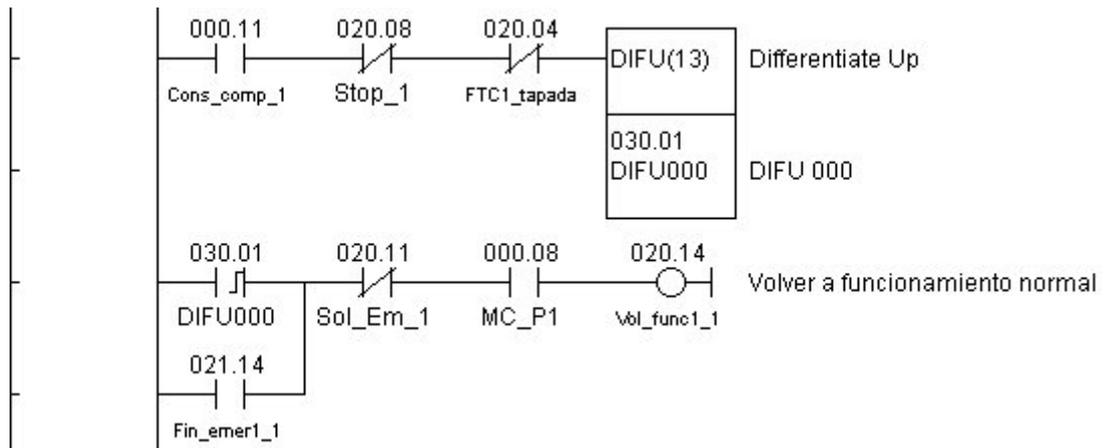


Ahora, una vez que el puente ha cambiado su posición, se procede a detener los trenes del mismo, al igual que los del resto de la línea n° 1. Esta detención no es instantánea, sino mediante un temporizador (TIM003) en un valor configurable (DM0001).

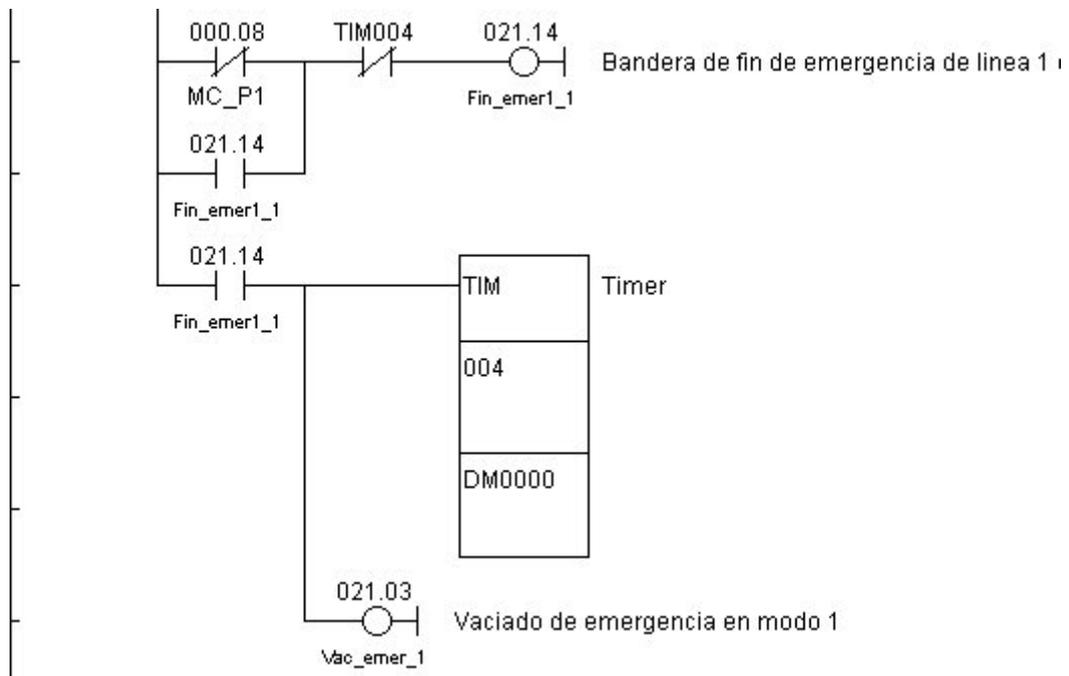


Cuando la línea de clasificación se halla nuevamente habilitada se deben posicionar nuevamente los puentes y accionar los trenes detenidos. Verificando previamente que la línea de clasificación tenga todos sus dispositivos de detención deshabilitados.

Se implementó un bit el cual resetea las funciones de emergencia (volver a funcionamiento normal en la dirección 20.14), tales como la posición del puente arriba reencendido de trenes, etc.

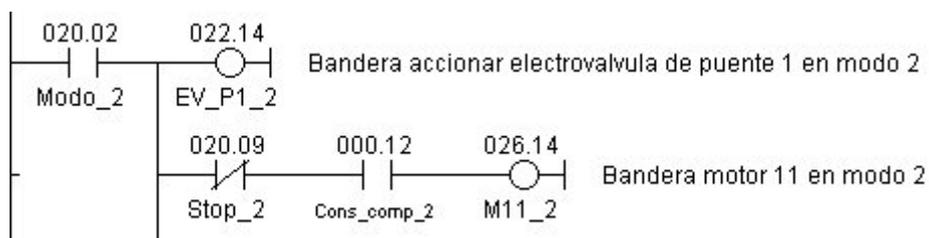


Luego se procede realizar un retardo en el apagado de los trenes de emergencia. (Un vaciado de la línea emergencia para eliminar placas sobre la misma cuando esta ya no este activa)

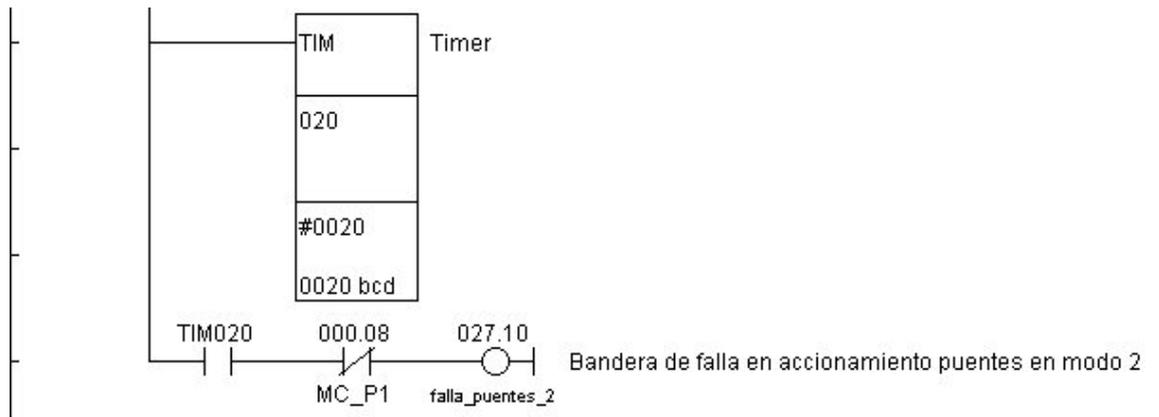


5.2.3 Modo 2.

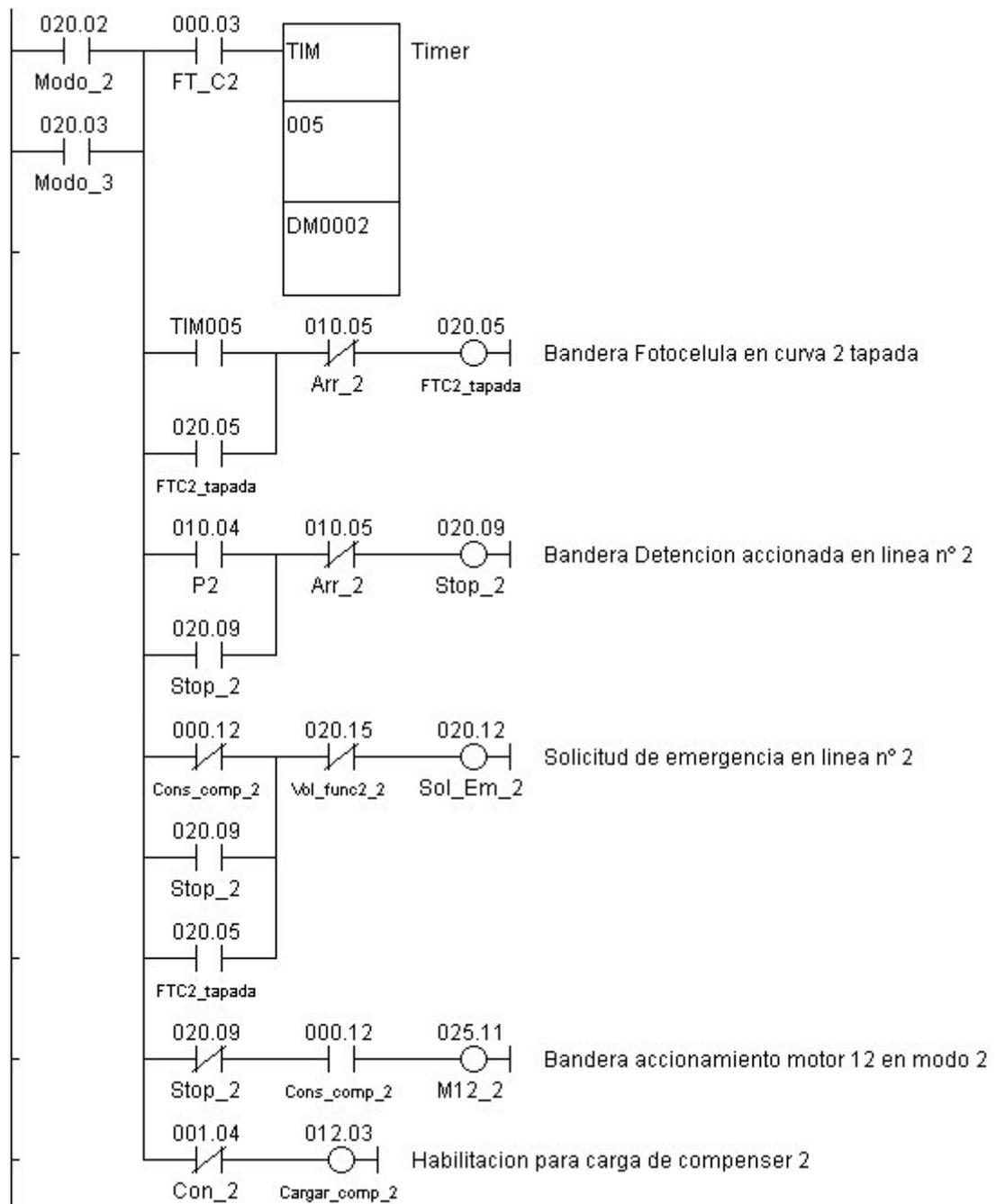
Bajo este modo de funcionamiento, se trabaja con la línea clasificación N° 2 y se tiene la posibilidad de redireccionar placas a la línea de Emergencia. Inicialmente se acciona el puente n° 1, EV_P1_2 (22.14) que no tiene participación alguna en este modo (siempre en alto), se pone en marcha el tren que nunca se detiene bajo el compenser M11 (26.14), tanto en cuanto el este se halle habilitado y no se presione el pulsador de parada P2 (10.04) ubicado en la línea 2 que ocasione un Stop_2 (20.09).



Posteriormente se realiza la verificación de la posición del puente n° 1. Este debe encontrarse siempre en alto mientras el modo 2 se halle activo, pues de otro modo nunca llegarían placas a los demás desviadores. (ver Fig. 3.1). Se activa una falla que accionara la alarma y corte de consenso de los desviadores.



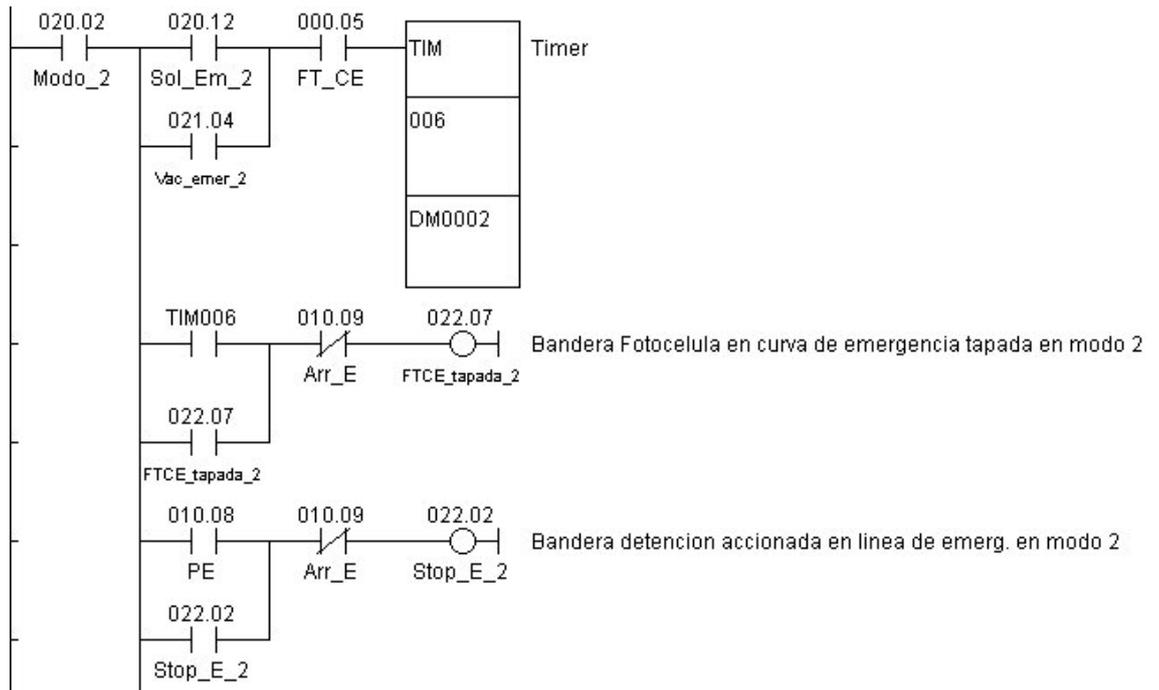
A continuación se especifican las acciones conjuntas para los modos de funcionamiento 2 y 3, verificando que no sucedan problemas. Estos llamados a emergencia ocasionan la puesta en funcionamiento de la línea de emergencia.



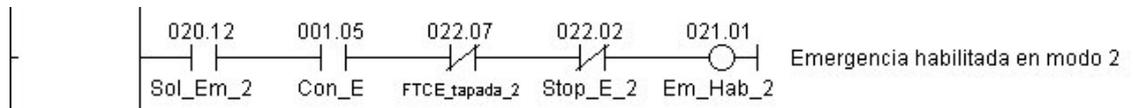
Aquí se han especificado además, las condiciones para la habilitación de carga del compenser (12.03), al igual que el funcionamiento del tren 12 (25.11).

Las acciones para el modo de funcionamiento 2 exclusivamente son las siguientes.

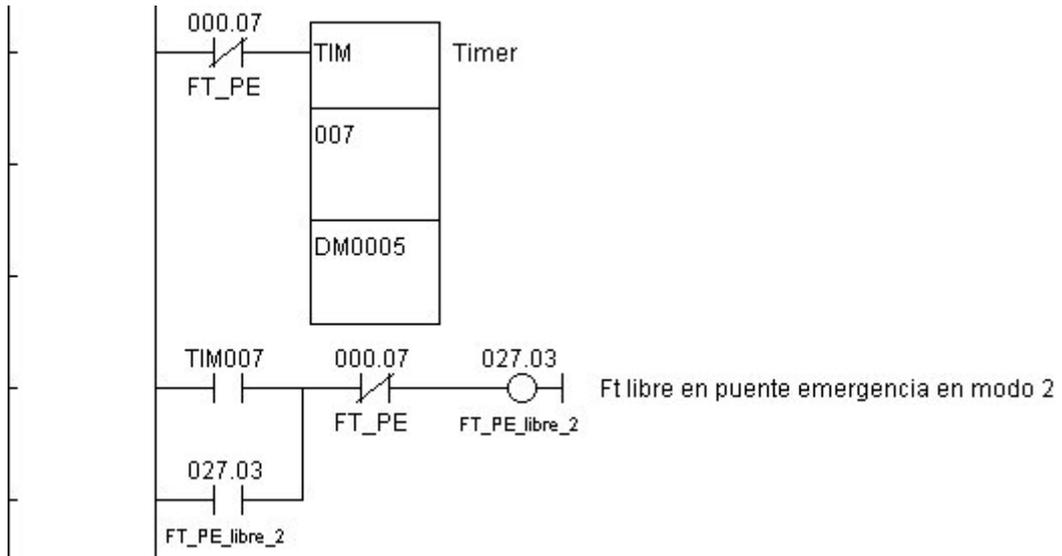
En esta parte del algoritmo se examinan los inconvenientes que podrían ocurrir durante el modo de emergencia. Estos son, obstrucción de la fotocélula en la curva de emergencia (0.05) por mas de un tiempo especificado (TIM 006), presionando el pulsador en línea de emergencia (10.08).



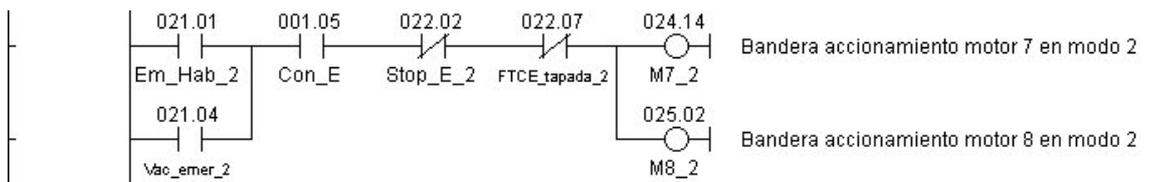
Ante una solicitud de emergencia por parte de la línea 1 se procede a mantener habilitada la línea de emergencia si estas dos acciones mencionadas no suceden y existe consenso de la maquina de emergencia.



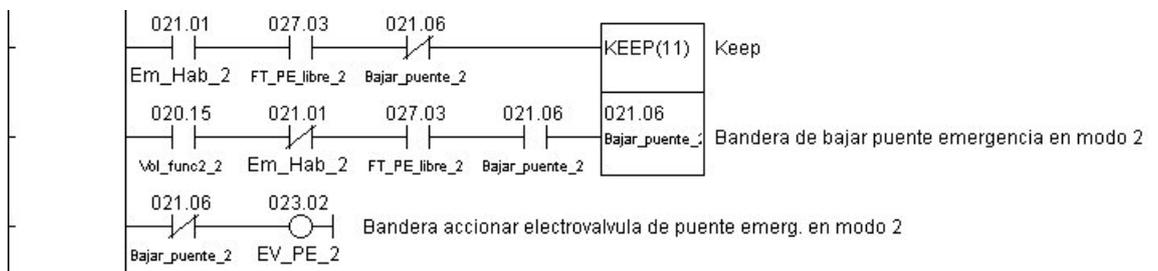
Ahora, ya habilitada la emergencia se procede a poner en marcha los trenes de esta línea y verificar que no existan placas debajo del puente, para ello se utiliza un temporizador (TIM007), el cual se inicializa ante la ausencia de placas y se resetea cuando sensa alguna. Por tal motivo si el temporizador alcanza su cuenta final (set point) su salida se activa, ocasionando el movimiento seguro del puente.



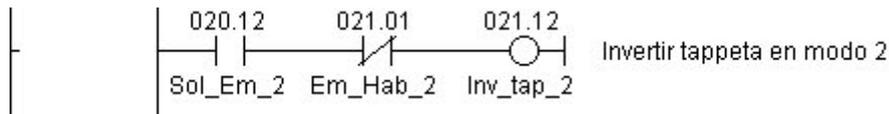
Solo si no se presentan problemas tales como obstrucción en curva, accionamiento de stop a través del pulsador PE y ausencia del consenso de la maquina de emergencia, se ponen en funcionamiento los trenes 7 y 8 (en línea de emergencia).



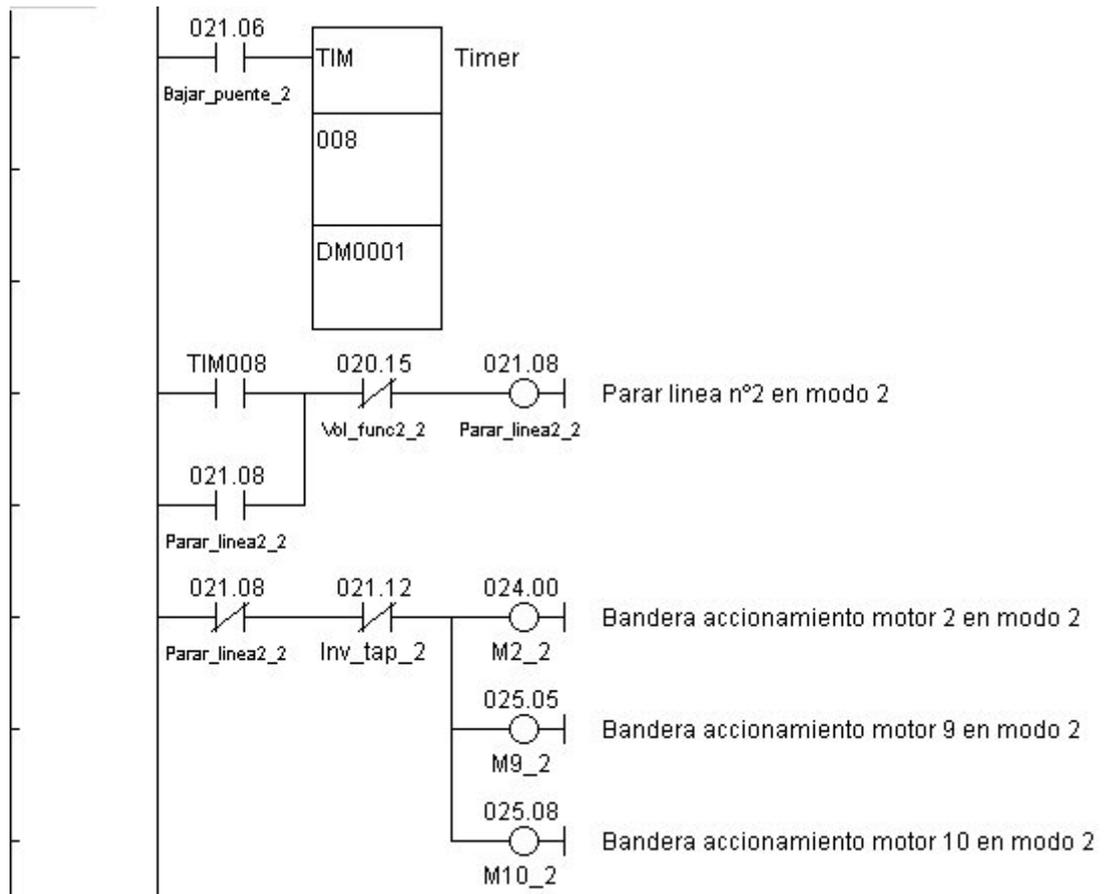
Ahora se utiliza la función KEEP, similar al comportamiento de un flip-flop RS y representa el estado del puente. Cuando esta función es activada el puente nº 2 baja, si se resetea, este sube. Se aprovecha la bandera de FT_PE_libre_2 (27.03) activada bajo el temporizador TIM007 para verificar la ausencia de placas bajo el puente para ambos movimientos.



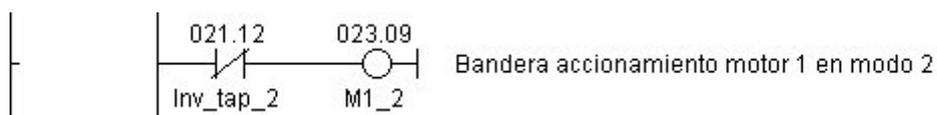
Si existe una solicitud de emergencia cuando esta no se encuentra lista, se procede a eliminar el consenso de los desviadores ocasionando la inversión de marcha en el tappeto de la mesa. Cortando así el flujo de placas hacia los desviadores.



Ahora, una vez que el puente ha cambiado su posición, se procede a detener los trenes del mismo, al igual que los del resto de la línea n° 2. Esta detención no es instantánea, sino mediante un temporizador (TIM008) en un valor configurable (DM0001).

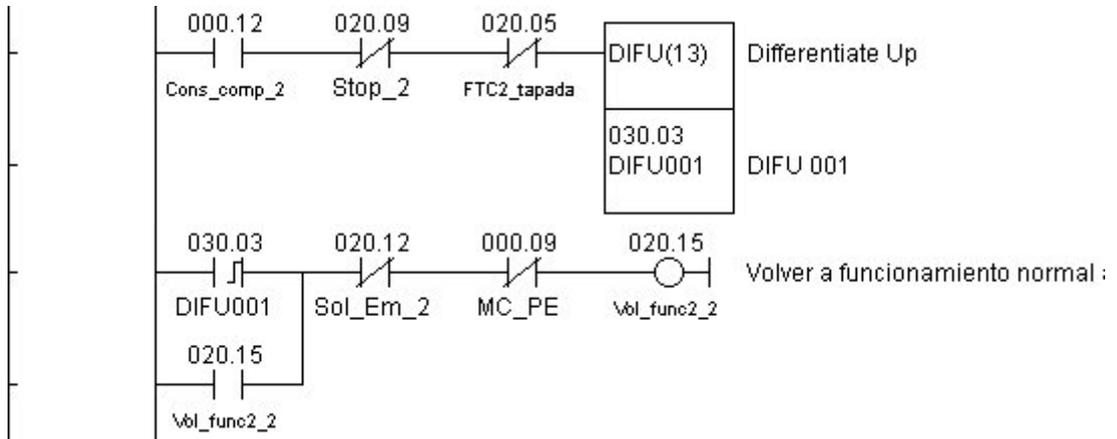


También se tuvo en cuenta que el tren n° 1 debe permanecer activo ante una solicitud a emergencia, pues de otro modo las placas no llegarían hasta el puente de la línea de emergencia. El único caso en el cual este debe detenerse es, si existe una inversión de tapetto de la mesa de salida del horno.

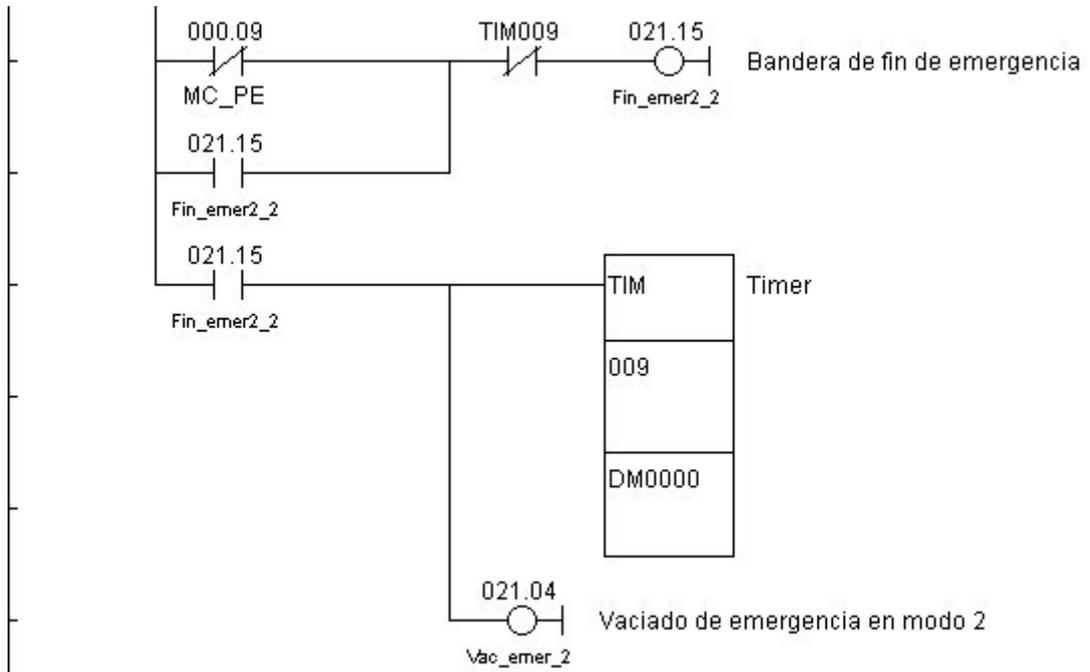


Cuando la línea de clasificación se halla nuevamente habilitada se deben posicionar nuevamente los puentes y accionar los trenes detenidos.

Verificando previamente que la línea de clasificación tenga todos sus dispositivos de detención deshabilitados.
 Se implemento un bit el cual resetea las funciones de emergencia (volver a funcionamiento normal en la dirección 20.14), tales como la posición del puente arriba reencendido de trenes, etc.



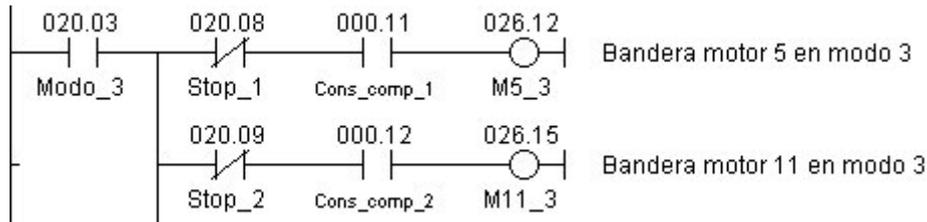
Luego se procede realizar un retardo en el apagado de los trenes de emergencia. (Un vaciado de la línea emergencia para eliminar placas sobre la misma cuando esta ya no este activa)



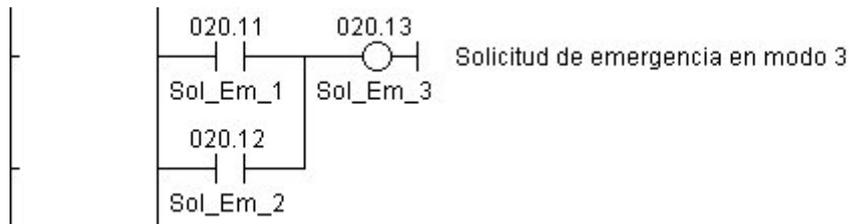
5.2.4 Modo 3.

Bajo este modo de funcionamiento, se trabaja con la línea clasificación n° 1 y n° 2 simultáneamente y se tiene la posibilidad de redireccionar placas a la línea de Emergencia.

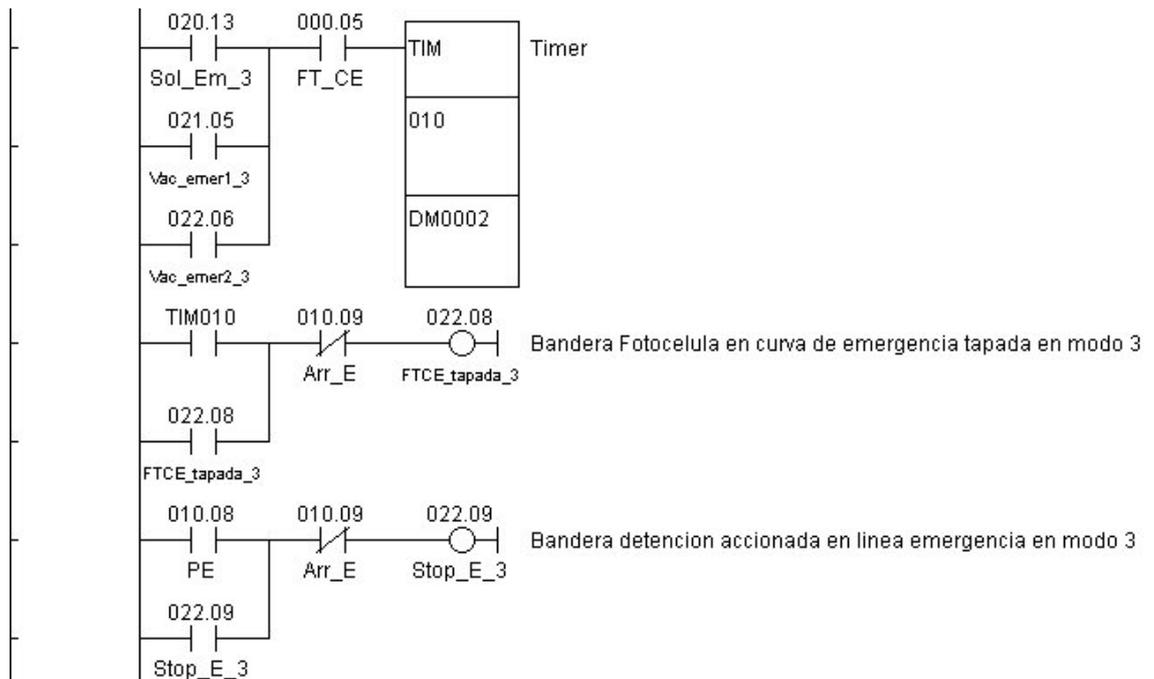
Inicialmente se comienza por poner en marcha los trenes bajo los compenser por las mismas razones enunciadas en los dos modos de funcionamiento anteriores.



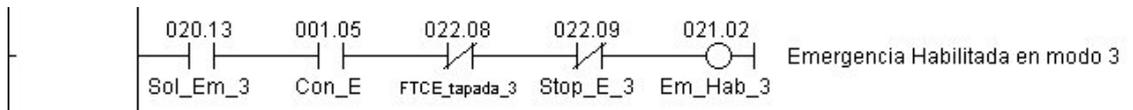
Las funciones de solicitud a emergencia de cada línea fueron realizadas en conjunto con los modos anteriores. Se unifica a una sola mediante la siguiente red.



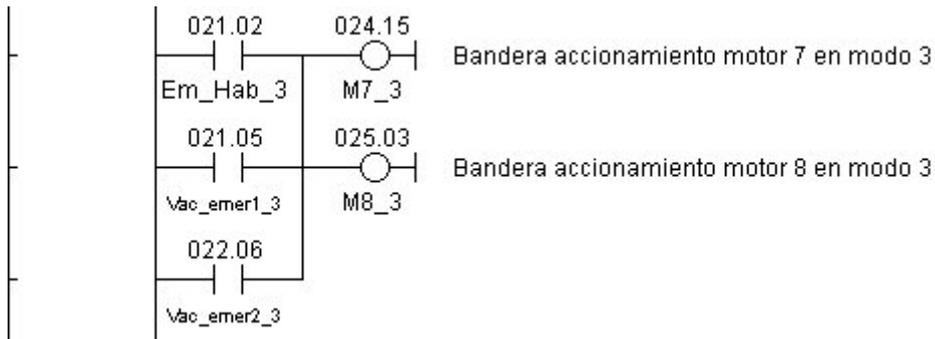
Ahora se verifica que la línea de emergencia no presente problemas.



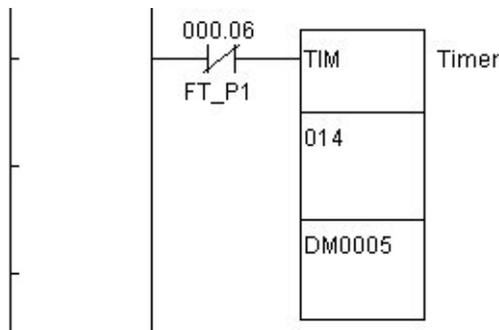
Si ninguna de estas condiciones esta presente, y existe el consenso de la maquina de emergencia, se habilita esta bajo el modo 3.



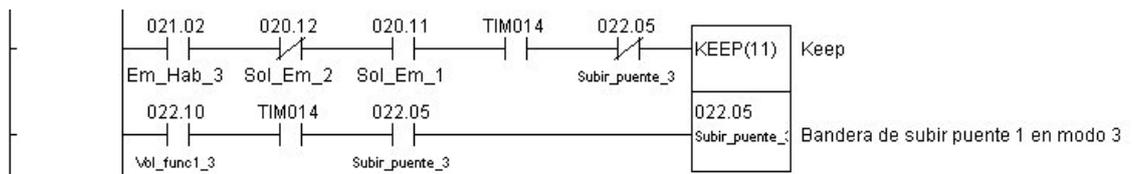
Nuevamente se habilita el funcionamiento de los trenes pertenecientes a la línea de emergencia.



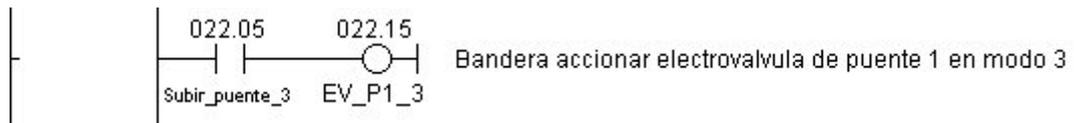
Ahora se procede a evaluar las acciones a tomar en el caso de que solo la línea n° 1 realice una solicitud de emergencia. Inicialmente se verifica que no existan placas durante un lapso previo al movimiento del puente.



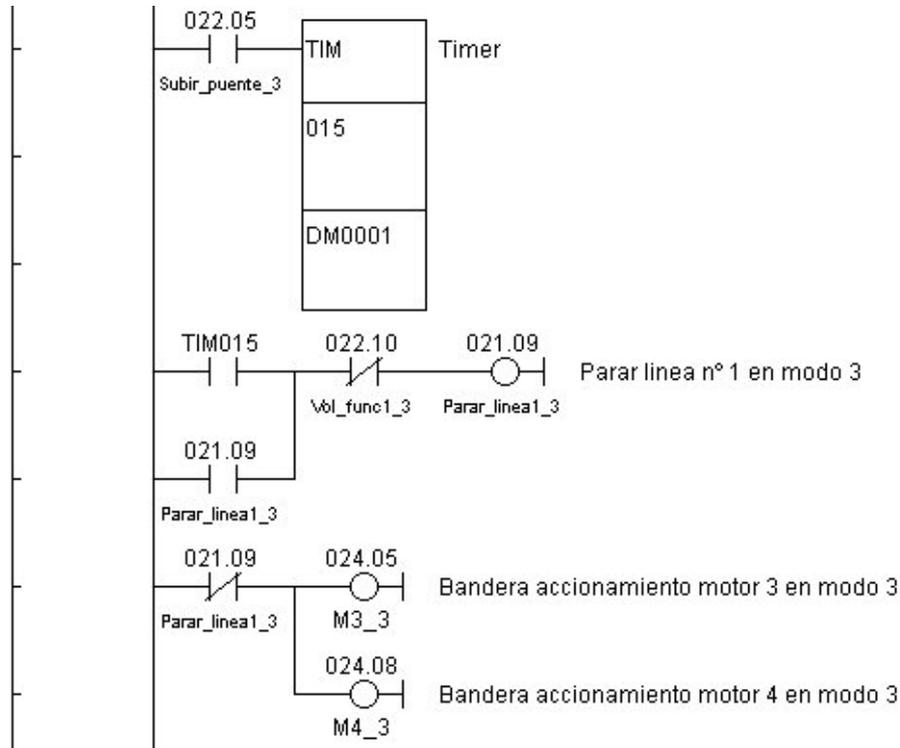
Posteriormente, se procede a realizar el cambio de posición del puente mediante un bit bajo la función keep. La misma función lo hará bajar al resetearse cuando se active el bit de volver a funcionamiento.



Luego se activa el bit que comanda la Electro válvula neumática del puente.

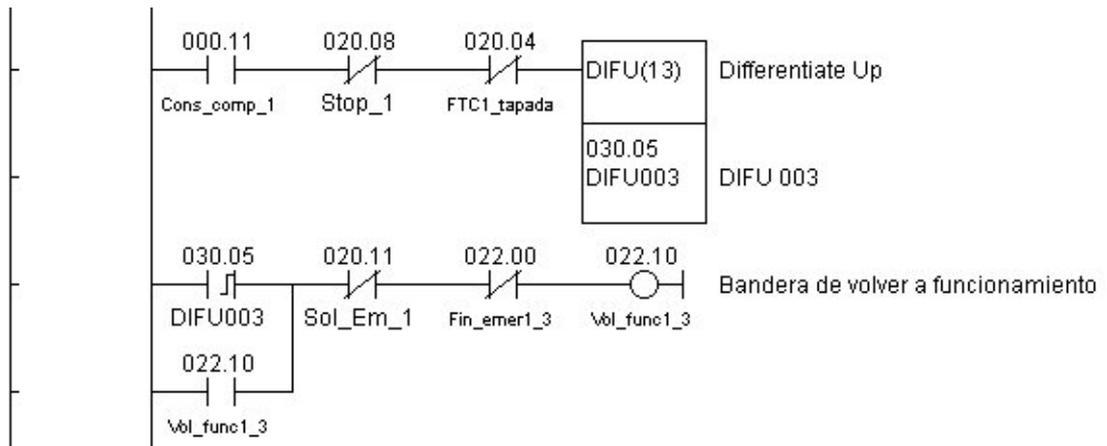


Luego se realiza la temporización requerida para detener la línea N°1 una vez habilitada la Emergencia.



Bajo estas condiciones se está utilizando la línea de emergencia y la línea N°2. La línea N°1 se halla detenida.

Ahora, cuando la línea N°1 vuelve a funcionar, retorna el consenso al compenser y este comienza a descargarse. Luego se procede a retornar el consenso a los desviadores de modo que se debe restaurar el funcionamiento normal. Para ello se verifica que no estén presentes banderas de detención como Stop_1 (20.08) y FTC1_tapada (20.04). Se activa la bandera Vol_func1_3 (22.10).

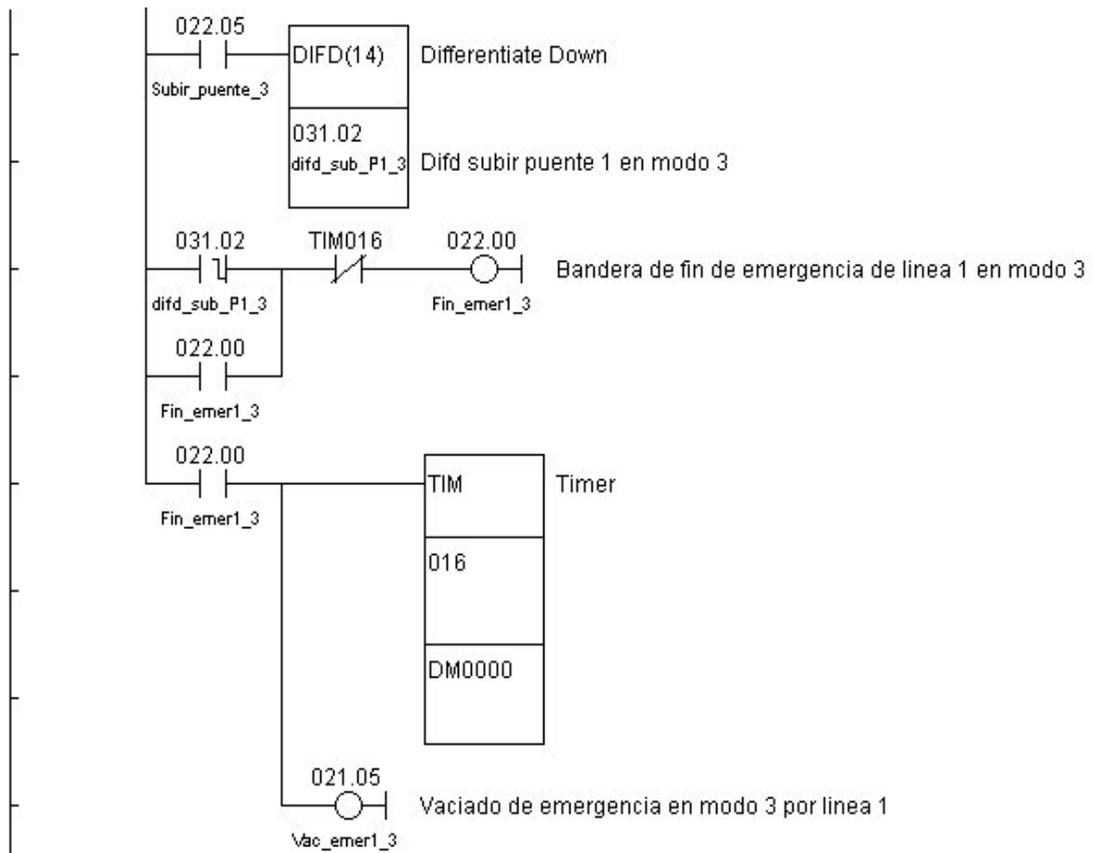


Esta bandera permanecerá encendida mientras no se repita una solicitud de emergencia (20.11) o bien se complete el proceso de retorno a funcionamiento normal de la línea 1 (22.00).

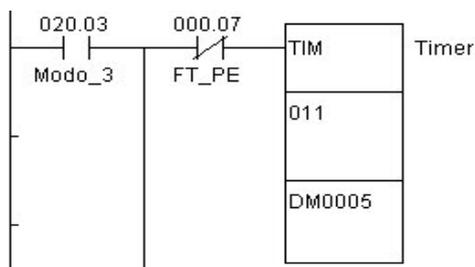
Para determinar que este proceso se complete, se procede a verificar la desaparición de la bandera que inhabilita el puente 1 Subir_puente_3 (22.05), mediante un DIFD (31.02).

Esta función detecta el flanco negativo de la bandera 22.05. De modo que enclava otra bandera Fin_emer1_3 (22.00)

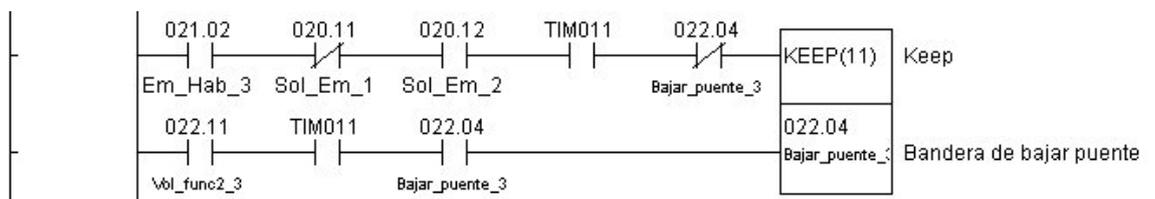
Este enclavamiento se mantendrá tanto como dure el contacto temporizado TIM 016. La bandera Vac_emer1_3 (21.05) se activa cuando se activa Fin_emer1_3 solo a modo de facilitar el seguimiento de la lógica a lo largo del algoritmo. Este contacto posibilita el vaciado de la línea de emergencia una vez retornado el consenso de la línea 1.

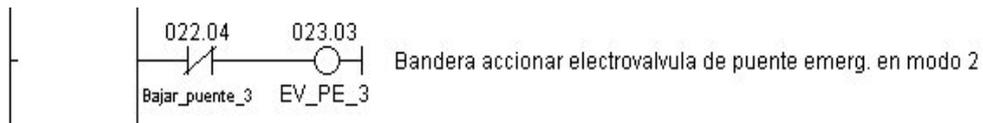


Ahora se procede a evaluar las acciones a tomar en el caso de que solo la línea n° 2 realice una solicitud de emergencia. Inicialmente se verifica que no existan placas durante un lapso previo al movimiento del puente. Se emplea el temporizador TIM 011.

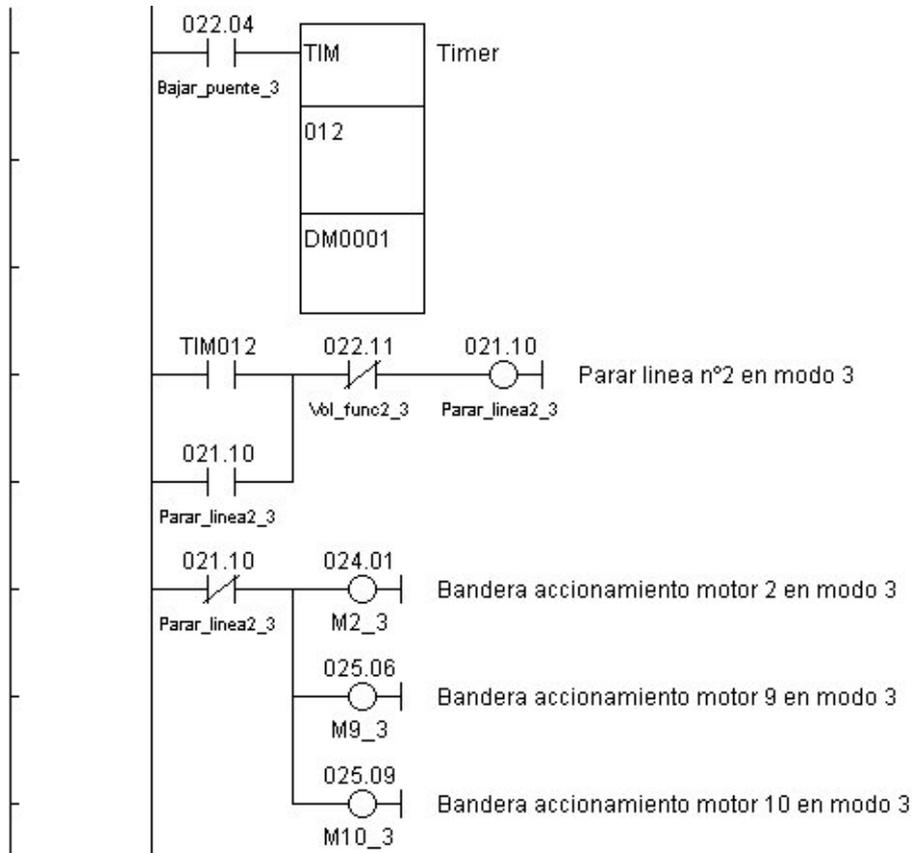


Posteriormente, se procede a realizar el cambio de posición del puente mediante un bit bajo la función keep. La misma función lo hará subir al resetearse cuando se active el bit de volver a funcionamiento (22.11). Luego se activa el bit que comanda la Electro válvula neumática del puente (23.03) en la sección principal del algoritmo.



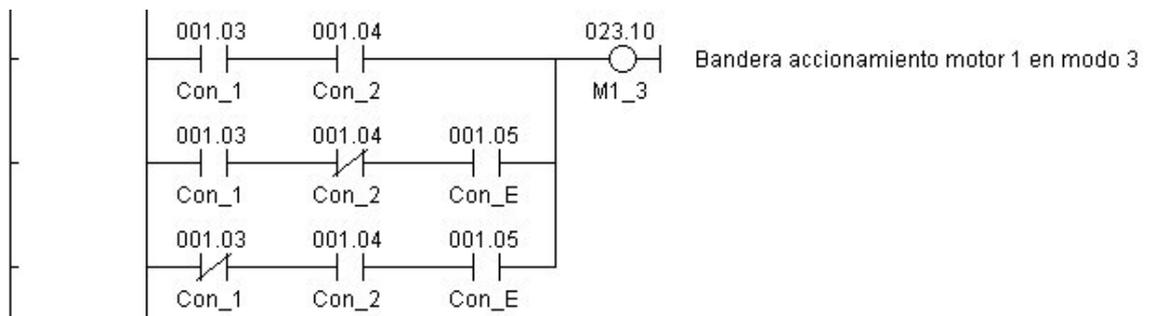


Luego se realiza la temporización requerida para detener la línea N°1 una vez habilitada la Emergencia.

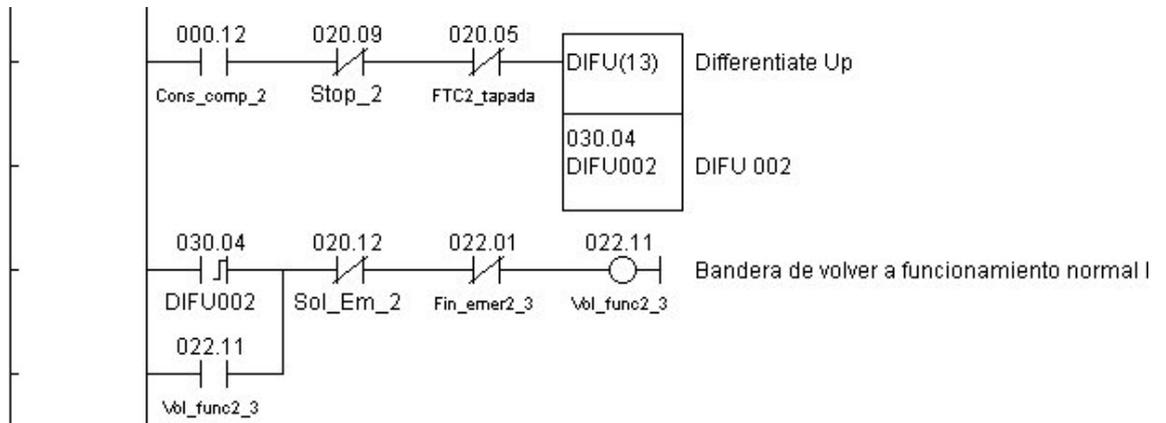


A continuación se analizan las condiciones para mantener en marcha el tren N°1.

Este permanecerá activo mientras ambas líneas funcionen, o bien solo una de ellas acompañada por la de emergencia. Cualquier otro caso realizara una inversión de tappeto y el consiguiente desvío de placas al otro lado de la mesa de salida del horno.

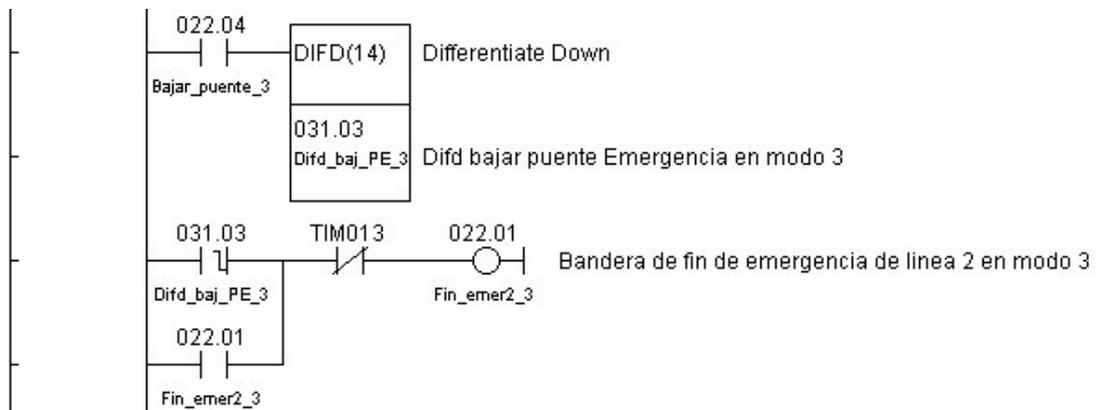


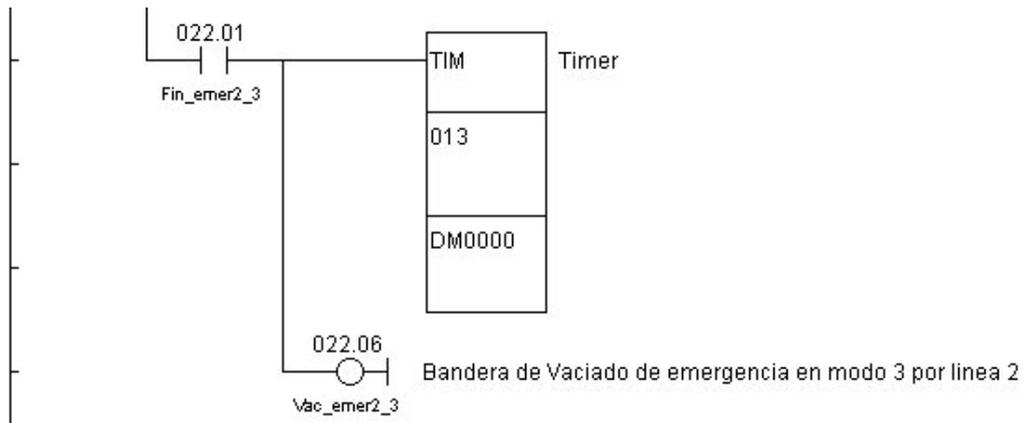
Ahora se procede a analizar las condiciones necesarias para volver al funcionamiento normal de la línea N°2. Cuando estas se cumplen se obtiene un pulso que enclava la bandera Vol_func2_3 (22.11).



Este bit será reseteado solo si sucede una nueva solicitud de emergencia en la línea 2 (20.12) o bien se complete definitivamente el proceso de retorno a funcionamiento normal (22.01).

Este último se genera mediante la siguiente red. Al detectar el cambio en el puente de emergencia (reseteo del bit Bajar puente) mediante la función DIFD (31.03), se enclava una bandera de fin de emergencia, la cual es reseteada una vez cumplido el tiempo de vaciamiento de emergencia dado por el TIM 013



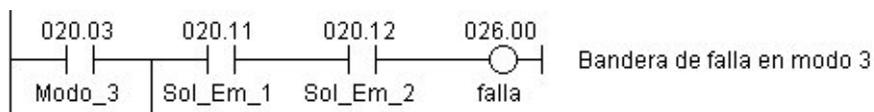


Se debe tener en cuenta, que solo a modo facilitar el seguimiento de la lógica a lo largo del algoritmo, el bit vac_emer2_3(22.06) se habilita al cuando lo hace Fin_emer2_3(22.01). Este contacto posibilita el vaciado de la línea de emergencia una vez retornado el consenso de la línea 2.

Ahora se describe el funcionamiento normal bajo el modo 3, (entiéndase normal al no existir solicitudes de emergencias activas). O sea esta parte del algoritmo genera la alternancia de los puentes para proveer placas a las líneas 1 y 2 simultáneamente.

La lógica bajo modo 3 antes mencionada (acciones ante solicitudes de emergencia en línea 1 y 2) conviven con el siguiente algoritmo gracias a la lógica ya explicada empleada en todo el programa (OR en salidas). Por lo que si un puente es accionado deshabilitando su uso antes una solicitud de emergencia, cualquier acción de alternancia sobre este, no modificara su estado. (Prevalecen las emergencias) .

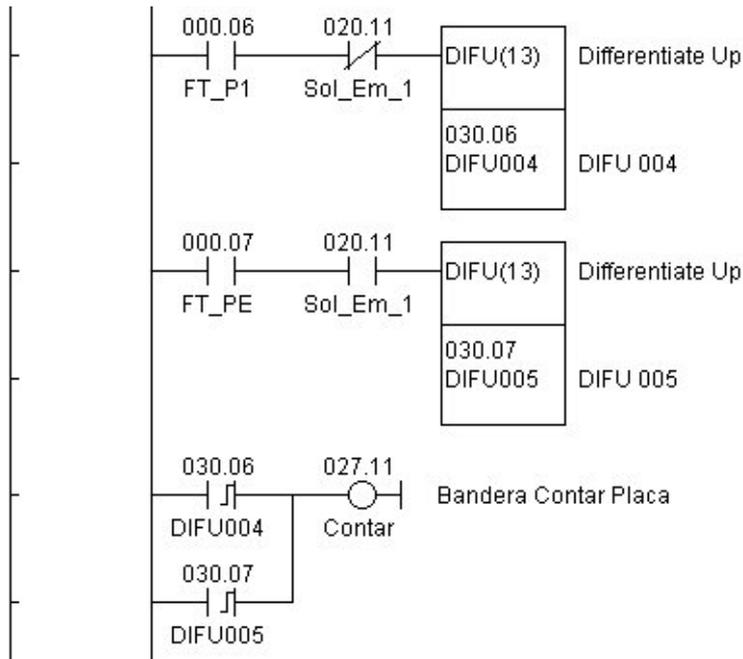
Primero se activa una bandera de Falla (26.00) si se cumple la condición de ambas solicitudes de emergencias activas. Invertiendo el sentido de tracción del tappeto en la mesa de salida del horno.



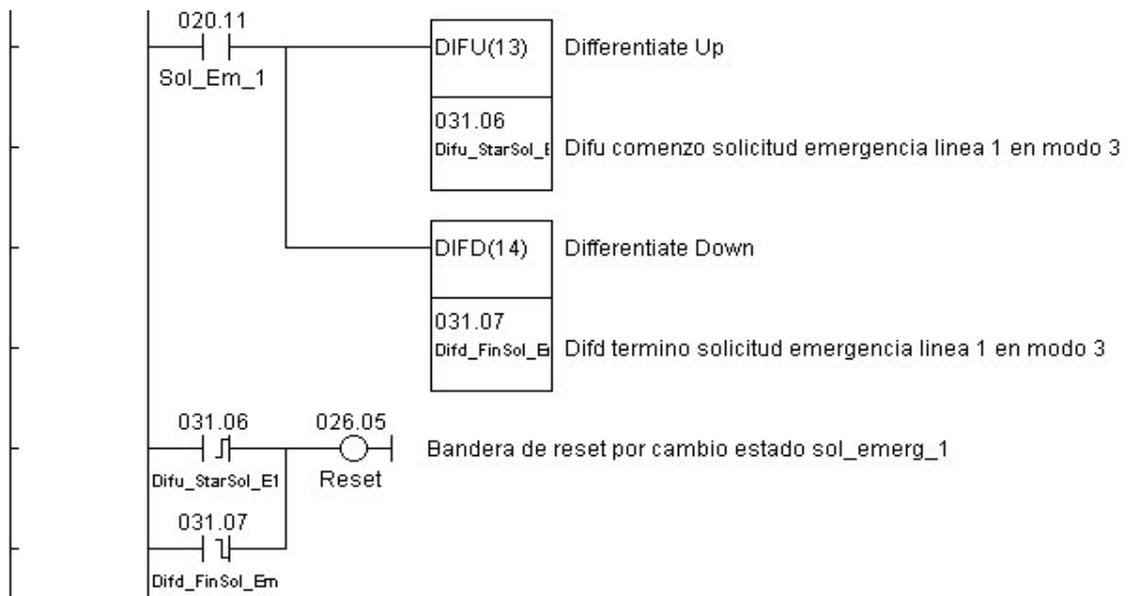
Luego se activa el bit de contar (27.11) cuando las FT de los puentes 1 y de emergencia detectan material. Solo una de estas produce el conteo, dependiendo si se esta bajo la solicitud de emergencia de la línea 1.

O sea, si no existe solicitud de emergencia de la línea 1 el conteo y alternancia de puente se realiza con el puente 1. Ahora si existe esta solicitud de emergencia, las acciones las realiza el puente de emergencia.

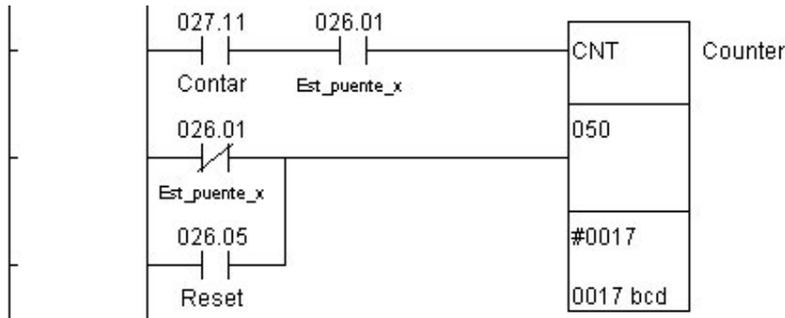
Se emplean DIFU y DIFD de modo que solo producir un pulso ante los flancos producidos por las FT.



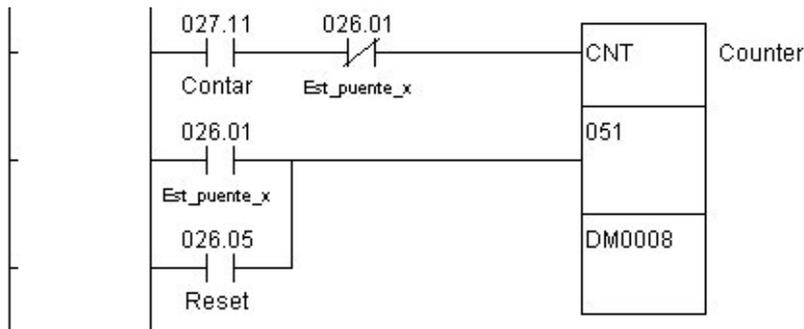
Se requiere detectar cuando se produce un cambio en la bandera de solicitud de emergencia, para resetear los contadores luego.



El siguiente bloque contabiliza las placas que se deben de dejar pasar cualquiera fuese el puente en acción.

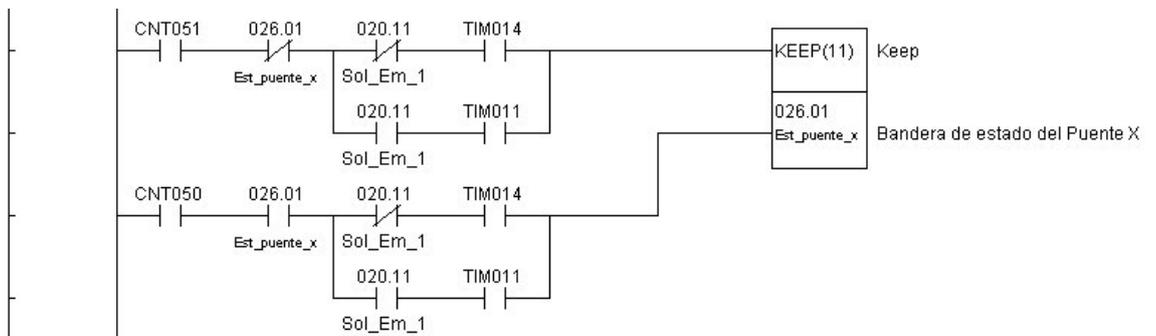


El CNT051 contabiliza sin embargo las placas que se deben levantar con el puente activo.

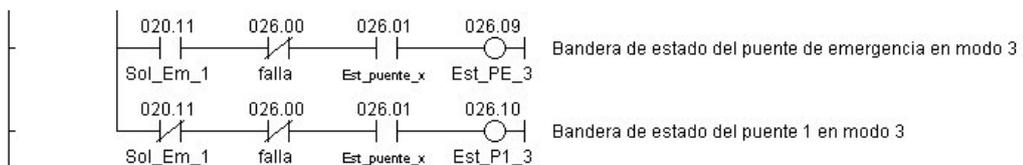


Cualquiera de estos contadores que alcance su cuenta final deberá cambiar el estado del puente en cuestión. (Este puente será según sea el estado del bit Sol_Em_1). Obviamente deberá verificar primero que no existan placas debajo del mismo ,tarea llevada a cabo por el TIM014 para el puente 1 y TIM011 para el puente de emergencia.

La siguiente red realiza esta tarea.



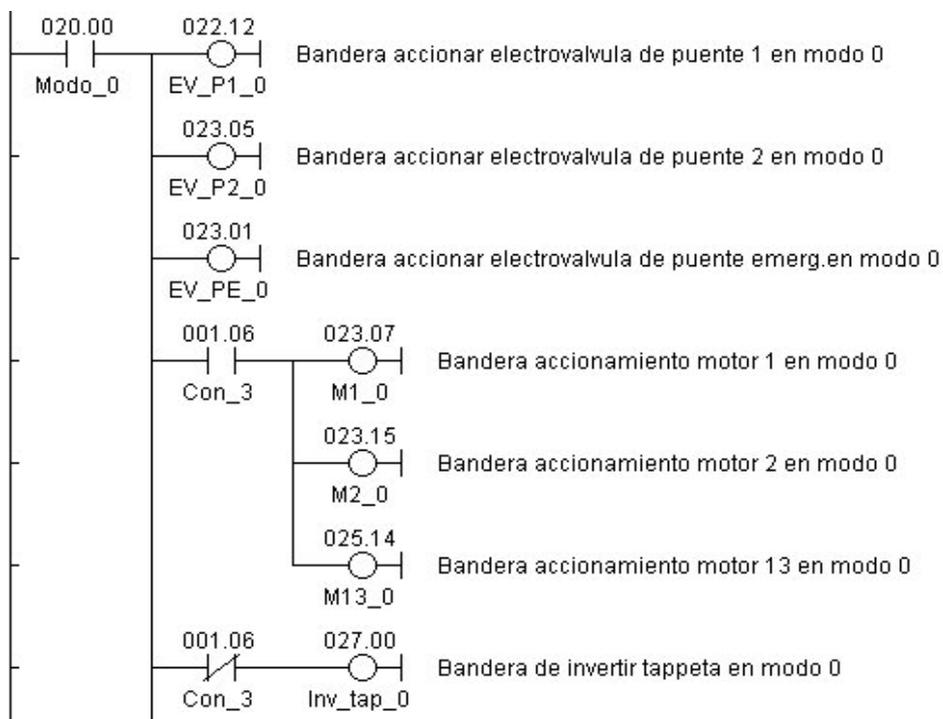
La denominación del puente no hace referencia a cual de ellos se trata. Esto se determina en la siguiente red.



Entonces, si no existe falla (26.00), el estado del puente de emergencia (26.09) será el estado del puente X (26.01) (el cual oscila) mientras el bit Sol_Em_1 este activo (línea 1 en emergencia).
De otro modo , con el bit Sol_Em_1 apagado (línea 1 activa), la alternancia la realizara el puente 1(26.10) al copiar la lógica oscilante del Puente X (26.01).

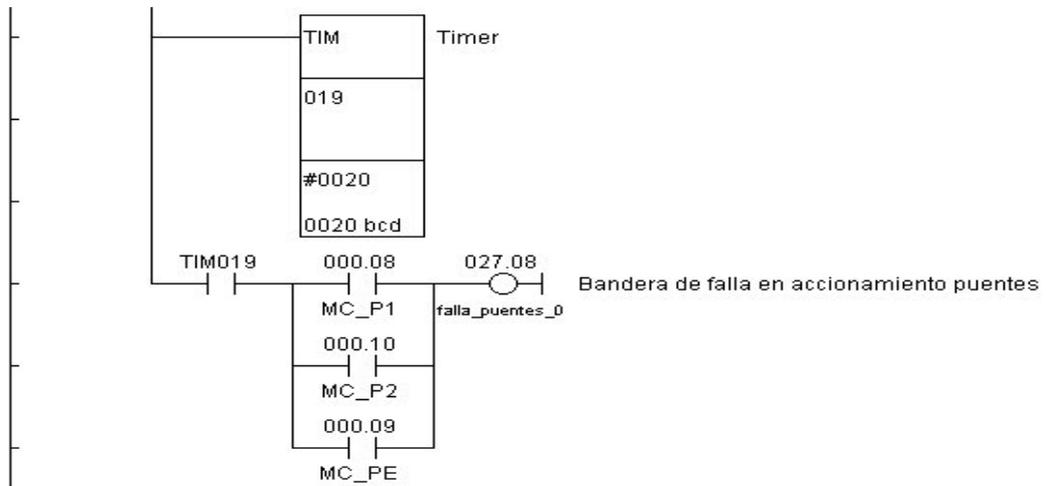
5.2.5 Modo 0.

Bajo este modo de funcionamiento, se trabaja con la línea clasificación n° 3 , bajo el formato de placas 10x10.
No existe posibilidad de redireccionar las placas hacia la línea de emergencia debido a las reducidas dimensiones físicas de las placas. Por lo que en caso de solicitar la detención de los trenes que proveen placas a la línea 3, se interrumpe el consenso de los desviadores ocasionando la inversión de giro del tapetto. Los puentes desviadores no tienen participación alguna por lo que se los deshabilita por completo. Solo existe transporte de placas por los trenes 1 , 2 y 13.



Se realiza una sencilla verificación de la posición de los puentes de modo que no interrumpan el recorrido de las placas. Se implementa un

temporizador actuando como retardo a la conexión para activar esta opción.



Capítulo 6

Conclusiones

El sistema funcionó muy bien desde el primer intento. En cuanto a la parte eléctrica, fue necesario ajustar algunos parámetros como velocidad de motores para las curvas y cambios de velocidad para la separación de placas. Hubo que acondicionar algunos sensores para que funcionen adecuadamente, ajustando la sensibilidad de los mismos. Mientras que para el software desarrollado no se encontraron contratiempos importantes.

En general el sistema se desenvuelve en forma muy audaz, quizás algunos puntos a rever son aquellos que se enumeran en el capítulo "Mejoras Sugeridas" en la página siguiente, pero solo son mejoras para un funcionamiento mas eficaz aun.

En cuanto a la experiencia adquirida se debe nombrar en primer lugar el manejo de PLC`s, su programación, utilización y la interacción con los demás dispositivos que conforman el sistema. En este mismo sentido se debe hacer mención al manejo de los inversores (inverters) para motores de alterna y los sensores diseminados en toda la línea.

Quizás otro de los puntos mas importantes (e imposibles de resumir en palabras) de este proyecto, fue en si, el trabajo en equipo realizado con demás profesionales de diferentes rubros para llevar a cabo este desarrollo.

Capítulo 7

Mejoras Sugeridas

Estas mejoras sugeridas fueron surgiendo una vez que el sistema estuvo en marcha. Por lo que son de carácter práctico exclusivamente.

Un mejor funcionamiento del sistema se logra al colocar una serie de micro contactos en puntos intermedios del compensador (compenser), a fin de detectar la carga de placas próxima al desbordamiento del mismo. El pasaje a emergencia se realiza llegado a este punto, logrando que se cargue las placas restantes sobre la línea mientras el sistema de desviadores espera unos instantes para realizar el cambio. Posteriormente al retornar el consenso en la línea, solo se habilita el retorno de placas a la misma, cuando el compenser halla descargado un gran porcentaje de las placas que este posee (accionamiento de un segundo micro contacto). De esta forma se evita los excesos de carga continuos del compenser al retornar en forma intermitente el consenso de las líneas. Sin posibilidad de almacenamiento de placas durante estos lapsos.

Otra sugerencia es la modificación del modo de trabajo del sistema tal que este almacene placas sobre la línea en vez de realizar el vaciado de las misma (sobre cada tramo independiente de línea, al colocar fotocélulas al final de cada tren de transporte). De este modo si se detiene la mesa de clasificación el tren anterior solo se detendrá cuando existan placas al final de este (próximo a la entrada del dispositivo detenido). Así se comportaría con cada tren hasta pasar a emergencia o bien cortar definitivamente el consenso de la mesa de salida del horno. La ventaja es en primer lugar, el tiempo que se gana hasta llegar a un pasaje a emergencia (evitando los pasajes a emergencia ocasionados por micro cortes). El otro punto a favor es al retornar los consensos, la línea queda totalmente cargada, con placas listas para ser clasificadas, que de otro modo tendrían que ser colocadas nuevamente en la línea. La desventaja es el costo que ello asume, la colocación de 13 fotocélulas adicionales y el cableado de todo el sistema.

Una última sugerencia es la de modificar la forma en que los puentes trabajan. Pese a que se logró que el algoritmo solucionara el problema (ya explicado en los primeros capítulos) de aplastamiento de placas, se introdujo en el sistema un retardo ocasionado por el tiempo requerido para realizar las maniobras con los puentes. Si los puentes desviadores pivotean por el otro extremo el cambio es instantáneo, logrando una mayor eficiencia.

ANEXO

-A-

Hojas de datos.

A-1

PLC Omron C40H
Modulo de Expansión C40H

A-2

Inverter Omron 3G3SV y modulo de
programación

A-3

Modulo panel LCD Omron

ANEXO

-B-

PLANOS ELECTRICOS.

ANEXO

-C-

FOTOGRAFIAS.