

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA,
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERÍA**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL
AUTOMÁTICO PARA LAS BANDAS TRANSPORTADORAS DE
OBLEAS DE GENERAL SNACK”**

RUBÉN ESTEBAN MANOSALVAS SCACCO

SANGOLQUÍ - ECUADOR

2007

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto de grado titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA LAS BANDAS TRANSPORTADORAS DE OBLEAS DE GENERAL SNACK” ha sido desarrollado en su totalidad por señor Rubén Esteban Manosalvas Scacco, bajo nuestra dirección.

Ing. Paúl Ayala
DIRECTOR

Ing. Hugo Ortiz
CODIRECTOR

AGRADECIMIENTO

A mis padres, hermanos y amigos que supieron extenderme su mano en los momentos más difíciles de mi formación académica y social.

A los profesionales, Ing. Paúl Ayala, e Ing. Hugo Ortiz quienes me brindaron todos sus conocimientos durante mis estudios universitarios.

A la empresa Ponce Hnos. y a todo su equipo de trabajo por permitirme desarrollar este proyecto.

A la empresa General Snack por darme la oportunidad de aplicar todos mis conocimientos de automatización industrial.

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a Dios y a la Virgen Dolorosa, seres que han puesto en mi todo su amor, y han iluminado mi camino.

A mis padres, que me brindaron su apoyo incondicional en todo momento para la culminación de mi formación académica...

Y a todo aquel que creyó en mi trabajo...

PRÓLOGO

El presente proyecto tiene por objeto dar a conocer los beneficios que existe en la actualidad con la aplicación de sistemas de control automáticos en las líneas de producción de galletas wafer, ya que debido a la gran competencia que existe a nivel nacional e internacional se debe obtener cierta ventaja ante los demás en un mercado cambiante e inestable.

Sin duda, en la actualidad el consumidor final se guía muchas veces por el costo del producto que por la calidad del mismo, siendo esto uno de los problemas mas grandes que tiene que enfrentar la industria en desarrollo para lo cual se invierte en la automatización de procesos para obtener una buena calidad del producto a un costo reducido.

Los sistemas de control automático presentan un costo bastante elevado por lo cual muchas personas no se deciden a implementar estos sistemas en las plantas industriales, sin analizar el costo – beneficio que puede tener la empresa.

En muchos países desarrollados como es el caso de Alemania, Italia, Japón entre otros, la tecnología avanza cada día siendo para estos una gran ventaja competitiva la implementación de una nuevos sistemas de control en los procesos automáticos ya que los tiempos de producción reducidos, se reflejan en los balances mensuales de cada industria; por ejemplo, en la ensambladoras de carros que tienen que abastecer la demanda que existe alrededor del mundo es muy importante que sean eficaces, manteniendo una buena calidad en el producto final.

En el Ecuador las líneas de producción de galletas wafer se han beneficiado con la implementación de sistemas de control automáticos, de tal manera se ha logrado que estas sean más productivas, mejorando los controles de calidad, optimización de recursos materiales, humanos y materia prima que disminuye los costos en gran medida.

General Snack es una fábrica que ha decidido implementar sistemas de control automáticos en la línea de producción de galletas wafer, siendo estos de vital importancia ya que contribuyen al buen funcionamiento de la misma, así como también a la calidad de la galleta wafer.

La tecnología que se aplica en la línea wafer es una de las mejores a nivel mundial ya que esta basada en un PLC y en un Panel de Operador, que realizan todo el control de las máquinas que constituyen el proceso.

En el presente proyecto se ha aplicado sistemas que son flexibles a futuras actualizaciones como puede ser el monitoreo, control y supervisión de toda la línea wafer desde una computadora ubicada a cierta distancia de la planta, incluyendo la impresión de reportes de producción y análisis estadístico de tiempos muertos.

Mucho de los problemas que se presentan cuando se automatiza procesos es que los sistemas no son flexibles o no son compatibles con otros equipos de control, razón por la cual dificulta la modernización de los procesos, tomando en cuenta que la tecnología cada día avanza más, así como también las líneas de producción.

El beneficio de una automatización es alto y en gran parte produce una reubicación del personal en la fábrica, hacia tareas que involucren menos riesgo en su salud o evitar los trabajos repetitivos que pueden llegar a causar un desorden emocional en las personas. Además el personal se sentirá más satisfecho con las nuevas labores que pueden ser mantenimiento, reparación de la maquinaria, supervisión, etc.

El proyecto es una aplicación real y tangible de lo que se puede conseguir con la aplicación de sistemas de control automáticos en la línea de producción de galletas wafer, que servirá como guía para futuros desarrollos en el campo de la automatización que en el Ecuador empieza a desarrollarse con mas fuerza, siempre en la espera de mejores resultados.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1. SISTEMAS CONTROL AUTOMÁTICO EN LÍNEAS DE PRODUCCIÓN...	1
1.2. GENERALIDADES DEL PROYECTO	2

CAPÍTULO II DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

2.1. PREPARACIÓN DE PASTA Y CREMA	5
2.2. COCCIÓN DE OBLEAS	6
2.3. ENFRIAMIENTO DE LAS OBLEAS	9
2.4. UNTADO DE CREMA	10
2.5. BANDAS TRANSPORTADORAS	12

CAPÍTULO III DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL

3.1. PREPARACIÓN DE PASTA Y CREMA	14
3.2. COCCIÓN DE OBLEAS	14
3.3. BANDAS TRANSPORTADORAS DE LOS HORNOS.....	15
3.3. ARCO DE ENFRIAMIENTO.....	18
3.5. UNTADORA DE CREMA	19
3.6. ENFRIAMIENTO DE LAS GALLETAS.....	27
3.7. CORTADO DE LAS GALLETAS	28
3.8. EMPACADORA DE GALLETAS	28
3.9. SELECCIÓN DE SENSORES	29
3.10. SELECCIÓN DE VÁLVULAS	30
3.11. SELECCIÓN DEL PLC	31
3.12. PLANOS ELÉCTRICOS	33
3.12.1. Planos de Fuerza.....	33
3.12.1.1. Alimentación del Sistema.....	33
3.12.1.2. Arranque de Motores	34
3.12.2. Planos de conexión a los módulos de entradas del PLC	35
3.12.2.1. Entradas Slot1	35
3.12.2.2. Entradas Slot2.....	35
3.12.2.3. Entradas Slot3.....	36
3.12.2.3. Entradas Slot 4.....	37
3.12.2.5. Entradas Slot 5.....	37
3.12.3. Planos de conexión a los módulos de salidas del PLC.....	38
3.12.3.1. Salidas Slot6	38
3.12.3.2. Salidas Slot7	38
3.12.3.3. Salidas Slot8	38

3.12.3.3. Salidas Slot9	38
3.13. DISTRIBUCIÓN DE I/Os DEL PLC.....	39
3.14. LISTADO DE MOTORES.....	39
3.15. LISTADO DE APARATOS.....	39
3.16. TABLERO DE CONTROL	39
3.17. TABLERO DE FUERZA	40

CAPÍTULO IV DESARROLLO DE SOFTWARE

4.1. SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN DEL PLC.....	41
4.1.1. Encendido de la Línea Wafer	41
4.1.2. Hornos	43
4.1.2. Arco de enfriamiento.....	43
4.1.3. Untadora de Crema.....	45
4.2. SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN DEL PANEL DE OPERADOR	47
4.2.1. Pantalla Principal.....	47
4.2.2. Pantalla para la formación de la galleta.....	48
4.2.3. Pantalla para control del Tobogán.....	49
4.2.4. Pantalla para el control de la producción	49
4.2.4. Pantalla para descarga de obleas a la banda principal.....	50
4.2.6. Pantalla de descarga de obleas del arco.....	50
4.2.7. Pantalla de Alarmas	51

CAPÍTULO V IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

5.1. INSTRUMENTACIÓN DE CAMPO	52
5.1.1. Bandas de salida de los hornos.....	52
5.1.2. Banda de entrada al Arco de Enfriamiento.....	53
5.1.3. Untadora de Crema.....	54
5.1.4. Túnel de Enfriamiento.....	55
5.2. TABLERO DE CONTROL	55
5.3. TABLERO DE FUERZA	56

CAPÍTULO VI PRUEBAS Y RESULTADOS

6.1. TRANSFORMADOR	58
6.2. BORNERAS.....	59
6.3. I/O TEST	59
6.4. CALIBRACIÓN DE LOS SENSORES	59
6.5. MOTORES	60
6.6. BANDAS TRANSPORTADORAS	60
6.7. ARCO DE ENFRIAMIENTO.....	60
6.8. UNTADORA DE CREMA	61
6.9. TÚNEL DE ENFRIAMIENTO.....	61

CAPÍTULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES.....	62
7.2. RECOMENDACIONES	63

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

En la actualidad todos los países sean estos desarrollados o en vías de desarrollo, se encuentran inmersos en una gran competencia mundial que es la globalización. Para subsistir ante un mercado cambiante e inestable cada país posee su propia estrategia con la cual puede marcar alguna diferencia frente a los demás.

El Ecuador es uno de los países que basa su economía en los yacimientos de petróleo, exportación de productos agrícolas, avícolas y pesqueros. Además otro aspecto importante en el que el país puede obtener beneficios es en el mejoramiento de procesos industriales, tecnificándolos y optimizando recursos como es el caso de ensambladoras de carros, plantas procesadoras de lácteos, líneas de producción, etc.

La producción de Galletas Wafer ha tenido un gran crecimiento en nuestro país, como es el caso de la empresa Nestle que se encarga de producir las galletas wafer “Amor”, la fabrica Italia que pertenece al Grupo Superior, General Snack entre otras.

A las líneas de producción se las puede automatizar a distintos niveles, teniendo en cuenta que una automatización abarca muchos campos. En la producción de galletas wafer se puede controlar desde la inyección automática de pasta a los hornos hasta el proceso de empaclado de las galletas, monitoreando, controlando y supervisando todo el sistema desde una computadora.

1.1. SISTEMAS DE CONTROL AUTOMÁTICOS EN LÍNEAS DE PRODUCCIÓN

La implementación de Sistemas de Control en las Líneas de Producción presta grandes beneficios, ya que se realiza una sincronización de procesos para que se tenga una

relación biunívoca entre ellos. Un control automático permite una optimización máxima de recursos tanto humanos como materiales.

Existen distintas técnicas que se pueden aplicar en líneas de producción, desde un control sistemático hasta un seguimiento de la producción que permite detectar si existe algún problema y en que lote se ha producido. Además se puede realizar una base de datos para establecer análisis progresivos de la producción y realizar planificaciones a futuro.

Para que una línea de producción sea eficiente y eficaz se debe cuantificar la materia prima y los insumos de producción a utilizarse de tal manera que exista una optimización de recursos.

A continuación se debe establecer una secuencia entre los procesos identificando las variables y señales a manejar para obtener una relación entre las máquinas. En este momento es donde se realiza un control del producto terminado.

En las líneas de producción es de gran importancia controlar tanto el Flujo de Materiales como el de Información ya que permiten identificar posibles pérdidas en la optimización de recursos.

1.2. GENERALIDADES DEL PROYECTO

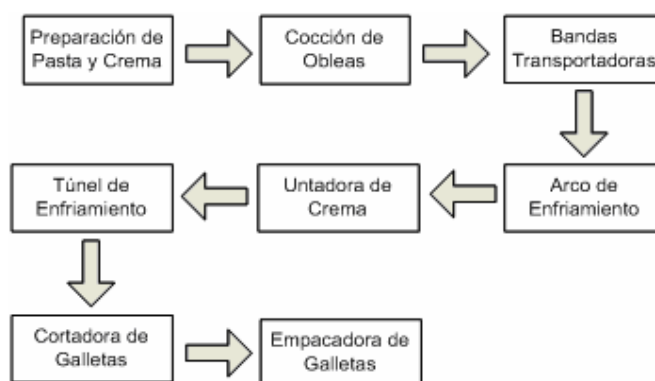


Figura. 1.1. Procesos de la línea de producción de galletas wafer.

General Snack es una empresa nueva que ha decidido implementar una línea de producción de galletas wafer. Para conseguir mejores resultados se implementa sistemas de control automáticos en cada uno de los procesos señalados en la *Figura. 1.1.*

El primer proceso es la preparación de la pasta y crema que se lo realiza de una manera manual, teniendo en cuenta un futuro control automático, de tal manera que la pasta sea enviada hacia los hornos cuando estos lo necesiten. El siguiente paso para la elaboración de galletas wafer es la cocción de la masa, para lo cual se utilizan hornos que poseen un control automático y autónomo de los distintos procesos. Es decir los hornos son máquinas asíncronas que entregan aproximadamente 20 obleas / min. Continuando con la fabricación, las obleas salen de los hornos y son depositadas en una banda que las traslada al Arco de Enfriamiento. En este proceso la oblea permanece aproximadamente 5 minutos, tiempo suficiente para que se enfríe y se traslade a la untadora de crema, en donde es untada y posteriormente forme la galleta wafer. Además se puede decidir el número de capas de crema de wafer con un máximo de cinco capas. A continuación la galleta se transporta hacia el Túnel de Enfriamiento en el que se establece una temperatura específica. Posteriormente la galleta se dirige hacia la cortadora y empacadora; estos dos procesos no se controlan ya que estas máquinas poseen un control autónomo.

Todos estos procesos se relacionan entre sí mediante la determinación del Flujo de Materiales y el Flujo de Información, en los cuáles se especifican parámetros necesarios para el funcionamiento del sistema de control. Además se implementan puntos de control para realizar pruebas y mantenimiento programados de las máquinas de producción.

A futuro se realizarán actualizaciones al sistema, como es la implementación de basculas electrónicas para determinar la cantidad exacta de pasta y crema que se esta consumiendo.

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

La línea de producción de galletas wafer de la fábrica General Snack se la describe mediante el diagrama de flujo que se muestra en la *Figura. 2.1.*

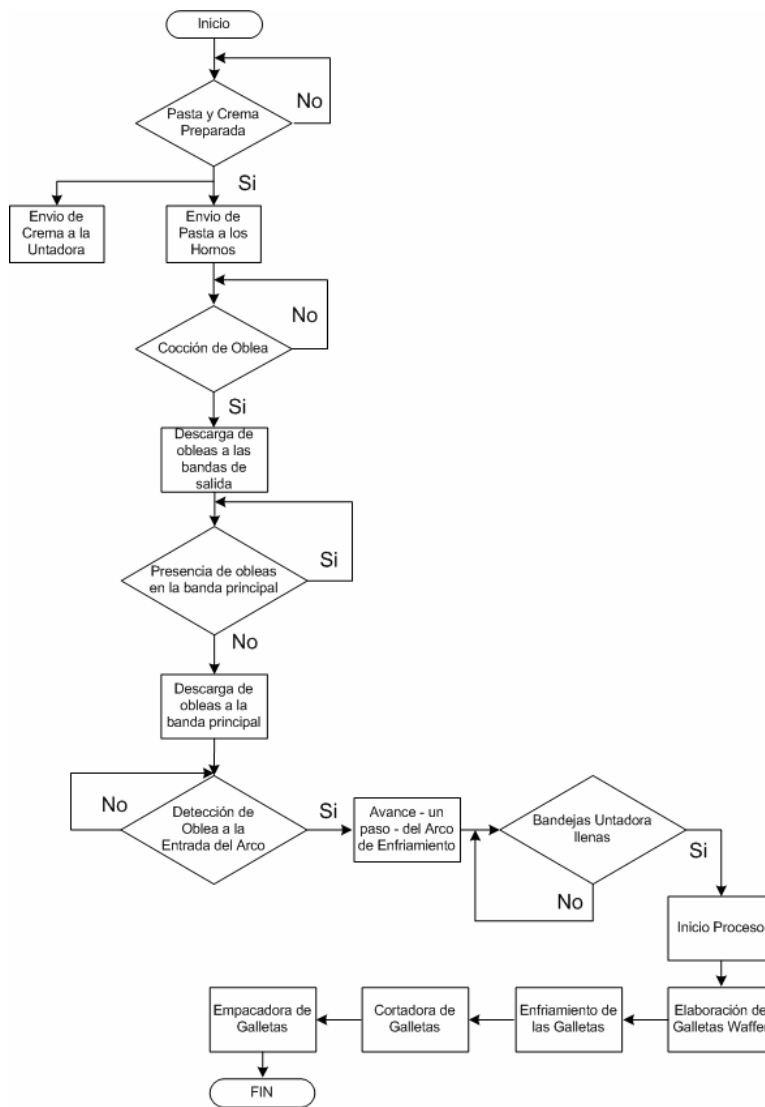


Figura. 2.1. Diagrama de flujo de la línea de producción de galletas wafer

En la *Figura. 2.1.*, se encuentra una breve descripción de todos los procesos de la línea wafer, como son: Preparación de Pasta y Crema, Cocción de Obleas, Enfriado de las Obleas, Untado de Crema, Enfriado de las Galletas, Corte de Galletas y el Empacada de Galletas. A continuación se describe cada uno.

2.1. PREPARACIÓN DE PASTA Y CREMA

El proceso de Preparación de Pasta y Crema consiste en determinar la cantidad exacta de ingredientes necesarios para formular las recetas de acuerdo al tipo de galleta que se quiera fabricar.

Para la preparación de pasta y crema existen máquinas dedicadas que se encargan de mezclar la materia prima y enviarla a su respectivo proceso como se indica en la *Figura. 2.2.*

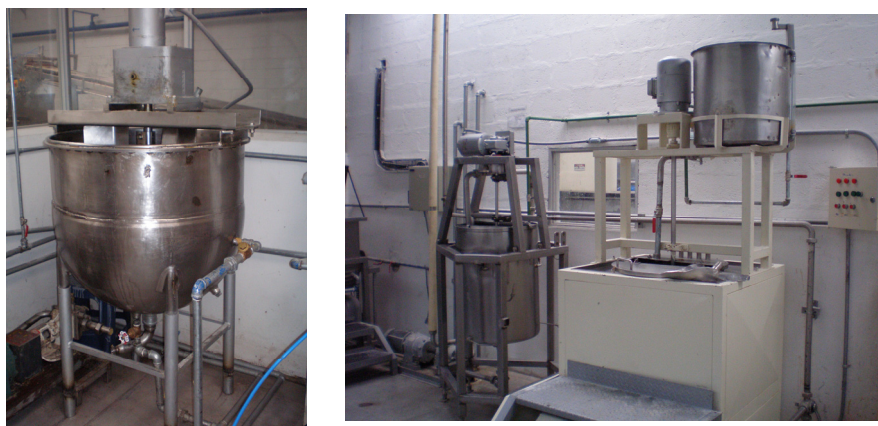


Figura. 2.2. Máquinas para la preparación de pasta y crema

La pasta es enviada hacia un recipiente ubicado al lado de los hornos, como se indica en la *Figura. 2.3.*, mediante un sistema de bombeo que se lo realiza de una manera manual, por lo que el operador debe estar pendiente de controlar el nivel que exista en los reservorios.

Para la preparación de crema existen también recetas que determinan el tipo de sabor que tiene la galleta de acuerdo al producto final que se desee obtener.



Figura. 2.3. Recipiente de almacenamiento para la pasta

De igual manera que en la preparación de pasta, la crema debe ser enviada a la untadora y depositada en un recipiente de almacenamiento como se indica en la *Figura. 2.4.*; el operador tiene que controlar que el reservorio siempre este lleno para que no exista una mala dosificación de la crema.



Figura. 2.4. Recipiente de almacenamiento para la crema

2.2. COCCIÓN DE OBLEAS

El proceso de cocción de obleas es realizado por tres hornos diseñados para el efecto, indicados en la *Figura. 2.5.*, dos de los cuales están funcionando permanentemente y el tercer horno se encuentra en modo “stand by”, esto quiere decir que cuando se dañe un horno o se encuentre en mantenimiento, entrará a funcionar el que esta en modo “stand by” de tal manera que la producción se mantiene estable.

La conmutación de estos dos hornos se la realiza de una manera manual ya que los hornos son máquinas asíncronas con su propio sistema de control y necesitan un determinado tiempo antes de comenzar su funcionamiento normal.

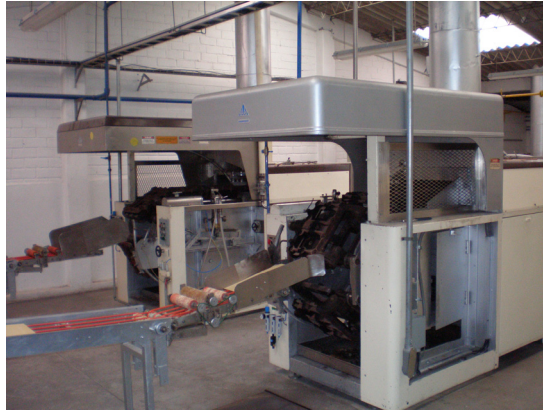


Figura. 2.5. Hornos para la cocción de obleas

Los hornos son máquinas mecánicas que están compuestas por un sistema de engranajes los cuales controlan la velocidad con la que gira la banda interna del horno. También existe un sistema de ignición a gas que se indica en la *Figura. 2.6.*, que genera la temperatura adecuada del horno para la cocción.



Figura. 2.6. Sistema de Ignición a gas

El horno también tiene dos chimeneas mostradas en la *Figura. 2.7.*, cuya función es la de evacuar los gases que residen después que se le apaga. La finalidad de este sistema es asegurarse de que no se produzca ningún incendio al momento de encender nuevamente el horno.



Figura. 2.7. Chimeneas de los hornos

La banda interna de los hornos gira en sentido horizontal y posee 36 planchas de acero donde se almacena la pasta para la cocción. La dosificación de pasta a las planchas la realiza el horno de una manera mecánica, sincronizada mediante un sistema de émbolos, de tal manera que una vez que la plancha ha dado una vuelta completa automáticamente se abre y deja caer la oblea a la banda transportadora, a continuación se deposita la pasta y la tapa se cierra, comenzando una nueva cocción.

Las obleas son depositadas en la banda transportadora con una velocidad de 20 obleas / min. Posterior a esto se envían a la banda principal que transporta 60 obleas / min, para llevarlas al siguiente proceso. Este funcionamiento es similar para los tres hornos.

Las obleas que se encuentran en las bandas de salida de los hornos son detenidas momentáneamente, como se indica en la *Figura. 2.8.*, debido a que la velocidad de giro de la banda es alrededor de 3 veces la velocidad de la banda principal.



Figura. 2.8. Detención de oblea en la banda de salida del horno2

2.3. ENFRIAMIENTO DE LAS OBLEAS

El proceso de enfriamiento de las obleas es realizado por el arco de enfriamiento mostrado en la *Figura. 2.9.*, que esta formado por una estructura metálica en forma de arco y que tiene internamente planchas para transportar las obleas y un ventilador que ayuda a enfriarlas.

Además consta de un motor con freno y un sensor que esta ubicado a unos tres centímetros del eje del motor. A este eje es acoplado una leva con 6 piñones que detecta el sensor y detiene el movimiento del arco.



Figura. 2.9. Arco de enfriamiento

El arco de enfriamiento tiene dos modos de funcionamiento, manual y automático. En el modo automático, el movimiento del arco se produce cuando se detecta la presencia de oblea en la banda de entrada al arco y se detiene cuando el sensor detecta uno de los piñones de la leva. El Arco de Enfriamiento permanece detenido hasta que el sensor detecta nuevamente otra oblea en la banda transportadora principal.

En el modo manual de funcionamiento el arco empieza su movimiento cada determinado tiempo y se detiene de igual manera que en el modo automático.

En el proceso desde que la oblea entra al arco hasta que es depositada en la banda de salida se demora aproximadamente 20 min, tiempo suficiente para que la oblea se enfríe y pueda ser untada de crema (*ver Figura. 2.10.*).

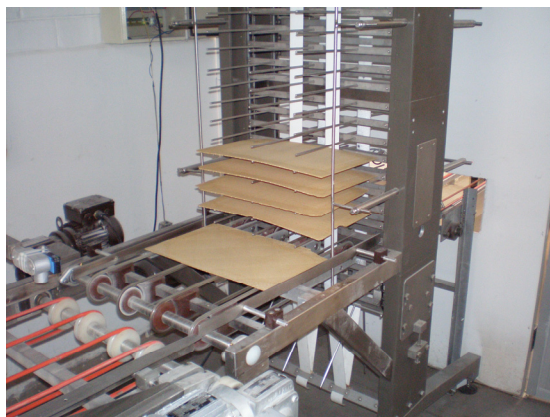


Figura. 2.10. Descarga de obleas

2.4. UNTADO DE CREMA

El siguiente proceso en la fabricación de galletas wafer es el Untado de Crema en las obleas y la formación de la galleta de un determinado número de capas previamente seleccionadas.

La untadora de crema es una máquina compuesta por sensores, válvulas neumáticas, motores, espirales y rodillos; cada uno cumple con una determinada función en el proceso.

El proceso inicia con la acumulación de las obleas en las bandejas superior e inferior como se indica en la *Figura. 2.11.* Las obleas que se encuentran en la bandeja superior sirven como tapa de la galleta y las que están en la bandeja inferior son las que forman las capas de la galleta.



Figura. 2.11. Bandejas de la untadora de crema

Una vez que las bandejas están llenas se inicia el proceso y las obleas son untadas de crema para posteriormente formar la galleta, dicha inicialización se indica en la *Figura. 2.12.* Dependiendo del número de capas que se seleccione las obleas se dirigirán hacia la banda superior o inferior, es decir, si el número de capas de crema son dos, entonces se coloca la primera oblea en la bandeja superior y las dos siguientes en la inferior.



Figura. 2.12. Inicialización de la untadora

2.5. BANDAS TRANSPORTADORAS

Existen distintos tipos de bandas transportadoras o conveyors mucho depende del uso que se le vaya a dar y del tipo de material que se vaya a transportar.

Las bandas transportadoras que se utilizan en la línea wafer son de tipo sanitarias que cumplen con las normas FDA y USDA, indicadas en la *Figura. 2.13.*, ya que son utilizadas para transportar las obleas y no deben contaminar el producto.

Son construidas a base de silicón ya que proporciona amplios rangos de temperatura, desde $-100\text{ }^{\circ}\text{F}$ a $+500\text{ }^{\circ}\text{F}$ así como también proporciona un gran desprendimiento para material caliente y pegajoso.



Figura. 2.13. Bandas Sanitarias

3.1. PREPARACIÓN DE PASTA Y CREMA

El primer paso para la elaboración de galletas wafer es la preparación de pasta y crema. En la *Figura. 3.2.*, se observan las bombas utilizadas para enviar la pasta hacia los hornos y la crema hacia la untadora de crema.

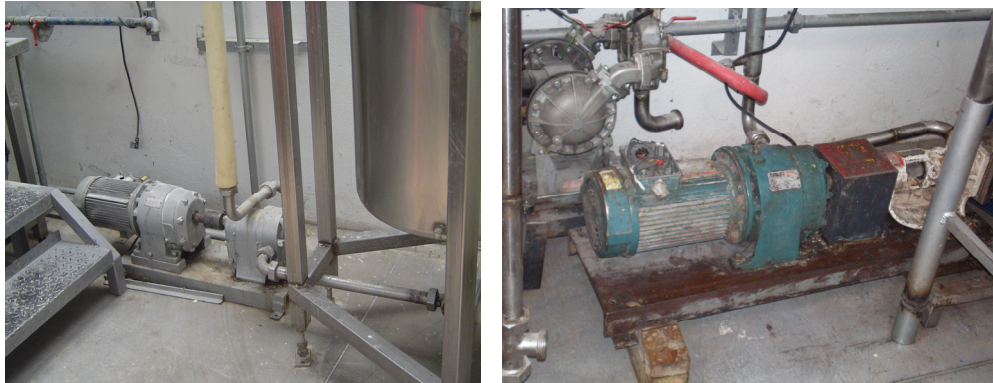


Figura. 3.2. Bombas de envío de pasta y crema

3.2. COCCIÓN DE OBLEAS

La *Figura. 3.3.*, indica el tablero de control que poseen los hornos que son utilizados para la cocción de obleas, como ya se ha mencionado es una máquina que presenta un control netamente mecánico y autónomo del cual solo se hace referencia a la entrega de obleas a las bandas transportadoras. Se conoce que cada uno de los hornos entregan 20 Obleas / min, tiempo necesario para realizar una adecuada “semaforización” y evitar cualquier colisión entre las obleas y las que están transportándose en la banda principal.



Figura. 3.3. Tablero de Control de los Hornos

3.3. BANDAS TRANSPORTADORAS DE LOS HORNOS

A la salida de los hornos existen bandas transportadoras, antes de que las obleas sean depositadas en la banda principal como se muestra en la *Figura. 3.4.*



Figura. 3.4. Banda transportadora a la salida del horno1

En las bandas de salida del horno1 no se colocan sensores debido a que el flujo de obleas es libre.

En la *Figura. 3.5.*, se indica la banda de salida del horno2, donde se ubica una válvula neumática que es utilizada para detener la oblea y evitar que se produzca una colisión con las que se encuentran transportándose por la banda principal.

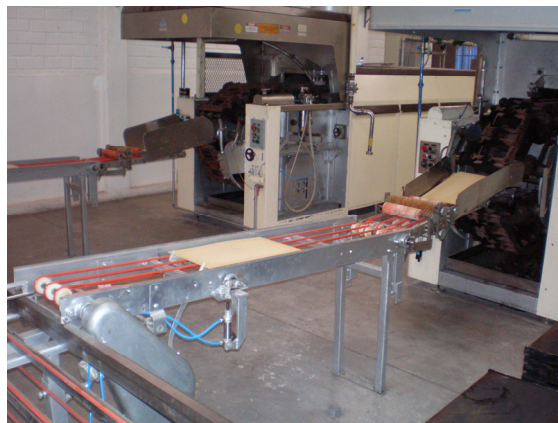


Figura. 3.5. Banda de salida del horno 2

En la banda de salida del horno3, que se indica en *la Figura. 3.6.*, de igual manera se coloca una válvula neumática para realizar la respectiva semaforización que consiste en evitar que las obleas colisionen.



Figura. 3.6. Banda de salida del horno3

En la banda principal se colocan dos sensores, indicados en *la Figura. 3.7.*. Un sensor se encuentra antes de la banda de salida del horno2 a una distancia mayor o igual a 120cm, ya que cada oblea mide 60 x 40 cm. y el otro sensor se coloca antes de la banda de salida del horno3 a una distancia igual.



Figura. 3.7. Ubicación de los sensores en la banda principal

Se ha considerado esta distancia debido a que la velocidad de entrega de obleas del horno es 3 veces menor a la velocidad con que las transporta la banda principal.

Por último se ubica otro sensor al final de la banda principal con el fin de que detecte la presencia de oblea y el arco de enfriamiento avance un paso.

La válvula neumática con accionamiento eléctrico o también conocida como selenoide que se encuentran en la banda de salida del horno2, se activa en el momento que el sensor de presencia ubicado en la banda principal antes de la banda de salida del horno2, detecte la presencia de oblea. La válvula se desactiva después de 1.5s aproximadamente, tiempo suficiente para que la oblea pase frente a la banda del horno, evitando que no se produzca ninguna colisión.

Cuando la selenoide se encuentre desactivada las obleas provenientes del horno2 son “descargadas” o depositas en la banda transportadora principal, procedimiento que se señala en la *Figura. 3.8.*

El funcionamiento es exactamente igual para el horno3. Esta lógica recibe el nombre de semaforización, y se presenta un esquema en la *Figura. 3.9.*



Figura. 3.8. Descarga de obleas a la banda principal

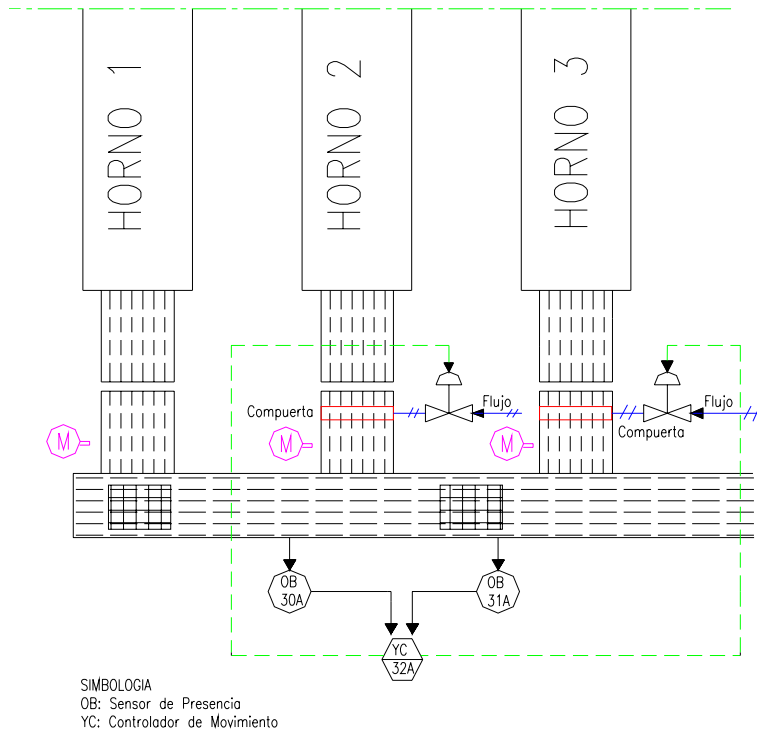


Figura. 3.9. Esquema de “semaforización”

3.3. ARCO DE ENFRIAMIENTO

El Arco de Enfriamiento es impulsado por un motor eléctrico y detenido por un freno, haciendo que su desplazamiento sea por pasos. *La Figura. 3.10.*, indica el sensor que se lo utiliza para detectar la presencia de oblea y así el arco avance un paso. El arco se detiene cuando el sensor que esta ubicado próximo a la leva, detecta uno de los piñones. De esta manera el arco de enfriamiento avanza un “paso” cada vez que una oblea es detectada al final de la banda principal.

El Arco de Enfriamiento tiene dos modos de funcionamiento manual y automático. Cuando el arco se encuentre en el modo automático su funcionamiento es como se ha descrito anteriormente.

En el modo manual de funcionamiento, el arco inicia su movimiento independientemente si el sensor de la banda principal detecta o no la presencia de la oblea, y se detiene cuando el sensor detecta nuevamente uno de los piñones. El tiempo que se

mantiene detenido depende del valor que se ingrese desde el panel de operador. La Figura. 3.11., muestra un esquema del funcionamiento del arco de enfriamiento.



Figura. 3.10. Sensor que acciona el movimiento del arco en modo automático

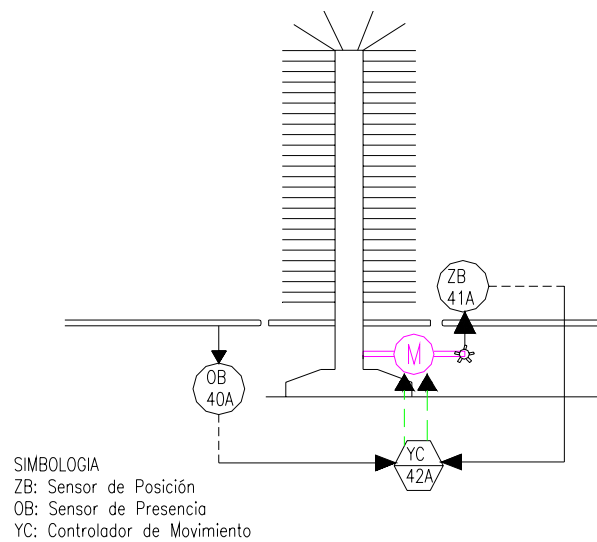


Figura. 3.11. Sistema de Control del Arco de Enfriamiento

3.5. UNTADORA DE CREMA

El proceso que realiza la máquina untadora de crema se inicia con la detección de oblea a la entrada de la untadora, de tal manera que si las bandejas tanto superior como inferior no están llenas, las obleas primero se dirigen hacia la bandeja superior como muestra la Figura. 3.12..



Figura. 3.12. Distribución de obleas a la banda superior

Se debe tener en cuenta que la primera oblea que ingresa a la bandeja no es detenida por la compuerta superior indicada en la *Figura. 3.13.*, sino por la escobilla, que es accionada después de un tiempo ingresado desde el panel de operador, mostrada en la *Figura. 3.14.*; a partir de la detección de la oblea por medio del sensor que esta ubicado en el inicio del tobogán que se indica en la *Figura. 3.15.*.



Figura. 3.13. Compuerta superior de la untadora de crema



Figura. 3.14. Escobilla ubicada en el tobogán

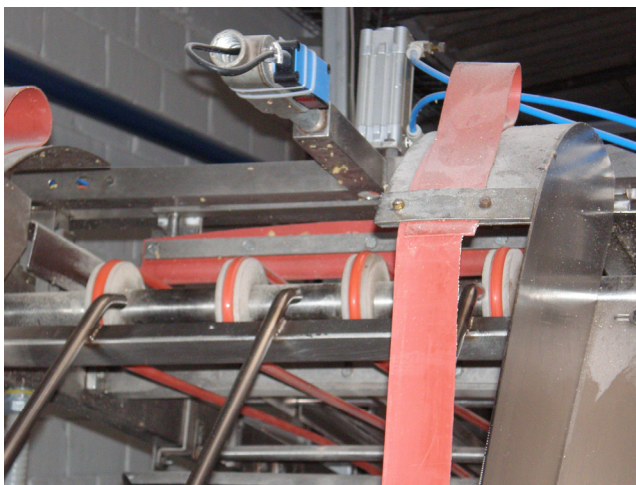


Figura. 3.15. Sensor ubicado en el inicio del tobogán

Además en el momento de la detección, se activan las válvulas para cerrar las compuertas y llenar las bandejas tanto superior como inferior después de un determinado tiempo que también se ingresa desde el panel view.

En la bandeja superior existen dos sensores, indicados en la *Figura. 3.16.*, que son los encargados de detectar cuando la bandeja esta llena. A continuación, las obleas se dirigen hacia la bandeja inferior.



Figura. 3.16. Sensores de la bandeja superior

De igual manera, en la bandeja inferior existen 2 sensores, mostrados en la *Figura. 3.17.*, que indican cuando esta llena.

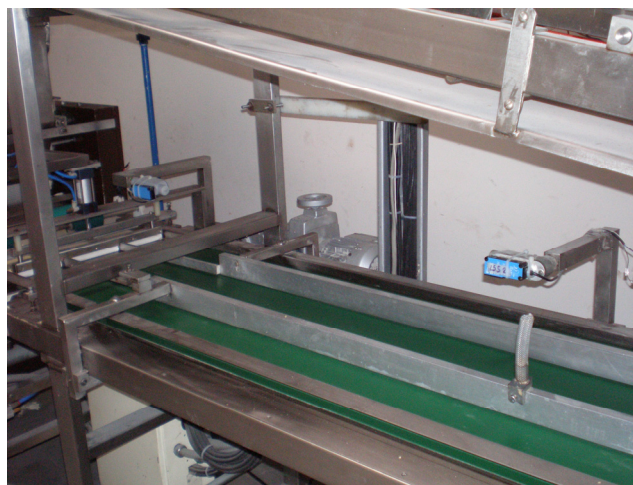


Figura. 3.17. Sensores de la bandeja inferior

Existe también un tercer sensor que indica un exceso de producción, que se activa después de un determinado tiempo ingresado desde el panel de operador; en ese momento la bandeja de distribución de obleas se mueve hacia un tercer estado que es la evacuación de obleas en un recipiente que se indica en la *Figura. 3.18.*, ubicado bajo la untadora. En este estado se mantiene hasta que el sensor no detecte a la oblea.

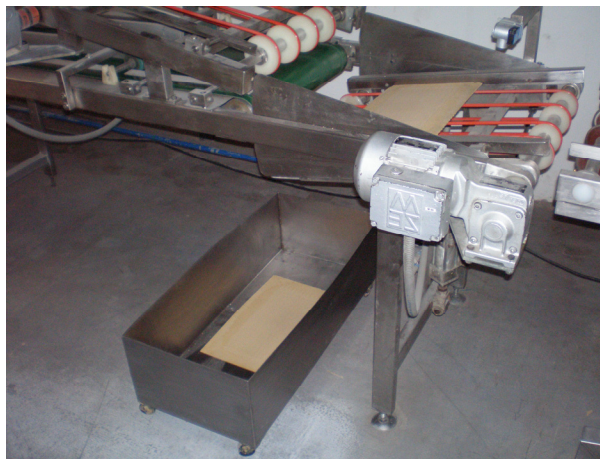


Figura. 3.18. Recipiente de almacenamiento

Cuando la bandeja inferior se llena, se inicia el proceso y se desactiva la válvula que acciona la compuerta inferior, mostrada en la *Figura. 3.19.*, iniciando así el paso de obleas hacia el untado de crema.

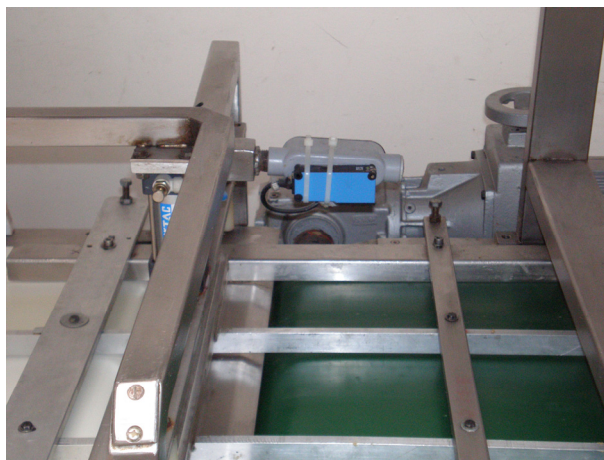


Figura. 3.19. Compuerta inferior de la Untadora de Crema

Después de un determinado tiempo, que se ingresa desde el panel de operador, se comienza a aplicar la crema mediante el accionamiento de la cuchilla (ver *Figura. 3.20.*).

Cuando la oblea sale de la banda untadora de crema, se la detecta mediante un sensor que se lo indica en la *Figura. 3.21.*, que inicia varios timers para conseguir una

sincronización en la formación de la galleta, tiempos que de igual manera se ingresan desde el panel view.

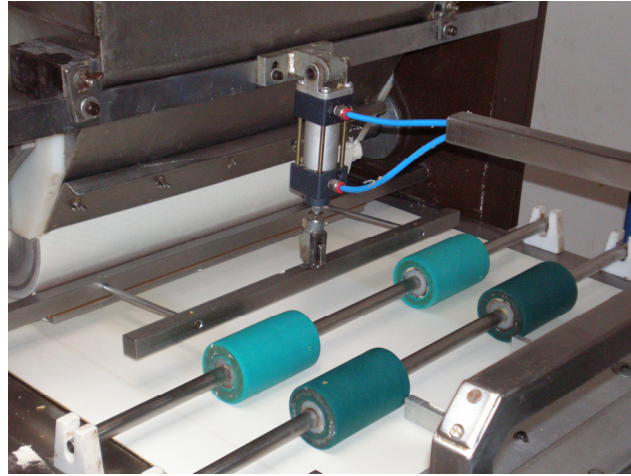


Figura. 3.20. Cuchilla para el untado de crema



Figura. 3.21. Sensor requerido para la formación de la galleta

1. Retardo para que la escobilla se desactive y deje caer la oblea que sirve como tapa de la galleta, además para que la compuerta superior se abra, deje pasar una oblea y se vuelva a cerrar inmediatamente.

La escobilla se activa nuevamente después de un tiempo luego de que el sensor ubicado en el inicio del tobogán detecta el paso de oblea.

2. Retardo para que los espirales inicien su primera vuelta después de que la oblea ingrese.

En este momento se tiene una galleta con una sola capa de crema. Si se ha seleccionado con un número distinto de capas, los espirales que se indican en la *Figura. 3.22.*, giran nuevamente una vuelta después que ingresa la siguiente oblea.



Figura. 3.22. Espirales encargados de formar la galleta

3. Retardo para que los pistones que detienen a la galleta se desactiven.

Los pistones, indicados en la *Figura. 3.23.*, que detienen la galleta se desactivan solo cuando la galleta este formada de acuerdo al número de capas que se ha seleccionado.



Figura. 3.23. Pistones utilizados para detener las obleas hasta que se forme la galleta

4. Retardo para que los espirales giren una segunda vez y salga la galleta.

Mediante la segunda vuelta de los espirales, la galleta es expulsada hacia la banda de salida de la untadora para que ingrese al túnel de enfriamiento.

5. Retardo para activar los pistones que detienen a la galleta.

El momento que la galleta sale de los espirales, los pistones se accionan nuevamente para que se forme una nueva galleta.

Después de que se inicia el proceso las obleas se distribuyen a las bandejas de acuerdo al número de capas seleccionadas.

Para la selección de capas existe un selector ubicado en el tablero de fuerza, el cual tiene 5 posiciones, cada una representa a una capa de crema, por ejemplo, si se elige una galleta con dos capas de crema, la primera oblea se dirige hacia la bandeja superior y las 2 siguientes se dirigen hacia la bandeja inferior, de tal manera que las bandejas de la untadora siempre posean obleas, como se indica en la *Figura. 3.24.*



Figura. 3.24. Bandejas cargadas de obleas

En la *Figura. 3.25.*, se esquematiza el proceso de la untada de crema.

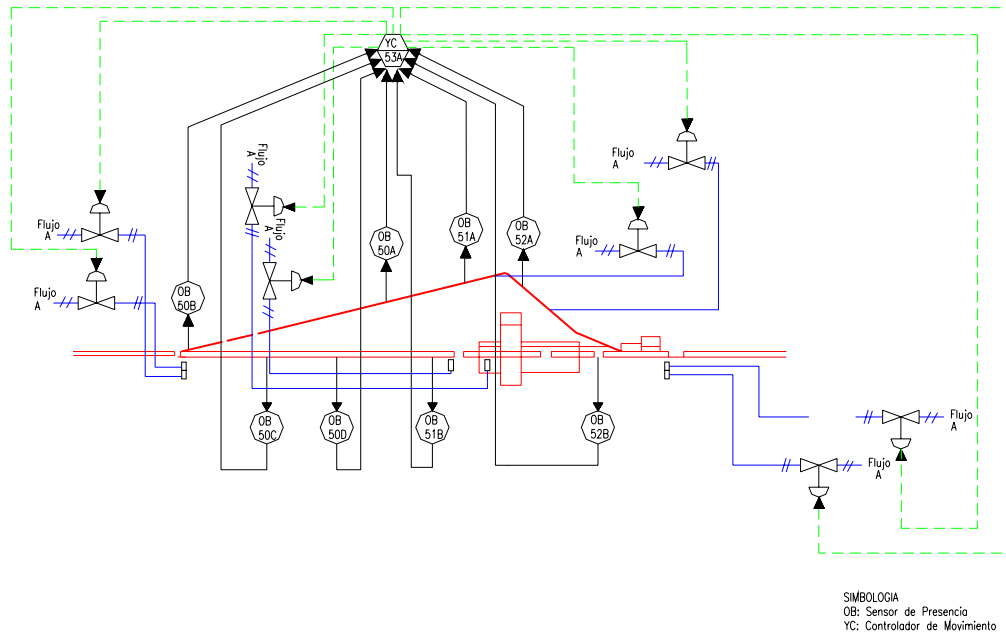


Figura. 3.25. Sistema de Control de la Untadora de Crema

3.6. ENFRIAMIENTO DE LAS GALLETAS

Una vez que la galleta se forma en la untadora de crema, pasa a enfriarse en el túnel de enfriamiento, indicado en la *Figura. 3.26.*, de aproximadamente 27m de longitud. Internamente el túnel mantiene la temperatura en 1 °C. Existe además un paro de emergencia en el caso de que la banda se detenga o se desaliñe.



Figura. 3.26. Túnel de enfriamiento

3.7. CORTADO DE LAS GALLETAS

La *Figura. 3.27.*, ilustra a la cortadora de galletas que realiza un corte longitudinal y transversal de la galleta luego de que se enciende la máquina y se coloca las obleas de una manera manual.

El operador debe estar pendiente de todo el proceso ya que es el encargado de ubicar las galletas en la cortadora y luego de recoger los pedazos de galleta para depositarlos en las bandas hacia las empacadoras.



Figura. 3.27. Cortadora de galletas

3.8. EMPACADORA DE GALLETAS

En cada empacadora indicada en la *Figura. 3.28.*, existe un operador que recoge las galletas de la banda y las deposita adecuadamente y otro que acciona la máquina y empaca las galletas.

La cortadora y empacadora de galletas no se la incluye en el sistema de control ya que disponen de mandos independientes.



Figura. 3.28. Empacadoras de galletas

3.9. SELECCIÓN DE SENSORES

La *Figura. 3.29.*, muestra los sensores que se utilizan en las distintas maquinas; son del tipo fotoeléctricos de la marca MULTI - BEAM con detección difusa. Estos se utilizan debido a que el color de la banda y de la oblea son casi iguales por lo que se necesita una detección difusa.

La distancia mínima a la que se colocan los sensores es de 4cm y una máxima de 15cm. El sensor funciona en interiores a una temperatura entre los 25 - 30° C.

Los Sensores son a 3 hilos, es decir dos para la alimentación y uno para recibir la señal.



Figura. 3.29. Sensores MULTI BEAM

Características Técnicas:

Voltaje de Operación: DC 18....30V

Tiempo de Respuesta: 300us

Sensibilidad rango: 20....250mm

- Temperatura: -30 a 50 ° C
- Humedad Relativa no condensada del 95%

De igual manera los Sensores que se colocan en las bandas transportadoras para la realización de la lógica de semaforización son fotoeléctricos con una detección difusa, de la marca SICK (ver figura 3.30.).



Figura. 3.30. Sensores SICK

Características Técnicas:

Voltaje de Operación: DC 10....30V

Sensibilidad rango: 20....250mm

Tiempo de Respuesta: 330us

Circuito de Protección: Contra Interferencia, Polarización Inversa, No evita Corto Circuito.

- Temperatura -40 a 60 ° C
- Humedad Relativa no condensada del 95%

3.10. SELECCIÓN DE VÁLVULAS

Las válvulas que se utilizan en las máquinas son válvulas neumáticas con un accionamiento eléctrico que se muestran en la *Figura. 3.31.*, siendo la mejor solución ya que son controladas por los módulos de salida del PLC.

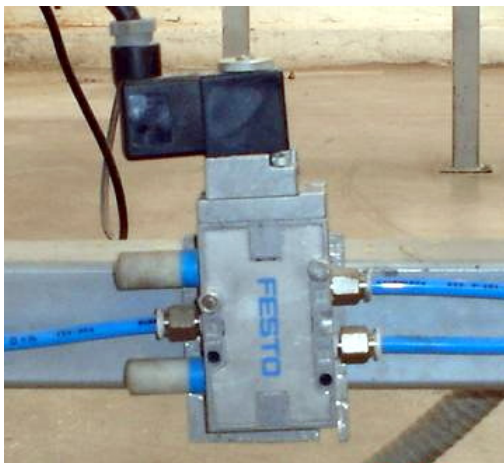


Figura. 3.31. Válvula Neumática con accionamiento eléctrico

Características Técnicas:

Válvulas de 5 vías y 2 posiciones (5/2).

Voltaje de Operación: 121VAC , 100mA

Presión de 15PSIG

Heavy Duty

Para la detención de las obleas a la salida de los hornos se utilizan electro válvulas, y de igual manera son accionadas por los módulos de salida del PLC.

Características Técnicas:

Válvulas de 3 vías y 2 posiciones (5/2).

Voltaje de Operación: 121VAC , 100mA

Presión de 15PSIG

Heavy Duty

3.11. SELECCIÓN DEL PLC

La marca del PLC con la que se realiza el control es Allen – Bradley, en esta existe una gama bastante amplia de PLC's desde sistemas con capacidad de memoria de 4 – 8 K

para aplicaciones bastantes pequeñas con un manejo de 32 I/Os, hasta arquitecturas que superan las 16 Mb de memoria con un manejo superior a las 20000 I/Os.

Para la selección de un PLC mucho depende de la aplicación y de la ampliación que se le quiera dar a futuro y además de la flexibilidad que tienen los sistemas para incorporarse a nuevas arquitecturas.

En el *Anexo 15* se realiza un listado de aparatos que consiste en determinar cada una de las válvulas, sensores, pulsadores y selectores que contiene la línea wafer. Además en el *Anexo 14* se enumera los motores que se controla en la línea de producción.

A partir de estas listas se encuentra que el PLC requerido debe incluir al menos de 87 I/Os, como se observa en la *Tabla 3.32.*

Tabla 3.32. I/O del PLC SLC 5/03

ENTRADAS	
CANTIDAD	TIPO
54	Discretas a 24VDC

SALIDAS	
CANTIDAD	TIPO
33	Discretas a 121 VAC

Una vez determinado el numero de I/Os se selecciona el tipo de PLC. En este caso un PLC modular es la alternativa más viable ya que en el futuro se controlará la preparación de pasta y crema y se necesitará un módulo de entradas analógicas.

Para tal efecto se selecciona el PLC SLC 5/03 ya que posee una capacidad de memoria de 8K expansible a 16K y además posee un puerto de comunicaciones RS-232 con el cual se facilitan las comunicaciones y las ediciones en línea del programa.

El PLC 5/03 tiene un rack con un máximo de 10 Slots. La distribución es la siguiente:

- Un Módulo de la CPU. (1747-L532E – 16K Mem. OS302 Serie C)
- Cinco Módulos de Entradas discretas a 24VDC. (1746-IB16 - Sink)
- Cuatro Módulos de Salidas Discretas a 121VAC. (1746-OW16)

3.12. PLANOS ELÉCTRICOS

3.12.1. Planos de Fuerza

3.12.1.1. Alimentación del Sistema

La acometida a la línea de Producción de Galletas Wafer es trifásica con un voltaje de 220V que se lo utiliza para el arranque de los motores.

Se dispone de un transformador con una relación de 2:1 para obtener 120VAC y con este voltaje realizar el control del sistema.

La salida del transformador se distribuye a 5 cargas, cada una tiene su propio disyuntor de manera que se les aislará cuando se crea conveniente como se indica en el *Anexo 2*.

La primera carga es la Fuente del PLC.

La segunda carga es una Fuente de 110VAC a 24VDC @ 5A.

La tercera carga son todos los dispositivos que se conecten a la salida de los módulos de salida del PLC a 110VAC. Además del disyuntor, en esta línea existe un contacto NO del relé que se conoce con el nombre de Master Control Reset (MCR), este contacto se energiza cuando se presione reset y se abre cuando se presiona el botón de emergencia, dejando a los dispositivos conectados a los módulos de salida del PLC sin energía. Existen además contactos del MCR y del Reset que se retroalimentan al PLC de tal manera que si se produce una falla se desconecte por hardware y por software.

La cuarta carga es la toma de energía que permite conectar la computadora para realizar modificaciones al programa del PLC u otro dispositivo.

De igual manera la salida de la fuente de 24VDC se distribuye a 4 cargas, cada una con su propio disyuntor que sirven como protección.

La primera carga es el Panel View, es utilizado para la configuración de tiempos en la semaforización y en la untadora de crema.

La segunda carga son los contactos auxiliares del guarda motor, ya que al momento que se produzca una falla en los motores, existe una retroalimentación al PLC para indicar que se produjo una falla en la protección térmica del motor.

La tercera carga son los sensores y pulsadores que se emplea en el sistema.

La cuarta carga es la sirena que alerta cuando se produzca una falla.

3.12.1.2. Arranque de Motores

Se controla 17 motores en toda la línea de producción de galletas wafer, en todos los motores se realiza un arranque directo debido a que la potencia es menor a 15Hp.

El arranque de los motores se indica en el *Anexo 12* y se observa que se utiliza un guarda motor con dos contactos auxiliares, un NO que desenergiza al contactor de encendido del motor, comandado por el PLC y un NC que es realimentado al PLC.

La bobina del contactor esta en serie con el contacto auxiliar del guarda motor, de manera que si se produce una falla el motor no solo es desconectado por software, sino también por hardware.

Un guarda motor tiene varias protecciones para el motor, entre las cuales tenemos:

Pérdida de Fase

Desbalance de Fases

Protección térmica

Protección contra corto circuito

En la *Figura. 3.33.*, se indica un guarda motor y un contactor marca Allen Bradley.



Figura. 3.33. Guarda motor y contactor marca Allen Bradley

3.12.2. Planos de conexión a los módulos de entradas del PLC

3.12.2.1. Entradas Slot1

El Slot 1 del PLC se lo deja libre para futuras actualizaciones al sistema de producción de galletas wafer como es el control de balanzas electrónicas para una dosificación exacta de pasta y crema.

3.12.2.2. Entradas Slot2

El plano que indica las entradas al Slot 2 se encuentra en el *Anexo 4*. Este ha sido designado para las entradas provenientes de los sensores de la untadora de crema. Los sensores son a 3 hilos, 2 son utilizados para la alimentación del sensor y el otro es para la señal.

El sensor LS51 se lo ubica en la entrada 0 y se lo utiliza para detectar la presencia de oblea a la entrada de la untadora, de esta manera se determina si la oblea va por la parte superior de la untadora para que sea la tapa de la galleta, o si va por abajo para que se la utilice como capa de la galleta.

Los sensores LS52 y LS53 se los ubica en las entradas 1 y 2 respectivamente, son utilizados para detectar que la oblea siga el curso normal de movimiento e impedir que se produzca la ausencia de la oblea en el momento que se coloca la tapa.

El sensor LS54 esta ubicado en la entrada 3 y se lo utiliza para detectar la oblea al inicio del tobogán.

El sensor LS55 esta ubicado en la entrada 4 y se lo utiliza para detectar la oblea antes de que ingrese a los espirales y forme la galleta.

Los sensores LS56, LS57 y LS58 se ubican en las entradas 5, 6 y 7 respectivamente, estos sensores detectan las obleas en la banda inferior de la untadora, para determinar cuando esta llena y si existe un exceso de producción.

3.12.2.3. Entradas Slot3

El Slot 3 del PLC es designado para las entradas provenientes de los diferentes mandos para controlar la línea de producción y se ilustra en el *Anexo 5*.

En la entrada 0, 1 y 2 se ubica el selector S01, S02 y S03 respectivamente que son utilizados para el encendido y apagado de las bandas de salida del horno 1, horno 2 y horno 3.

En la entrada 3 se coloca el selector S04 que se lo utiliza para el encendido y apagado de la banda de entrada al arco de enfriamiento.

En la entrada 4 se ubica el selector S05 que se lo utiliza para cambiar el arco de enfriamiento al funcionamiento en modo manual y automático.

El selector S06, S07, S08, S09 y S10 se los utiliza para la selección del número de capas de crema que tiene la galleta, desde 1 hasta 5.

El selector S11 se lo utiliza para el encendido y apagado de la untadora de crema. El selector S12 se lo utiliza para el encendido de la banda del túnel de enfriamiento.

Finalmente la entrada 12 del PLC se la utiliza para el paro de emergencia del túnel de enfriamiento.

3.12.2.3. Entradas Slot 4

El Slot 4 del PLC se muestra en el *Anexo 6* y se lo designa para las entradas de los sensores de los espirales, para el reset, mcr y para las entradas de los contactos auxiliares del guarda motor.

La entrada 0 y 1 del Slot se las utiliza para obtener la señal proveniente de los Espirales 1 y 2 respectivamente. La entrada 3 es utilizada para leer la señal del guarda motor, el cual nos indica si se ha producido una falla en el motor o si se encuentra desenergizado. La entrada 4 es la entrada del pulsador de reset con el cual se arranca el sistema después de una falla.

Las entradas de la 7 a la 15 se designan para los contactos auxiliares de los guarda motores desde las bandas de los hornos hasta el motor principal de la untadora.

3.12.2.5. Entradas Slot 5

Este es el último Slot de entradas del PLC y se lo designa para recibir las señales de los sensores como se señala en el *Anexo 7*, que son utilizados para la semaforización y para los contactos auxiliares de los guarda motores restantes en la línea de producción.

De la entrada 0 a la 9 se las utilizará para el contacto auxiliar NO de los guarda motores desde la banda de la untadora hasta la banda empacadora.

La entrada 10, 11, 12, 13 se las utiliza para recibir la señal del sensor LS31, LS32, LS33 y LS34 que están ubicados en la banda principal a la entrada del arco de enfriamiento y son utilizados en la semaforización.

3.12.3. Planos de conexión a los módulos de salidas del PLC

3.12.3.1. Salidas Slot6

Las salidas que están conectadas al slot 6 se grafican en el *Anexo 8*, como son luces ya que la mitad de este slot del 8 al 15 no están conectadas al MCR de tal manera que cuando se presione el botón de emergencia estas salidas no serán desconectadas.

La salida 14 se conecta a un relé para accionar una sirena al momento que se produzca una falla en el sistema. La salida 15 es conectada a una luz que se enciende cuando se energice el tablero.

3.12.3.2. Salidas Slot7

Las salidas del Slot 7 son dedicadas especialmente para energizar todas las bobinas de los contactores pertenecientes a los motores de la línea de producción (ver *Anexo 9*).

3.12.3.3. Salidas Slot8

El slot 8 del PLC se lo destina para controlar el contactor que a su vez comanda el encendido y apagado del motor del túnel de enfriamiento (ver *Anexo 10*).

3.12.3.3. Salidas Slot9

Las salidas del slot 9 son destinadas para energizar las electro válvulas que controlan todos los pistones de la máquina untadora de crema, referirse al *Anexo 11*.

3.13. DISTRIBUCIÓN DE I/OS DEL PLC

Una vez que se tiene seleccionado el PLC, los módulos de entradas y salidas, y la distribución de I/O s. Se procede a realizar un plano para determinar cuantas I/Os quedan libres y programar las futuras actualizaciones. Además se lo utiliza como una referencia para realizar la programación del PLC como se indica en el *Anexo 16*.

3.14. LISTADO DE MOTORES

Para dimensionar los dispositivos que intervienen en el arranque de los motores como son contactores y guarda motores, es necesario conocer los datos de placa de los motores, la corriente que manejan con carga y sin carga, el voltaje de operación, la distancia a la que van a ser colocados, la impedancia, etc. Para esto se realiza un listado con todos los motores que existen en la línea de producción de galletas wafer y se los divide por secciones. De esta manera se realiza un buen dimensionamiento del sistema y se realiza un chequeo previo al arranque de la línea. Dicho listado se indica en el *Anexo 14*.

3.15. LISTADO DE APARATOS

En el *Anexo 15* se encuentra el listado de aparatos que consiste en determinar toda la instrumentación de campo ya sean sensores, válvulas, etc., con el fin de dimensionar adecuadamente los módulos de entrada y salida del PLC; cada sensor, válvula y pulsador es asignado a un slot. A su vez este listado es de gran utilidad al momento de armar el tablero de control, para realizar el cableado respectivo y colocar las marcas en cada cable de acuerdo al tipo de elemento.

3.16. TABLERO DE CONTROL

El diagrama del tablero de control se encuentra en el *Anexo 3* en donde se realiza la distribución de todos los elementos como son el PLC, transformador, disyuntores, barra de tierra y la fuente de DC.

Para determinar el tamaño del tablero, se realiza un esquema con las dimensiones reales de cada elemento, y dejando el espacio necesario para futuras actualizaciones.

Además se considera las canaletas de 80cm, tamaño suficiente para que pasen los cables de control y quede aún espacio para las ampliaciones.

3.17. TABLERO DE FUERZA

En el tablero de fuerza se ubica todos los arranques de los motores, y un breaker que actúa como protección contra un corto circuito excesivo en la línea.

Los arranques directos se les agrupa de acuerdo a los procesos que se desea arrancar, es decir, los arranques de los motores que pertenecen a la untadora de crema están en un solo grupo para una fácil detención de fallas o modificaciones en el cableado. El tablero de fuerza se lo esquematiza en el *Anexo 13*.

CAPITULO IV

DESARROLLO DE SOFTWARE

El desarrollo de software consiste en dos partes fundamentales. La primera es la programación del PLC SLC 5/03 de Allen Bradley y la segunda es la realización de una interfaz gráfica humano – máquina (HMI) en el Panel View 300.

4.1. SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN DEL PLC

La lógica de programación se la divide de acuerdo a los procesos de la línea wafer, en los cuales se incluyen tablas explicativas de las relaciones que existen entre las entradas y salidas del plc.

4.1.1. Encendido de la Línea Wafer

Antes de iniciar la producción es necesario encender todas las máquinas, bandas e instrumentación de campo para lo cual se indica en la *Tabla 4.1.*, la relación con los pulsadores y selectores. La simbología se encuentre especificada en el plano de distribución de borneras que se esta en el *Anexo 17* y en el plano de asignación de entradas y salidas del plc, *Anexo 16.*

Tabla 4.1. Relación entre mandos, motores y aparatos de campo

Pulsadores o Selectores	Señal	Activación	Desactivación
S01	1	C13	
	0		C13
S02	1	C23	
	0		C23
S03	1	C33	
	0		C33
S04	1	C41 / C42	

	0		C41
S05	1	Modo Automático	
	0		Modo Manual
S06	1	1 capa crema	
S07	1	2 capas crema	
S08	1	3 capas crema	
S09	1	4 capas crema	
S10	1	5 capas crema	
	0		0 capas crema
S11	1	C51, C52, C53, C54, C55, C56, C57, C58, C58, C59, C69, V51, V52, V53, V54	
	0		C51, C52, C53, C54, C55, C56, C57, C58, C58, C59, C69, V53, V54, V51, V52
S12	1	C61	
	0		C61
S13	1		Emergencia C61
	0		
S14	1		Emergencia C51, C52, C53, C54, C55, C56, C57, C58, C58, C59, C69, V51, V52
	0		
S15	1	V58	
	0		V58
S16	1	V51, V52	
	0		V53, V54, LS59, LS60, V55, V56, V57, V58
S20	1		Emergencia Módulos Salida del plc. MCR
	0		
PB21	1	Reset Sistema	
	0		

4.1.2. Hornos

A la salida de los hornos como ya se ha mencionado existen electro válvulas que se accionan cuando se detecta la presencia de oblea en la banda principal, dicha relación se observa en el diagrama de flujo de la *Figura 4.2.*

Este diagrama indica que cuando el sensor LS31 detecta la presencia de oblea en la banda principal, se produce el accionamiento de la válvula V22 que se ubica en la banda de salida del horno², de tal manera que la compuerta detenga a las obleas durante un determinado tiempo ingresado desde el panel view y evitar la colisión de las mismas.

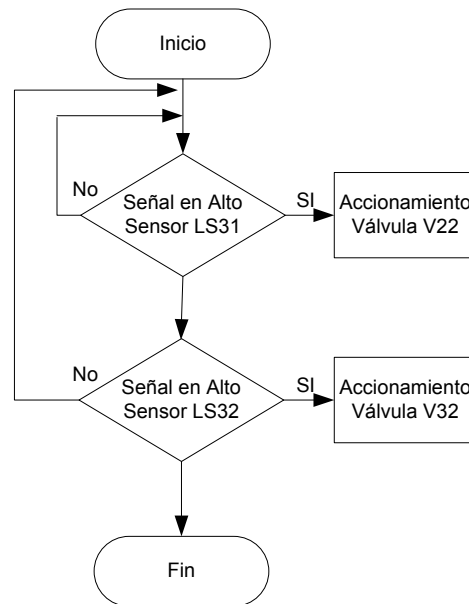


Figura 4.2. Diagrama de flujo del proceso de semaforización

De igual manera sucede con el sensor LS32 que se ubica también en la banda principal, evitando la colisión entre las obleas que se transportan en la banda principal y las que están en la banda de salida del horno³.

4.1.2. Arco de enfriamiento

La lógica de control para el arco de enfriamiento se observa en el diagrama de flujo de la *Figura 4.3.*

Este diagrama de flujo muestra que con el selector S05 se elige el funcionamiento del arco ya sea manual o automático.

Cuando el selector S05 es igual a 1, el arco de enfriamiento entra al modo manual, en el que se energiza el contactor C43 y se enciende el motor principal; iniciando el movimiento del arco hasta que el sensor LS42 detecta uno de los dientes del piñón y se frena. El arco permanece detenido durante un determinado tiempo ingresado desde el panel view, luego se inicia nuevamente el ciclo.

Cuando el selector S05 es igual a 0, el arco de enfriamiento entra al modo automático, en el que se energiza el contactor C43 cuando el sensor LS41 detecta la presencia de oblea en la banda principal, y se enciende el motor principal; iniciando el movimiento del arco hasta que el sensor LS42 detecta uno de los dientes del piñón y se frena.

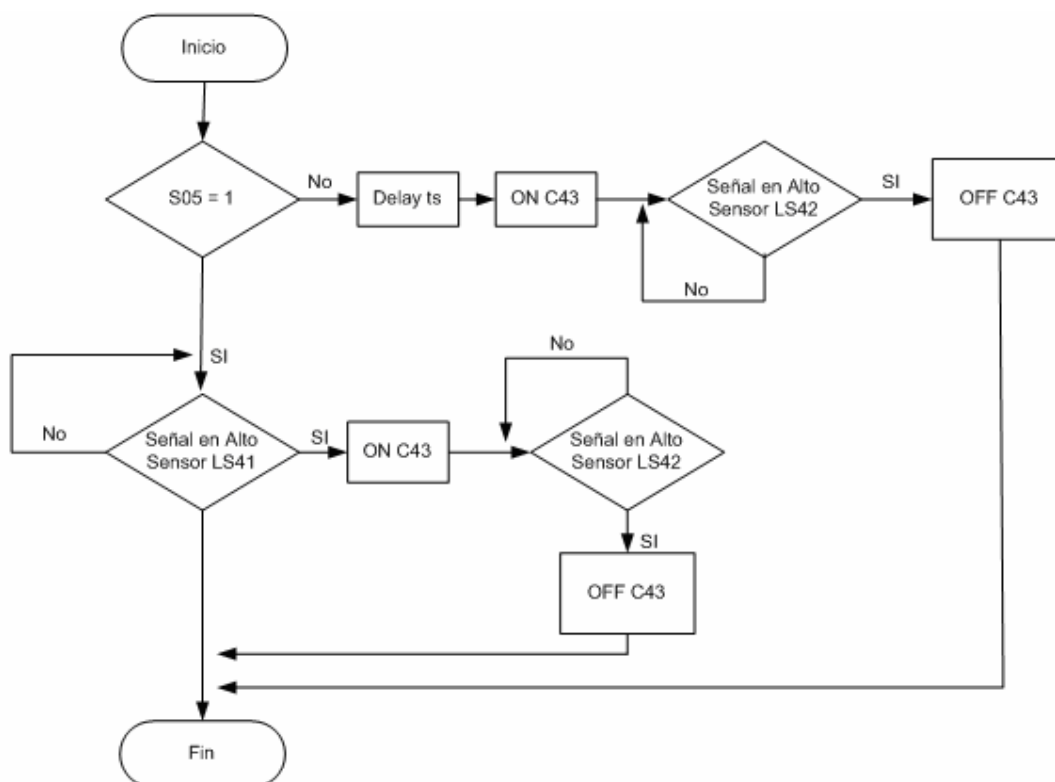


Figura 4.3. Lógica de control del arco de enfriamiento

4.1.3. Untadora de Crema

La lógica de control que se establece para la untadora de crema es la más compleja debido a que se realiza una sincronización de tiempos. En la *Tabla 4.4.*, se indican los tiempos que son ingresados desde el panel del operador. Estos tiempos varían de acuerdo a la cantidad de producción y se inician al momento que la oblea es detectada por el sensor LS54.

Tabla 4.4. Tiempos ingresados desde el panel del operador

Tiempo a partir de la detección del sensor LS55	Control de Pistones V53, V54	Escobilla V55	Detención Oblea Bandeja Superior V56	Movimiento de los Espirales LS59, LS60
1.5s		OFF - ON	OFF - ON	
2.5s				ON – OFF
3.0s				ON - OFF
2.8s	OFF			
3.8s	ON			

La posición de la instrumentación de campo y los motores se la encuentra en el *Anexo 1.*

En la *Figura 4.5.*, se explica la lógica que se siguió para desarrollar la programación de la máquina untadora de crema.

La lógica de control se inicia con la selección del número de capas de crema que tendrá la galleta, para lo cual se coloca uno de los selectores S06, S07, S08, S09, S10 en la posición de 1.

A continuación se espera hasta que el sensor LS55 detecta la presencia de oblea para dirigirla hacia la bandeja superior y ser detenida por la escobilla en la caída del tobogán, las demás obleas son detenidas por la compuerta superior hasta que los sensores LS52 y LS53 detectan por más de 1 seg. la presencia de oblea, con lo cual estas se dirigen hacia la bandeja inferior.

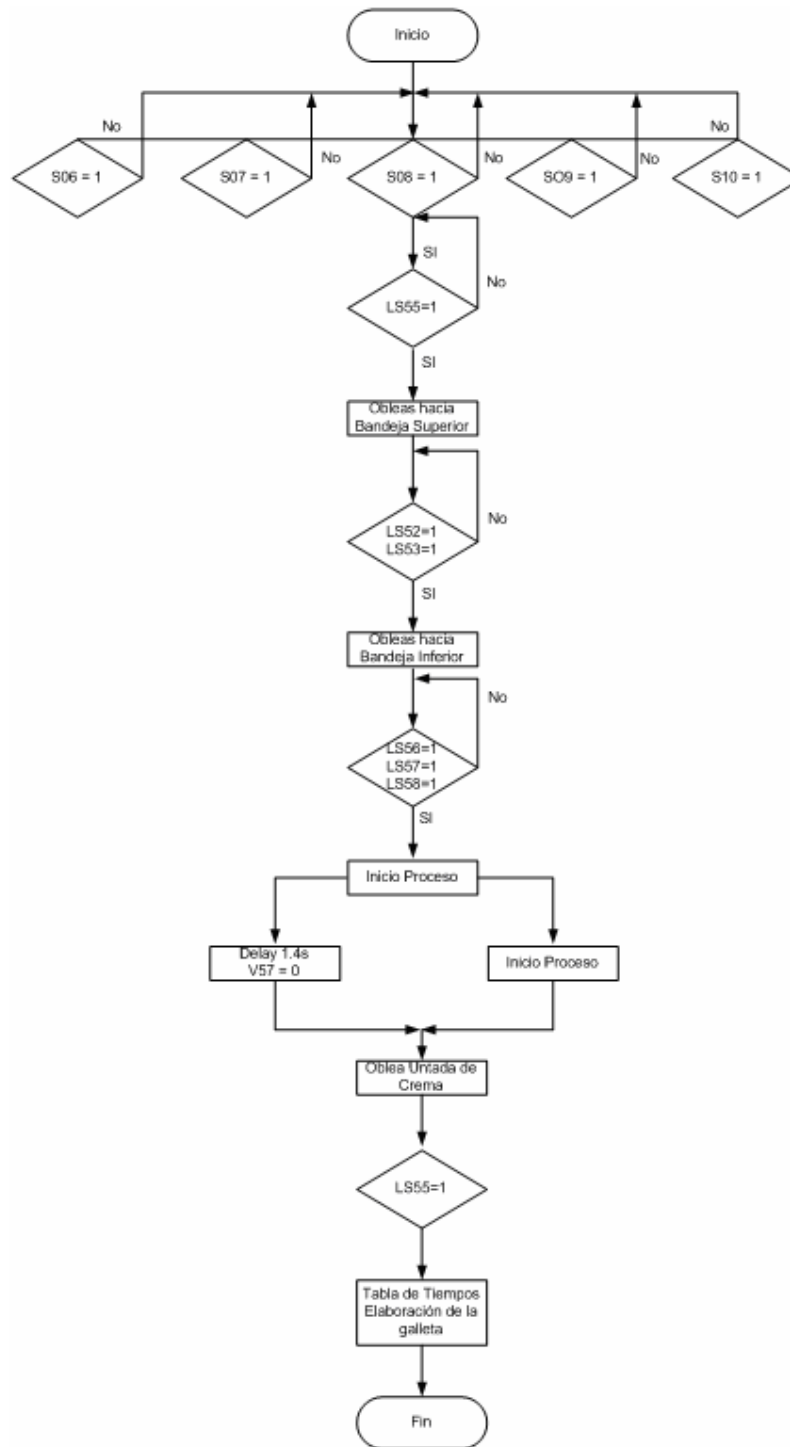


Figura 4.5. Lógica de control de la untadora de crema

Cuando los sensores LS57, LS58 que están ubicados en la bandeja inferior detectan por mas de 1 seg. la presencia de oblea, inician el proceso de la untadora. Después de un

tiempo de iniciado el proceso se activa la cuchilla de crema y se empieza el untado de crema en las obleas. Cuando las obleas salen de la banda de untado de crema son detectadas por el sensor LS55 que inicia los distintos temporizadores explicados en la *Tabla 4.4.*, para obtener la formación de la galleta.

4.2. SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN DEL PANEL DE OPERADOR

La interfaz gráfica máquina – humano (HMI), se la realiza en el panel view 300 de Allen Bradley, en el cuál se desarrolla 8 pantallas gráficas que sirven para el monitoreo del sistema de control y para el ingreso de tiempos.

4.2.1. Pantalla Principal

La *Figura 4.6.*, indica la pantalla principal con el respectivo teclado que permite navegar entre las distintas pantallas.



Figura 4.6. Pantalla principal

Desde esta pantalla se puede navegar hacia las demás, como son:

Alarmas

Hornos

Tobogán

Galleta

Arco

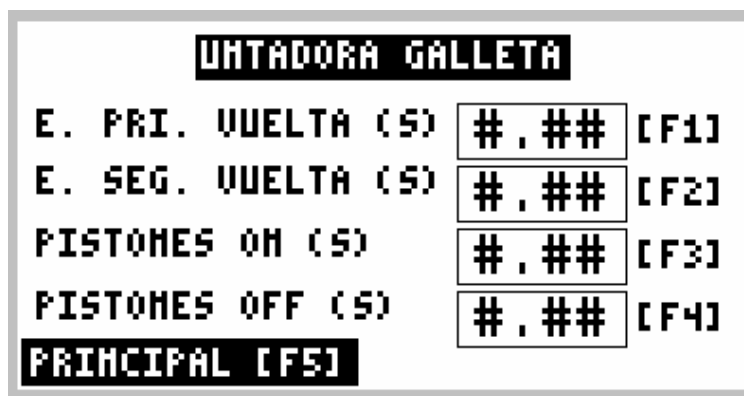
Obleas

Además existe una opción que se llama Valores Previos a la cual se le asigna la tecla F4. Su función es la de cargar los valores que ya se han establecido de manera que si el operador no recuerda cuales eran los datos anteriores puede pulsar la tecla y recuperarlos.

También se visualiza en la pantalla Proceso Detenido, este mensaje se cambia a Proceso Iniciado, cuando la untadora termine su inicialización.

4.2.2. Pantalla para la formación de la galleta

En la *Figura 4.7.*, se muestra la pantalla llamada “Galleta” ya que aquí es donde se configura los tiempos que están relacionados con la fabricación de la wafer.



```
UNTADORA GALLETA
E. PRI. VUELTA (S)  #,## [F1]
E. SEG. VUELTA (S)  #,## [F2]
PISTONES ON (S)    #,## [F3]
PISTONES OFF (S)   #,## [F4]
PRINCIPAL [F5]
```

Figura 4.7. Pantalla “Galleta”

En esta pantalla se ingresan los tiempos para que los espirales giren la primera vuelta, la segunda y para que los pistones se activen y desactiven. Estos tiempos se inician una vez que el sensor LS55 detecta la presencia de oblea.

4.2.3. Pantalla para control del Tobogán

En la *Figura 4.8.*, se encuentra la pantalla “Tobogán”, en donde se controla los tiempos que están relacionados con la caída de la tapa de la galleta. Aquí se ingresa el tiempo para que la escobilla y la válvula de detención de obleas de la bandeja superior se desactiven, y para que se vuelvan a activar, teniendo en cuenta que este tiempo se inicia cuando el sensor LS54 detecte el paso de la oblea.

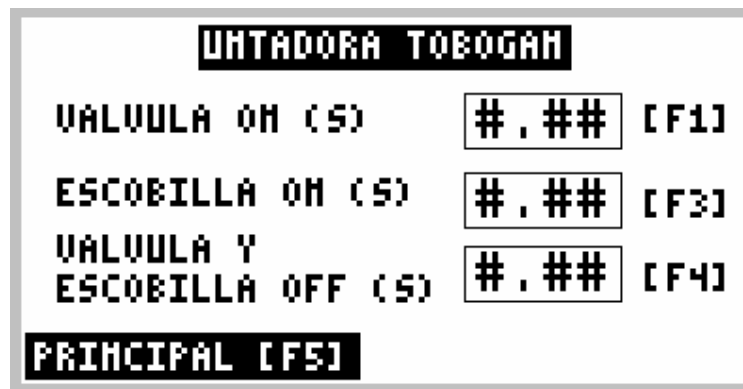


Figura 4.8. Pantalla “Tobogán”

4.2.4. Pantalla para el control de la producción

En esta pantalla se ingresa el tiempo para que la máquina untadora de crema no se sature cuando exista demasiada producción o que incompleto el proceso de formación de la galleta por ausencia de obleas, dicha pantalla se señala en la *Figura 4.9.*.



Figura 4.9. Pantalla de control de la producción

4.2.4. Pantalla para descarga de obleas a la banda principal

En esta pantalla se ingresa los tiempos para que la oblea sea detenida a la salida de los hornos y no se colisione con la que esta transportándose en la banda principal, como se muestra en la *Figura 4.10.*

The screenshot shows a control interface with the following elements:

- Header: **DESCARGA OBLEAS SALIDA DE LOS HORNOS**
- Input field: **DESCARGA H1 (S)** followed by a box containing **#, ##**
- Input field: **DESCARGA H2 (S)** followed by a box containing **#, ##**
- Buttons: **DES.H1**, **DES.H2**, and **PRINCIP**

Figura 4.10. Pantalla para control de la semaforización

4.2.6. Pantalla de descarga de obleas del arco

En la *Figura 4.11.*, se indica la pantalla en la cual se ingresa el tiempo que indica la frecuencia con la que se descarga una oblea a la banda de salida del arco de enfriamiento.

The screenshot shows a control interface with the following elements:

- Header: **ARCO MODO MANUAL TIEMPO DE DESCARGA**
- Input field: **DESCARGA (S)** followed by a box containing **#, ##**
- Buttons: **DESCARGA** and **PRINCIP**

Figura 4.11. Pantalla de descarga de obleas del arco de enfriamiento

4.2.7. Pantalla de Alarmas

Si se produce una falla en algún motor, o se presiona algún botón de emergencia, en esta pantalla se encuentra que pulsador fue presionado o el número del motor que salto. Es un monitoreo que se realiza al sistema.



Figura 4.12. Pantalla de Alarmas

CAPITULO V

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

5.1. INSTRUMENTACIÓN DE CAMPO

La instrumentación de campo se la distribuye a lo largo de todas las bandas transportadoras; a continuación se indican los aparatos de campo empleados en cada una de ellas y la posición de donde fueron colocados los motores para impulsar a las bandas.

5.1.1. Bandas de salida de los hornos

En la banda de salida de los hornos 2 y 3 se coloca una electro válvula para que accione una compuerta y detenga a las obleas, consiguiendo una adecuada semaforización como se muestra en la *Figura 5.1.*

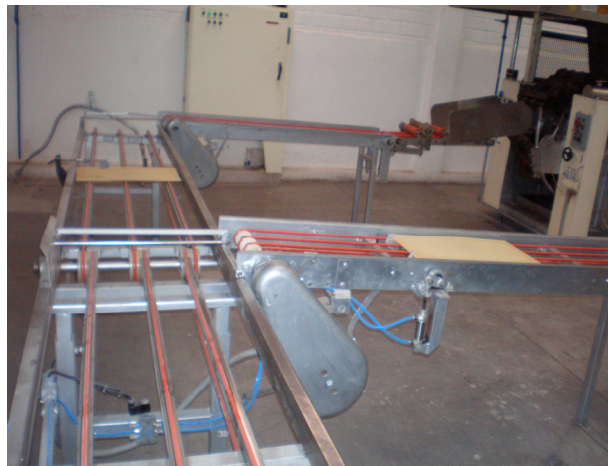


Figura 5.1. Ubicación de la compuerta en la banda de salida del horno2

En la parte inferior de la banda de entrada al arco de enfriamiento se ubica una caja de paso que sirve para facilitar las conexiones de los sensores, de las electro válvulas y

disponer de un punto de control para detectar posibles fallas en el cableado, indicada en la *Figura 5.2.*

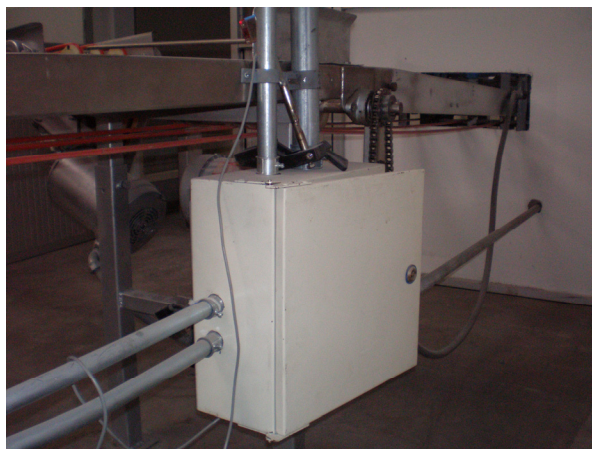


Figura 5.2. Caja de paso

Para cada una de las bandas existe un motor con una relación de engranajes de 0.5 aproximadamente que jala a las bandas, esta ubicado en la parte final de la banda, que se muestra en la *Figura 5.3.*



Figura 5.3. Motor para accionamiento de la banda de salida del horno 2

5.1.2. Banda de entrada al Arco de Enfriamiento

En la banda de entrada al arco de enfriamiento o banda principal se colocan 2 sensores que sirven para realizar la semaforización. El primero se encuentra antes de la

banda de salida del horno 2 y el segundo antes de la banda de salida del horno3, como se indica en la *Figura 5.4.* La distancia a la que se colocan los sensores debe ser la mínima para que las obleas no se colisionen.

La velocidad a la que gira las bandas de salida de los hornos 2 y 3 es tres veces mayor a la velocidad de la banda principal, por consiguiente, la distancia a la que se coloca el sensor tiene que ser mínimo 120cm ya que cada una tiene un ancho de 40cm.

El motor que jala esta banda, de igual manera se encuentra al final de la banda.

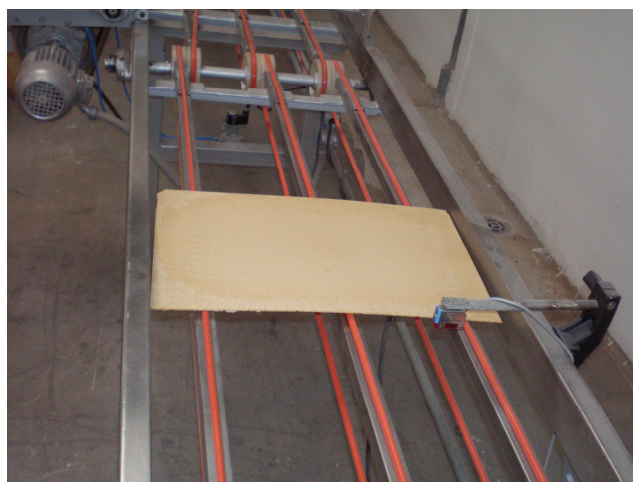


Figura 5.4. Ubicación del sensor antes de la banda de salida del horno2

5.1.3. Untadora de Crema

En la máquina untadora de crema se coloca 10 sensores, a 24VDC. Los sensores a son de la marca SICK. Todos los sensores son fotoeléctricos con una detención del tipo difusa o también se les conoce con el nombre de sensores de proximidad. Además se colocan 8 electro válvulas de 5 posiciones y 2 vías que trabajan a 110VAC.

En la *Figura 5.5.*, se indica la caja de paso que esta ubicada debajo de la untadora en donde se conectan todos los cables con lo cual se facilita el mantenimiento y la prevención de posibles fallas.

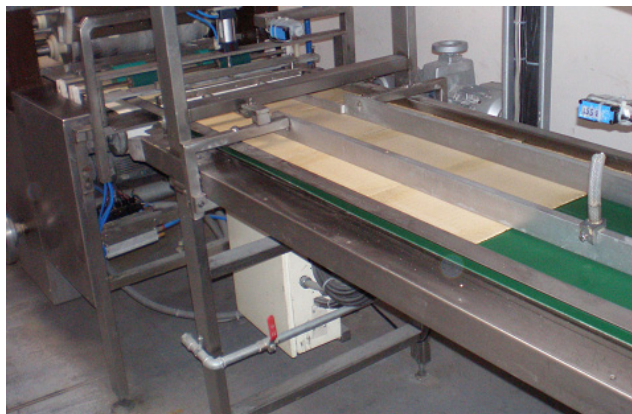


Figura 5.5. Caja de paso de la untadora

5.1.4. Túnel de Enfriamiento

En el túnel de enfriamiento se coloca un paro de emergencia como se indica en la *Figura 5.6.*, para proteger a la banda de una posible desalineamiento o cuando se atranque. Se considera esta protección debido a que la banda tiene 27m de longitud y es cubierta para mantener la temperatura y enfriar la galleta.



Figura 5.6. Ubicación del paro de emergencia del túnel de enfriamiento

5.2. TABLERO DE CONTROL

En la *Figura 5.7.*, se indica la ubicación del tablero de control. Se encuentra frente al arco de enfriamiento, debido a que es el punto medio de toda la línea de producción con lo cuál no existe pérdida de voltaje debido a una excesiva longitud del cable.



Figura 5.7. Ubicación del tablero de control

5.3. TABLERO DE FUERZA

El tablero de fuerza se ubica al lado del tablero de control como indica la *Figura 5.8.*, debido a que está también en un punto medio de la línea y no existe pérdida de voltaje en los cables tanto de los de control como de los de fuerza.

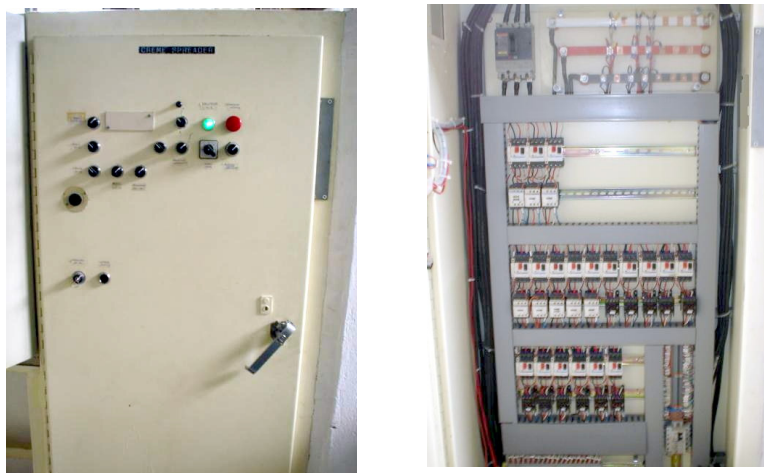


Figura 5.8. Ubicación del tablero de fuerza

Los cables se trasladan hacia los motores en bandejas mostradas en la *Figura 5.9.*, que se ubican junto a las paredes y en la máquina respectiva se reparten en tuberías de 1 plg., hasta el motor que se quiera arrancar.



Figura 5.9. Soportería de cableado

CAPITULO VI

PRUEBAS Y RESULTADOS

Previo al arranque de la línea de producción de galletas wafer se realizaron algunas pruebas para comprobar el funcionamiento de los equipos, la lógica de programación, el cableado entre otras.

6.1. TRANSFORMADOR

Se realizaron pruebas con 2 transformadores de 1 y 1.5KVA.

En el diseño se consideró que el transformador se lo ubicará en la parte superior derecha del tablero de control y el PLC a la izquierda, quedando un espacio en la mitad para colocar un nuevo rack del PLC y realizar la ampliación de la línea de producción.

El tamaño del transformador de 1 KVA es el indicado para las condiciones de diseño, pero la potencia que entrega es la mínima para que funcione el sistema de control y sin considerar las ampliaciones futuras.

El transformador de 1.5KVA es el indicado para entregar la potencia requerida para el sistema. Las dimensiones del transformador son un 20% más que el de 1KVA por lo que no alcanza un nuevo rack para el PLC.

Teniendo en cuenta estas consideraciones se eligió el transformador de 1.5KVA y se decidió que cuando se produzca la ampliación del sistema se lo moverá a la base del tablero y así dejar libre el espacio para aumentar un nuevo rack del PLC.

6.2. BORNERAS

En el diseño del sistema de control se consideró que las borneras que se utilizan para conectar los sensores serían de 3 posiciones. De tal manera que se utilizaría 2 para la polarización y 1 para recibir la señal del sensor.

El momento que se monta la caja de paso debajo de la untadora y de la banda principal se decide suprimir ese tipo de borneras y colocar una de 2 posiciones para solo recibir la señal del sensor y obtener los 24VDC o 110VAC en las cajas de paso para polarizar los sensores.

6.3. I/O TEST

Una vez finalizado el montaje del tablero de control se realiza un I/O test en el que se prueba que todas las entradas y salidas del PLC concuerdan con el aparato de campo al cual se las asignó.

Se encuentra que en los pulsadores y en los sensores de 110VAC esta la lógica cambiada, es decir, que los contactos en lugar de ser NO, eran NC, procediendo a su inmediata corrección.

6.4. CALIBRACIÓN DE LOS SENSORES

Después de realizar el I/O test se procede a determinar la señal que entregan los sensores cuando detectan la presencia de oblea.

Se determinó que en algunos sensores la señal era variable, es decir, a veces detectaba y a veces no. A continuación se procede a calibrarlos para la altura dada entre su posición y la oblea, consiguiendo de esta manera una señal real.

6.5. MOTORES

En el tablero de fuerza se comprueba que el contactor encienda el motor al que se le asignó, y que el sentido de giro de los motores sea el correcto.

En la asignación de arranques a los motores no se encuentra ningún problema, pero en el sentido de giro de los motores se determina que no es el apropiado, entonces se procede a intercambiar 2 fases, corrigiendo el problema.

6.6. BANDAS TRANSPORTADORAS

El funcionamiento de las bandas es fundamental en la línea de producción ya que si se produce una falla existirá una pérdida de materia prima.

Se comprueba que las bandas se encuentren lo suficiente tensas para que no se resbalen al momento de girar y las obleas no se retrasen ni se adelanten en el tiempo de transportación, de lo contrario no se sincronizan los procesos y puede existir un mal funcionamiento de la línea.

Otro aspecto importante es la velocidad a la que giran las bandas de salida de los hornos, ya que estas tienen que girar más rápido que la banda principal y esta a su vez 3 veces más que la banda interna de los hornos.

6.7. ARCO DE ENFRIAMIENTO

El arco de enfriamiento es el encargado de reducir la temperatura de las obleas para que puedan ser untadas con crema.

Se determina un mal funcionamiento en el frenado del motor, debido a que el sensor que detiene su movimiento no estaba lo suficientemente cerca de las levas, de tal manera que el funcionamiento era impredecible.

El sensor interno, propio de la máquina es inductivo y se lo acerca a una distancia de 5mm con lo que se soluciona el problema.

6.8. UNTADORA DE CREMA

La untadora de crema fue la máquina que presentó mayor dificultades ya que el funcionamiento no era bien conocido.

Una vez que se determina el funcionamiento de la máquina se encuentra un problema en la programación ya que se había considerado que al momento de que el sensor LS55 detecta la presencia de oblea, se espera un determinado tiempo, dependiendo de la producción que se tenga, y se gira el espiral para formar la galleta.

Cuando el sensor detecta nuevamente otra oblea, el tiempo todavía no ha finalizado, con lo que se pierde el nuevo flanco detectado, consecuentemente, el mal funcionamiento de la untadora de crema.

Para solucionar este problema se realiza un toggle dentro de la lógica del programa y se aumenta un timer para que cuando el sensor detecte la oblea se active un timer, cuando detecte otra se active el segundo timer y con una tercera se activa nuevamente el primero, consiguiendo de esta manera que no se pierda ninguna señal detectada por el sensor.

6.9. TÚNEL DE ENFRIAMIENTO

En el túnel de enfriamiento se encuentra que la galleta no sale totalmente fría por lo que se procede a bajar la temperatura a 1 °C consiguiendo un buen corte de la galleta.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

- La línea de producción de galletas wafer es una industria bastante desarrollada en nuestro país ya se dispone de tecnología que cada día avanza mas en todo el mundo.
- El conocimiento minucioso del macro proceso permite determinar las mejores soluciones para la obtención de excelentes resultados.
- Una vez que se determina el funcionamiento de la línea de producción, se procede a realizar la lógica de control de cada uno de los procesos y posteriormente al diseño de los planos eléctricos.
- La utilización de un PLC en el sistema de control facilita en gran medida el manejo de los distintos procesos y la integración de los mismos.
- El desarrollo de una programación ordenada permite identificar rápidamente posibles fallas que se pudieran presentar en la puesta en marcha del sistema.
- La utilización de un Panel View es de gran importancia cuando se trabaja con sistemas flexibles que se pueden adecuar a distintos niveles de producción ya que se modifica parámetros internos de configuración como son set points, tiempos críticos, etc.

- El manejo de equipos de una misma marca permite integrarlos de una mejor manera debido a que se basan en las mismas normas y protocolos.
- La elaboración de tableros eléctricos bajo normas IP y NEMA son de vital importancia al momento de determinar posibles fallas que se produzcan en el sistema o cambios que se desee realizar.
- Las pruebas que se realizan a la instrumentación de campo, a los motores, previas a la puesta en marcha de la línea de producción son importantes para que no se produzcan resultados no deseados en las máquinas o daños en el sistema.
- La puesta en marcha del sistema no solo requiere la presencia de la persona encargada del sistema de control sino también de técnicos especialistas en las máquinas de producción y en conocimientos de la línea ya que no siempre las fallas son electrónicas, sino pueden ser mecánicas o de proceso.

7.2. RECOMENDACIONES

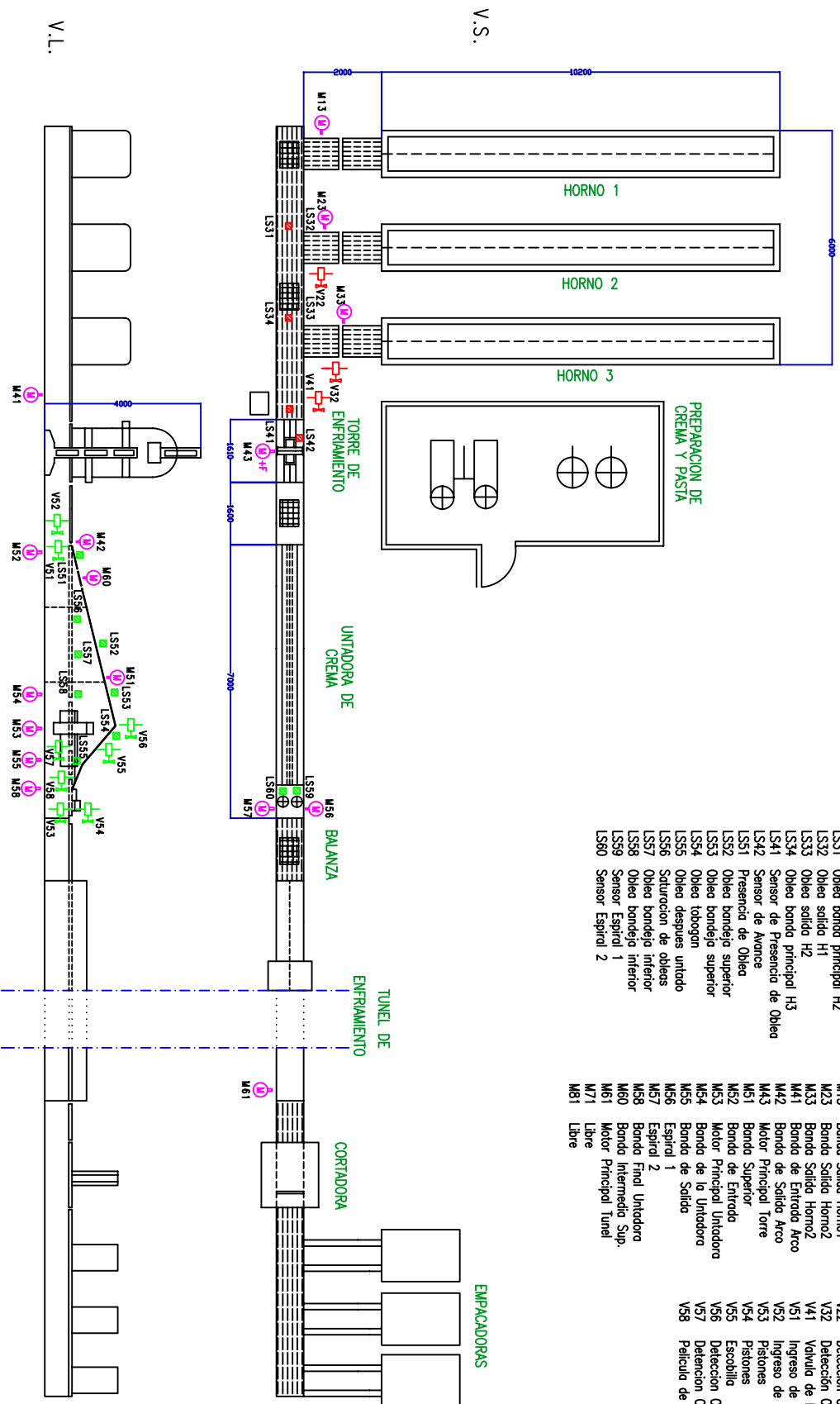
- Cuando se realice el diseño del sistema de control siempre se debe tener en cuenta que todo sistema fallará aunque sea un vez en algún momento para lo cual hay que tomar las medidas pertinentes para su inmediata corrección.
- Realizar un buen dimensionamiento del sistema neumático para que no se presenten problemas al momento de activar las electro válvulas ya que de darse el caso la línea de producción no trabajará debidamente.
- Antes de arrancar el sistema se debe revisar que todos los sistemas mecánicos trabajen adecuadamente, ya que es una de las causas de falla en el sistema mas frecuentes, para ello lo mejor es realizar un I/O test y comprobar que todos los aparatos mecánicos respondan a las señales que envíe el PLC.

- Se debe tener en cuenta que el operador que manejará el sistema no siempre tendrá todos los conocimientos para resolver problemas no previstos por lo que se recomienda capacitarlo de la mejor manera posible.
- Cuando se realicen reparaciones al sistema como es el cambio de una válvula defectuosa o un sensor que no responde adecuadamente se recomienda aislar el proceso completamente de los demás mediante los controles adecuados ya que de lo contrario se puede producir un mal funcionamiento en toda la línea.
- Si llegara a ocurrir una saturación de obleas en las bandejas de la untadora de crema es recomendable que se detenga el proceso de untado y se proceda a vaciar completamente las bandejas de esta manera se evitara un mal funcionamiento y un desperdicio de la crema.
- Cuando se realice una ampliación a la línea wafer como es la integración de los procesos de corte y empaado de las galletas, se recomienda utilizar equipos que se basen en los mismos protocolos, normas y además no se debe modificar el actual hardware ni software ya que se encuentran funcionando correctamente.

ANEXOS

ANEXO 1
LAYOUT DE LA LÍNEA WAFER

- SIMBOLÓGICA
- | | | | | | |
|------|-------------------------------|-----|--------------------------|-----|---------------------------|
| LS31 | Obieno banda principal H2 | M13 | Banda Salida Horno1 | V22 | Detección Obieno H2 |
| LS32 | Obieno salida H1 | M23 | Banda Salida Horno2 | V32 | Detección Obieno H3 |
| LS33 | Obieno salida H2 | M33 | Banda Salida Horno2 | V41 | Válvula de Emergencia |
| LS34 | Obieno banda principal H3 | M41 | Banda de Entrada Arco | V51 | Ingreso de Obieno |
| LS41 | Sensor de Presencia de Obieno | M42 | Banda de Salida Arco | V52 | Ingreso de Obieno |
| LS42 | Sensor de Amonce | M43 | Motor Principal Torre | V53 | Pistones |
| LS51 | Presencia de Obieno | M51 | Banda Superior | V54 | Pistones |
| LS52 | Obieno bandeja superior | M52 | Banda de Entrada | V55 | Escobilla |
| LS53 | Obieno bandeja superior | M53 | Motor Principal Untadora | V56 | Detección Obieno Superior |
| LS54 | Obieno tobogán | M54 | Banda de la Untadora | V57 | Detección Obieno Inferior |
| LS55 | Obieno después untado | M55 | Banda de Salida | V58 | Película de Crema |
| LS56 | Saturación de obliens | M56 | Espiral 1 | | |
| LS57 | Obieno bandeja interior | M57 | Espiral 2 | | |
| LS58 | Obieno bandeja interior | M58 | Banda Final Untadora | | |
| LS59 | Sensor Espiral 1 | M60 | Banda Intermedia Sup. | | |
| LS60 | Sensor Espiral 2 | M61 | Motor Principal Tunnel | | |
| | | M71 | Libre | | |
| | | M81 | Libre | | |



Cliente:

GENERAL SNACK

Título:
LAYOUT
LINEA WAFER

Dibujado por:
RMS
Escala:
S/E

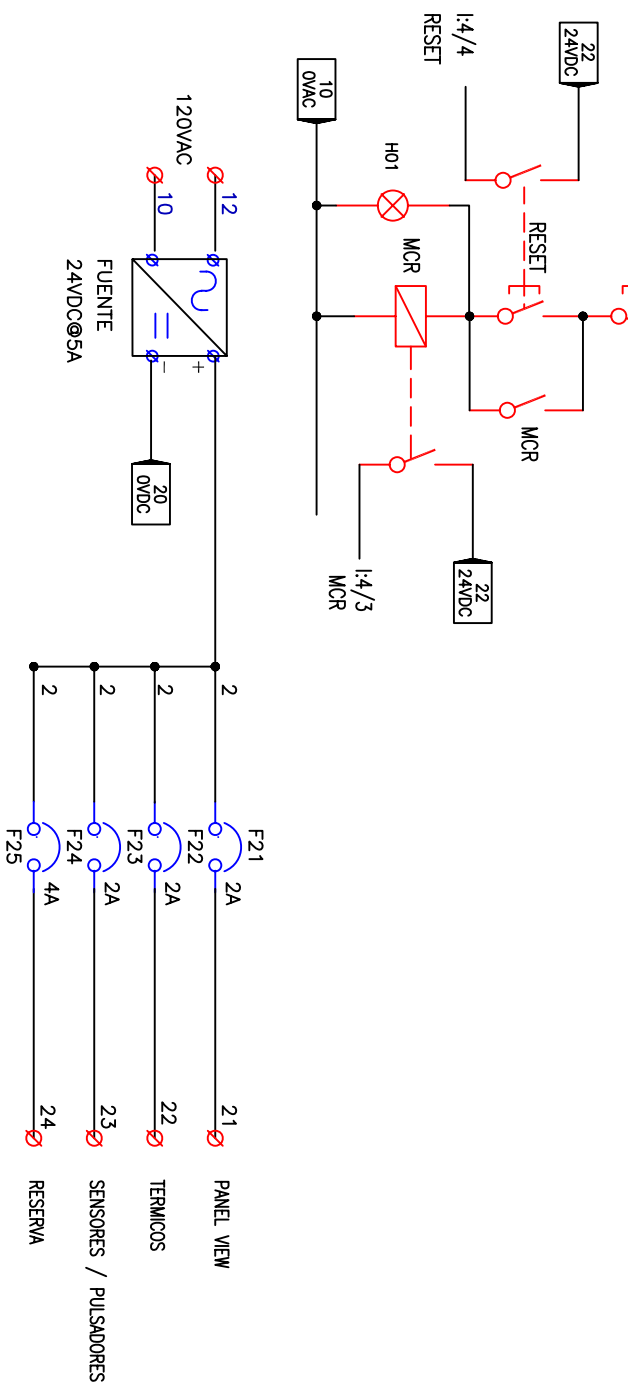
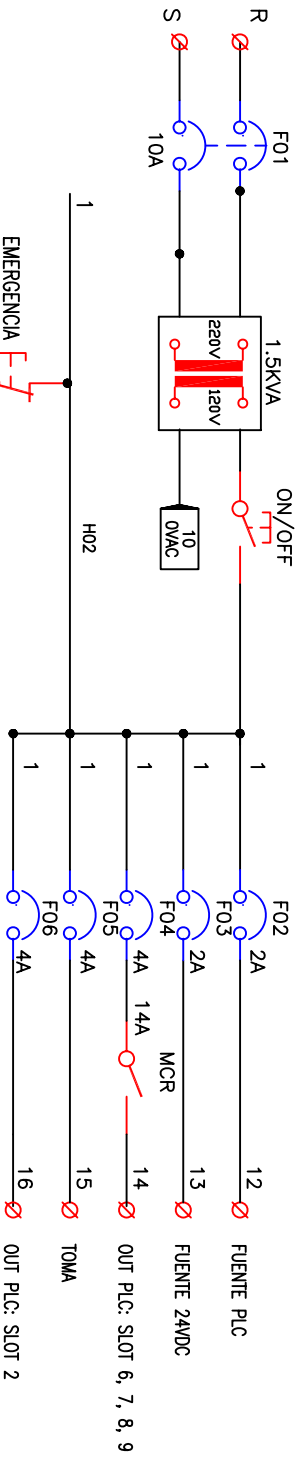
Aprobado por:
20/NOV/06

Modificación:
LAYOUT.DWG

Plano No.
Hoja:

ANEXO 2

ALIMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL



Cliente:

Título:

GENERAL SNACK

FUENTE Y MCR
LINEA WAFER

Dibujado por:

RMS

Aprobado por:

Fecha: 24/NOV/06

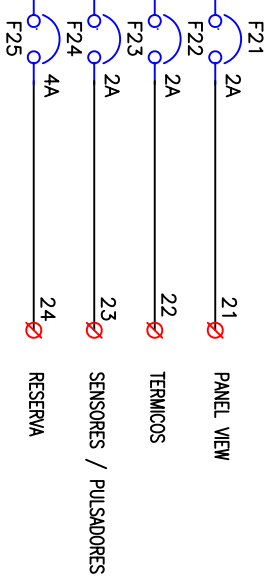
Modificación:

Archivo: ALIMENTACION.DWG

Plano No.

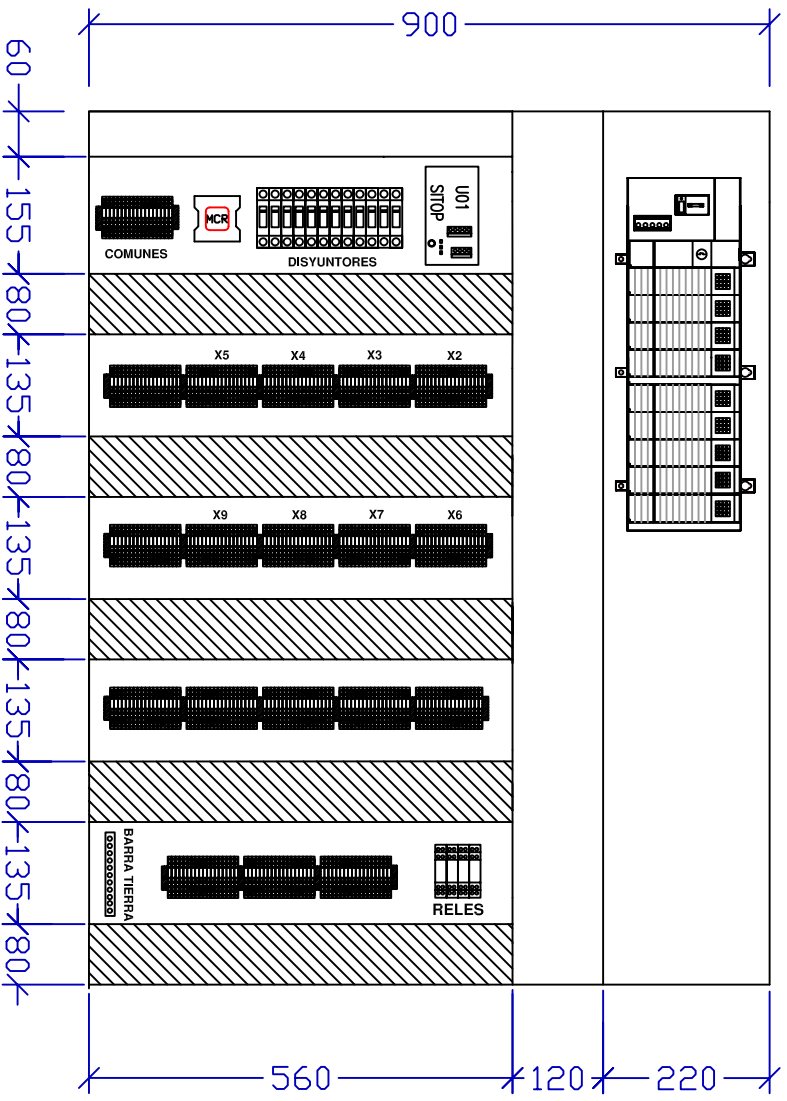
Escala: S/E

Hoja:



ANEXO 3
TABLERO DE CONTROL

1155



Cliente:

GENERAL SNACK

Título:

TABLERO DE CONTROL
LINEA WAFER

Dibujado por:

RMS

Aprobado por:

Modificación:

Plano No.

Escala:

S/E

Fecha:

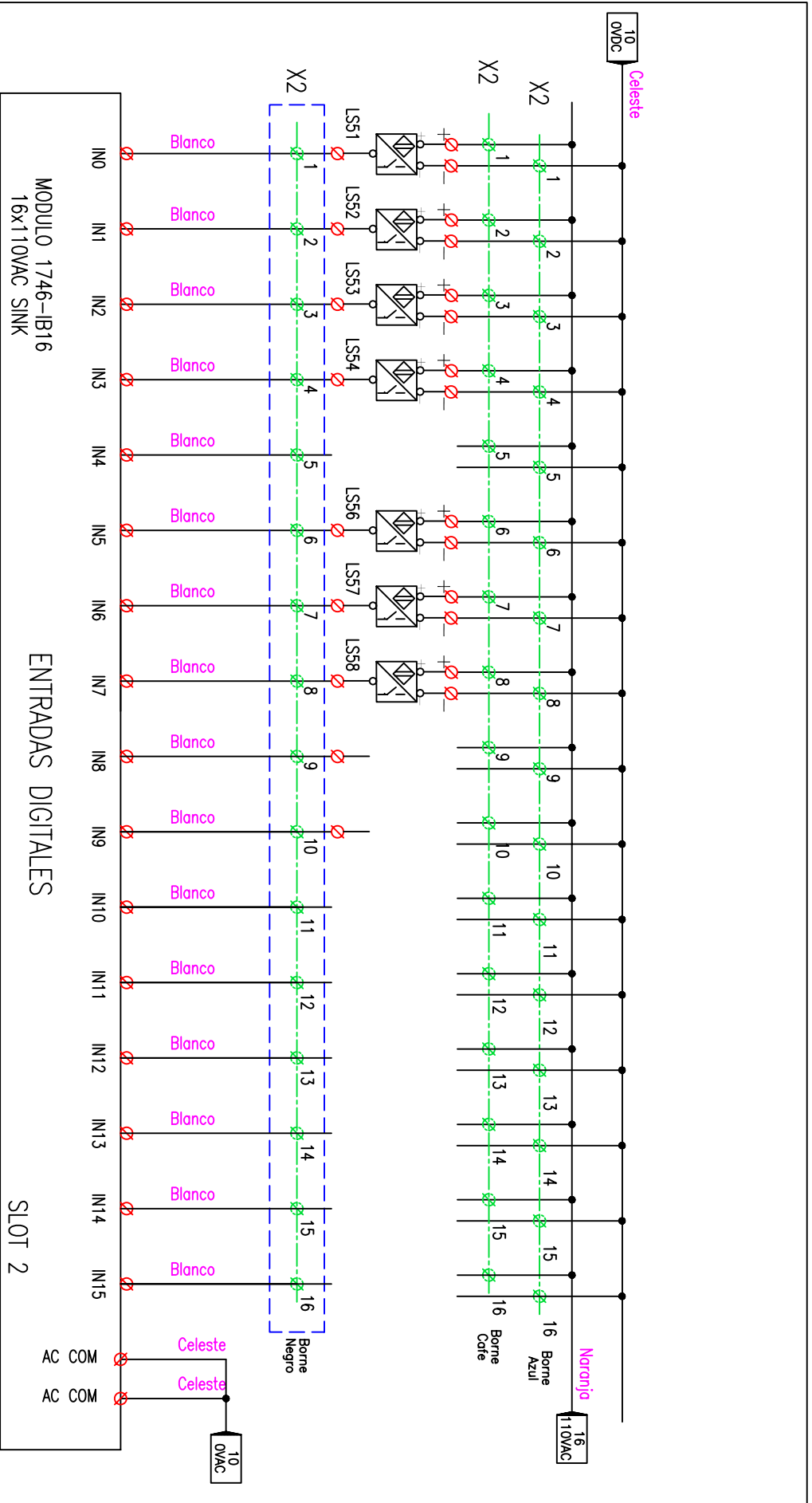
25/NOV/06

Archivo:

TABLERO.DWG

Hoja:

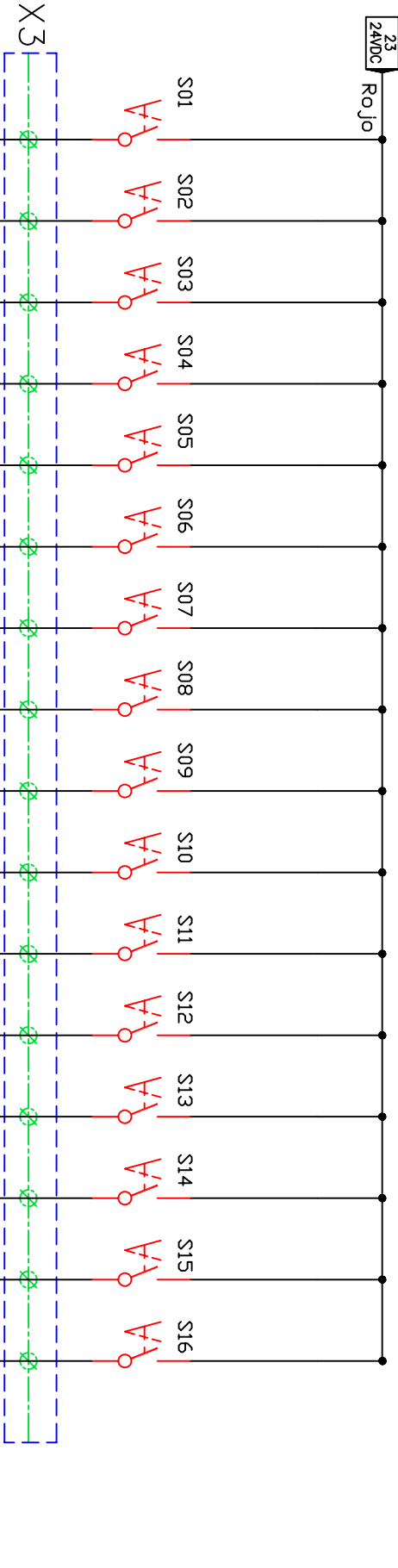
ANEXO 4
SLOT 2 DEL PLC



Cliente:		Titulo:	
GENERAL SNACK		SLOT 02: SENSORES LINEA WAFER	
Dibujado por: RMS	Aprobado por:	Escala: S/E	Fecha: 21/NOV/06
Modificacion:	Plano No.	Archivo: SLOT02.DWG	Hoja:

ANEXO 5
SLOT 3 DEL PLC

ENCEND BANDA HORNO1	ENCEND BANDA HORNO2	ENCEND BANDA HORNO3	ENCEND B. ENT. ARCO	MANUAL AUTO. ARCO	SELECC NUMER CAPA 1	SELECC NUMER CAPA 2	SELECC NUMER CAPA 3	SELECC NUMER CAPA 4	SELECC NUMER CAPA 5	ENCEND UNTAO. CREMA	ENCEND BANDA TUNEL	PARO EMERG. TUNEL	PARO EMERG. UNTAO.	ENCEND PELIC. CREMA	LIMPIEZA UNTAODORA
---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	-------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	--------------------	-------------------	--------------------	---------------------	--------------------



IN0 Blanco
 IN1 Blanco
 IN2 Blanco
 IN3 Blanco
 IN4 Blanco
 IN5 Blanco
 IN6 Blanco
 IN7 Blanco
 IN8 Blanco
 IN9 Blanco
 IN10 Blanco
 IN11 Blanco
 IN12 Blanco
 IN13 Blanco
 IN14 Blanco
 IN15 Blanco

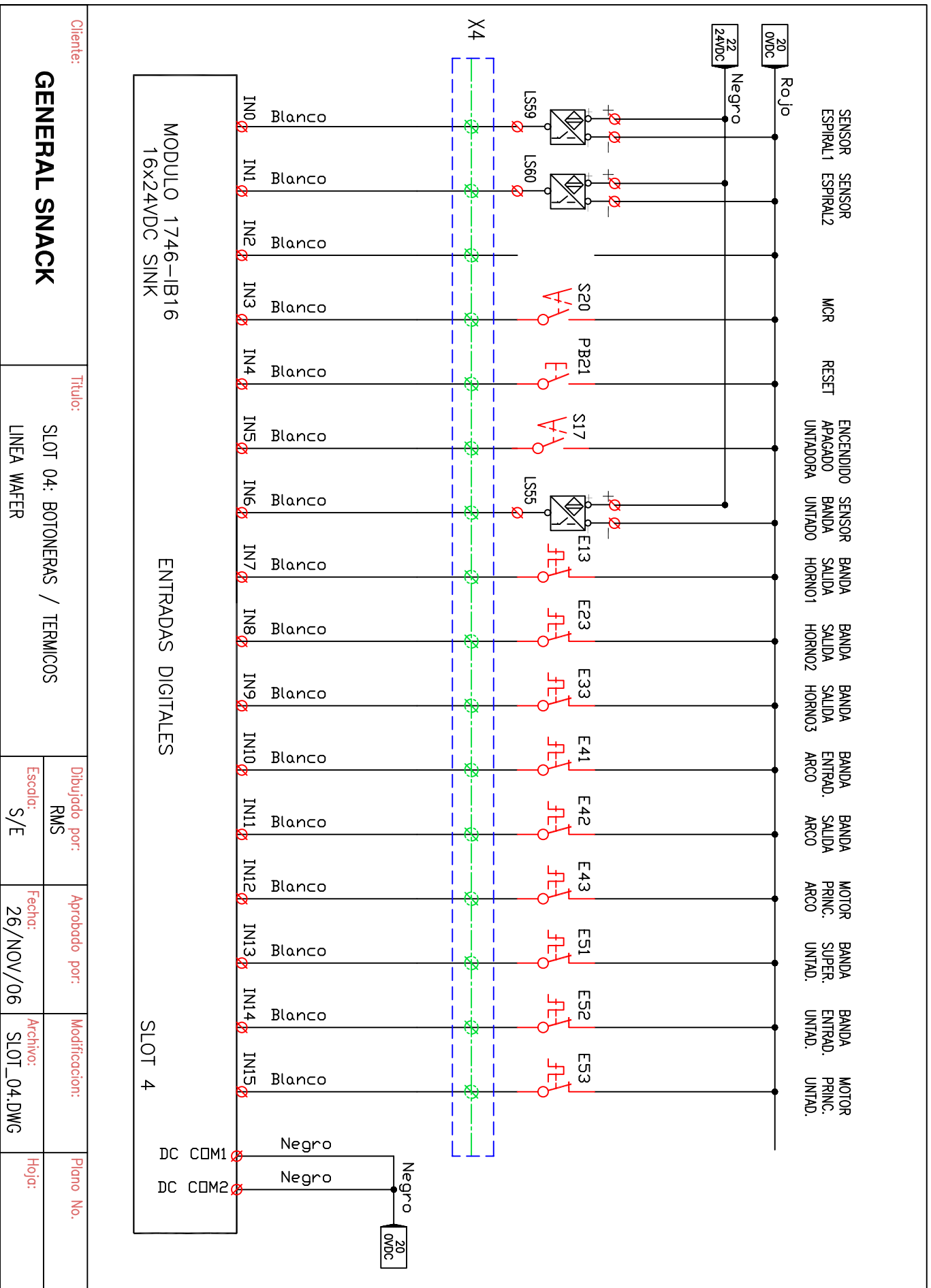
DC COM1 Negro
 DC COM2 Negro

MODULO 1746-IB16
 16x24VDC SINK

ENTRADAS DIGITALES
 SLOT 3

Cliente: GENERAL SNACK	Titulo: SLOT 03: BOTONERAS LINEA WAFER	Dibuñado por: RMS	Aprobado por:	Modificacion:	Plano No.
Escala: S/E	Fecha: 24/NOV/06	Archivo: SLOT_03.DWG	Hoja:		

ANEXO 6
SLOT 4 DEL PLC



Cliente:

Título:

GENERAL SNACK

SLOT 04: BOTONERAS / TERMICOS
LINEA WAFER

Dibujado por:

Aprobado por:

Modificación:

Plano No.

RMS

Fecha:

Archivo:

Hoja:

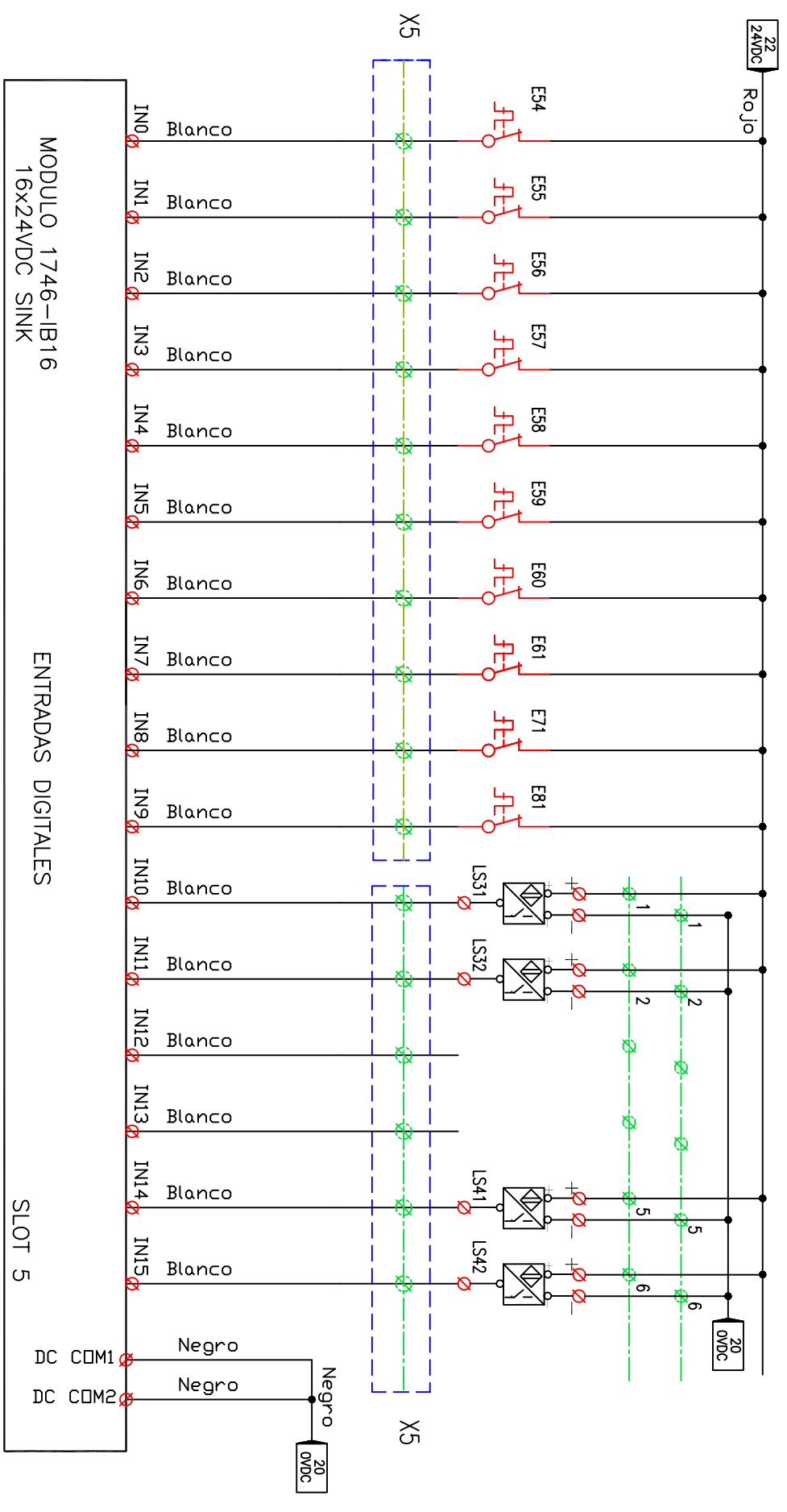
Escala:

26/NOV/06

SLOT_04.DWG

ANEXO 7
SLOT 5 DEL PLC

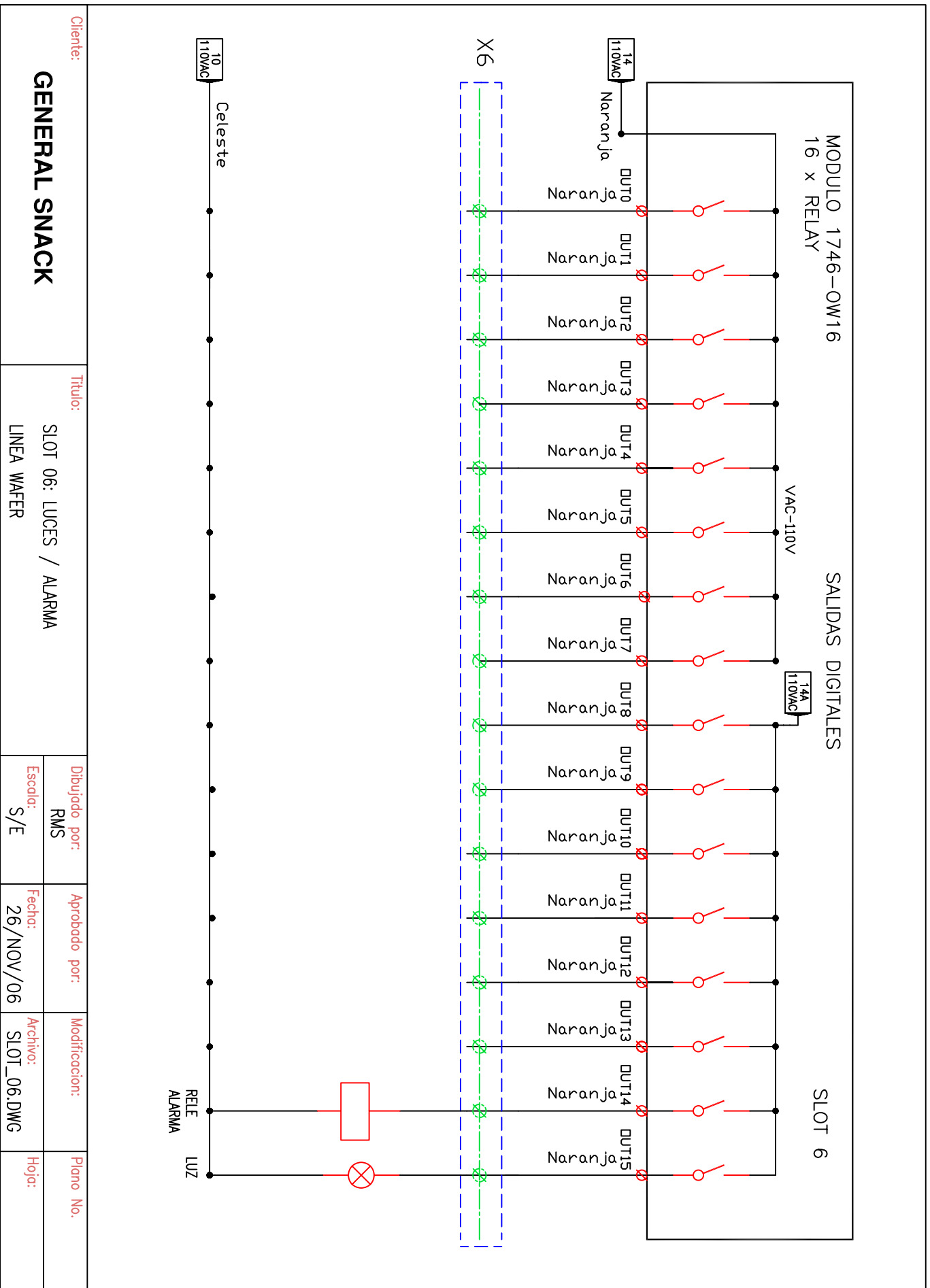
BANDA UNIDAD. BANDA SAIDA UNIDAD. ESPIRAL1 ESPIRAL2 BANDA FINAL UNIDAD. BANDA INTERM. SUPER. PELIC. CREMA BANDA TUNEL LIBRE LIBRE SEMAF. H2 SEMAF. H3 INICIO MOV. ARCO FRENO DEL ARCO



MODULO 1746-IB16
 16x24VDC SINK
 ENTRADAS DIGITALES
 SLOT 5

Cliente: GENERAL SNACK	Titulo: SLOT 05: BOTONERAS / TERMICOS LINEA WAFER	Dibujiado por: RMS	Aprobado por:	Modificacion:	Plano No.
		Escala: S/E	Fecha: 24/NOV/06	Archivo: SLOT_05.DWG	Hoja:

ANEXO 8
SLOT 6 DEL PLC



Cliente:

Título:

GENERAL SNACK

SLOT 06: LUCES / ALARMA
LINEA WAFER

Dibujado por:
RMS

Aprobado por:

Modificación:

Plano No.

Escala:
S/E

Fecha:
26/NOV/06

Archivo:
SLOT_06.DWG

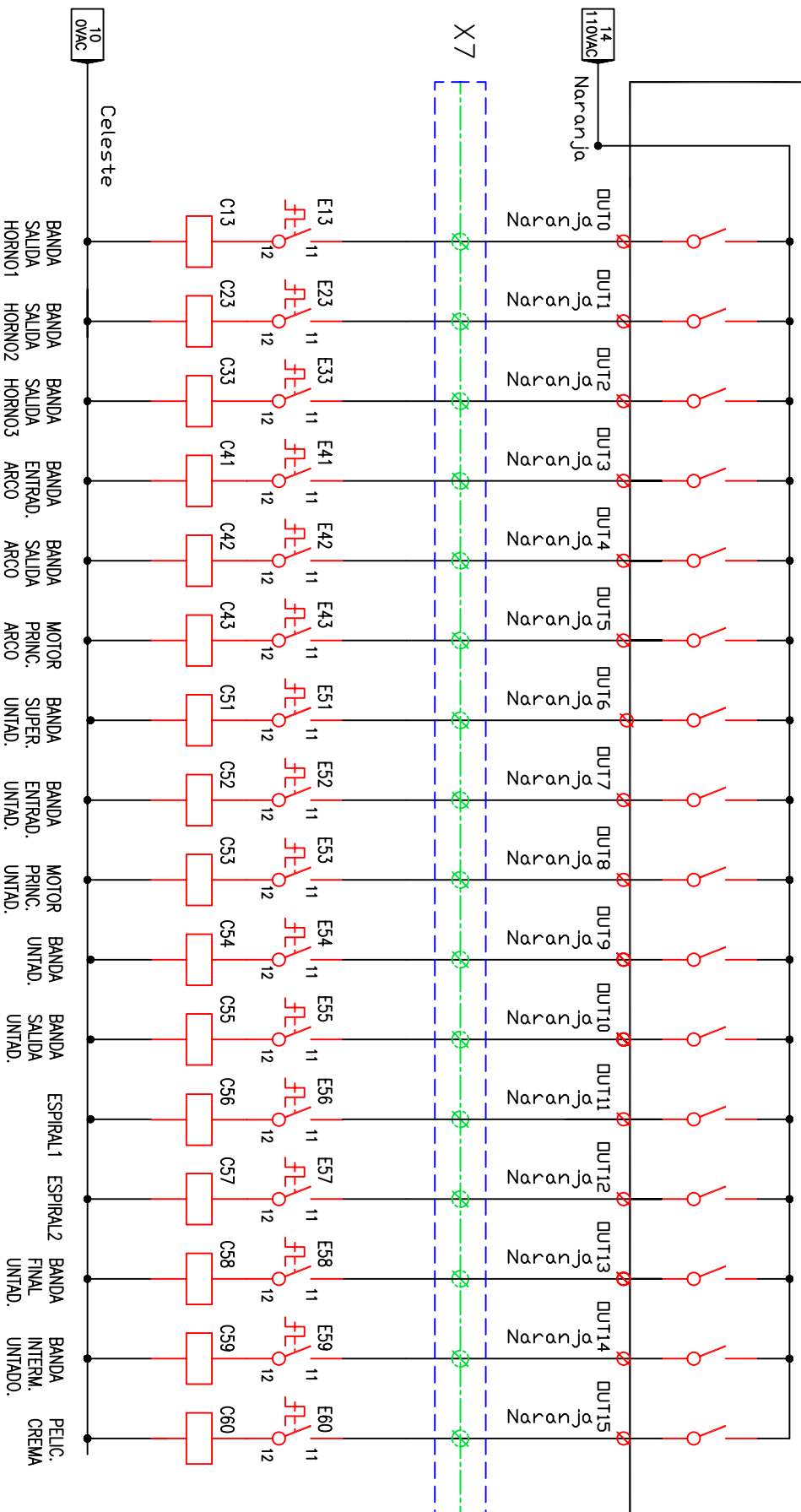
Hoja:

ANEXO 9
SLOT 7 DEL PLC

MODULO 1746-OW16
16 x RELAY

SALIDAS DIGITALES

SLOT 7



Cliente:

Título:

GENERAL SNACK

SLOT 07: CONTACTORES

LINEA WAFER

Dibujado por:
RMS

Aprobado por:

Modificación:

Plano No.

Escalá:

S/E

Fecha:

26/NOV/06

Archivo:

SLOT_07.DWG

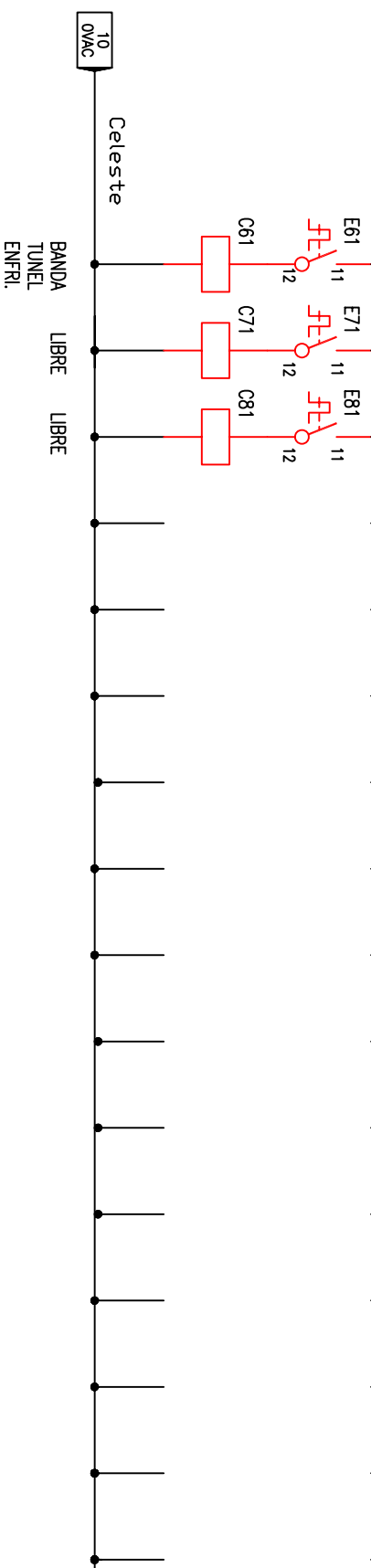
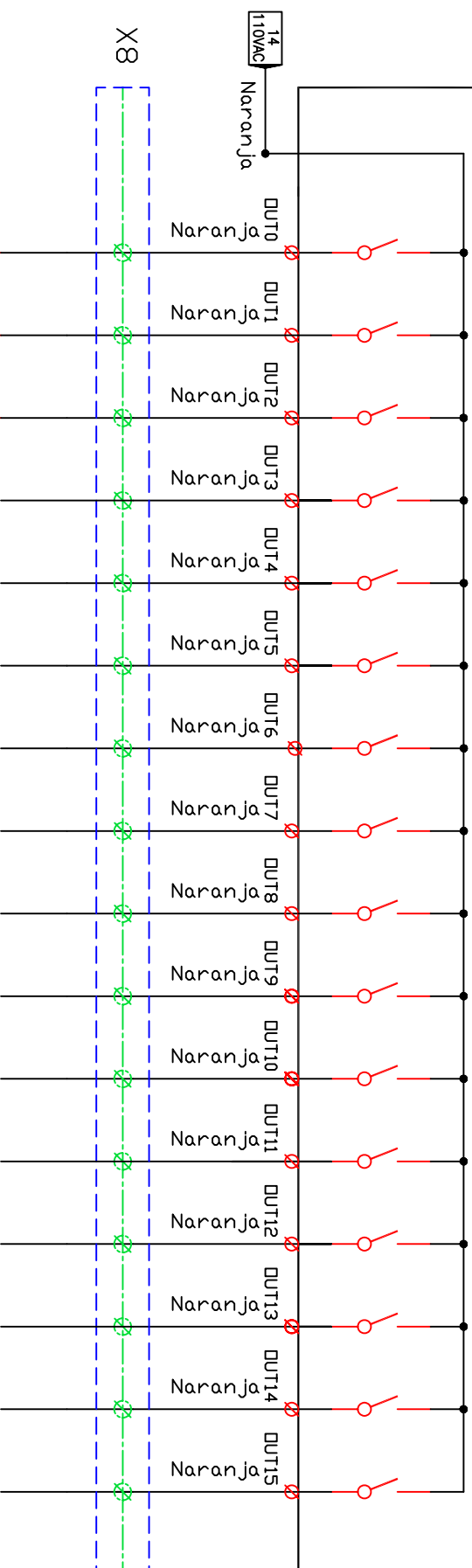
Hoja:

ANEXO 10
SLOT 8 DEL PLC

MODULO 1746-OW16
16 x RELAY

SALIDAS DIGITALES

SLOT 8



Cliente:

GENERAL SNACK

Título:

SLOT 08: CONTACTORES
LINEA WAFER

Dibujado por:
RMS

Escala:
S/E

Aprobado por:

Fecha:
27/NOV/06

Modificación:

Archivo:
SLOT_08.DWG

Plano No.:

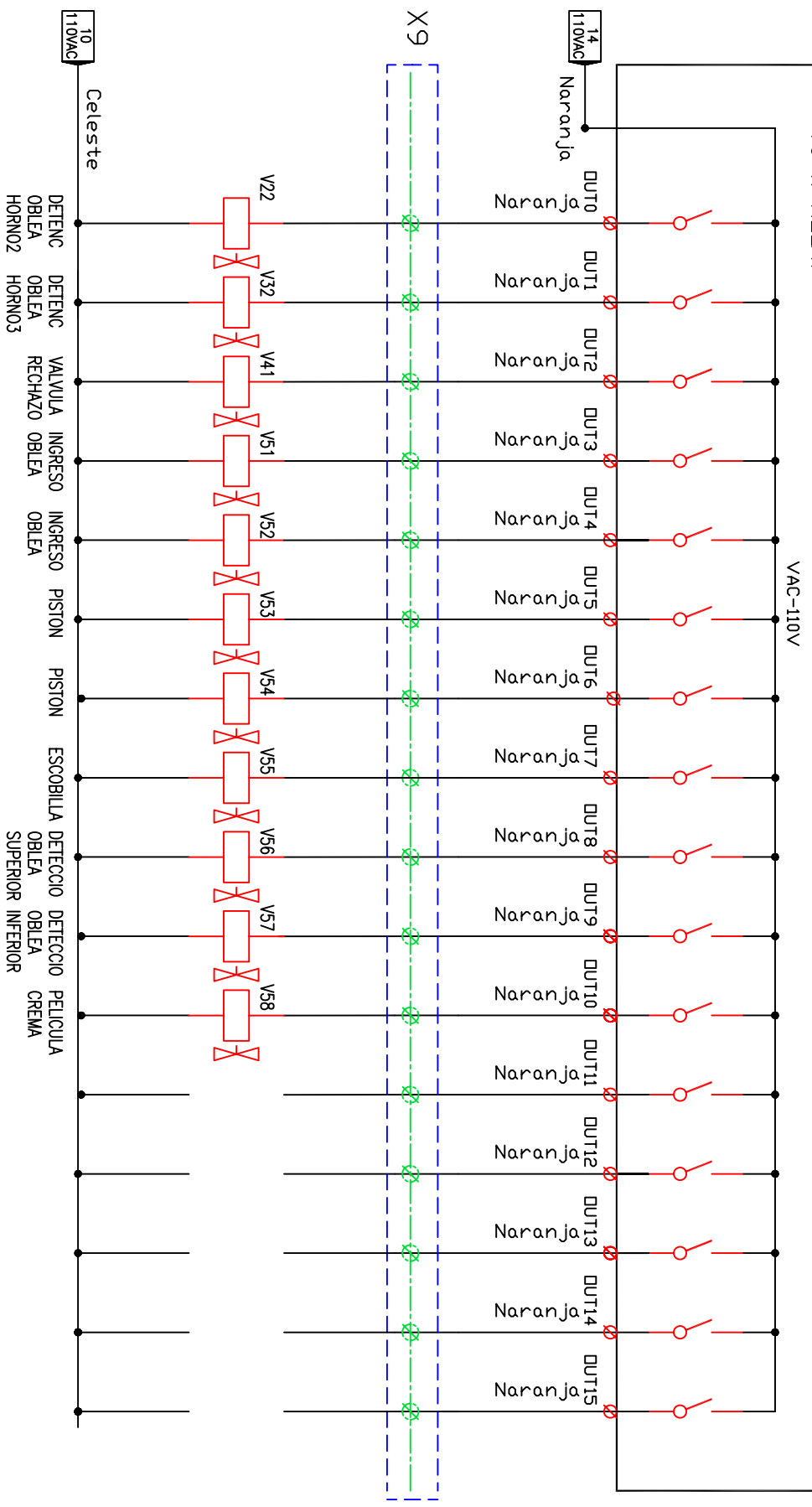
Hoja:

ANEXO 11
SLOT 9 DEL PLC

MODULO 1746-OW16
16 x RELAY

SALIDAS DIGITALES

SLOT 9



Cliente:

Título:

GENERAL SNACK

SLOT 09: ELECTROVALVULAS
LINEA WAFER

Dibujado por:
RMS

Aprobado por:

Modificación:

Plano No.

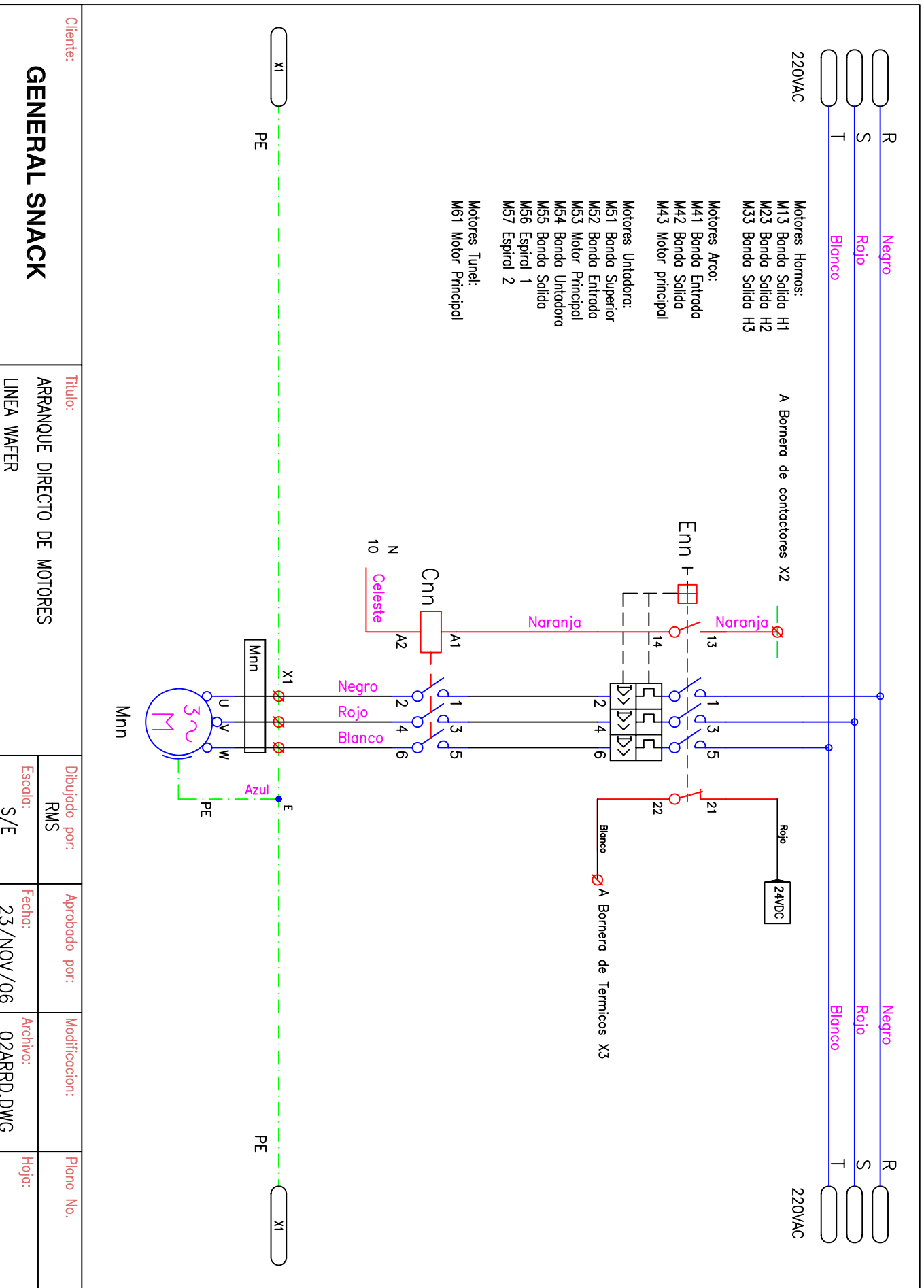
Escalá:
S/E

Fecha:
27/NOV/06

Archivo:
SLOT_09.DWG

Hoja:

ANEXO 12
ARRANQUE DE MOTORES



Cliente:

GENERAL SNACK

Título:

ARRANQUE DIRECTO DE MOTORES
LINEA WAFER

Dibujado por:

RMS

Aprobado por:

Fecha: 23/NOV/06

Modificación:

Archivo: 02ARRD.DWG

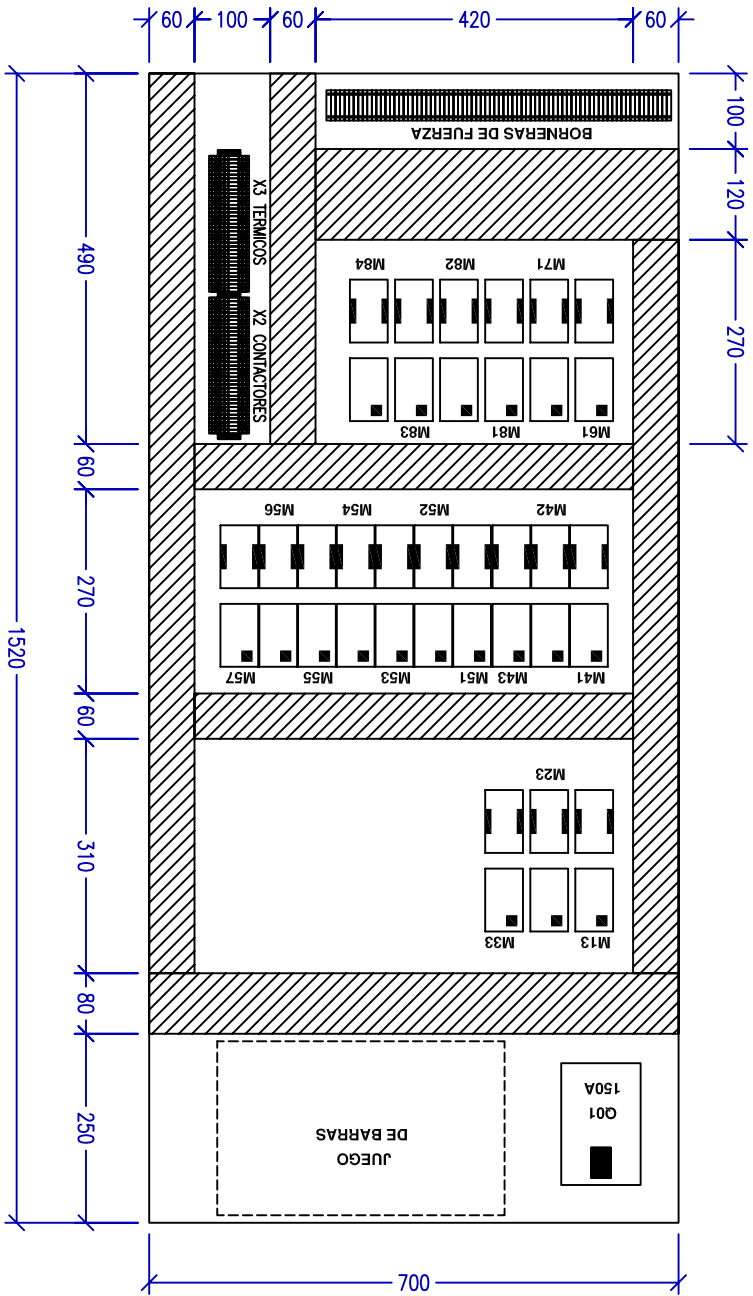
Plano No.:

Hoja:

Escala: S/E

ANEXO 13
TABLERO DE FUERZA

GENERAL SNACK		Título: DISTRIBUCION TABLERO DE ARRANCADORES LINEA WAFER		Dibujado por: RMS		Aprobado por:		Modificación:		Plano No.	
Ciente:		Escala: S/E		Fecha: 22/NOV/06		Archivo: TABINIT.DWG		Hoja:			



ANEXO 14
LISTADO DE MOTORES

GENERAL SNACKS - LINEA WAFER														LISTADO DE MOTORES									
TABLERO DE POTENCIA: Motores 220Vac, 60Hz, bobina del contactor 120Vac																							
D<11KW (15HP)														Y-D<55KW(75HP)									
Motor N°	Potencia		Arranque	Velocidad (RPM)	In línea (AMP)	In vacío (AMP)	I carga 1 (AMP)	I carga 2 (AMP)	Cable AWG Tab./Campo	Tubería (m x plg.)	Impedancia	d (m)	Arrancador	Máquina (Dato de Placa)	CAD	INS	TOD	CAD	CONECT	TRO			
	(KW)	(HP)																			Q	ADO	A
HORNO 1																							
M13	0.20	0.50	D	1700	1.19				3x14 4x14	3x3/4"	35.8	16	G: GV2-ME07 (1.6 - 2.5A) C: LC1D9	Banda de Salida	*	*	*	*	*	*	*	*	
HORNO 2																							
M23	0.37	0.49	D	1416	1.60				3x14 4x14	3x1"	14.9	16	G: GV2-ME07 (1.6 - 2.5A) C: LC1D9	Banda de Salida	*	*	*	*	*	*	*	*	
HORNO 3																							
M33	0.40	0.53	D	1725	2.20				3x14 4x14	3x1"	12.3	16	G: GV2-ME07 (1.6 - 2.5A) C: LC1D9	Banda de Salida	*	*	*	*	*	*	*	*	
TORRE DE ENFRIAMIENTO																							
M41	2.25	3.00	D	1725	2.00				3x14 4x14	3x1"	10.2	16	G: GV2-ME07 (1.6 - 2.5A) C: LC1D9	Banda de Entrada	*	*	*	*	*	*	*	*	
M42	0.37	0.50	D	3300	1.65				3x14 4x14	3x1"	12.2	16	G: GV2-ME07 (1.6 - 2.5A) C: LC1D9	Banda de Salida	*	*	*	*	*	*	*	*	
M43	0.15	0.20	D	750	1.38				3x14 4x14	3x1"	32.4	16	G: GV2-ME07 (1.6 - 2.5A) C: LC1D9	Motor Principal Torre	*	*	*	*	*	*	*	*	
UNTADORA																							
M51	0.38	0.50	D	3300	1.65	0.60			3x14 4x14	Can.	16.2	18	G: GV2-ME07 (1.6 - 2.5A) C: LC1D9	Banda Superior	*	*	*	*	*	*	*	*	
M52	0.38	0.50	D	3300	1.65	1.60			3x14 4x14	Can.	12.3	18	G: GV2-ME07 (1.6 - 2.5A) C: LC1D9	Banda de Entrada	*	*	*	*	*	*	*	*	

GENERAL SNACKS - LINEA WAFER													LISTADO DE MOTORES								
TABLERO DE POTENCIA: Motores 220Vac, 60Hz, bobina del contactor 120Vac																					
D<11KW (15HP) Y-D<55KW(75HP)																					
Motor N°	Potencia		Arranque	Velocidad (RPM)	In línea (AMP)	In vacío (AMP)	I carga 1 (AMP)	I carga 2 (AMP)	Cable AWG Tab./Campo	Tubería (m x plg.)	Impedancia	d (m)	Arrancador	Máquina (Dato de Placa)	CAD	TAL	FERRI	CAB	CONECT	TRO	
	(KW)	(HP)																			OTO
M53	0.59	0.79	D	2250	3.05	2.10			3x14 4x14	Can.	7.5	18	G: GV2-ME08 (2.5 - 4.0A) C: LC1D9	Motor Principal Untadora	*	*	*	*	*	*	*
M54	0.40	0.53	D	1700	1.90	1.80			3x14 4x14	Can.	7.5	18	G: GV2-ME07 (2.5 -4.0A) C: LC1D9	Banda de la Untadora	*	*	*	*	*	*	*
M55	0.55	0.73	D	1700	2.70	2.30			3x14 4x14	Can.	7.5	18	G: GV2-ME08 (2.5 - 4.0A) C: LC1D9	Banda de Salida	*	*	*	*	*	*	*
M56	0.25	0.33	D	1700	1.40	1.20			3x14 4x14	Can.	19	18	G: GV2-ME06 (1.0 - 1.6A) C: LC1D9	Espiral1	*	*	*	*	*	*	*
M57	0.44	0.33	D	1700	1.40	1.30			3x14 4x14	Can.	19.1	18	G: GV2-ME06 (1.0 - 1.6A) C: LC1D9	Espiral2	*	*	*	*	*	*	*
M58	0.55	0.70	D	1700	1.40	0.60			3x14 4x14	Can.	12.3	18	G: GV2-ME06 (2.5 - 4.0A) C: LC1D9	Banda Final Untadora	*	*	*	*	*	*	*
M59	0.55	0.70	D	1700	1.40	0.60			3x14 4x14	Can.	12.3	18	G: GV2-ME06 (2.5 - 4.0A) C: LC1D9	Banda Inter. Superior	*	*	*	*	*	*	*
M60	0.40	0.50	D	1700	1.40	0.60			3x14 4x14	Can.	16.6	18.00	G: GV2-ME06 (1.6 - 2.5A) C: LC1D9	Película de Crema	*	*	*	*	*	*	*

TUNEL DE ENFRIAMIENTO

M61			D						3x14 4x14	3x1"	7.5	35	G: GV2-ME07 (1.6 - 2.5A) C: LC1D9	Motor principal	*	*	*	*	*	*	*
-----	--	--	---	--	--	--	--	--	--------------	------	-----	----	--------------------------------------	-----------------	---	---	---	---	---	---	---

ANEXO 15
LISTADO DE APARATOS

GENERAL SNACKS - LINEA WAFER													LISTADO DE APARATOS			
ITEM	APARATO	PROVEEDOR	TIPO	VOLTAJE	#CABLE	DESCRIPCION	UBICACIÓN	DISTANCIA	TUBERIA		PRENSA ESTOPA	CABLE (m)	CAJA CONDU	OBSERVACIONES		
									diam.	(m)						
SEMAFORIZACIÓN																
1	LS31		FOTOCELDA	24VDC	4x18	Oblea bandeja principal H2	Hornos	16	1,1/4"	3		3	1			
4	LS32		FOTOCELDA	24VDC	4x18	Oblea bandeja principal H3	Hornos	16	1,1/4"	3		3	1			
6	V22		EV	110VAC	4x18	Detección Oblea Salida Horno 2	Hornos	16	1,1/4"	3		3	1			
7	V32		EV	110VAC	4x18	Detección Oblea Salida Horno 3	Hornos	16	1,1/4"	3		2	1			
8	V41		EV	110VAC	4x18	Válvula de emergencia	Hornos	16	1,1/4"	3		2	1			
TORRE DE ENFRIAMIENTO																
1	LS41		FOTOCELDA	110VAC	4x18	Sensor de Presencia de Oblea	Torre	16	1,1/4"		Pg 13.5	3	1			
2	LS42		FOTOCELDA	110VAC	4x18	Sensor de Avance un paso	Torre	16	1,1/4"		Pg 13.5	3	1			
UNTADORA																
1	LS51		FOTOCELDA	24VDC	4x18	Presencia de Oblea	Untadora	18	Can.			5				
2	LS52		FOTOCELDA	24VDC	4x18	Detección Oblea Superior	Untadora	18	Can.			5				
3	LS53		FOTOCELDA	24VDC	4x18	Detección Oblea Superior	Untadora	18	Can.			5				
4	LS54		FOTOCELDA	24VDC	4x18	Detección Oblea Superior	Untadora	18	Can.			5				
5	LS55		FOTOCELDA	24VDC	4x18	Contador de Galletas	Untadora	18	Can.			5				
6	LS56		FOTOCELDA	24VDC	4x18	Detección Oblea Banda Inferior	Untadora	18	Can.			5				
7	LS57		FOTOCELDA	24VDC	4x18	Detección Oblea Banda Inferior	Untadora	18	Can.			5				
8	LS58		FOTOCELDA	24VDC	4x18	Detección Oblea Banda Inferior	Untadora	18	Can.			5				
9	LS59		FOTOCELDA	24VDC	4x18	Sensor Espiral 1	Untadora	18	Can.			5				
10	LS60		FOTOCELDA	24VDC	4x18	Sensor Espiral 2	Untadora	18	Can.			5				
12	V51		EV	110VAC	4x18	Ingreso de Oblea	Untadora	18	Can.			2.5				
13	V52		EV	110VAC	4x18	Ingreso de Oblea	Untadora	18	Can.			2.5				
14	V53		EV	110VAC	4x18	Accionamiento de Pistones	Untadora	18	Can.			2.5				
15	V54		EV	110VAC	4x18	Accionamiento de Pistones	Untadora	18	Can.			2.5				
16	V55		EV	110VAC	4x18	Escobilla	Untadora	18	Can.			2.5				
17	V56		EV	110VAC	4x18	Detección Oblea Superior	Untadora	18	Can.			2.5				
18	V57		EV	110VAC	4x18	Detención Oblea Inferior	Untadora	18	Can.			2.5				
19	V58		EV	110VAC	4x18	Accionamiento de película de crema	Untadora	18	Can.			2.5				

ITEM	APARATO	PROVEEDOR	TIPO	VOLTAJE	#CABLE	DESCRIPCION	UBICACIÓN	DISTANCIA	TUBERIA		PRENSA ESTOPA	CABLE (m)	CAJA CONDU	OBSERVACIONES
									diam.	(m)				
			VIARIOS											
1	S01		SELECTOR	24VDC	4x18	Encendido Banda Horno 1	Tablero	7	Can.		Pg 29			
2	S02		SELECTOR	24VDC	4x18	Encendido Banda Horno 2	Tablero	7	Can.		Pg 29			
3	S03		SELECTOR	24VDC	4x18	Encendido Banda Horno 3	Tablero	7	Can.		Pg 29			
4	S04		SELECTOR	24VDC	4x18	Encendido Banda de Entrada Arco	Tablero	7	Can.		Pg 29			
5	S05		SELECTOR	24VDC	4x18	Manual-Auto. Arco de Enfriamiento	Tablero	7	Can.		Pg 29			
6	S06		SELECTOR	24VDC	4x18	Selección numero de capas 1	Tablero	7	Can.		Pg 29			
7	S07		SELECTOR	24VDC	4x18	Selección numero de capas 2	Tablero	7	Can.		Pg 29			
8	S08		SELECTOR	24VDC	4x18	Selección numero de capas 3	Tablero	7	Can.		Pg 29			
9	S09		SELECTOR	24VDC	4x18	Selección numero de capas 4	Tablero	7	Can.		Pg 29			
10	S10		SELECTOR	24VDC	4x18	Selección numero de capas 5	Tablero	7	Can.		Pg 29			
11	S11		SELECTOR	24VDC	4x18	Encendido Untadora de Crema	Tablero	7	Can.		Pg 29			
12	S12		SELECTOR	24VDC	4x18	Encendido Banda Tunel de Enfriamiento	Tablero	7	Can.		Pg 29			
13	S13		SELECTOR	24VDC	4x18	Paro de Emergencia Tunel	Tablero	7	Can.		Pg 29			
14	S14		SELECTOR	24VDC	4x18	Paro de Emergencia Untadora	Tablero	7	Can.		Pg 29			
15	S15		SELECTOR	24VDC	4x18	Encendido Apagado Película de Crema	Tablero	7	Can.		Pg 29			
16	S16		SELECTOR	24VDC	4x18	Limpieza de Untadora	Tablero	7	Can.		Pg 29			
17	S17		SELECTOR	24VDC	4x18	Encendido Apagdo Untadora	Tablero	7	Can.		Pg 29			
18	S20		CONTACTO	24VDC	4x18	MCR	Tablero	7	Can.		Pg 29			
19	PB21		PULSADOR	24VDC	4x18	Reset	Tablero	7	Can.		Pg 29			

ANEXO 16
DISTRIBUCIÓN DE I/Os DEL PLC

GENERAL SNC AKS - LINEA WAFER

ASIGNACION DE ENTRADAS Y SALIDA DEL SLC 500 5/03

SLOT 0 CPU SLC503	SLOT 1		SLOT 2 IN 16x24 VDC SINK 1746-IB16		SLOT 3 IN 16x24 VDC SINK 1746-IB16		SLOT 4 IN 16x24 VDC SINK 1746-IB16		SLOT 5 IN 16x24 VDC SINK 1746-IB16		SLOT 6 OUT 16xrele 1746-OW16		SLOT 7 OUT 16xrele 1746-OW16		SLOT 8 OUT 16xrele 1746-OW16		SLOT 9 OUT 16xrele 1746-OW16	
	ELEMENT	BOR	ELEMENT	BOR	ELEMENT	BOR	ELEMENT	BOR	ELEMENT	BOR	ELEMENT	BOR	ELEMENT	BOR	ELEMENT	BOR	ELEMENT	BOR
C P U 5 / 0 3		0	LS51	0	S01	0	LS59	0	E54	0		0	C13	0	C61	0	V22	0
		1	LS52	1	S02	1	LS60	1	E55	1		1	C23	1	C71	1	V32	1
		2	LS53	2	S03	2		2	E56	2		2	C33	2	C81	2	V41	2
		3	LS54	3	S04	3	S20-MCR	3	E57	3		3	C41	3		3	V51	3
		4		4	S05	4	PB21-Reset	4	E58	4		4	C42	4		4	V52	4
		5	LS56	5	S06	5	S17	5	E59	5		5	C43	5		5	V53	5
		6	LS57	6	S07	6	LS55	6	E60	6		6	C51	6		6	V54	6
		7	LS58	7	S08	7	E13	7	E61	7		7	C52	7		7	V55	7
		8		8	S09	8	E23	8	E71	8		8	C53	8		8	V56	8
		9		9	S10	9	E33	9	E81	9		9	C54	9		9	V57	9
		10		10	S11	10	E41	10	LS31	10		10	C55	10		10	V58	10
		11		11	S12	11	E42	11	LS32	11		11	C56	11		11		11
		12		12	S13	12	E43	12		12		12	C57	12		12		12
		13		13	S14	13	E51	13		13		13	C58	13		13		13
		14		14	S15	14	E52	14	LS41	14	ALR	14	C59	14		14		14
	15		15	S16	15	E53	15	LS42	15	LUZ	15	C60	15		15		15	

SIMBOLOGÍA	
LSXX	Sensor Fotoeléctrico
SXX	Selector
PBXX	Pulsador
EXX	Protección Térmica
CXX	Contactor
VXX	Electro Válvula

ANEXO 17
PLANOS DE BORNERAS

GENERAL SNACK - LINEA DE GALLETAS WAFER						
PLANOS DE BORNERAS						
APARATO	EQUIPO	I/O PLC	TAB.PLC	VOLT.	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
			X1			
		I:1/0	X1 0			
		I:1/1	X1 1			
		I:1/2	X1 2			
		I:1/3	X1 3			
		I:1/4	X1 4			
		I:1/5	X1 5			
		I:1/6	X1 6			
		I:1/7	X1 7			
		I:1/8	X1 8			
		I:1/9	X1 9			
		I:1/10	X1 10			
		I:1/11	X1 11			
		I:1/12	X1 12			
		I:1/13	X1 13			
		I:1/14	X1 14			
		I:1/15	X1 15			
			X2			
LS51	SENSOR	I:2/0	X2 0	24VDC	Presencia de Oblea	
LS52	SENSOR	I:2/1	X2 1	24VDC	Oblea bandeja superior	
LS53	SENSOR	I:2/2	X2 2	24VDC	Oblea bandeja superior	
LS54	SENSOR	I:2/3	X2 3	24VDC	Oblea Tobogán	
			X2 4			
LS56	SENSOR	I:2/5	X2 5	24VDC	Saturación de Obleas	
LS57	SENSOR	I:2/6	X2 6	24VDC	Oblea bandeja inferior	
LS58	SENSOR	I:2/7	X2 7	24VDC	Oblea bandeja inferior	
		I:2/8	X2 8			
		I:2/9	X2 9			
		I:2/10	X2 10			
		I:2/11	X2 11			
		I:2/12	X2 12			
		I:2/13	X2 13			
		I:2/14	X2 14			
		I:2/15	X2 15			
			X3			
S01	SELECTOR	I:3/0	X3 0	24VDC	Encendido Banda Horno 1	
S02	SELECTOR	I:3/1	X3 1	24VDC	Encendido Banda Horno 2	
S03	SELECTOR	I:3/2	X3 2	24VDC	Encendido Banda Horno 3	
S04	SELECTOR	I:3/3	X3 3	24VDC	Encendido Banda de Entrada Arco	
S05	SELECTOR	I:3/4	X3 4	24VDC	Manual - Auto Arco de Enfriamiento	
S06	SELECTOR	I:3/5	X3 5	24VDC	Selección Numero de capas 1	
S07	SELECTOR	I:3/6	X3 6	24VDC	Selección Numero de capas 2	
S08	SELECTOR	I:3/7	X3 7	24VDC	Selección Numero de capas 3	
S09	SELECTOR	I:3/8	X3 8	24VDC	Selección Numero de capas 4	
S10	SELECTOR	I:3/9	X3 9	24VDC	Selección Numero de capas 5	
S11	SELECTOR	I:3/10	X3 10	24VDC	Encendido Untadora de Crema	
S12	SELECTOR	I:3/11	X3 11	24VDC	Encendido Banda Tunel de Enfriamiento	
S13	SELECTOR	I:3/12	X3 12	24VDC	Paro de emergencia tunel	
S14	SELECTOR	I:3/13	X3 13	24VDC	Paro de emergencia untadora	
S15	SELECTOR	I:3/14	X3 14	24VDC	On/Off pelicula de crema	
S16	SELECTOR	I:3/15	X3 15	24VDC	Limpieza de la Untadora	
			X4			
LS59	SENSOR	I:4/0	X4 0	24VDC	Espiral 1	
LS60	SENSOR	I:4/1	X4 1	24VDC	Espiral 2	
		I:4/2	X4 2	24VDC		
S20	SELECTOR	I:4/3	X4 3	24VDC	MCR	
PB21	PULSADOR	I:4/4	X4 4	24VDC	Reset	
S17	SELECTOR	I:4/5	X4 5	24VDC	On / Off Untadora	
LS55	SENSOR	I:4/6	X4 6	24VDC	Movimiento de Espirales	
E13	TERMICO	I:4/7	X4 7	24VDC	Banda de Salida Horno1	
E23	TERMICO	I:4/8	X4 8	24VDC	Banda de Salida Horno2	
E33	TERMICO	I:4/9	X4 9	24VDC	Banda de Salida Horno3	
E41	TERMICO	I:4/10	X4 10	24VDC	Banda de Entrada Arco de Enfriamiento	
E42	TERMICO	I:4/11	X4 11	24VDC	Banda de Salida Arco de Enfriamiento	
E43	TERMICO	I:4/12	X4 12	24VDC	Motor Principal del Arco	
E51	TERMICO	I:4/13	X4 13	24VDC	Banda Superior Untadora	
E52	TERMICO	I:4/14	X4 14	24VDC	Banda de Entrada Untadora	

GENERAL SNACK - LINEA DE GALLETAS WAFER						
PLANOS DE BORNERAS						
APARATO	EQUIPO	I/O PLC	TAB.PLC	VOLT.	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
E53	TERMICO	I:4/15	X4 15	24VDC	Motor Principal de la Untadora	
			X5			
E54	TERMICO	I:5/0	X5 0	24VDC	Banda de la Untadora	
E55	TERMICO	I:5/1	X5 1	24VDC	Banda de Salida	
E56	TERMICO	I:5/2	X5 2	24VDC	Espiral 1	
E57	TERMICO	I:5/3	X5 3	24VDC	Espiral 2	
E58	TERMICO	I:5/4	X5 4	24VDC	Banda Final Untadora	
E59	TERMICO	I:5/5	X5 5	24VDC	Banda intermedia Superior Untadora	
E60	TERMICO	I:5/6	X5 6	24VDC	Motor Principal Tunel	
E61	TERMICO	I:5/7	X5 7	24VDC	Motor Principal Cortadora	
E71	TERMICO	I:5/8	X5 8	24VDC	Bandeja de distribucion	
E81	TERMICO	I:5/9	X5 9	24VDC	Bandeja de entrada	
LS31	SENSOR	I:5/10	X5 10	24VDC	Detección Oblea salida Horno 2	
LS32	SENSOR	I:5/11	X5 11	24VDC	Oblea en banda Horno 2	
		I:5/12	X5 12			
		I:5/13	X5 13			
LS41	SENSOR	I:5/14	X5 14	24VDC	Presencia de Oblea a la entrada del Arco	
LS42	SENSOR	I:5/15	X5 15	24VDC	Sensor de Avance un paso	
			X6			
		O:6/0	X6 0			
		O:6/1	X6 1			
		O:6/2	X6 2			
		O:6/3	X6 3			
		O:6/4	X6 4			
		O:6/5	X6 5			
		O:6/6	X6 6			
		O:6/7	X6 7			
		O:6/8	X6 8			
		O:6/9	X6 9			
		O:6/10	X6 10			
		O:6/11	X6 11			
		O:6/12	X6 12			
		O:6/13	X6 13			
ALARMA	SIRENA	O:6/14	X6 14	24VDC	Alarma de Emergencia	
LUZ	LAMPARA	O:6/15	X6 15	24VDC	Luz de Funcionamiento	
			X7			
C13	CONTACTOR	O:7/0	X7 0	110VAC	Banda de Salida Horno1	
C23	CONTACTOR	O:7/1	X7 1	110VAC	Banda de Salida Horno2	
C33	CONTACTOR	O:7/2	X7 2	110VAC	Banda de Salida Horno3	
C41	CONTACTOR	O:7/3	X7 3	110VAC	Banda de Entrada Arco de Enfriamiento	
C42	CONTACTOR	O:7/4	X7 4	110VAC	Banda de Salida Arco de Enfriamiento	
C43	CONTACTOR	O:7/5	X7 5	110VAC	Motor Principal del Arco	
C51	CONTACTOR	O:7/6	X7 6	110VAC	Banda Superior Untadora	
C52	CONTACTOR	O:7/7	X7 7	110VAC	Banda de Entrada Untadora	
C53	CONTACTOR	O:7/8	X7 8	110VAC	Motor Principal de la Untadora	
C54	CONTACTOR	O:7/9	X7 9	110VAC	Banda de la Untadora	
C55	CONTACTOR	O:7/10	X7 10	110VAC	Banda de Salida	
C56	CONTACTOR	O:7/11	X7 11	110VAC	Espiral 1	
C57	CONTACTOR	O:7/12	X7 12	110VAC	Espiral 2	
C58	CONTACTOR	O:7/13	X7 13	110VAC	Banda Final Untadora	
C59	CONTACTOR	O:7/14	X7 14	110VAC	Banda de Selección	
C60	CONTACTOR	O:7/15	X7 15	110VAC	Banda Intermedia bandeja superior	
			X8			
C61	CONTACTOR	O:8/0	X8 0	110VAC	Bandeja Túnel de Enfriamiento	
C71	CONTACTOR	O:8/1	X8 1	110VAC	Libre	
C81	CONTACTOR	O:8/2	X8 2	110VAC	Libre	
		O:8/3	X8 3			
		O:8/4	X8 4			
		O:8/5	X8 5			
		O:8/6	X8 6			
		O:8/7	X8 7			
		O:8/8	X8 8			
		O:8/9	X8 9			
		O:8/10	X8 10			
		O:8/11	X8 11			
		O:8/12	X8 12			
		O:8/13	X8 13			

GENERAL SNACK - LINEA DE GALLETAS WAFER						
PLANOS DE BORNERAS						
APARATO	EQUIPO	I/O PLC	TAB.PLC	VOLT.	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
		O:8/14	X8 14			
		O:8/15	X8 15			
			X9			
V22		O:9/0	X9 0	110VAC	Detección Oblea Salida Horno 2	
V32		O:9/1	X9 1	110VAC	Detección Oblea Salida Horno 3	
V41		O:9/2	X9 2	110VAC	Rechazo de Oblea, antes del Arco	
V51		O:9/3	X9 3	110VAC	Ingreso de Oblea	
V52		O:9/4	X9 4	110VAC	Ingreso de Oblea	
V53		O:9/5	X9 5	110VAC	Accionamiento de Pistones	
V54		O:9/6	X9 6	110VAC	Accionamiento de Pistones	
V55		O:9/7	X9 7	110VAC	Escobilla	
V56		O:9/8	X9 8	110VAC	Detención Oblea Superior	
V57		O:9/9	X9 9	110VAC	Detención Oblea Inferior	
V58		O:9/10	X9 10	110VAC	Accionamiento Película de Crema	
		O:9/11	X9 11			
		O:9/12	X9 12			
		O:9/13	X9 13			
		O:9/14	X9 14			
		O:9/15	X9 15			

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

Figura. 1.1. Procesos de la línea de producción	2
---	---

CAPÍTULO II DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

Figura. 2.1. Procesos de la línea de producción	4
Figura. 2.2. Máquinas para la preparación de pasta y crema.....	5
Figura. 2.3. Recipiente de almacenamiento para la pasta.....	6
Figura. 2.4. Recipiente de almacenamiento para la crema	6
Figura. 2.5. Hornos para la cocción de obleas.....	7
Figura. 2.6. Sistema de ignición a gas	7
Figura. 2.7. Chimeneas de los hornos.....	8
Figura. 2.8. Detención de oblea en la banda de salida del horno2	9
Figura. 2.9. Arco de enfriamiento.....	9
Figura. 2.10. Descarga de obleas.....	10
Figura. 2.11. Bandejas de la untadora	11
Figura. 2.12. Inicialización de la untadora	11
Figura. 2.13. Bandas Sanitarias	12

CAPÍTULO III DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL

Figura. 3.1. Diagrama de bloques de la línea de producción de galletas wafer	13
Figura. 3.2. Bombas de envío de pasta y crema	14
Figura. 3.3. Tablero de Control de los Hornos	14
Figura. 3.4. Banda transportadora a la salida del horno1	15
Figura. 3.5. Banda de salida del horno 2	15
Figura. 3.6. Banda de salida del horno3	16
Figura. 3.7. Ubicación de los sensores en la banda principal.....	16
Figura. 3.8. Descarga de obleas a la banda principal	17
Figura. 3.9. Esquema de “semaforización”	18
Figura. 3.10. Sensor que acciona el movimiento del arco en modo automático	19
Figura. 3.11. Sistema de Control del Arco de Enfriamiento	19
Figura. 3.12. Distribución de obleas a la banda superior	20
Figura. 3.13. Compuerta superior de la untadora de crema.....	20
Figura. 3.14. Escobilla ubicada en el tobogán.....	21
Figura. 3.15. Sensor ubicado en el inicio del tobogán.....	21
Figura. 3.16. Sensores de la bandeja superior	22
Figura. 3.17. Sensores de la bandeja inferior	22
Figura. 3.18. Recipiente de almacenamiento.....	23

Figura. 3.19.	Compuerta inferior de la Untadora de Crema	23
Figura. 3.20.	Cuchilla para el untado de crema	24
Figura. 3.21.	Sensor requerido para la formación de la galleta	24
Figura. 3.22.	Espirales encargados de formar la galleta	25
Figura. 3.23.	Pistones utilizados para detener las obleas hasta que se forme la galleta	25
Figura. 3.24.	Bandejas cargadas de obleas	26
Figura. 3.25.	Sistema de Control de la Untadora de Crema	27
Figura. 3.26.	Túnel de enfriamiento	27
Figura. 3.27.	Cortadora de galletas	28
Figura. 3.28.	Empacadoras de galletas	29
Figura. 3.29.	Sensores MULTI BEAM	29
Figura. 3.30.	Sensores SICK	30
Figura. 3.31.	Válvula Neumática con accionamiento eléctrico	31
Figura. 3.33.	Guarda motor y contactor marca Allen Bradley	35

CAPÍTULO IV DESARROLLO DE SOFTWARE

Figura. 4.2.	Diagrama de flujo del proceso de semaforización	43
Figura. 4.3.	Lógica de control del arco de enfriamiento	44
Figura. 4.5.	Lógica de control de la untadora de crema	46
Figura. 4.6.	Pantalla principal	47
Figura. 4.7.	Pantalla “Galleta”	48
Figura. 4.8.	Pantalla “Tobogán”	49
Figura. 4.9.	Pantalla de control de la producción	49
Figura. 4.10.	Pantalla para control de la semaforización	50
Figura. 4.11.	Pantalla de descarga de obleas del arco de enfriamiento	50
Figura. 4.12.	Pantalla de Alarmas	51

CAPÍTULO V IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

Figura. 5.1.	Ubicación de la compuerta en la banda de salida del horno2	52
Figura. 5.2.	Caja de paso	53
Figura. 5.3.	Motor para accionamiento de la banda de salida del horno 2	53
Figura. 5.4.	Ubicación del sensor antes de la banda de salida del horno2	54
Figura. 5.5.	Caja de paso de la untadora	55
Figura. 5.6.	Ubicación del paro de emergencia del túnel de enfriamiento	55
Figura. 5.7.	Ubicación del tablero de control	56
Figura. 5.8.	Ubicación del tablero de fuerza	56
Figura. 5.9.	Sopotería de cableado	57

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO III DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL

Tabla. 3.32. I/O del PLC SLC 5/03	32
---	----

CAPÍTULO IV DESARROLLO DE SOFTWARE

Tabla. 4.1. Relación entre mandos, motores y aparatos	41
---	----

Tabla. 4.4. Tiempos ingresados desde el panel del operador	45
--	----

ACTA DE ENTREGA

El proyecto fue entregado en el Departamento de Eléctrica y Electrónica y reposa en la Escuela Politécnica del Ejército desde:

Sangolquí, a _____

Sr. Rubén Manosalvas Scacco
AUTOR

Sr. Ing. Víctor Proaño
COORDINADOR DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA ELECTRÓNICA,
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL.

Sr. Dr. Jorge Carvajal
SECRETARIO ACADÉMICO