

**INFORME DE PRACTICA PROFESIONAL O-I PELDAR  
PLANTA ENVIGADO**

**HERNANDO RANGEL CASTILLO**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
BUCARAMANGA**

**2010**

**INFORME DE PRACTICA PROFESIONAL O-I PELDAR  
PLANTA ENVIGADO**

**HERNANDO RANGEL CASTILLO**

**Tesis de Grado para optar el título de Ingeniero Electrónico**

**Director del Proyecto**



**Carlos Gerardo Hernández Capacho  
Docente UPB Seccional Bucaramanga**

**Asesor**



**Ing. Jorge Mario Zuluaga  
Supervisor dep. Instrumentación  
De OI-Peldar Envigado**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍAS Y ADMINISTRACIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
BUCARAMANGA**

**2010**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

**Bucaramanga, 18 de Febrero de 2010**

## RESUMEN

El desarrollo de este trabajo, constituye las experiencias aportadas por la practica empresarial realizada en Cristalería Peldar S.A. que fue fundada en Medellín, Colombia en 1949; bajo órdenes del ingeniero Jorge Mario Zuluaga; durante el periodo de tiempo comprendido entre de 24 junio y 23 de diciembre del 2009. El plan propuesto durante la practica contenía una inducción de seguridad; conocimientos de la planta, procesos y funciones de diferentes maquinas; optimización del sistema de refrigerado de agua de tijeras; reparación del asistente de operador, capacitación de seguridad para prevención de accidentes dentro de la empresa; y para llevar un monitoreo de los consumos de energía, gas y agua de la empresa y asistencia al instrumentista a cargo para realizar diferentes labores de mantenimiento y reparación de equipos. Dichos proyectos se llevaron a cabo en su totalidad a través de una charla de normas de seguridad y uso de dotación y materiales de la misma planta; recorrido informativo por la fábrica; un proyecto que se realizo por medio de dos etapas: la primera se conecto la bomba de aceite a la salida del PLC que controlaba la entrada de agua, y así entrara aceite durante el mismo tiempo que entrara agua al tanque y se montó el sensor de Bajo nivel en el sistema, el cambio de la programación del PLC Allen Bradley, además de la programación pertinente para este cambio; talleres con los bomberos de la empresa; calibración de combustión en afinación B y de los sensores de temperaturas en el Bosting y trabajo en conjunto con el instrumentista con el cual se reparo un pirometro, se reparo la bascula de pesos menores en el área de materia prima, entre otros; en el orden respectivo. Aparte de esto se llevo indujo la programación de plc logo simens, se efectuó el mantenimiento y reparación de elctrovalvulas y se dejo un manual de reparación de tarjetas de asistente de operador y de reparación de cajas Com Soc 1.

## ABSTRAC

The development of this work is the experience provided by the business practices conducted in glassware Peldar SA was founded in Medellin, Colombia in 1949 on orders from the engineer Jorge Mario Zuluaga; during the period between 24 June and 23 December 2009. The proposed plan for the practice included a safety induction, knowledge of the plant, processes and functions of different machines, optimizing the water cooling system of scissors, repair wizard operator safety training for accident prevention within the company, and to keep track of energy consumption, gas and water company and assistance by the instrumentalist to perform various tasks of maintenance and repair of equipment. These projects were carried out entirely through a discussion of safety standards and use of staffing and materials of the same plant, informative tour of the factory, a project that was carried through two stages: the first is connected oil pump at the outlet of the PLC controlling the entry of water, and oil well came during the same time as water enters the tank and climbed the low level sensors in the system, changing the programming of Allen Bradley PLC, programming also pertinent to this change, workshops with the company's firefighters calibration, combustion tuning B and temperature sensors in Bosting and working together with the instrument with which to repair a pyrometer, was repaired moves from lower weights in the area of raw materials, among others, concerned in order in each plan. In addition it was made an induction logo simens plc programming was carried out maintenance and repair elctrovalvulas and left a repair manual card operator and assistant boxes repair Com Soc 1.

## **INTRODUCCIÓN**

Es de vital importancia que el practicante sea consecuente con su papel de ingeniero y junto con el grupo de trabajo contribuyan al desarrollo, intervención y manejo del proyecto, de igual manera que aplique los conocimientos adquiridos durante la carrera, analizando los recursos y necesidades, mediante un trabajo interdisciplinario poniendo al servicio de la industria el conocimiento de manera racional y eficiente.

En el presente informe se presenta un resumen de las funciones desempeñadas y proyectos desarrollados durante la realización de la práctica profesional en la empresa O-I PELDAR en el área de Instrumentación.

Se mostrarán avances hechos, así como objetivos logrados y otros proyectos realizados sin haber estado en el plan de trabajo, yendo más allá de lo propuesto inicialmente.

## 1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Cristalería Peldar S.A. fue fundada en Medellín, Colombia en 1949 y actualmente produce el vidrio bajo los más avanzados estándares de calidad. Esta fabrica tiene tres líneas de producto: Envases de Vidrio, Vidrios Planos y Cristalería para el hogar, para ello se cuenta con cuatro plantas de producción: Cogua y Soacha en el Centro del país, Envigado al sur de Medellín y Buga al norte de Cali. Peldar es una filial de Owens-Illinois, la empresa productora de envases de vidrio más grande del mundo y recibe asistencia técnica de las más importantes empresas productoras de cristalería.

Actualmente la empresa está dividida en áreas de trabajo, en donde cada una cumple una función, estas áreas son: materias primas que es donde llegan los materiales para la creación del vidrio, formación, que es donde se moldea el vidrio derretido para formar los envases, zona fría, que es donde llegan los envases relativamente fríos para pasar por un control de calidad y ser empacados, y existen áreas de servicios generales que soportan permanentemente las áreas de producción, entre ellas se encuentra el área de instrumentación que está a cargo del mantenimiento correctivo y preventivo de todos los sistemas electrónicos de la planta; también se diseña e implementan proyectos de automatización o sustitución de tecnología obsoleta.



Fotografía 1. Toma aérea de la planta de Envigado.

O-I ofrece más variedades que ningún otro fabricante de envases de vidrio, con una marcada presencia en los segmentos de los siguientes mercados:

**Alimentos**

Bebidas en polvo, productos lácteos, aderezos, salsas, nutrición infantil, alimentos en conserva, productos untables, sopas, condimentos, otros alimentos

**Bebidas Alcohólicas**

Cerveza, Vinos, Bebidas espirituosas (Güisqui, Ginebra, Vodka, Brandy, Vermut, Ron, Tequila, Licores variados)

**Bebidas Sin Alcohol**

Gaseosas, Jugos, Agua, Otras bebidas sin alcohol como bebidas para diluir, té helado, bebidas isotónicas, energizantes, etc.

Asimismo, O-I fabrica productos especiales, que le agregan valor por su diseño distintivo, funcional y atractivo. Es también fabricante líder de vajilla de vidrio en América Latina, con operaciones en el Brasil y Colombia, y cubre otros mercados por medio de las exportaciones.

**MISIÓN**

\* Liderar nuestra industria en innovación, rentabilidad y crecimiento sostenido.

\*Transformar en una empresa de crecimiento global, vibrante, moderna y de alta intensidad.

\*Ser un ganador en el mercado y con la sociedad a través de la competitividad y del enfoque del negocio con altos valores éticos.

**VISIÓN**

Llegar a ser la compañía de empaques líder a nivel mundial logrando un crecimiento consistente y sostenido, ofreciendo productos de consumo preferidos, que permitan a nuestros clientes contar con productos de un sabor superior, saludable, de apariencia atractiva y beneficios de valor.



## **2. OBJETIVOS**

### **Objetivos Generales:**

Cumplir a cabalidad las metas planteadas en un comienzo y avanzar más allá para hacer que este proceso de aprendizaje y experiencia sea más eficiente.

### **Objetivos Específicos:**

\*Aprender a programar e instalar los PLC Allen Bradley, así mismo como entender una programación previamente hecha, ya que tienen un amplio uso en diferentes procesos de automatización en cualquiera de las áreas de producción.

\*Entender el funcionamiento del proceso de formación del vidrio, desde que se mezclan las materias primas, pasando por la fundición hasta el envase ya finalizado para así poder identificar oportunidades de mejora

\*Estudiar y optimizar sistemas ya establecidos mejorando la eficiencia con que estos cumplen sus funciones como el sistema de refrigerado de las tijeras que cortan el vidrio fundido y plantear soluciones así como desarrollarlas.

\*Asumir la responsabilidad que demanda el ser instrumentista de turno para adquirir más experiencia y confianza en el momento de realizar el trabajo.

### 3. PROCESO DEL VIDRIO EN OI PELDAR

#### 3.1 EL VIDRIO

Es una sustancia amorfa fabricada sobre todo a partir de sílice ( $\text{SiO}_2$ ) fundida a altas temperaturas con boratos o fosfatos. También se encuentra en la naturaleza, por ejemplo en la obsidiana, un material volcánico, o en los enigmáticos objetos conocidos como tectitas. El vidrio es una sustancia amorfa porque no es ni un sólido ni un líquido, sino que se halla en un estado vítreo en el que las unidades moleculares, aunque están dispuestas de forma desordenada, tienen suficiente cohesión para presentar rigidez mecánica. El vidrio se enfría hasta solidificarse sin que se produzca cristalización; el calentamiento puede devolverle su forma líquida. Suele ser transparente, pero también puede ser traslúcido u opaco. Su color varía según los ingredientes empleados en su fabricación.

#### 3.2 CICLO PRODUCTIVO DE O-I PELDAR

El ciclo de producción de la formación de envases en la planta de envigado se compone de la siguiente manera.

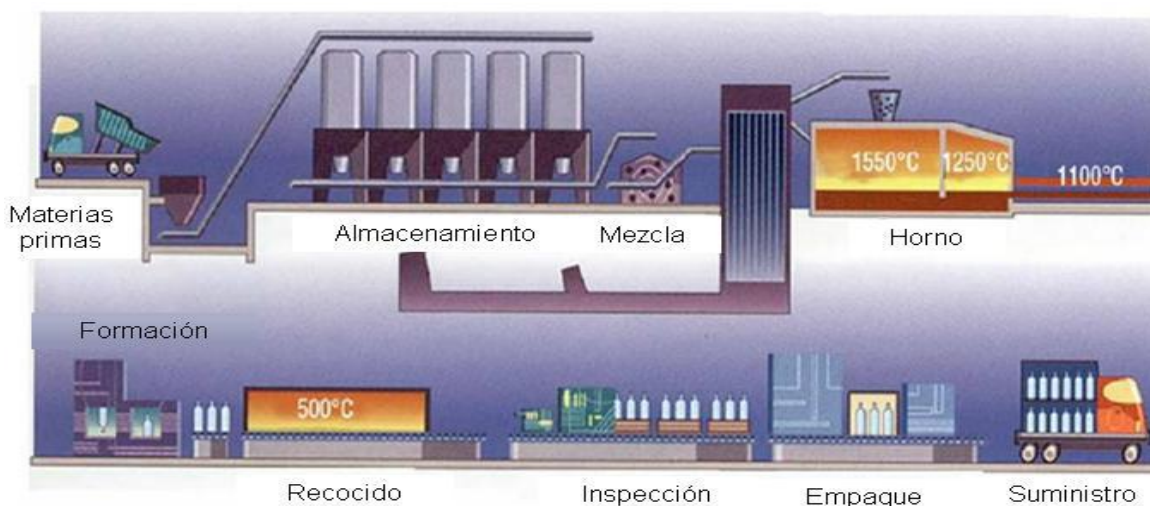


Fig. 1 Ciclo Productivo O-I PELDAR

### 3.2.1 materias primas.

#### 3.2.1.1 Componentes mayores:

Son los materiales utilizados para la fabricación de todo tipo de vidrio comercial, comunes dentro de la producción de vidrio a color como: ámbar, verde, azul. Su origen es mineral y se encuentran en la naturaleza en diferente forma, dependiendo de ella se someten a diferentes tipos de procesos para convertirlos en materiales aptos para su uso dentro del proceso de manufactura de vidrio.

Tabla 1. Porcentaje Materia prima Origen Óxido

Materia prima	Origen	Óxido	%
Oxido de Sílice	Arena	SiO <sub>2</sub>	73
Carbonato Sodio	Soda Ash	Na <sub>2</sub> O	14
Carbonato Calcio	Caliza	CaO	10
Alúmina	Feldespatos	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2

Tabla 2. Porcentaje composición del vidrio Materias Primas

Materias Primas	55 %
Casco <sup>1</sup>	45 %

Cada material debe cumplir requisitos de calidad física y química que le permitirán su uso en la industria del vidrio.

a. Arena: es el principal ingrediente de la mezcla y es el que realmente constituye el vidrio. Para fundir la arena se necesitan temperaturas supremamente altas por lo cual se usan otros ingredientes para ayudar a fundirla a temperaturas más bajas.

b. Soda: el carbonato de sodio (soda) se usa como fundente. Hace que sea posible fundir la arena y los otros componentes con menores temperaturas o con menor consumo de combustible. Es un recurso industrial.

c. Caliza: es junto con la arena y la soda uno de los componentes mayores del vidrio. Se necesita en el vidrio para hacer más fácil el trabajo de las máquinas y también ayuda en el proceso de la fusión de la mezcla de horno.

d. Feldespatos: se agrega a la mezcla porque suministra la alúmina que es la que

hace resistente el vidrio al ataque de las sustancias que se va a embasar en él, o al ataque de medio ambiente. Además proporciona una buena rapidez de enfriamiento de la capa de vidrio que hace contacto con el molde cuando se está haciendo la botella.

e. Casco: sirve como fundente y se utiliza en la mezcla en porcentajes.

#### 3.2.1.2 Componentes menores:

Son incluidas en menor cantidad en la preparación de la mezcla y básicamente se encargan de variar ciertas propiedades físicas en el vidrio como: color, trabajabilidad, densidad, etc.

a. Sulfato de bario (barita): se usa en muy pequeña cantidad con el fin de afinar el vidrio o sea para prevenir la formación de burbujas y semillas en el vidrio.

b. Decolorantes y colorantes: si se quiere producir vidrio Flint (blanco) debe tenerse cuidado de que las materias primas que se empleen sean muy limpias de hierro porque este le da un tono verdoso al vidrio Flint. Para quitarle el color verdoso hay que usar el selenio y el cobalto pero en cantidades de apenas unos gramos por cada tonelada de mezcla. Si se usara mucho selenio el vidrio tomaría un tono rosado y si se usara un exceso de cobalto entonces el color sería azul, por lo tanto se efectúa un balance entre estos dos para obtener un vidrio libre de colores.

Si lo que desea es producir vidrio ámbar debemos agregar carbón y pirita también en cantidades cercanas a un kilo por tonelada de vidrio según se quiera un tono más o menos oscuro.

Otro vidrio muy común es el verde que se fabrica agregando cromita muy molida. Después de que se pesan los materiales se llevan por medio de bandas elevadoras hasta la mezcladora. Allí se mezclan varios minutos con el fin de obtener una composición uniforme y que no ocurra que la arena o la soda y los demás componentes se vayan separados al horno porque de ocurrir esto tendríamos una calidad muy mala de vidrio o saldrían piedras en las botellas.

Después de la mezcladora se transporta la mezcla por bandas y elevadores hasta la tolva del horno y allí caen a los cargadores.

#### 3.2.2 Recepción Y Almacenamiento De Materias Primas

Cuando llega la materia prima a la planta, se debe reconocer la forma como viene embalada, pues en algunos casos se transporta a granel y en otros, viene empacada en costales. Por lo general la arena, la caliza, el feldespato y la soda vienen almacenados directamente en los camiones de carga; por el contrario los componentes menores y el casco, vienen empacados en costales de fibra. Las materias primas que llegan a granel, se reciben en un sistema que canaliza el material a través de un tornillo sin fin para ser llevado a una tolva; este sistema se conoce como Sistema de Recepción de Materias Primas. El material que llega en

costales se recibe por operarios, quienes, una vez desempacado el material, lo depositan directamente en el sistema de recepción de materias primas. Después de tener la materia prima en las tolvas, ésta es llevada hacia los diferentes silos de almacenamiento, a través de un elevador de cangilones y un sistema de distribución denominado diverter o triverter (si tiene dos salidas o tres salidas respectivamente). Por su parte el casco es seleccionado por personal encargado de retirar las impurezas que contengan los envases que no requieran ser beneficiados. Aquel material que requiere del proceso de beneficio es seleccionado y llevado a la planta para su adecuación como materia prima. Toda vez que se cuenta con el material en condiciones aptas para su ingreso al proceso de reciclaje, es depositado por medio de un cargador de gran capacidad hacia una tolva que conduce este material hacia un molino, el cual se encarga de triturar el material y darle un tamaño de partícula aceptable, para ser ubicado en su silo de almacenamiento.

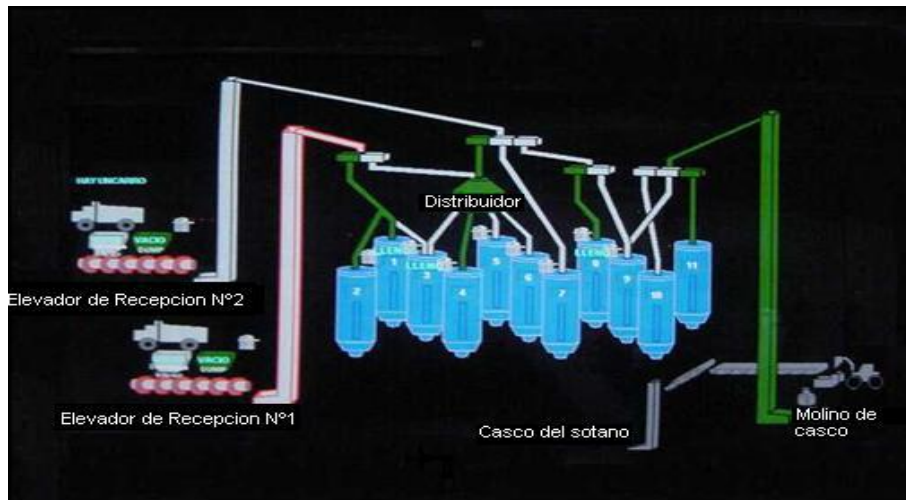


Fig. 2. Recepción y almacenamiento de materias primas

### Mezcla

Luego de contar con las respectivas materias primas ubicadas en cada uno de los silos, se procede a tomar el peso de cada una de ellas para poder obtener la proporción que se necesita de cada una de estas con el fin de lograr una correcta mezcla. Este proceso se lleva a cabo en un sistema computarizado que toma el peso y controla la proporción de los materiales en la mezcla.

La máquina pesadora determina los porcentajes de cada materia prima para luego depositarla en una banda transportadora.

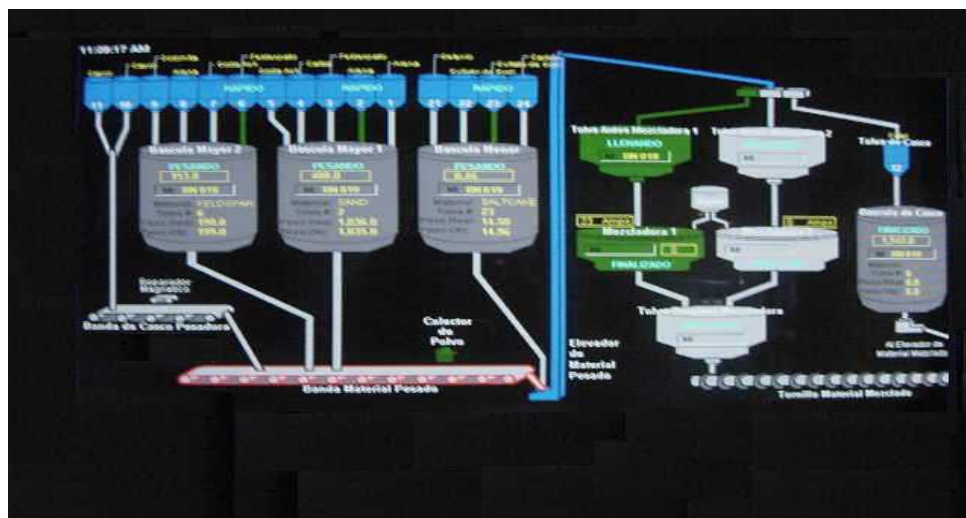


Fig. 2.1 Tolvas y bandas transportadoras junto con elevador



Fig. 2.2 Maquinas mezcladoras

De las bandas transportadoras pasa a un elevador de mezcla y posteriormente es depositada en una máquina mezcladora, la cual se encarga de homogenizar los componentes y distribuirlos uniformemente. Tan pronto como se tiene la mezcla homogenizada de las materias primas se procede a adicionarle el casco, de acuerdo con el porcentaje con el que se quiera contar de este material; este porcentaje varía entre 35% y 50%. El casco es traído de su respectivo silo e incorporado a la mezcla únicamente hasta esta etapa del proceso. Aquí se mezcla nuevamente con el resto de las materias primas y es llevado hacia los alimentadores que ingresan los materiales al horno. Teniendo la mezcla lista de todos los materiales que componen el vidrio, se procede a llevarlos a través de una serie de bandas transportadoras y posteriormente distribuirla a los diferentes alimentadores que ingresan la mezcla al horno. Estos alimentadores son máquinas que se encuentran ubicadas debajo de las tolvas y los cuales a través de una serie de motores impulsan una pala que empuja e introduce el material al interior del horno.

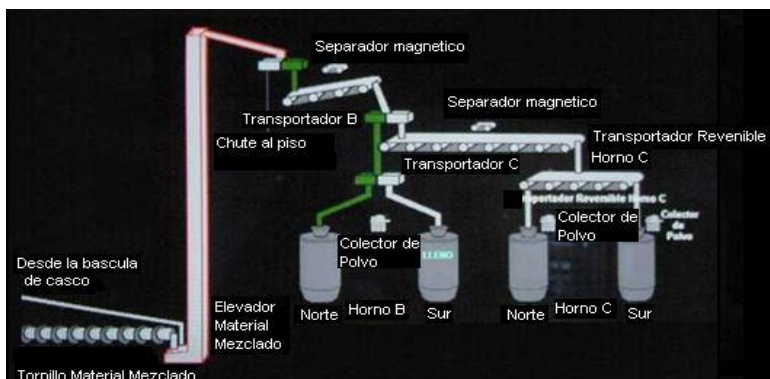


Fig. 3. Distribución de la mezcla a tolva de hornos

## Horno

El horno para vidrio es básicamente un tanque al que llega la mezcla de las materias primas; reciben o soportan las llamas de los quemadores y se funden hasta llenar todo el tanque o cámara de fusión para pasar por la garganta que es un pasadizo o túnel en el fondo del horno y va a llenar la cámara de afinación y después a las canales de los alimentadores.

La cámara de fusión posee a lado y lado los regeneradores que son realmente filas de ladrillos puestos ordenadamente dejando espacios a lo ancho y a lo largo para que por estos espacios circulen los gases producto de la combustión y bajen a los caños y de allí vayan a la chimenea.

Mientras por un regenerador salen los gases de la combustión, estos gases que salen del horno muy calientes van dejando calor en los refractarios y este calor sirve para calentar el aire que entra al horno por el regenerador del lado opuesto y cada veinte minutos el regenerador que estaba sirviendo para la salida de gases se usa para entrar el aire al horno y el regenerador que estaba dejando entrar el aire de combustión se usa para salida de gases. Este cambio ocurre cada veinte minutos y es lo que se llama reverse del horno.

Los regeneradores se usan para recuperar el calor que va en los gases para la chimenea y así ahorrar combustible. Además captura las partículas del polvo y evitan contaminación ambiental.

La empresa posee actualmente dos Hornos que abastecen las máquinas de vidrio, en los cuales el proceso de transformación se realiza a temperaturas superiores a 1400° C, razón por la cual el materia de construcción del horno es de material refractario lo que permite soportar estos niveles de temperatura y el contacto con el vidrio.

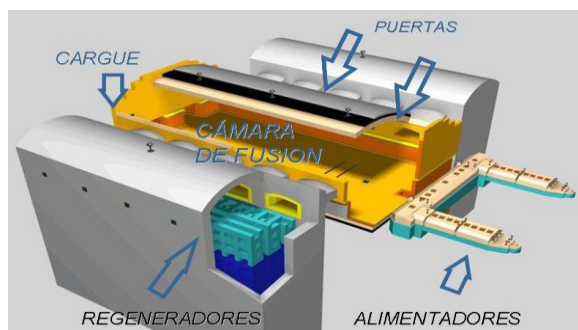


Fig.4 Horno O-I PELDAR

### Partes Del Horno

#### Partes de contacto con el vidrio:

*Cámara de fusión:* Es la parte más grande del horno y en ella se desarrolla la combustión con el propósito de fundir la mezcla y afinarla.

*Garganta:* Conducto que une las cámaras de fusión y afinación.

*Cámara de afinación:* Lugar donde es acondicionado el vidrio con el objetivo de liberar los gases de combustión y eliminar la presencia de semillas y burbujas.

#### Partes en contactos con los gases:

*Regeneradores:* Recuperan de los gases de combustión el calor para luego ser utilizado precalentando el aire frío que ingresa al horno cuando cambia de lado la combustión.

*Puertas:* Conductos que unen la cámara de fusión con los regeneradores. Su función es servir como ducto de salida de gases o de entrada de aire según el ciclo de combustión del horno.

*Caños:* Conducto de salida de los gases hacia la chimenea.

*Chimenea:* Vía de escape de los gases de combustión hacia la atmósfera.

### 3.2.3 Formación

Es el proceso en el que se usa como materia prima el vidrio fundido de la cámara de afinación y se acondiciona a través del alimentador para entregarlo a la máquina formadora IS por sus siglas en ingles (Individual Section), a una temperatura uniforme de trabajo.

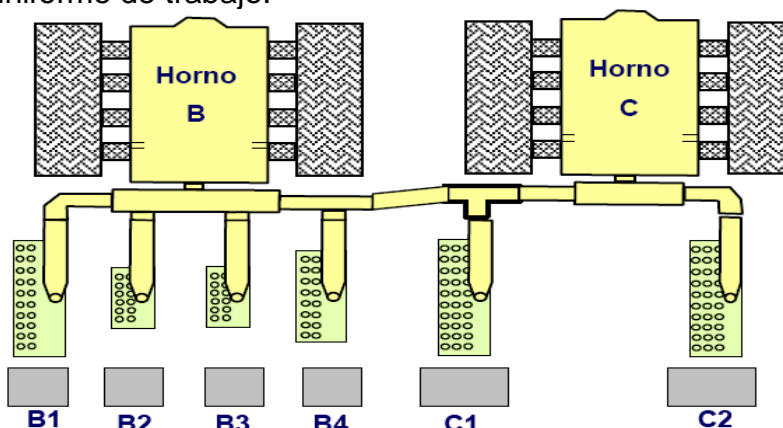


Fig. 5 Hornos y máquinas planta Envigado

Las máquinas IS pueden variar de acuerdo al número de secciones con la que cuenta, 6 secciones hasta 12 secciones, trabajando en gota sencilla, doble gota y triple gota, manejando velocidades entre 35 y 600 botellas por minuto y unos pesos desde los 12 gramos hasta los 1400 gramos.

En el alimentador por medio de un canal se conduce el vidrio que fluye desde la cámara de afinación del horno hasta la parte superior del tazón, simultáneamente por la parte inferior de este cae el vidrio fundido por un orificio (dos o tres



dependiendo del tipo de gota), y por medio de un sistema de tijeras que corta el chorro de vidrio formando así la gota.

Una vez se forma la gota esta cae a un distribuidor y por medio de un equipo de entrega, que lo componen canales y deflectores logran llevar la gota a cada sección, esta cae en el lado Pre-molde, en esta parte se le da la forma del terminado al envase (Boquilla), después por medio de un mecanismo se traslada el envase al lado Molde, por medio de aire a presión, la masa de vidrio toma la forma del molde, formándose así el envase. Cabe anotar que en esta parte la transferencia de calor entre el molde y el vidrio, hace posible la solidificación del vidrio. Un sistema de enfriamiento que consta de un ventilador que dirige aire a temperatura ambiente por unos ductos hasta la moldura. Este es el encargado de mantener los moldes con la temperatura ideal, que es aproximadamente entre 850-900° F.

Luego un brazo mecánico toma el envase ya formado y lo pone sobre el Conveyor, que es una banda transportadora. En este momento el envase tiene una temperatura de 1360° F, esta temperatura se conoce como Punto de ablandamiento, en la cual el envase soporta su propio peso sin deformarse.



**Fig. 6** Proceso de formación del envase

El conveyor lleva los envases hacia la estrella, la cual cambia la dirección, Al Cross Conveyor que es una banda transportadora transversal, que alinea los envases y por medio del Stacker, los introduce al Archa para iniciar el proceso de Recocido, al salir del archa pasa por las maquinas de inspección automática donde se verifican si el envase cumple con los estándares y no tienen ningún defecto, luego de la inspección de calidad pasa a la zona de empaque.

El proceso de formación puede cambiar según el tipo de envase que se desee.

*\*Soplo y soplo:* Se denomina así porque el proceso de formación del envase consta primero de un aire de soplo inicial que forma el terminado en el lado pre-molde, y luego el soplo final forma el producto propiamente en el lado molde. Es utilizado para envases de gaseosas, aceites y salsas.

*\*Prensa y Soplo:* A diferencia del anterior no tiene soplo inicial; el terminado se por

la acción de un macho al prensar el vidrio. Es utilizado envases de boca ancha, compotas, alimentos, etc.

*\*NNPB (Neck Narrow Press and Blow):* Este proceso funciona de la misma manera que el proceso Prensa y Soplo, se diferencia en que el prensado del vidrio no lo realiza un macho si no que lo hace una aguja. Tiene una mejor distribución del vidrio, se usa para hacer envases livianos, como cervezas, energéticos y gaseosas.

### **Alimentador**

Por medio del canal, conduce el vidrio que fluye desde la cámara de afinación del horno hasta el tazón, sitio donde se hace la gota.

### **Sistema de enfriamiento**

Ayuda a subir o bajar la temperatura del vidrio para homogeneizarlo. Controla la presión en las zonas del alimentador.

### **Equipo de Entrega**

*Cuchara:* Recibe la gota centradamente y la conduce a la canal. Ésta hace parte del sistema de entrega y debe llegar a descansar al final de la acción de amortiguación justo antes de que la gota entre en la cuchara y debe empezar a regresarse tan pronto como la gota ha entrado en la canal.

La amortiguación de la cuchara es muy importante, especialmente en máquinas de doble y triple gota debido al peso extra al final del pistón. La amortiguación incorrecta puede provocar rotura de las cucharas, de los soportes, o provocar problemas de manejo.

*Canal:* La misión de la canal es recibir la gota y entregarla al deflector, es decir, conducir el vidrio desde la cámara de afinación hasta el tazón, sitio en que se formará la gota. Permite variar la temperatura del vidrio a través de su longitud y acondicionar el vidrio para que al llegar al tazón las diferencias de temperatura sean mínimas.

*Deflector:* En algunas máquinas se usa un embudo intermedio. Éste deflector recibe la gota de la canal y cambia el sentido de su caída de horizontal a vertical para que caiga centradamente en el pre-molde. Es muy importante el correcto alineamiento de este equipo para garantizar una buena y rápida carga.

*Mecanismo de Embudo Intermedio:* Tiene como función ayudar a dirigir la gota centradamente hasta la cuchara, o más específicamente, guiar la gota preformada dentro del pre molde y también, permitir con un buen ajuste el asentamiento del baffle para que se produzca el soplo inicial.

### **Máquina Formadora I.S.**

Una vez suministrada la gota por el alimentador, es conducida a través del equipo

de entrega e inicia un proceso de formación del envase, entre los cuales se tienen: soplado y soplado, prensado y soplado, etc. Además se utilizan sistemas como: gota sencilla, doble, triple y cuádruple gota. En la formación de envases intervienen equipos y variables ya conocidos tales como: Moldura (aguja, boquilleras, pre moldes, moldes, etc.) manejo, ventilaciones, presiones y otros. El proceso de formación se puede dividir en los siguientes ciclos:

- Formación del acabado.
- Formación del palezón.
- Traslado del palezón al molde.
- Formación del envase.
- Entrega de la obra al conveyor o banda transportadora.

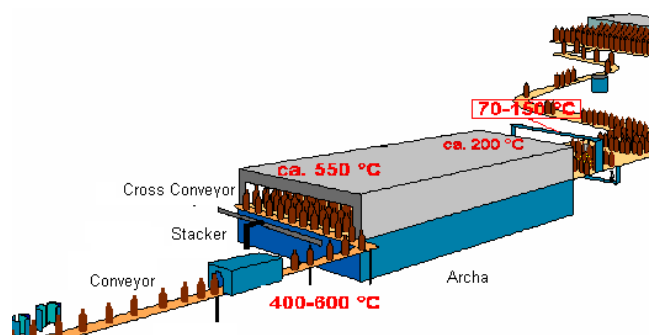
En las diferentes fases, algunas zonas del vidrio son enfriadas por el equipo de moldura y aire de formación, para luego ser recalentadas por las zonas que no han tenido contacto con estas variables.

Ya en el conveyor banda transportadora, la obra es conducida al pasador de estrellas y este la cambia de dirección a un conveyor transversal que alinea los envases y por medio del cargador los introduce al archa para iniciar el proceso de recocido.

#### 3.2.4 Recocido

En esta parte del ciclo de producción se hace un proceso de calentamiento controlado, para eliminar los esfuerzos internos que se han introducido al vidrio durante e inmediatamente después del proceso de formación, por los cambios bruscos causados por el contacto con el equipo de moldura. Dichos esfuerzos de no ser eliminados ocasionan la ruptura del envase espontáneamente o con pequeños impactos, lo que haría su comportamiento impredecible.

Las archas normalmente miden 24 metros de largo por 6 metros de ancho, cuentan con cuatro zonas de calentamiento, tres de enfriamiento y una zona de transición, en la cual se puede calentar o enfriar dependiendo de las condiciones de temperatura en las que se encuentra el envase cuando atraviesa por esta zona. Por lo general la zona de transición se encuentra en medio de las zonas de calentamiento y enfriamiento. Las variables que se manejan en un archa son temperaturas de calentamiento y enfriamiento, y velocidad de archa, la cual consiste en el tiempo que se desea que el envase permanezca dentro del horno de recocido; cabe anotar que los envases son transportados al interior del horno por medio de una malla transportadora.



**Fig.7** Archa, Conveyor, Cross y Stacker

### 3.2.5 Inspección

Este proceso comienza cuando la botella sale del archa de recocido, por unas bandas transportadoras el envase pasa por inspecciones de calidad automáticas y manuales.

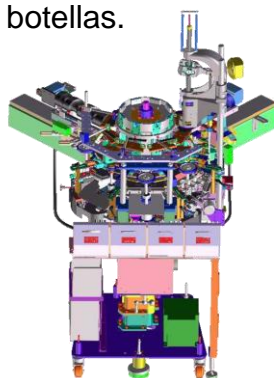
#### *Máquina de Inspección automática*

La función de ésta máquina consiste en la inspección detallada para el control de calidad de cada envase de vidrio, la cual básicamente realiza una búsqueda de defectos mediante dispositivos electrónicos altamente especializados.

Con la nueva generación de sistemas IRIS o Improved Resolution Inspection System, se detectan con gran seguridad incluso mínimos daños y suciedad en las botellas vacías de vidrio. La mayoría de las inspecciones se realiza en una estrella universal que sirve simultáneamente de estrella de entrada. Debido a esta disposición, la máquina ocupa una superficie muy reducida de espacio.

#### *Maquina de inspección automática. FP*

Estas maquinas constan de cinco estaciones, las cuales detectan diferentes defectos en las botellas.



**Fotografía 2.**

Máquina FP, Inspección automática

#### *Estación 1*

#### *Inspecciones FTA:*

Defectos:

Terminado sin llenar

Burbuja abierta y Cerrada

Rebaba en el terminado

Vidrio suelto en superficie de sello Vidrio reventado de rebaba

Laser Drop Out. (LDO): Es cuando el laser del FTA se le pierde a la cámara, la botella es rechazada. Las causas son:

- Mal manejo en la fp: rodillos reventados, estación de giro lateral con banda reventada, segmento fisurado o partido etc.
- Problemas en la botella: Terminado descentrado, fondo mecedor, botella hundida en la base o cuerpo, rebaba en el cuello, terminado sin llenar etc.

### *Estación 2*

#### *SWA(Side Wall Analysis)*

Inspección de defectos que bloqueen la luz en las paredes de la botella.

Defectos:

Piedras, arrugas y en general cualquier defecto que le bloquee la luz. No es muy efectivo para burbujas y arrugas brillantes. Se limita la inspección en áreas decoradas o cuellos.

#### *SSD (Side Stress Detector)*

El SSD trabaja como complemento del SWA. Es un campo oscuro que le permite la inspección de piedras con stress, mal recocido y en general defectos que causan stress al vidrio. Va montado conjuntamente con el SWA en la segunda estación de la fp.

### *Estación 3*

#### *OTG (Optical Thicknees Gauge)*

Permite la inspección del espesor del vidrio a todo lo largo de la botella. Usualmente se usan en los puntos de contacto del envase. Adicionalmente se usa para detección de ovalado.

La cámara de inspección del punto inferior de contacto va en la tercera estación.

La de la etiqueta (Que mide el ovalado), va la 3ra estación.

En la 4ta estación va la cámara que mide el punto de contacto superior

### *Estación 4 y 5*

Terminado rajado, cuello obstruido, grieta en el cuello, vidrio fino ( espesor delgado), grietas en el terminado, terminado sin llenar, rebaba en el terminado, terminado ovalado, terminado descentrado, cuello rajado, cuello torcido, roturas de archa y roturas por frio, distribución desigual, burbujas, fondo recargado, fondo grueso. Entre otros.

### 3.2.6 Empaque

El empaque la realizan unas máquinas llamadas paletizadoras, que reciben los envases ya inspeccionados por medio de la bandas transportadoras, agrupándolos en un determinado número, para luego ponerlos sobre una estiba el proceso se repite varias veces formando así varios “pisos” que contienen la misma cantidad de envases, formando así los pallets, que son el patrón de empaque.



**Fotografía 3. Paletizadora**

Luego la estiba que sale de la paletizadora por medio de unos rodillos y entra a la máquina flejadora, donde se asegura la estiba con los envases. Esta funciona por medio de unos ganchos los cuales recorren verticalmente la estiba, y van poniendo a su paso el fleje.



**Fotografía 4. Máquina Flejadora**

Una vez la estiba armada y flejada, pasa a una plataforma, que gira sobre su propio eje, aquí se envuelve la estiba en plástico, quedando lista para que los montacargas lleven la estiba para su almacenaje en bodegas, para posteriormente el despacho al cliente.

## **4. PLAN DE TRABAJO PROPUESTO**

### **4.1 INDUCCIÓN DE SEGURIDAD**

Se hace un recorrido en toda la planta y se identifican los riesgos potenciales y las precauciones o procedimientos a seguir en cada área, para proteger la integridad personal.

### **4.2 CONOCIMIENTO DE LA PLANTA, PROCESOS Y FUNCIONES DE DIFERENTES MAQUINAS DE ESTA MISMA.**

En este periodo lo que se busca es recorrer cada parte de la planta y conocer las diferentes zonas que esta tiene, del mismo modo conocer el proceso de formación del vidrio desde que llegan las materias primas hasta que sale el envase listo para ser empacado.

También conocer el funcionamiento de las maquinas que actúan en el proceso de vidrio para así poder saber cómo mejorarlas, repararlas y hacerles el mantenimiento adecuado.

### **4.3 OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE REFRIGERADO DE AGUA DE TIJERAS.**

El sistema de agua de tijeras es el mezclado de un aceite especial junto con agua en una proporción adecuada para así refrigerar las tijeras o pinzas que cortan el vidrio derretido que llega a cada uno de los moldes.

El problema es que la bomba de aceite no está acoplada al PLC y está conectada directamente a un suministro eléctrico, causando un permanente flujo de aceite haciendo una proporción de aceite-agua no adecuada.

Lo que se va a realizar es acoplar la entrada de la bomba de aceite a un PLC que al recibir la señal de agua que va a ser vertida al tanque donde se encuentra la mezcla, este activa un relé que energiza la bomba de aceite, permitiendo el paso de aceite al tanque que contiene la mezcla solo mientras esté pasando agua hacia la tanque y automatizar el control del PH con la aplicación del bactericida.

#### 4.4 REPARACIÓN DE TARJETAS DEL ASISTENTE DE OPERADOR.

El asistente de operador es un sistema que por medio de un laser emisor y un receptor detecta anomalías o malformaciones en el envase, a su vez los envases que estén pegados o también caídos y manda una señal a una electroválvula que proporciona un flujo de aire que expulsa estos envases de la banda transportadora.

Algunas tarjetas que se encuentran en este asistente se deterioran y dejan de funcionar correctamente por lo que se sacan de funcionamiento. El procedimiento que se hace normalmente es comprar otra tarjeta de estas, que es muy costosa. Lo que se quiere hacer es reparar estas tarjetas para así proporcionar un ahorro de costos, por lo que se va a realizar es simular el paso de botellas por medio de un generador de señales, para así realizar mediciones en lugares estratégicos a una tarjeta nueva con un Osciloscopio y tomar estos datos como referencia para encontrar problemas en las tarjetas deterioradas, y de esta forma cambiar las piezas que no funcionen correctamente

#### 4.5 CAPACITACIÓN DE SEGURIDAD PARA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES DENTRO DE LA EMPRESA.

La empresa tiene un compromiso permanente de mejorar las condiciones y procedimientos de seguridad para proteger la todo el personal que labora en la planta y tiene un programa de prevención de accidentes que incluye capacitaciones, estas se realizarán una vez a la semana a lo largo del periodo de práctica.

#### 4.6 CAPACITACIÓN PARA LLEVAR UN MONITOREO DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA, GAS Y AGUA DE LA EMPRESA.

Con el fin de ahorrar el consumo de recursos como Electricidad, Gas y Agua, la empresa lleva un monitoreo constante de los consumos diarios, y de esta forma localizar posibles causas de altos índices de consumo, para tomar medidas a estas razones de incremento.

#### 4.7 ASISTENCIA AL INSTRUMENTISTA A CARGO PARA REALIZAR DIFERENTES LABORES DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE EQUIPOS.

Ya después de conocer tareas básicas, lo que se busca es que el practicante se familiarice cada vez más con la empresa y conozca los problemas y situaciones que cada día se presentan. Para lo cual asistiendo a un instrumentista, este conocerá cuales son las labores que alguien con mucha experiencia ejerce y por medio de estas actividades, el practicante aprenderá mas sobre los procesos



llevados en la producción, y de la misma forma el funcionamiento de los mecanismos que participan.

## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1 MOTOR ELÉCTRICO

Un motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas. Algunos de los motores eléctricos son reversibles, es decir, pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores. Los motores eléctricos de tracción usados en locomotoras realizan a menudo ambas tareas, si se los equipa con frenos regenerativos.

Son ampliamente utilizados en instalaciones industriales, comerciales y de particulares. Pueden funcionar conectados a una red de suministro eléctrico o a baterías. Una batería de varios kilogramos equivale a la energía que contienen 80 g de gasolina. Así, en automóviles se están empezando a utilizar en vehículos híbridos para aprovechar las ventajas de ambos.

#### 5.1.1 Principio de funcionamiento

Los motores de corriente alterna y los motores de corriente continua se basan en el mismo principio de funcionamiento, el cual establece que si un conductor por el cual circula una corriente eléctrica se encuentra dentro de la acción de un campo magnético, éste tiende a desplazarse perpendicularmente a las líneas de acción del campo magnético.

El conductor tiende a funcionar como un electroimán debido a la corriente eléctrica que circula por el mismo adquiriendo de esta manera propiedades magnéticas, que provocan, debido a la interacción con los polos ubicados en el estator, el movimiento circular que se observa en el rotor del motor.

Partiendo del hecho de que cuando pasa corriente eléctrica por un conductor se produce un campo magnético, además si lo ponemos dentro de la acción de un campo magnético potente, el producto de la interacción de ambos campos magnéticos hace que el conductor tienda a desplazarse produciendo así la energía mecánica.

#### 5.1.2 Ventajas

En diversas circunstancias presenta muchas ventajas respecto a los motores de combustión:

\*A igual potencia, su tamaño y peso son más reducidos.

\*Se pueden construir de cualquier tamaño.

\*Tiene un par de giro elevado y, según el tipo de motor, prácticamente constante.

Su rendimiento es muy elevado (típicamente en torno al 75%, aumentando el mismo a medida que se incrementa la potencia de la máquina).

\*Este tipo de motores no emite contaminantes, aunque en la generación de energía eléctrica de la mayoría de las redes de suministro se emiten contaminantes.

De acuerdo a la fuente de tensión que alimente al motor, podemos realizar la siguiente clasificación:

Motores de corriente directa (DC)

Motores de corriente alterna (AC)

### *Motores de Corriente Directa (DC)*

Se Utilizan en casos en los que es de importancia el poder regular continuamente la velocidad del eje y en aquellos casos en los que se necesita de un toque de arranque elevado. Además, utilizan en aquellos casos en los que es imprescindible utilizar corriente continua, como es el caso de trenes y automóviles eléctricos, motores para utilizar en el arranque y en los controles de automóviles, motores accionados a pilas o baterías, etc.

Para funcionar, el motor de corriente continua o directa precisa de dos circuitos eléctricos distintos: el circuito de campo magnético y el circuito de la armadura.

El campo (básicamente un imán o un electroimán) permite la transformación de energía eléctrica recibida por la armadura en energía mecánica entregada a través del eje. La energía eléctrica que recibe el campo se consume totalmente en la resistencia externa con la cual se regula la corriente del campo magnético. Es decir ninguna parte de la energía eléctrica recibida por el circuito del campo, es transformada en energía mecánica. El campo magnético actúa como una especie de catalizador que permite la transformación de energía en la armadura.

La armadura consiste en un grupo de bobinados alojados en el rotor y en un ingenioso dispositivo denominado colector mediante el cual se recibe corriente continua desde una fuente exterior y se convierte la correspondiente energía eléctrica en energía mecánica que se entrega a través del eje del motor. En la transformación se pierde un pequeño porcentaje de energía en los carbones del colector, en el cobre de los bobinados, en el hierro (por corrientes parásitas e histéresis), en los rodamientos del eje y la fricción del rotor por el aire.

### *Motores de Corriente Alterna (AC)*

Bajo el título de motores de corriente alterna podemos reunir a los siguientes tipos de motor.

Motor Sincrónico

## 5.2 VARIADORES DE VELOCIDAD

El Variador de Velocidad (VSD, por sus siglas en inglés Variable Speed Drive) es en un sentido amplio un dispositivo o conjunto de dispositivos mecánicos, hidráulicos, eléctricos o electrónicos empleados para controlar la velocidad giratoria de maquinaria, especialmente de motores. También es conocido como Accionamiento de Velocidad Variable (ASD, también por sus siglas en inglés Adjustable-Speed Drive).

La maquinaria industrial generalmente es accionada a través de motores eléctricos, a velocidades constantes o variables, pero con valores precisos. No obstante, los motores eléctricos generalmente operan a velocidad constante o cuasi-constante, y con valores que dependen de la alimentación y de las características propias del motor, los cuales no se pueden modificar fácilmente. Para lograr regular la velocidad de los motores, se emplea un controlador especial

que recibe el nombre de variador de velocidad. Los variadores de velocidad se emplean en una amplia gama de aplicaciones industriales, como en ventiladores y equipo de aire acondicionado, equipo de bombeo, bandas y transportadores industriales, elevadores, llenadoras, tornos y fresadoras, etc.

Un variador de velocidad puede consistir en la combinación de un motor eléctrico y el controlador que se emplea para regular la velocidad del mismo. La combinación de un motor de velocidad constante y de un dispositivo mecánico que permita cambiar la velocidad de forma continua (sin ser un motor paso a paso) también puede ser designado como variador de velocidad.

Motivos para emplear variadores de velocidad.

El control de procesos y el ahorro de la energía son las dos de las principales razones para el empleo de variadores de velocidad. Históricamente, los variadores de velocidad fueron desarrollados originalmente para el control de procesos, pero el ahorro energético ha surgido como un objetivo tan importante como el primero.

Entre las diversas ventajas en el control del proceso proporcionadas por el empleo de variadores de velocidad destacan:

- Operaciones más suaves.
- Control de la aceleración.
- Distintas velocidades de operación para cada fase del proceso.
- Compensación de variables en procesos variables.
- Permitir operaciones lentas para fines de ajuste o prueba.
- Ajuste de la tasa de producción.
- Permitir el posicionamiento de alta precisión.
- Control del Par motor (torque).

Fomentar el ahorro de energía mediante el uso de variadores de velocidad

Un equipo accionado mediante un variador de velocidad emplea generalmente menor energía que si dicho equipo fuera activado a una velocidad fija constante. Los ventiladores y bombas representan las aplicaciones más llamativas. Por ejemplo, cuando una bomba es impulsada por un motor que opera a velocidad fija, el flujo producido puede ser mayor al necesario. Para ello, el flujo podría regularse mediante una válvula de control dejando estable la velocidad de la bomba, pero resulta mucho más eficiente regular dicho flujo controlando la velocidad del motor, en lugar de restringirlo por medio de la válvula, ya que el motor no tendrá que consumir una energía no aprovechada.

## 5.3 VARIADORES PARA MOTORES DE CA

### 5.3.1 Variadores de frecuencia

Un variador de frecuencia (siglas VFD, del inglés: Variable Frequency Drive o bien AFD Adjustable Frequency Drive) es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor. Un variador de frecuencia es un caso especial de un variador de velocidad. Los variadores de frecuencia. Son también conocidos como drivers de frecuencia ajustable (AFD), drivers de CA,

microdrivers o inversores. Dado que el voltaje es variado a la vez que la frecuencia, a veces son llamados drivers VVVF (variador de voltaje variador de frecuencia).

#### *Principio de funcionamiento*

Para el caso de un motor síncrono, la velocidad se determina mediante la siguiente expresión:

$$N = \frac{120 \times f}{p}$$

Cuando se trata de motores de inducción, se tiene:

$$N_M = \frac{120 \times f \times (1 - s)}{p}$$

Donde:

RPM = velocidad síncrona

NM = velocidad mecánica

f = frecuencia de alimentación (Hz)

s = deslizamiento (adimensional)

p = número de polos.

Como puede verse en las expresiones anteriores, la frecuencia y la velocidad son directamente proporcionales, de tal manera que al aumentar la frecuencia de alimentación al motor, se incrementará la velocidad de la flecha, y al reducir el valor de la frecuencia disminuirá la velocidad del eje. Por ello es que este tipo de variadores manipula la frecuencia de alimentación al motor a fin de obtener el control de la velocidad de la máquina

Las cantidades de polos más frecuentemente utilizadas en motores síncronos o en Motor asíncrono son 2, 4, 6 y 8 polos que, siguiendo la ecuación citada resultarían en 3000 RPM, 1500 RPM, 1000 RPM y 750 RPM respectivamente para motores sincrónicos únicamente, funcionando en 50Hz y en CA.

En los motores asíncronos las revoluciones por minuto son ligeramente menores por el propio asincronismo que indica su nombre. En estos se produce un desfase mínimo entre la velocidad de rotación (RPM) del rotor (velocidad "real" o "de salida") comparativamente con la cantidad de RPM del campo magnético (las cuales si deberían cumplir la ecuación arriba mencionada tanto en Motores síncronos como en motores asíncronos ) debido a que sólo es atraído por el campo magnético exterior que lo aventaja siempre en velocidad (de lo contrario el motor dejaría de girar en los momentos en los que alcanzase al campo magnético)

#### *Descripción del VFD*

Un sistema de variador de frecuencia (VFD) consiste generalmente en un motor AC, un controlador y un interfaz operador.

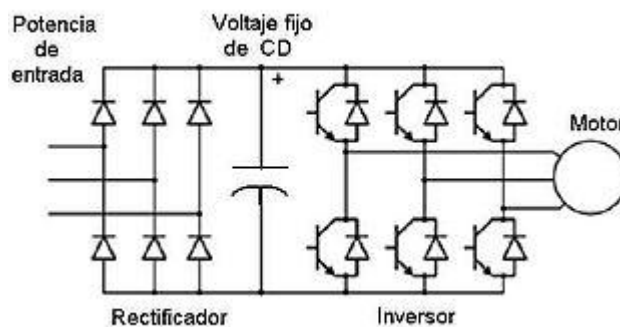
#### Motor del VFD

El motor usado en un sistema VFD es normalmente un motor de inducción trifásico. Algunos tipos de motores monofásicos pueden ser igualmente usados, pero los motores de tres fases son normalmente preferidos. Varios tipos de

motores síncronos ofrecen ventajas en algunas situaciones, pero los motores de inducción son más apropiados para la mayoría de propósitos y son generalmente la elección más económica. Motores diseñados para trabajar a velocidad fija son usados habitualmente, pero la mejora de los diseños de motores estándar aumenta la fiabilidad y consigue mejor rendimiento del VFD.(variador de frecuencia)

### Controlador del VFD

El controlador de dispositivo de variación de frecuencia está formado por dispositivos de conversión electrónicos de estado sólido. El diseño habitual primero convierte la energía de entrada AC en DC usando un puente rectificador. La energía intermedia DC es convertida en una señal Cuasi-senoidal de AC usando un circuito inversor conmutado. El rectificador es usualmente un puente trifásico de diodos, pero también se usan rectificadores controlados. Debido a que la energía es convertida en continua, muchas unidades aceptan entradas tanto monofásicas como trifásicas (actuando como un convertidor de fase, un variador de velocidad).



**Diagrama 1.** Variador de frecuencia con Modulación de Ancho de Pulso (PWM)

Tan pronto como aparecieron los interruptores semiconductores fueron introducidos en los VFD, ellos han sido aplicados para los inversores de todas las tensiones que hay disponible. Actualmente, los transistores bipolares de puerta aislada (IGBTs) son usados en la mayoría de circuitos inversores.

Las características del motor AC requieren la variación proporcional del voltaje cada vez que la frecuencia es variada. Por ejemplo, si un motor está diseñado para trabajar a 460 voltios a 60 Hz, el voltaje aplicado debe reducirse a 230 volts cuando la frecuencia es reducida a 30 Hz. Así la relación voltios/hertzios deben ser regulados en un valor constante ( $460/60 = 7.67 \text{ V/Hz}$  en este caso). Para un funcionamiento óptimo, otros ajustes de voltaje son necesarios, pero nominalmente la constante es V/Hz es la regla general. El método más novedoso y extendido en nuevas aplicaciones es el control de voltaje por PWM.

La modulación por ancho de pulsos es una técnica utilizada para regular la velocidad de giro de los motores eléctricos de inducción o asíncronos. Mantiene el par motor constante y no supone un desaprovechamiento de la energía eléctrica. Se utiliza tanto en corriente continua como en alterna, como su nombre lo indica,

al controlar: un momento alto (encendido o alimentado) y un momento bajo (apagado o desconectado), controlado normalmente por relevadores (baja frecuencia) o MOSFET o tiristores

## **6. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO CUMPLIDO A LA FECHA:**

Durante este periodo se han realizado diferentes actividades, que varían dependiendo a la necesidad de la empresa, donde algunas han sido acorde al plan de trabajo propuesto, y otras avanzando un poco más de lo trazado inicialmente.

### **6.1 INDUCCIÓN DE SEGURIDAD**

Es una inducción en la cual se especifica normas de seguridad y recomendaciones para el uso de la dotación y uso de materiales de la misma planta, donde se explicó el uso adecuado de los elementos de seguridad, posibles riesgos de accidentes dentro de la planta, así como normas para evitar posibles problemas futuros.

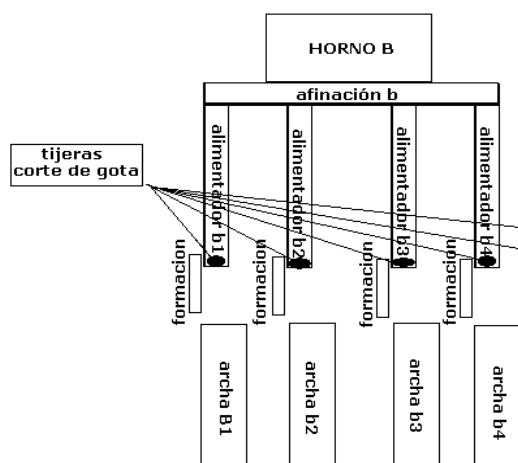
### **6.2 RECONOCIMIENTO DE LA PLANTA**

Se mostraron las diferentes partes de la planta, desde formación que es donde se moldea el vidrio derretido (ver figura 8), así como la sección de materias primas donde llega el casco o vidrio reciclado y donde se almacenan materiales para formar el vidrio, horno, casa de fuerzas que es donde se encuentran los compresores para los sistemas neumáticos y el almacén donde se guardan elementos de trabajo.

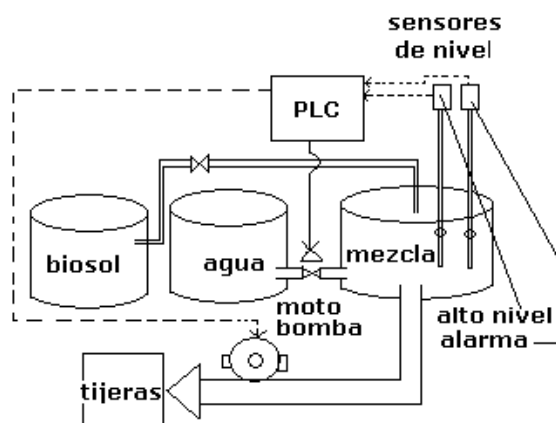
### **6.3 PROYECTO MEZCLA DEL AGUA DE TIJERAS**

Las tijeras son unas pinzas que cortan el vidrio derretido que viene del alimentador y pasa a formación en una proporción adecuada formando una gota de vidrio de acuerdo a la referencia que se esté corriendo en la máquina, estas tienen que ser refrigeradas por medio de una mezcla de agua y un Biosol que es un aceite especial. Esta mezcla se hace en un tanque en donde se vierte aceite y agua dependiendo del nivel del tanque.





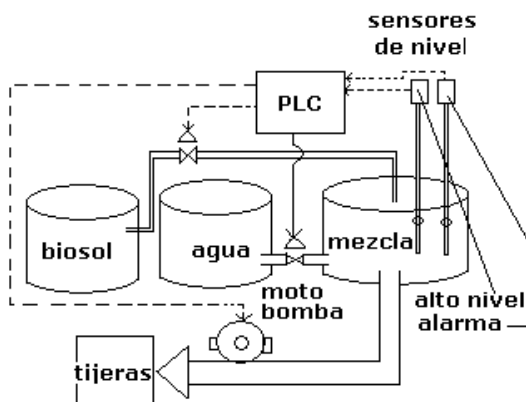
**Fig. 8** Sistema de formación, desde hornos hasta archas para el horno B.



**Fig. 9.** Sistema de Mezcla de agua de tijeras en un inicio antes de modificarse

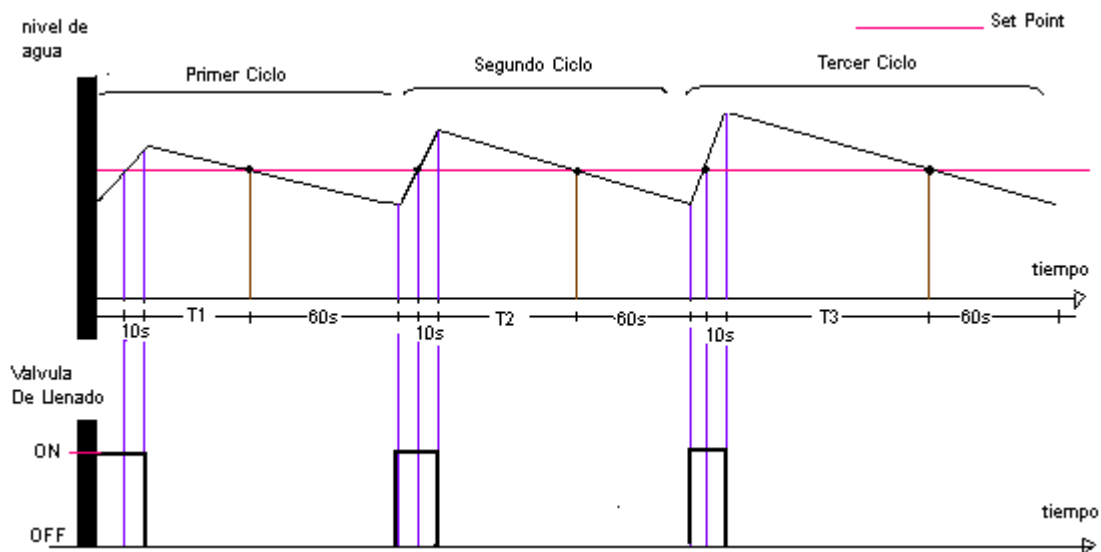


**Fotografía. 5.** Sistema de Mezcla de agua de tijeras en un inicio antes de modificarse el tanque del frente es el de la mezcla, el del fondo es el del biosol.



**Fig. 10** .Sistema de Mezcla de agua de tijeras después de la primera mejora.

Este proyecto en un comienzo se planteó en tres etapas, sin embargo se decidió realizar solo las dos primeras. La primera fue conectar la bomba de aceite a la salida del PLC que controlaba la entrada de agua, y así entrara aceite durante el mismo tiempo que entrara agua al tanque, para esto se ajustaba el suministro de biosol a la cantidad de agua del tanque, esto mejoró la relación agua-aceite ya que antes la bomba de aceite siempre estaba funcionando, y no garantizaba un rendimiento adecuado del biosol.



**Fig.11.**Llenado y vaciado del tanque, encendido y apagado de la electroválvula de agua junto con biosol.

La figura 11 muestra como es el proceso de llenado y vaciado del tanque con la mezcla de Agua-Aceite, además muestra como se enciende la electroválvula de agua en el tanque.

Partiendo de un nivel bajo, se enciende la electroválvula permitiendo el paso de

agua y biosol al tanque, cuando el sensor de alto nivel llega al set point, se espera 10 segundos hasta apagar la electroválvula de llenado, esto se debe a que por la fluctuación del líquido, el sensor registre el set point y luego no lo registre, haciendo que la electroválvula se encienda y apague muchas veces, por lo que garantiza que 10 segundos después de sentir el set point, proceda a apagarse.

Después de que se apague la electroválvula de llenado, el tanque comienza a disminuir su volumen de la mezcla, hasta alcanzar el set point, esto le toma un tiempo T1, T2 y T3 en cada ciclo correspondiente a la figura 11, espera 60 segundos después de esto, y después procede a llenarse.

Teniendo en cuenta que no siempre el flujo de agua que entra al tanque es con el mismo flujo, y que depende del suministro de las empresas públicas, puede darse el caso que entre mucho flujo como en el tercer ciclo de la figura 11, en donde el llenado alcanza un nivel más alto que en los dos ciclos anteriores, y la cantidad de biosol calculado para esa cantidad ya es incorrecto. (La figura 11 muestra la repetición del periodo tres veces).

Se Tomaron los siguientes datos del flujo de agua por cada vez que se llenaba el tanque.

### TOMA 1

**Tabla.3.** tiempo en que tarda en pasar 0.2 galones por el medidor de flujo.

MUESTRA	Tiempo en que pasan 0.2 Galones
Muestra 1	8.32 s
Muestra 2	8.46 s
Muestra 3	8.28 s
Promedio	8.35 s

**Tabla. 4.** cantidad de galones que pasan por minuto.

Cantidad de Galones	Tiempo
0.20 Gal	8.35 s
1.00 Gal	41.75 s
1.43 Gal	60.0 s

### TOMA 2

Para esta segunda toma se mira el tiempo en que duró la válvula de agua abierta, y la cantidad de volumen que pasó en ese tiempo.

**Tabla .5.** Tiempo en que tarda en pasar cierta cantidad de agua en el tiempo en que dura encendida la electroválvula del paso de agua

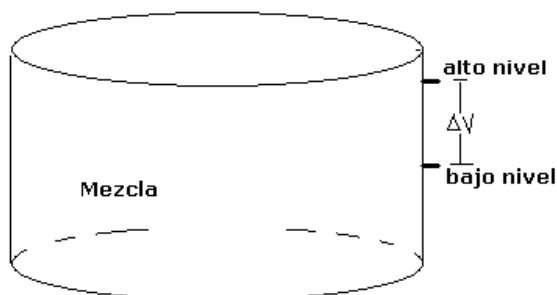
Cantidad de agua	Tiempo	Equivalente a 60s
0.35 Gal	14.85 s	1.41 Gal
0.41 Gal	16.65 s	1.47 Gal
0.37 Gal	15.9 s	1.39 Gal
0.33 Gal	13.7 s	1.44 Gal
	Promedio	1.42 Gal

En las dos tomas se obtuvieron valores muy parecidos de 1.42 Gal por minuto y de 1.43 Gal por minuto.

Asumiendo que el flujo del agua es constante, se pueden hacer los cálculos del Biosol necesitado para un volumen establecido.

Ahora bien, teniendo un sensor de bajo nivel se puede saber cuánto va a ser esa cantidad de agua-aceite que se va a llenar independientemente de la presión con que se suministre el agua (ver figura 12), y darle su ración proporcional de aceite a la mezcla; esto brinda una mejora grande, pero existe un inconveniente aparente, y es que no se está teniendo en cuenta el agua-aceite que se está consumiendo en el momento del llenado del tanque, es decir, si la cantidad de líquido entre el punto en el cual el sensor de bajo nivel empieza

a llenar el tanque, hasta que el de alto nivel detiene el llenado, corresponde a 10 galones y se le suministra aceite correspondiente a esos 10 galones, y no se está teniendo en cuenta que en ese momento salió medio galón para la refrigeración de las tijeras, entonces el llenado corresponde a 10.5 galones por lo que el aceite vertido no va a ser suficiente o correspondiente a esa relación, sin embargo después de tenerlo funcionando este problema se corrige tomando el tiempo de llenado del tanque (este tiempo incluye el agua que está saliendo en ese mismo instante) y se obtiene el volumen real de agua que se le suministro al tanque gracias a que ya se calculó el flujo de agua al tanque.



**Fig. 12.** Vista del tanque con la mezcla mostrando un Delta de Volumen fijo, dado por el alto nivel y el bajo nivel que sensan los flotadores.

Ya se montó el sensor de Bajo nivel en el sistema, el cambio de la programación del PLC Allen Bradley, además de la programación pertinente para este cambio.

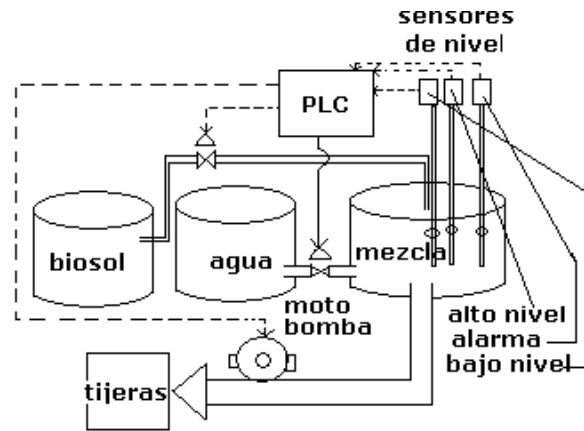
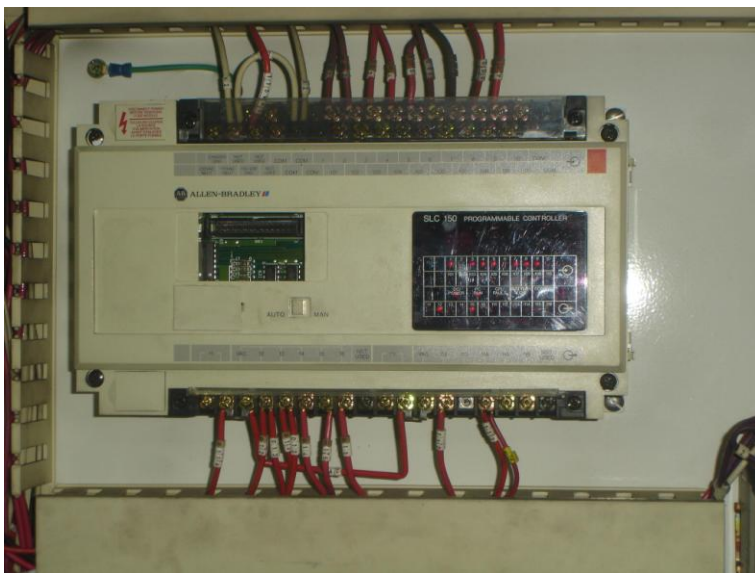


Fig. 13. Sistema de Mezcla de agua de tijeras con nuevo sensor de bajo nivel



Fotografía 6. Sensor de bajo nivel nuevo



**Fotografía 7.** PLC Allen Bradley que controla el sistema de agua de tijeras. La tercera parte de la mejora era colocar una bomba que enviara pulsos de acuerdo al flujo de la salida del la mezcla, para que el PLC los interpretara y enviara una señal de apertura de válvula de agua correspondiente a la cantidad de pulsos enviados por el flujómetro.

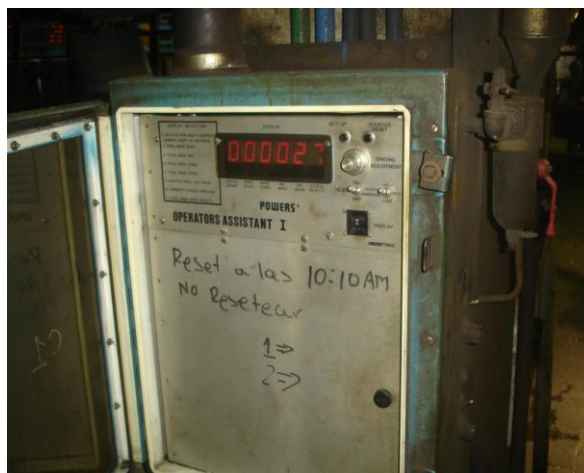
La proporción ideal de agua-aceite es 650ppm, en un comienzo esta proporción se encontraba en 400ppm, después de la primera fase quedo oscilando entre 500ppm y 700ppm, ahora con la segunda fase se esperaba que oscilara entre 640ppm y 680ppm, sin embargo, después de la implementación dio entre 640 y 660, que es mucho mejor de lo que se tenía previsto, haciendo una ventana de error más pequeña de lo esperado, razón por la cual no hubo necesidad de implementar la siguiente fase del proyecto, además de los costos tan elevados que implicaba la compra de este flujómetro.



**Fotografía.8.** Moto bomba que envía la mezcla a las tijeras.

#### 6.4 INDUCCIÓN AL MANEJO DEL ASISTENTE DE OPERADOR.

El asistente de operador permite una ayuda a la hora de rechazar envases de botellas, este utiliza un emisor láser que atraviesa la botella y llega a un receptor, dependiendo de qué tanta distorsión hubo producto a la irregularidad de la botella, este decide si rechazarla o no. También si en la banda transportadora pasan dos botellas unidas este las desecha así como rechaza las que están caídas en la banda transportadora.



**Fotografía.9.** Asistente de operador.

Este asistente se manipula directamente en la tarjeta Powers Mfg 2676D5449C (ver fotografía 9), esta tarjeta es conformada por la tarjeta 2676D y la tarjeta 5449C que van ensambladas juntas., en donde se le hacen diferentes tipos de ajustes, como:

##### 6.4.1 Ajuste De Ganancia:

Es para ajustar la intensidad del rayo al atravesar la botella. Es controlado por un trimer.

##### 6.4.2 Ajuste de Retardo.

Existe un tiempo en el cual el láser detecta una botella en mal estado y es rechazada por un flujo de aire accionado por una electro válvula, este tiempo se configura por medio de un trimer que se encuentra en la tarjeta y de esta forma la botella sea correctamente rechazada.

##### 6.4.3 Ajuste del ancho de pulso del aire.

Dependiendo del tipo de botella se necesita más o menos aire para poder ser rechazada, por lo cual este tiempo o duración de flujo de aire es controlado por el ancho de pulso de aire que es también variado por un trimer.

#### 6.4.4 Frecuencia con que pasan las botellas.

También deben sincronizarse la velocidad o frecuencia con que pasan las botellas por la banda, esto se hace por medio de un trimer.

Estas tarjetas presentan fallas en sus componentes por lo que se hace es detectar donde está la falla, que componentes están asociados a ellas y finalmente remplazar las piezas deterioradas

Hasta el momento se encuentran problemas como que no sale la señal de rechazo o que los display no encienden o que no hay conteo, para lo cual se hizo una simulación del mecanismo utilizando un generador de señales que simula la detección de botellas del láser y un osciloscopio que mide los anchos de pulsos de salidas de la señal de rechazo junto con los retardos de esta misma. Además se realiza una toma de datos de una tarjeta en buen estado por medio de un multímetro y así saber que voltajes deben marcar diferentes puntos, y más adelante compararlos con las que estén en mal estado para saber en donde radican los problemas y de esta forma cambiar las partes deterioradas.



**Fotografía.10.** Asistente de operador, tarjeta Powers Mfg 2676D5449C .

#### 6.5 REPARACIÓN DE UN PIRÓMETRO

Un pirómetro es un dispositivo que permite medir el calor de objetos mediante la radiación que estos producen, en la empresa se usa para medir el calor del vidrio. El pirómetro que se reparo tenía el display borroso y estaba desconfigurado, lo que se hizo fue destapararlo, limpiarlo y apretar unas conexiones que estaban flojas, además se le hizo un cambio de baterías y una reconfiguración del mismo poniendo la medida a grados centígrados.



## 6.6 INDUCCIÓN DE PROGRAMACIÓN DEL PLC LOGO DE SIEMENS

EL Logo es un PLC de Siemens, que posee características específicas como su tamaño. Cualquiera de sus modelos, largo o corto, permiten ser alojados en cualquier armario o caja con rail DIN normalizado. Por lo tanto son ideales para solucionar pequeños problemas de automatismos en instalaciones domésticas o industriales donde un PLC más sofisticado puede parecer un exceso.

Otra de sus ventajas es su costo, que es relativamente bajo para los servicios y soluciones que puede brindar.

Este PLC cuenta con un software gratuito brindado por Siemens, el cual permite tanto realizar la programación como hacer una simulación del programa.

Cabe resaltar que este software permite trabajar tanto en escalera como en bloques para una mayor comodidad para el usuario.

En esta inducción se aprendió en un comienzo a programar en bloques, puesto que es más sencillo y luego se pasó a programar en escalera, que es más universal para la mayoría de PLC, por no decir todos.

Se hicieron programas sencillos como un sistema de alarma o el funcionamiento de un ascensor tanto en Diagrama de bloques como en escalera.



**Fotografía.11.** Imagen de un PLC logo Siemens

## 6.7 MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE ELECTROVÁLVULAS

Las electroválvulas son válvulas que se activan eléctricamente, estas están compuestas por un solenoide que es donde llega la señal eléctrica y la válvula como tal. Pueden ser de 110v ac o 24v dc; las que se les hicieron este mantenimiento fueron Electroválvulas marca Numatics de 24v dc. Lo que se hizo fue desarmarlas, limpiarlas, lubricarlas, cambiarles los empaques deteriorados y finalmente armarlas de nuevo para ser probadas.

Los problemas que estas válvulas suelen presentar es que se quedan pegadas y no abren o no cierran, o en otras ocasiones los empaques se rompen permitiendo fugas y por consiguiente caídas de presión.



**Fotografía.12.** Electroválvula numatics de 110v ac

## 6.8 REPARACIÓN DE BÁSCULA DE PESOS MENORES EN EL ÁREA DE MATERIAS PRIMAS.

En la sección de materias primas donde se hacen mezclas de material para lograr un óptimo rendimiento del vidrio; estos materiales tienen que pesarse por medio de la báscula de pesos menores y así lograr unas proporciones óptimas entre las materias primas.

Lo que se realizó fue el cambio de celda de carga colocándole un remplazo y sincronizándola.

## 6.9 CAPACITACIÓN DE SEGURIDAD CON EL CUERPO DE BOMBEROS DE PELDAR.

O-I Peldar, cuenta con un grupo de Bomberos que son encargados de cuidar por la seguridad tanto de los empleados como de la planta. Estos Bomberos son empleados de la empresa que desempeñan sus labores diarias dependiendo del departamento de trabajo correspondiente, pero que a la hora de una emergencia son ellos los que comandan el operativo para solucionarla; por medio de este grupo de bomberos se realizó una capacitación para los practicantes que se estaba dando semanalmente, en donde se enseñó que tipos de extintores hay, que diferencia tienen los unos de los otros, para que casos se debe usar cada tipo, así como a usarlos.

Se nos permitió ponernos el traje de bombero para de esta forma saber en qué condiciones se moviliza un bombero con este traje y finalmente se nos puso a prueba en una pista diseñada por ellos. Finalmente se nos enseñó como es una manguera de bomberos, cuáles son sus partes y a usarla.

### 6.9.1 Tipos de Extintores

#### 6.9.1.1 Extintor de Fuegos Clase "A"

Es aquel extintor cuyo uso es el más apropiado para los fuegos del tipo "A", es decir, para los que se conocen como materiales combustibles sólidos comunes,

tales como: la madera, textiles, papel, caucho y ciertos tipos de cauchos. La base o agente extinguidor de este extintor es el agua. Estos operan por presión permanente, con depósito de bombeo o por reacción química.

Prácticamente se han dejado de fabricar este tipo de extintores, por diversas razones, y una de ellas es que el extintor de uso múltiple se puede utilizar para este tipo de fuego.

#### 6.9.1.2 Extintor de Fuegos Clase "B"

Este tipo de extintor es el que resulta más efectivo para el combate de fuegos clase "B", y como ya lo habíamos mencionado anteriormente son estos los fuegos que se suceden en líquidos inflamables y/o combustibles derivados del petróleo. La base o agente extinguidor de este extintor son los Polvos Químicos Mezclados, entre los cuales podemos nombrar: Bicarbonato Sódico, Bicarbonato de Potasio (Purple K), Cloruro Potásico, Monofosfato de Amonio, Bicarbonato de Urea Potásico.

Su operación es a través de presión interna dado desde el momento de llenado o a través de presión externa dada por un cilindro y este expulsa el polvo, estos polvos para efectos del organismo no son tóxicos, pero en altas concentraciones son asfixiantes. Dependiendo del Polvo envasado se puede usar para fuegos AB y ABC, pero para fuegos clase "D" no se debe usar.

#### 6.9.1.3 Extintor de Fuegos Clase "C"

Así como los hay para clase "A" y " B ", los fuegos clase " C también poseen un agente extinguidor efectivo y en este tipo de fuego debemos tener en cuenta el riesgo existente en lo referente al contacto con la energía eléctrica, por lo tanto, el uso indebido de un extintor puede perjudicarnos. La base o agente extinguidor utilizado en este extintor es el agua (C02), el cual entre sus propiedades se resalta la no- conductividad eléctrica. Su operación es a través de presión interna, la cual es dada por el mismo C02 dentro de su contenedor.

#### 6.9.1.4 Extintor de Fuegos Clase " D "

Es aquel extintor indispensable y efectivo en el combate de fuegos clase " D ", sabiendo de antemano que estos son los fuegos que se presentan en Materiales reactivos. Como agente extinguidor base de este tipo de extintor tenemos:

Polvo G-1 es un grafito tamizado de fosfato orgánico que desprende gases, los cuales sofocan y enfrían, se utilizan en incendios de magnesio, sodio, litio, titanio, calcio, aluminio, acero, etc.

Polvo Metal, es un extracto metálico principalmente de Clorato de Sodio y Fosfato Tricálcico. Se utilizan en incendios de magnesio, odio, potasio y aleaciones.

Polvos no Comerciales, tales como talco, polvo de grafito, arena seca, bicarbonato de sodio.

### 6.10 CALIBRACIÓN DE LA COMBUSTIÓN EN EL ALIMENTADOR DE LA MAQUINA C1 O B5.

En la planta existen 2 hornos, el horno B y el horno C, en un tiempo existió el A, pero fue retirado de uso puesto que ya era obsoleto para la demanda de vidrio necesitada.

El horno B suministra vidrio a las maquinas B1, B2, B3 y B4 y el horno C, le suministra vidrio a la C1 y C2 (ver figura 14); hay momentos en los cuales se pone a funcionar la máquina C1 pero con vidrio suministrado por el horno B, y es en este momento en que la maquina cambia de nombre a B5 (ver figura15).

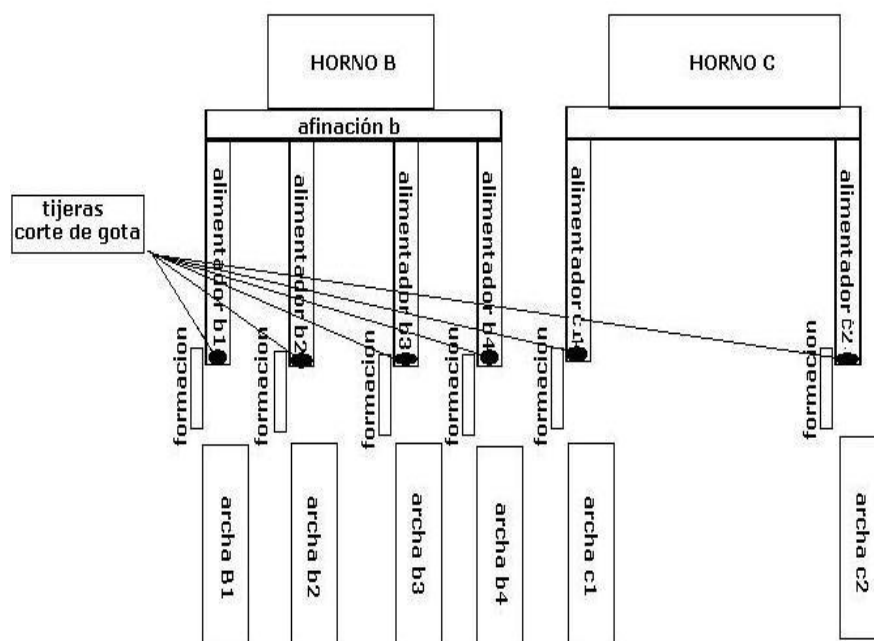
Una línea de producción viene dada por Horno, que es donde se funde el vidrio, afinación, que donde se ajusta la temperatura para mandar el vidrio al alimentador, alimentador, que es el que manda el vidrio a las maquinas correspondientes al horno, es decir si es el horno B, es el alimentador el que divide el vidrio para mandar a las máquinas B1, B2, B3, B4 y en este caso B5.

En estos momentos se estaba arrancando B5 que junto con C2 estaban detenidas por poca demanda de vidrio en el mercado, por lo que se estaban haciendo procesos de calibración de la misma. Uno de estos procesos de calibración fue el de la combustión en el alimentador, en donde se quiere una cantidad de oxígeno y gas apropiada para generar un calor eficiente.

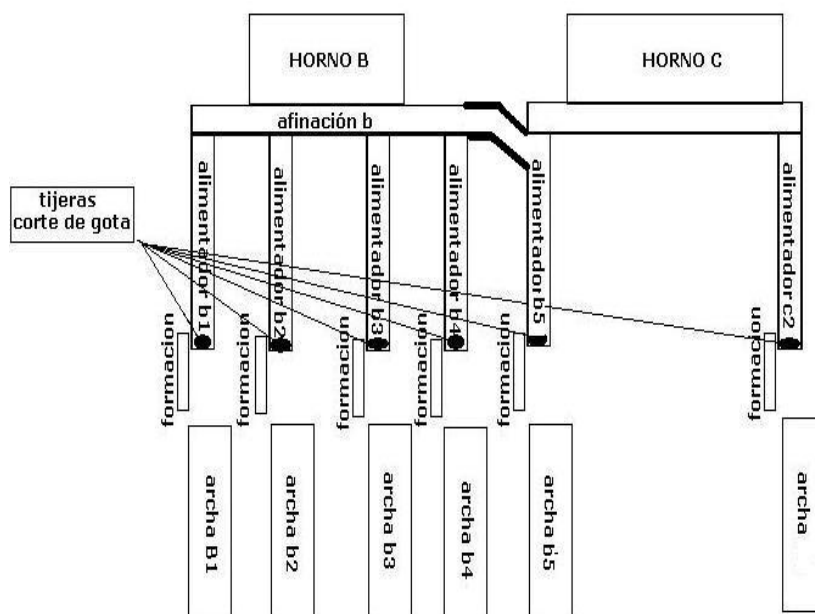
El alimentador está compuesto por varias secciones y tiene por supuesto varios quemadores, los cuales debían ser calibrados, por lo cual se le ajusto el máximo y mínimo de presión de gas, y con un instrumento llamado Dräger que permite ver la cantidad de oxígeno y de gas, para así calibrar y de esta forma lograr una combustión eficiente.



**Fotografía.13.** Dräger, mide combustión, porcentaje de oxígeno y de gas



**Fig. 14.** Esquema de Hornos, afinación, alimentadores, formación y archas vista desde arriba.



**Fig. 15.** Esquema de Hornos, afinación, alimentadores, formación y archas vista desde arriba, (horno B alimentando B5).

## 6.11 REPARACIÓN TARJETAS DE ASISTENTE DE OPERADOR

En vista que las tarjetas del asistente operador (Ver fotografía 10). previamente

reparadas que se tenían de repuesto, fueron utilizadas para hacer cambios a tarjetas que presentaban un mal funcionamiento, estas se agotaron; se presentó, que falló una tarjeta y ya no habían tarjetas de reserva, por lo que se solicitó al almacén una tarjeta nueva; estas tarjetas tienen un costo cercano a los 6.5 millones de pesos, razón por la cual no es tan viable reponer cuando falle la tarjeta con una nueva, esto generó la necesidad de reparar mas tarjetas para posibles reemplazos sin tener que utilizar tarjetas nuevas; se habían reparado 5 tarjetas previamente, y después del incidente se repararon 7 tarjetas mas, siendo un total de 12 tarjetas o aproximadamente 75 millones de pesos en ahorro para la empresa.

Las principales causas de fallo en tarjetas son, los integrados por que se queman, y los trimers por que se revientan, siendo esta una solución más económica reemplazar estos que pedir tarjetas nuevas.

#### 6.12 CALIBRACIÓN DE COMBUSTIÓN EN AFINACIÓN B

La sección de afinación B (ver figura 14) presentaba una alta temperatura, por lo que se quería mirar si la combustión estaba correcta. Para esto se utilizo el Dragüer, el cual mide la proporción de gas y oxigeno en el combustible para los quemadores de esta sección, se quería ajustar en 18.94 por ciento de oxigeno en la mezcla de gas y oxigeno, pero uno de los partes de afinación se encontraba en 18.2, lo cual es poca cantidad de oxigeno y por consiguiente una alta concentración de gas, así que se acomodo hasta que llegara a 18.94 que es una mezcla con un exceso de gas de 3%, el cual es adecuada para el calor que se necesita en el proceso de fundición del vidrio(ver Tabla 6).

La familia Dräger MSI 150 EURO son analizadores de gases de combustión electrónicos con todas las funciones relevantes para las tareas de mantenimiento y ajuste en calderas de gasóleo y gas. (Ver Fotografía 13)

**Tabla. 6 .Proporciones de Gas y Oxígeno para Combustión**

		<b>GAS/O<sub>2</sub></b>	<b>Valor</b>			<b>GAS/O<sub>2</sub></b>	<b>Valor</b>
<b>Exceso de Oxígeno</b>		-10.0%	19.19			5.5%	18.89
		-9.5%	19.18			6.0%	18.88
		-9.0%	19.17			6.5%	18.87
		-8.5%	19.16			7.0%	18.86
		-8.0%	19.15			7.5%	18.85
		-7.5%	19.14			8.0%	18.84
		-7.0%	19.13			8.5%	18.83
		-6.5%	19.12			9.0%	18.82
		-6.0%	19.11			9.5%	18.81
		-5.5%	19.10			10.0%	18.80
		-5.0%	19.09			10.5%	18.79
		-4.5%	19.08			11.0%	18.78
		-4.0%	19.07			11.5%	18.77
		-3.5%	19.06			12.0%	18.76
		-3.0%	19.05			12.5%	18.75
		-2.5%	19.04			13.0%	18.74
		-2.0%	19.03			13.5%	18.73
	-1.5%	19.02			14.0%	18.72	
	-1.0%	19.01			14.5%	18.71	
	-0.5%	19.00			15.0%	18.70	
<b>Exceso de Gas</b>		0.0%	18.99			15.5%	18.69
		0.5%	18.98			16.0%	18.68
		1.0%	18.97			16.5%	18.67
		1.5%	18.97			17.0%	18.66
		2.0%	18.96			17.5%	18.65
		2.5%	18.95			18.0%	18.64
		3.0%	18.94			18.5%	18.63
		3.5%	18.93			19.0%	18.62
		4.0%	18.92			19.5%	18.61
		4.5%	18.91			20.0%	18.60
		5.0%	18.90			20.5%	18.59

### 6.13 INDUCCIÓN DE PROGRAMACIÓN DEL PLC ALLEN BRADLEY 150

Estos PLCs (ver fotografía 7), son de una generación vieja, pero lo suficiente funcionales para seguirlos utilizando, por lo menos en el sistema de agua de tijera. Este tiene una forma de programación sencilla en escalera, y esta se realiza a través de un control que se conecta al PLC y de ahí se realiza la programación directamente. En un comienzo lo que se hizo fue entender comandos básicos, luego leer programas tratando de entender cómo funcionaban, y finalmente llegar a modificar el programa del sistema de agua de tijeras.

### 6.14 CALIBRACIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA DEL BOOSTING

El horno B y el horno C, normalmente se calientan con quemadores usando como combustible el gas. En estos momentos solo se está utilizando el horno B, y se le está haciendo una extracción bastante grande, por lo que los quemadores por si solos no son capaces de lograr esa temperatura necesaria de fundición, razón por la cual se utiliza el Boosting, que es un electrodo que manda 220 voltios usando como medio conductor el vidrio fundido que es casi un corto, por lo que pasan a través de él aproximadamente 4000 amperios, haciendo que este se caliente por la poca resistencia que este le ofrece al voltaje aplicado.

El sistema del boosting tiene varios sensores de temperatura debajo del horno, y lo que se hizo fue calibrarlos ya que estos estaban dando alarma sin razón.

### 6.15 REPARACIÓN DE ACTUADORES DE LOS QUEMADORES DE ARCHAS.

Las archas u hornos de recocido son calentadas por medio de quemadores (ver figura14), además tienen sus sensores de temperatura para ejercer un lazo de control cerrado. Los actuadores de los quemadores son motores que se posicionan entre 0 y 90 grados dependiendo de la corriente aplicada ya que estos se controlan con 4 a 20 miliamperios.

Los problemas más comunes son, que los contactos del actuador se sulfatan, para esto se lijan los contactos y se limpian. Otra cosa es que los puntos de soldadura que tienen las borneras se quiebran debido a la vibración, lo cual empieza a generar un mal contacto, por lo que se vuelven a soldar estas zonas con una cantidad más abundante de estaño. (Ver fotografía 14)





Fotografía. 14 Actuador de quemador de Archa



Fotografía.15. Quemador instalado en el archa

#### 6.16 REMOVER TERMOPAR

Los termopares son sensores para altas temperaturas, estos mandan una señal dependiendo de la temperatura sensada. En un sector de afinación se encontraba un termopar dañado, por lo que se tuvo que remover. Para esto lo que se hace es correr unos ladrillos que ayudan a cerrar el agujero por donde entra el termopar y

halarlo con cuidado para evitar deteriorarlo, colocarlo en unas rejillas esperando a que se enfríe un poco para luego ser llevado al almacén.



**Fotografía.16.** Termopar instalado en un alimentador

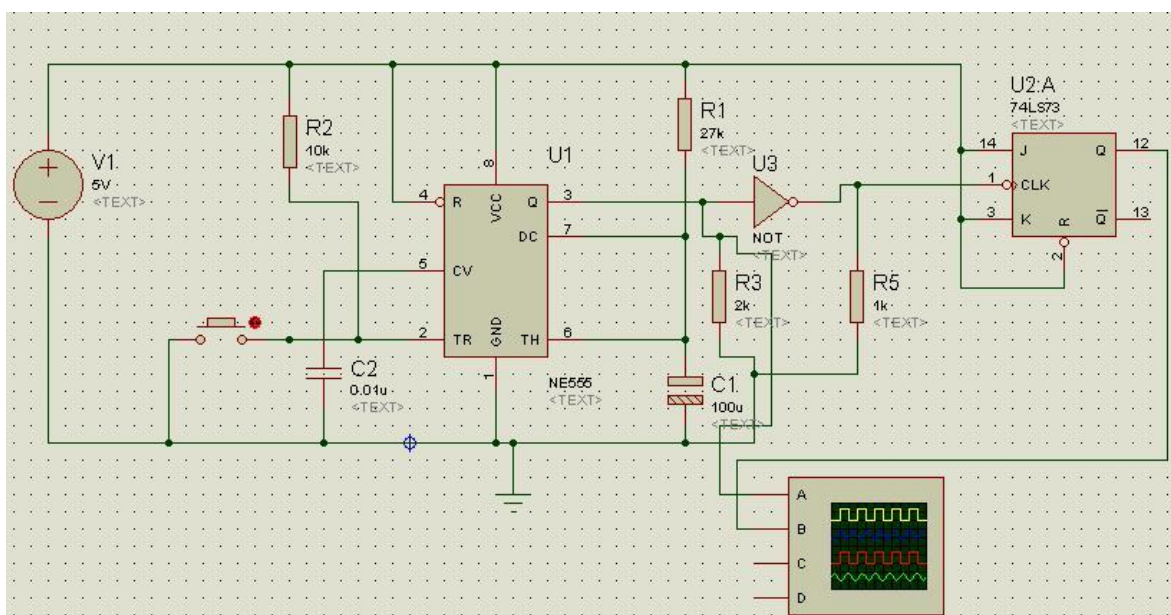
#### 6.17 RECHAZO DE BOTELLAS INALÁMBRICO.

Se está trabajando en un proyecto para activar una electroválvula de forma inalámbrica, para que empiece a permitir el paso de aire y por consiguiente se dé un rechazo de botella. Para esto se está utilizando un módulo de radiofrecuencia krf100 (ver fotografía 17) que consta de su emisor y receptor. Lo que se tiene pensado es utilizar un solo pulsador para activar y desactivar la electro válvula.

Se va a utilizar un monoestable en la salida del receptor para garantizar que no hayan altibajos, después del receptor viene un flip-flop para permitir que con cada pulso se dé un alto o un bajo (ON OFF), luego un transistor para energizar un relé que es el que se encargará de permitir el paso de corriente a la electro válvula



**Fotografía.17.** Modulo de radiofrecuencia krf100

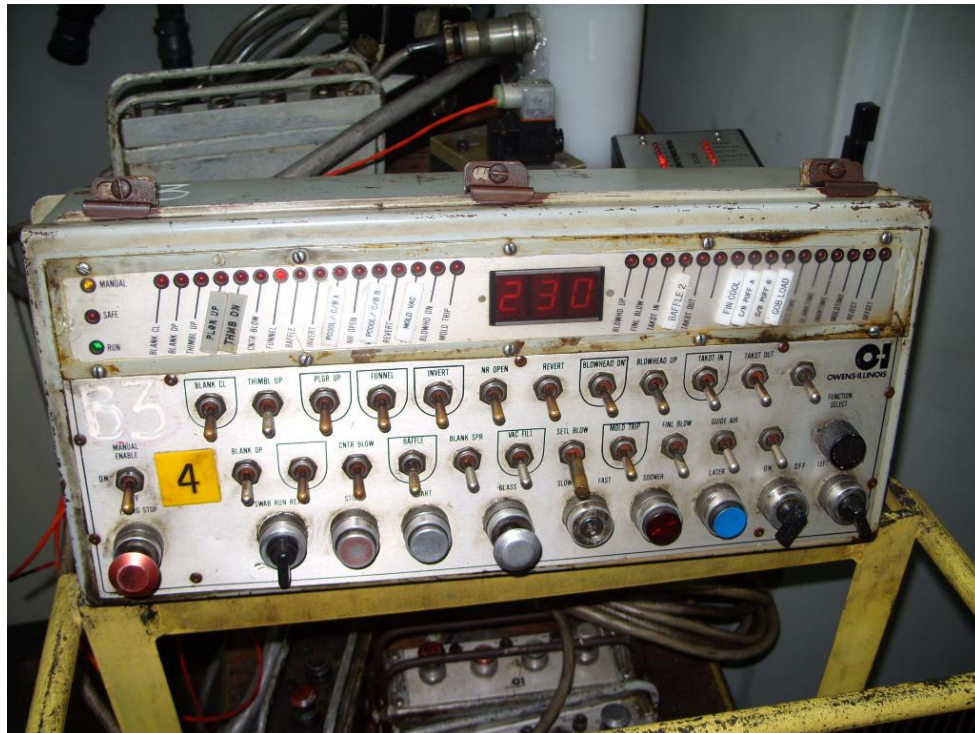


**Fotografía 18.** Diagrama esquemático del sistema inalámbrico de rechazo.

### 6.18 CAMBIO DE CAJA COM-SOC, GLASSMATIC, BLOQUE DE VÁLVULAS

Las Glass Matic al igual que las Com-Soc, son las cajas de control de cada sección en cada máquina, en estas se carga los programas de las distintas referencias de botellas que se producen, además de detener una sección y mover cada segmento de una esta misma.; las Glass Matic (ver fotografía 19) fueron las primeras, posterior mente salieron Com-Soc (ver fotografía 20), Com-Soc2 (ver fotografía 21) y Com-Soc3. Actualmente la planta utiliza Glas-Matic para la

maquina B2y B3 Com-Soc para B1, y Com-Soc 2 para las maquinas B4, C1 y C2, además están los Bloques de Válvulas (ver fotografía 22) que como su nombre lo dice, son bloques con varias electroválvulas dentro, que se activan dependiendo del programa que tenga la caja de control, sea ComSoc o GlasMatic.



Fotografía. 19. Caja GlassMatic



Fotografía. 20. Caja ComSoc



Fotografía. 21 Caja ComSoc II



**Fotografía. 22** Bloque de Válvulas

#### 6.19 SEGUIMIENTO DE TEMPERATURAS EN LAS ARCHAS

Las Archas u hornos de recocido (ver fotografía 23) se encargan de recalentar los envases que vienen de formación, esto se hace para que las moléculas de vidrio pierdan ese estrés que se forma en el proceso de formación. Estos hornos deben tener unas temperaturas distintas en cada zona del mismo logrando así, una curva de enfriamiento lento previniendo (ver ver fotografía 24) que las botellas queden frágiles, por lo cual otra de las labores diarias es monitorear las temperaturas en las distintas partes de las archas.

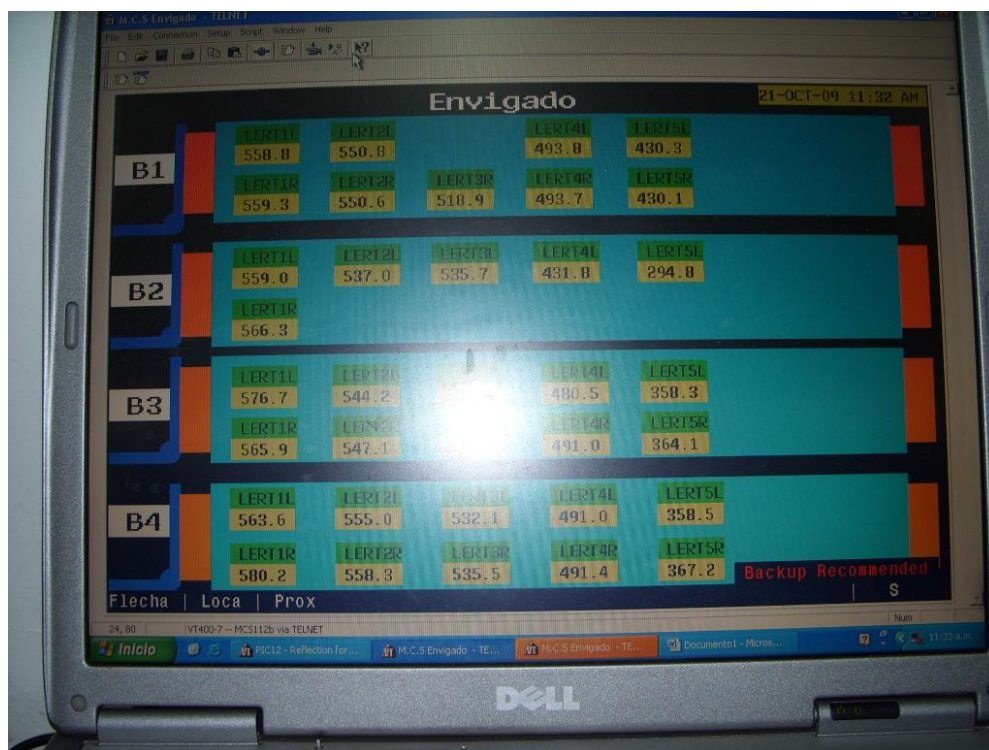
Lo que se tiene que hacer es estar pendiente del M.S.C que es un software que muestra las temperaturas de las archas (ver ver fotografía 25) en sus diferentes zonas, y monitorear estas temperaturas después de los cambios de referencias.



**Fotografía. 23.** Archas u Hornos de recocido.



**Fotografía. 24** Curva de enfriamiento



**Fotografía. 25.** Imagen del MSC (temperaturas archas B)

## 6.20 REMPLAZO A INSTRUMENTISTA.

El instrumentista que hace reemplazos se encuentra de vacaciones, por lo que los días miércoles, jueves y viernes, se está realizando el turno como instrumentistas de 6am a 2pm, supervisados claro está por el ingeniero, lo cual nos permite sentir la responsabilidad de desempeñar ese papel. Esto permite que se adquiera más experiencia y responsabilidad en las actividades a realizar, además que ya no se atiene a la solución del instrumentista si no al discernimiento que se realice ante un problema.

## 6.21 MANUALES DE REPARACIÓN DE TARJETAS DE ASISTENTE DE OPERADOR Y DE REPARACIÓN DE CAJAS COM-SOC I

Con el fin de compartir parte del conocimiento adquirido durante la práctica, se realizaron dos manuales, uno correspondiente a la revisión y reparación de tarjetas de asistente de operador y otro para la revisión y reparación de las cajas Com-Soc I.



## GLOSARIO

**Alimentador:** canal por donde viaja vidrio del horno a la máquina y donde se acondiciona el vidrio a la temperatura ideal para el envase a producir.

**Archa:** horno de recocido para envases.

**Casco:** vidrio reciclado que vuelve al proceso de fabricación.

**Conveyor Longitudinal:** banda transportadora que lleva el envase hacia la estrella

**Cross Conveyor:** banda transportadora que lleva el envase desde la estrella hacia el stacker para ser ingresados al archa de recocido.

**Estrella o Rueda de Transferencia:** mecanismo que enfila los envases para que el stacker por medio de un barrido los empuje hacia el archa.

**Formación:** área de la planta donde están ubicadas las máquinas IS y donde se llevan a cabo los cambios de referencia.

**Guías de gota:** pieza encargada de ubicarme la gota de vidrio hacia el mecanismo de entrega que a su vez la lleva a la maquina formadora.

**Máquina IS:** máquina sección individual formadora de envases de vidrio con tecnología Owens-illinois.

**Owens-illinois:** casa matriz de PELDAR. es la empresa productora de envases de vidrio más grande del mundo, PELDAR es una filial de esta compañía y recibe todo el apoyo técnico para el mejoramiento de su proceso.

**Punto De Recocido:** temperatura en la cual son eliminados todos los esfuerzos internos del envase después de su formación.

**Reparación Máquinas:** taller donde se reparan todos los mecanismos de las máquinas IS.

**Stacker:** mecanismo que realiza movimientos cíclicos y que por medio de una barra empuja la fila de los envases que van hacia el archa para el proceso de recocido.

**Tazón:** es la zona final del alimentador donde se forma la gota por medio del tubo refractario, agujas y anillo.

**Biosol:** Aceite vegetal utilizad para la refrigeración de las tijeras que cortan la gota de vidrio

## **APORTE AL CONOCIMIENTO**

- \*Calibrar la combustión de un quemador usando un Dräger.
- \*Programar un PLC Allen Bradley SCL 150.
- \*Entender la programación hecha a un PLC Allen Bradley.
- \*Aprender el procedimiento para remover un termopar.
- \*Comprender el proceso de fabricación y formación del vidrio.
- \*Asimilar los conocimientos previos de calibración en diferentes tipos de instrumentos como asistentes de operador y contadores de entrada al archa.
- \*Manejar sistemas inalámbricos para utilizarlos en diferentes aplicaciones de la empresa.

## **RECOMENDACIONES PARA LA EMPRESA**

Se recomienda hacer una estación de chequeo para las tarjetas de asistente de operador dentro del taller de instrumentación, con el fin de facilitar y agilizar la revisión de estas mismas.

## CONCLUSIONES

Se puede decir que el plan de trabajo se ha cumplido a cabalidad dentro del tiempo correspondiente al mismo, y no sobra mencionar que algunas actividades realizadas no estuvieron dentro de ese plan de trabajo, por lo cual se ha hecho más de lo esperado, además, se está aprendiendo mucho en cuanto a la instrumentación industrial y a la programación de PLC's, lo cual es muy bueno para el proceso de práctica ya que beneficia para tener una experiencia completa del mundo laboral.

Logros: Los logros que se pueden adquirir en la práctica y con estas actividades en específico son muchísimos, ya que al practicante en OI Peldar le dan una enorme confianza para desarrollar cualquier tipo de actividad, un gran apoyo en la generación de ideas. Además los técnicos de cada una de las áreas están siempre dispuestos a enseñar y responder cualquier inquietud que el practicante posea para su mejoramiento continuo.

Otro logro importante es el contacto con proveedores que permiten al practicante conocer nuevos procesos, limitantes, como se mueve el mundo afuera en los negocios, entre otras experiencias bastante enriquecedoras. Esto a su vez le da una idea al estudiante de cómo tratarlos y saber "lidiarlos" en el sentido de conocer sus virtudes, alcances y mañas que se adquieren en el diario laborar.

## Referencias Bibliográficas

Allen-Bradley User's Manual, Bulletin 1745 SCL Programmable Controllers, Publication 1745-100-November

[http://www.draeger.es/STms/internet/site/MS/internet/ES-msi/ms/Products/msi\\_combustion/portablestackgas/euro-4/msi\\_euro4.jsp](http://www.draeger.es/STms/internet/site/MS/internet/ES-msi/ms/Products/msi_combustion/portablestackgas/euro-4/msi_euro4.jsp)

[http://suconel.com/t\\_suconel/info\\_producto.asp?cod\\_product=18770](http://suconel.com/t_suconel/info_producto.asp?cod_product=18770)

[es.wikipedia.org/wiki/Electroválvula](http://es.wikipedia.org/wiki/Electroválvula)

[http://es.wikipedia.org/wiki/Variador\\_de\\_velocidad](http://es.wikipedia.org/wiki/Variador_de_velocidad)

Controladores Lógicos Programables (PLC), Serie Nabla Delta No 27, Universidad Pontificia Bolivariana, 1992.

## CONTENIDO

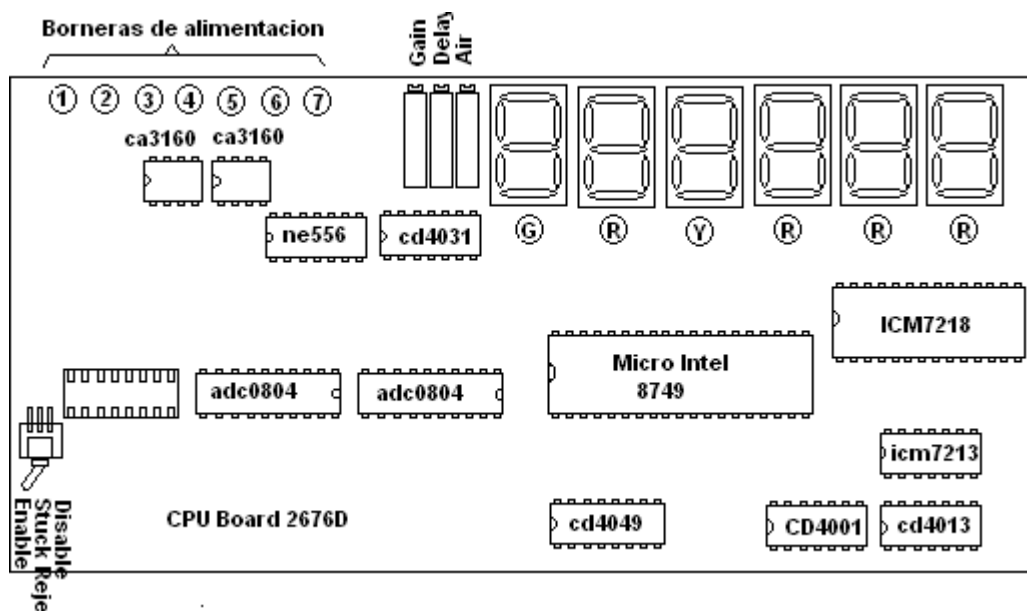
<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>6</b>
<b>1. DESCRIPCION DE LA EMPRESA.....</b>	<b>7</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>9</b>
<b>3. PROCESO DEL VIDRIO EN O-I PELDAR.....</b>	<b>10</b>
3.1 EL VIDRIO.....	10
3.2 CICLO PRODUCTIVO DE O-I PELDAR.....	10
3.2.1 Materias Primas.....	11
3.2.1.1 Componentes Mayores.....	11
3.2.1.2 Componentes Menores.....	12
3.2.2 Recepción y Almacenamiento de Materias Primas.....	12
3.2.3 Formación.....	16
3.2.4 Recocido.....	19
3.2.5 Inspección.....	20
3.2.6 Empaque.....	21
<b>4. PLAN DE TRABAJO PROPUESTO.....</b>	<b>23</b>
4.1 INDUCCION DE SEGURIDAD.....	23
4.2 CONOCIMIENTO DE LA PLANTA, PROCESOS Y FUNCIONES DE DIFERENTES MAQUINAS DE ESTA MISMA.....	23
4.3 OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE REFRIGERADO DE AGUA DE TIJERAS.....	23
4.4 REPARACION DE TARJETAS DEL ASISTENTE DE OPERADOR.....	24
4.5 CAPACITACION DE SEGURIDAD PARA PREVENCION DE ACCIDENTES DENTRO DE LA EMPRESA.....	24
4.6 CAPACITACION PARA LLEVAR UN MONITOREO DE LOS CONSUMOS DE ENERGIA; GAS Y AGUA DE LA EMPRESA.....	24
4.7 ASISTENCIA AL INSTRUMENTISTA ACARGO PARA REALIZAR DIFERENTES LABORES DE MANTENIMIENTO Y REPARACION DE EQUIPOS.....	24
<b>5. MARCO TEORICO.....</b>	<b>26</b>
5.1 MOTOR ELECTRICO.....	26
5.1.1 Principio de Funcionamiento.....	26
5.1.2 Ventajas.....	26
5.2 VARIADORES DE VELOCIDAD.....	27
5.3 VARIADORES PARA MOTORES DE CA.....	28
5.3.1 Variadores de Frecuencia.....	28
<b>6. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO CUMPLIDO A LA FECHA.....</b>	<b>32</b>
6.1 INDUCCION DE SEGURIDAD.....	32
6.2 RECONOCIMIENTO DE LA PLANTA.....	32
6.3 PROYECTO DE AGUA DE TIJERAS.....	32
6.4 INDUCCION AL MANEJO DEL ASISTENTE DE OPERADOR.....	39

6.4.1 Ajuste de Ganancia.....	39
6.4.2 Ajuste de Retardo.....	39
6.4.3 Ajuste del Ancho de Pulso del Aire.....	39
6.4.4 Frecuencia con que pasan las Botellas.....	40
6.5 REPARACION DE UN PIROMETRO.....	40
6.6 INDUCCION DE PROGRAMACION DE PLC LOGO SIEMENS.....	41
6.7 MANTEMIENTO Y REPARACION DE ELECTROVALVULAS.....	41
6.8 REPARACION DE BASCULA DE PESOS MENORES EN EL AREA DE MATERIAS PRIMAS.....	42
6.9 CAPACITACION DE SEGURIDAD CON EL CUERPO DE BOMBEROS DE PELDAR.....	42
6.9.1 Tipos de Extintores.....	42
6.9.1.1 Extintor de Fuegos Clase A.....	42
6.9.1.2 Extintor de Fuegos Clase B.....	43
6.9.1.3 Extintor de Fuegos Clase C.....	43
6.9.1.4 Extintor de Fuegos Clase D.....	43
6.10 CALIBRACION DE COMBUSTION EN EL ALIMENTADOR DE LA MAQUINA C1 O B5.....	43
6.11 REPARACION DE TARJETAS DE ASISTENTE DE OPERADOR.....	45
6.12 CALIBRACION DE COMBUSTION EN AFINACION B.....	46
6.13 INTRODUCCION A PROGRAMACION PLC ALLEN BRADLEY SLC 150.....	48
6.14 CALIBRACION DE SENSORES DE TEMPERATURA EN EL BOOSTING.....	48
6.15 REPARACION DE ACTUADORES DE QUEMADORES.....	48
6.16 REMOVER TERMOPAR.....	49
6.17 RECHAZO DE BOTELLAS INALAMBRICO.....	50
6.18 CAMBIO DE CAJA COM-SOC, GLASS MATIC Y BLOQUE DE VALVULAS.....	51
6.19 SEGUIMIENTO DE TEMPERATURAS EN LAS ARCHAS.....	54
6.20 REMPLAZO A INSTRUMENTISTA.....	56
6.21 MANUALES DE REPARACION DE TARJETAS DEASISTENTE DE OPERADOR Y DE REPARACION DE CAJAS COM-SOC 1.....	56
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>57</b>
<b>APORTE AL CONOCIMIENTO.....</b>	<b>58</b>
<b>RECOMENDACIONES A LA EMPRESA.....</b>	<b>58</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>59</b>
<b>Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>63</b>

## ANEXOS

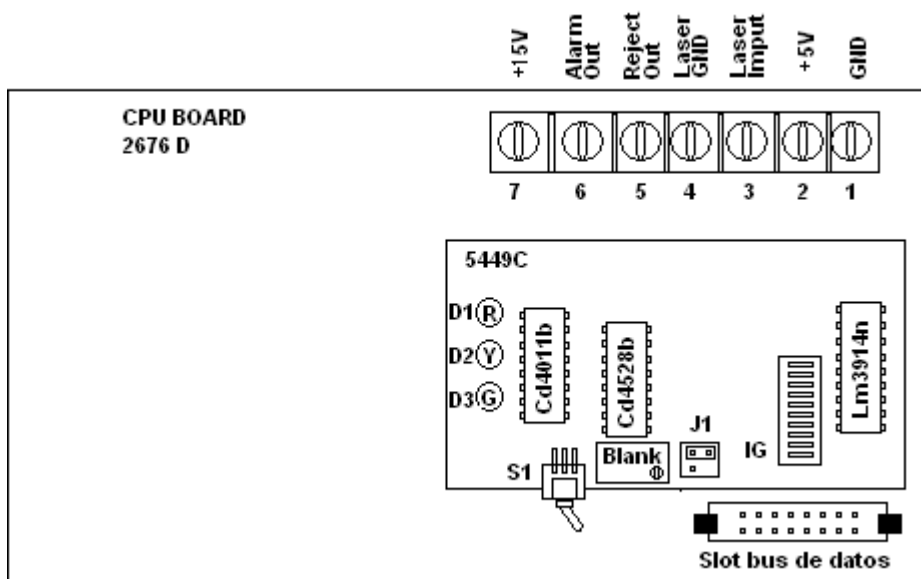
### MANUAL PARA REVIZAR Y REPARAR LAS TARJETAS DEL ASISTENTE DE OPERADOR

Por Hernando Rangel Castillo



**Fig 1.** Tarjeta asistente de operador

La tarjeta del asistente de operador (Fig. 1) es la que se encarga de hacer los rechazos de las botellas que vienen unidas o caídas, esto lo hace por medio de un sensor láser montado en la banda transportadora, y por medio del tiempo en que una botella interrumpe el rayo entre emisor y receptor, este decide si es envase caído o envase pegado y luego los rechaza.



**Fig2.** Tarjeta de asistente de operador, vista desde atrás

## PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN

**1)** se conectan los cables correspondientes a las borneras de la tarjeta, esto con el fin de alimentarla.

- La bornera 1 se manda a tierra

-La bornera 2 se alimenta con 5 voltios.

-La bornera 3 le entra la señal del laser sensor, para esto se utiliza un generador de señales, de tal forma que simule la recepción del sensor, se recomienda señal cuadrada a 366 herz.

-La bornera 4 se manda a tierra.

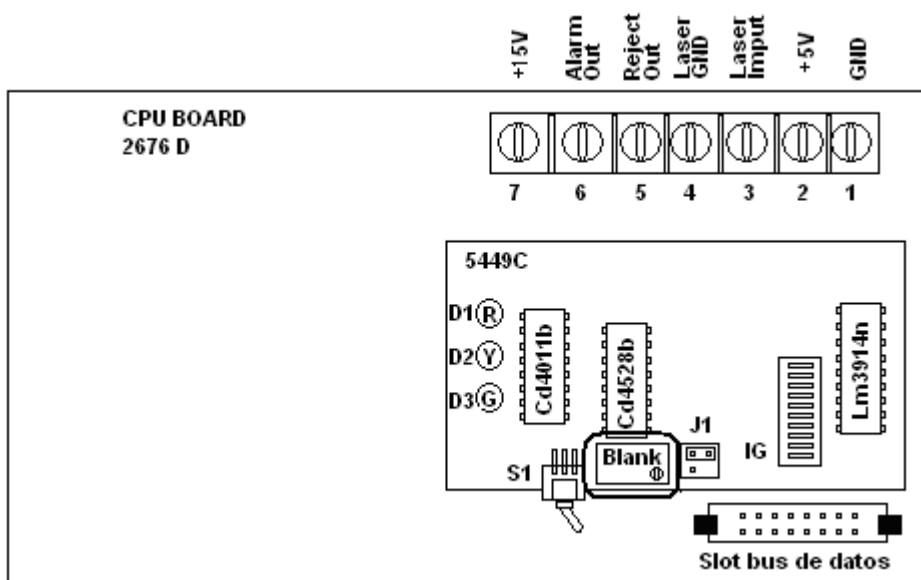
-La bornera 5 es la salida del rechazo, esta se lleva a un osciloscopio, para ver la señal de rechazo, esta señal es de aproximadamente 4.5v de amplitud, y el ancho de ese pulso depende de lo ajustado con el trimer Air (ver Fig. 12).

-La bornera 6 es la señal de alarma, esta se presenta cuando ha transcurrido mucho tiempo sin recibir señal el laser y también cuando hay mucho rechazo de botella consecutivo.

-La bornera 7 se alimenta con 15 voltios.

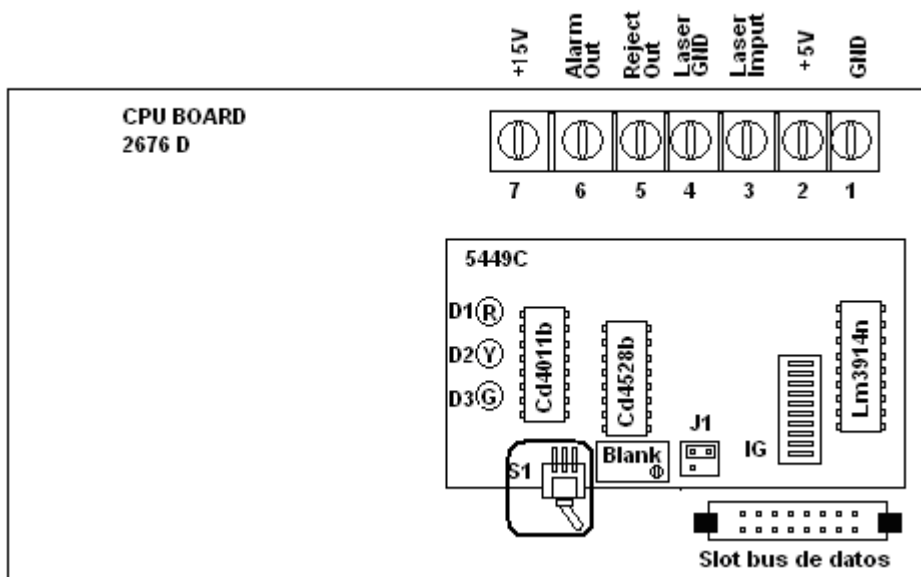
**2)** Se gira completamente el trimer Blank (ver Fig. 3) hacia la derecha hasta su tope.



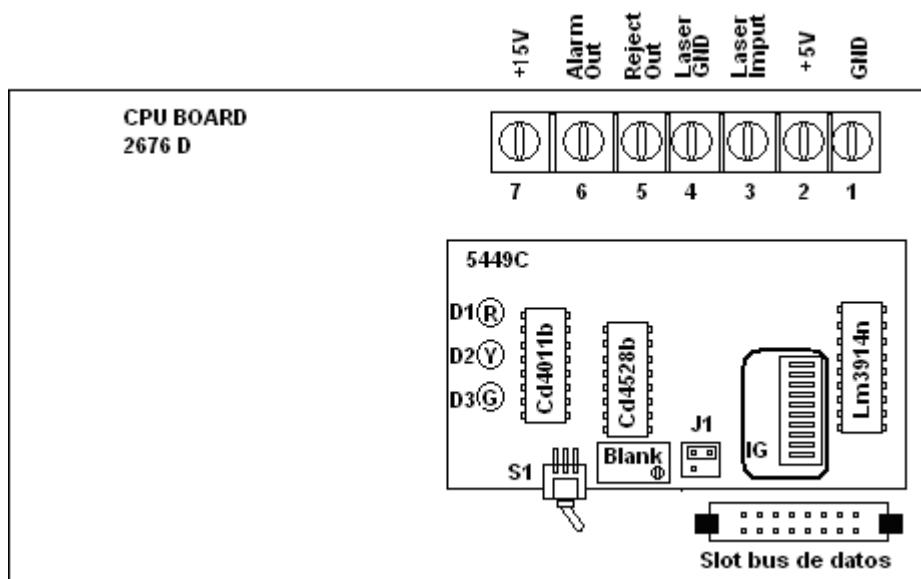


**Fig3.** Muestra cual es el trimer Blank

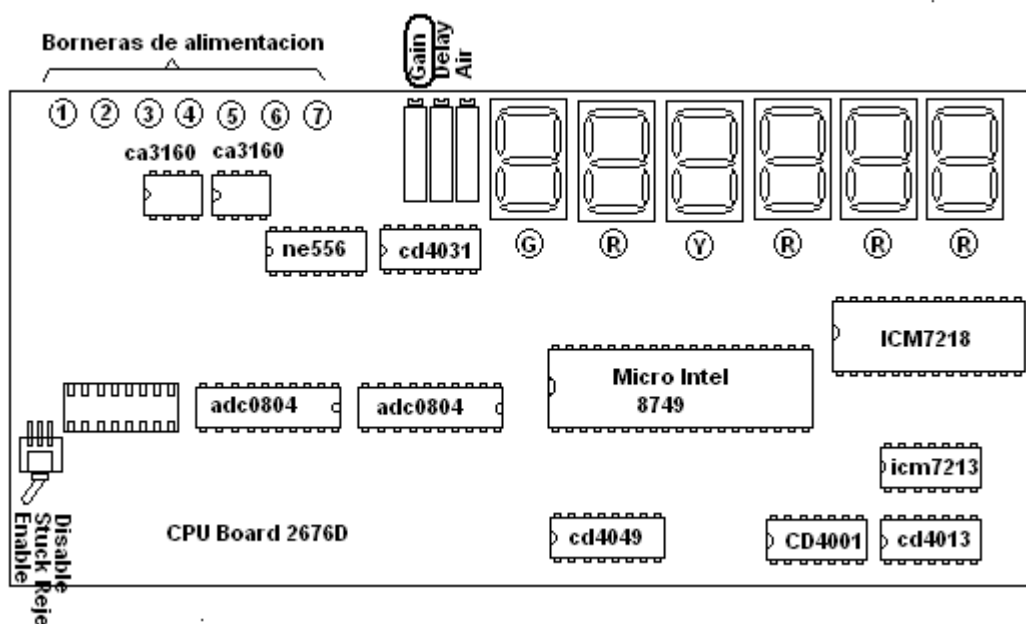
**3)** Se mueve el codillo S1 de la tarjeta 5449C (ver Fig. 4) hacia la derecha, esto permite que independientemente la tarjeta esté calibrada o no, el indicador de ganancia IG (ver Fig. 5) titile a la frecuencia sensada, y gracias a esto podemos calibrar la ganancia con el trimer Gain (ver Fig. 6). Si se quiere aumentar la ganancia, se gira hacia la izquierda el trimer, si se quiere disminuir la ganancia, se gira hacia la derecha el trimer, esta ganancia se mide dependiendo del número de bombillitas que encienda el indicador, son 10 bombillitas. Lo que se hace es bajar la ganancia a 3 bombillitas, y luego se sube hasta que enciendan 7 bombillitas, y justo después de esto, se le da 1 vuelta más hacia la izquierda.



**Fig. 4.** Muestra cual es el codillo S1

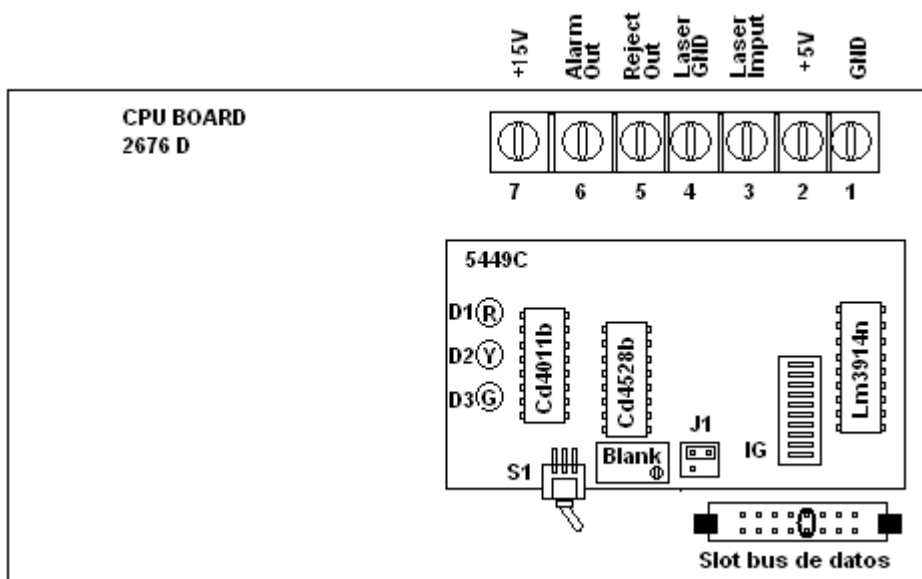


**Fig. 5.** Muestra cual es el indicador de ganancia IG



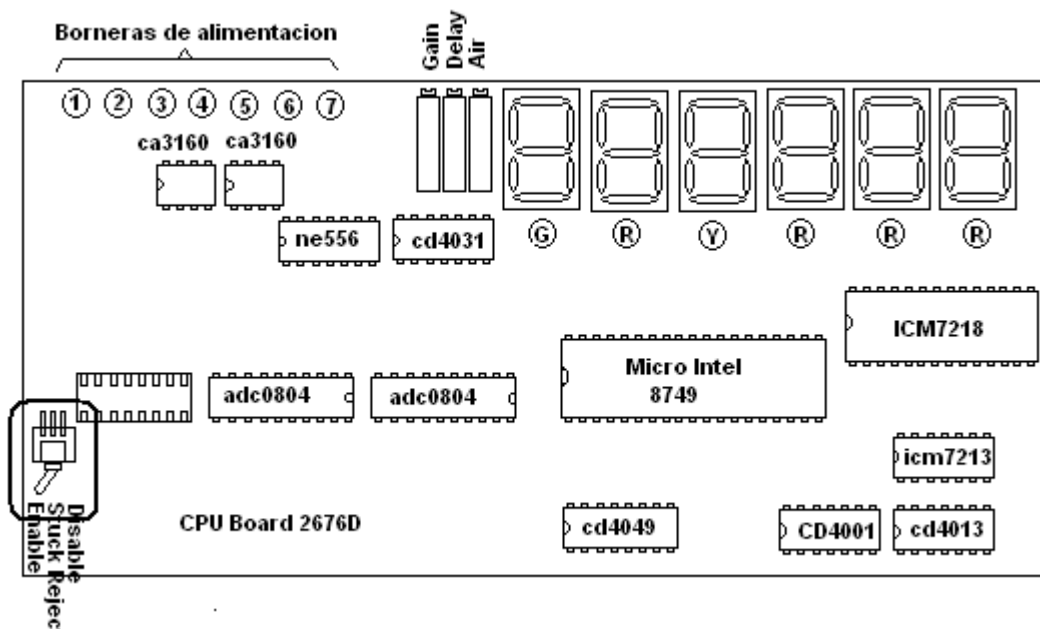
**Fig. 6.** Muestra cual es el trimer Gain o de ganancia

- 4) Se mueve de nuevo el codillo S1 hacia la izquierda, se empieza a mover el trimer blank (ver Fig. 3) hacia la izquierda hasta que el indicador de ganancia IG, titile igual que cuando titilaba cuando el S1 estaba hacia la derecha, además justo en ese momento los leds D2 y D3 (ver Fig. 2) titilan juntos, ya que antes también titilaba el D1.
- 5) Ya habiendo calibrado la tarjeta se vuelve a hacer el paso 3, para calibrar de nuevo la ganancia.
- 6) Se coloca un Jumper entre los pines 9 y 10 del slot de bus de datos (ver Fig. 7), esto se hace para habilitar la señal de rechazo dada por la bornera 6.



**Fig7.** Muestra donde va el Jumper para habilitar los rechazos.

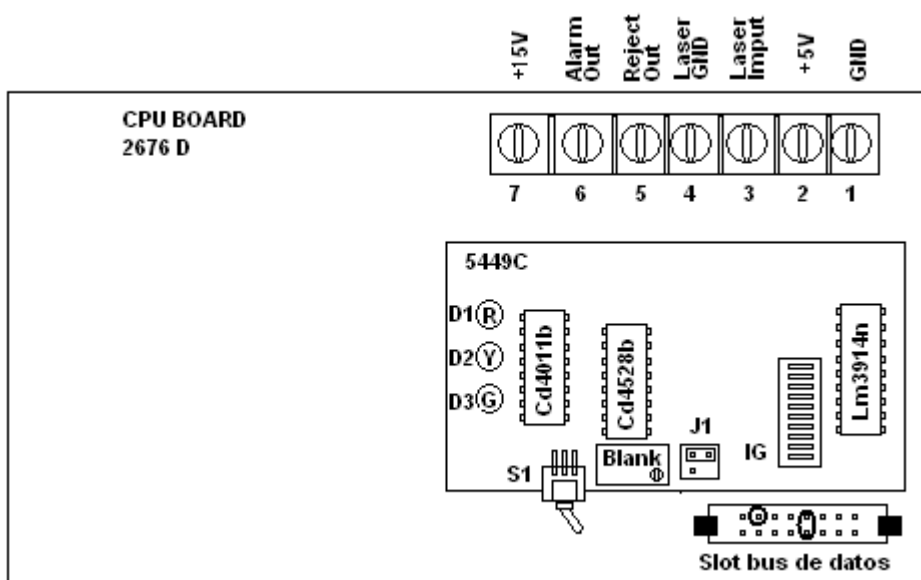
7) Se revisa si esta habilitado el codillo de Stuck (ver Fig. 8).



**Fig. 8.** Muestra cual es el codillo de stuck o botellas pegadas

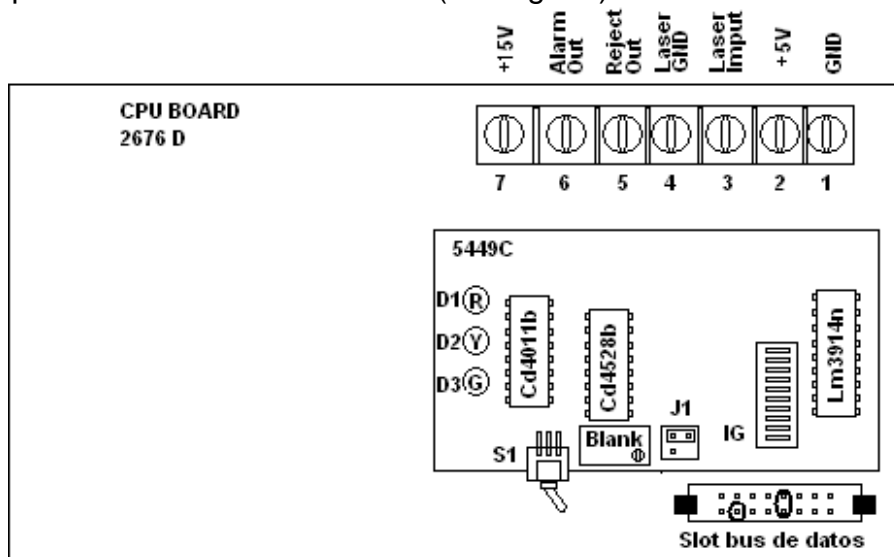
8) Se reinicia la tarjeta, y se espera hasta que desaparezca el letrero de hold, cuando desaparece la tarjeta se calibra y esta lista para usarse, por defecto el muestra el promedio de botellas por minuto, es decir la función 0.

9) Se prueba si está contando botellas, para esto se manda tierra el pin 4 del slot de bus de datos (ver Fig. 9), esto habilita la función 1 que es la que muestra numero de botellas sensadas.



**Fig. 9.** muestra cual es el pin que debe ir a tierra para habilitar la función 1 de la tarjeta.

**10)** Se prueban los rechazos habilitando la función 2, esto se hace mandando a tierra el pin 3 del slot de bus de datos (ver Fig. 10).



**Fig. 10.** Muestra cual pin debe ir a tierra para habilitar la función 2 de la tarjeta.

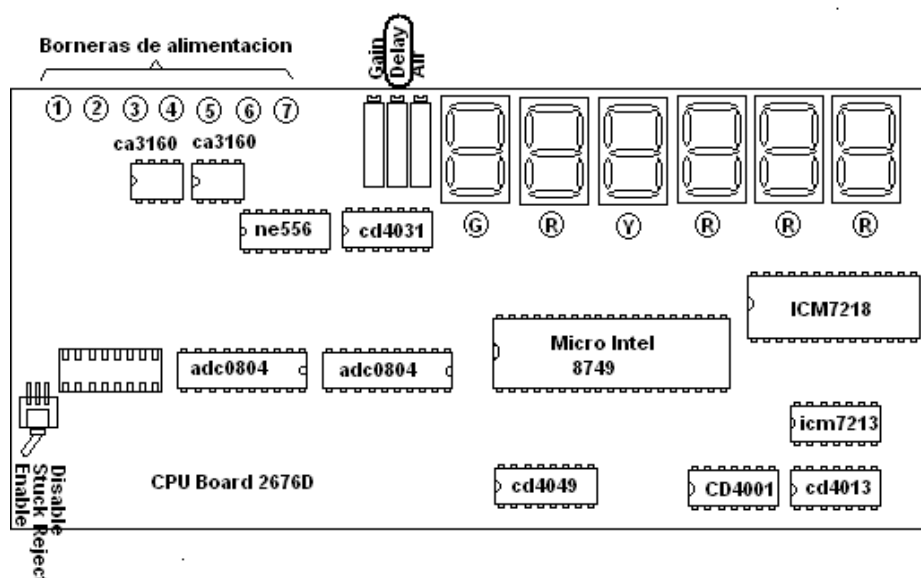
**11)** Se ajusta el osciloscopio a 2v. por división, y a 2 seg. por división

**12)** Se conecta el osciloscopio a la bornera 5 e la tarjeta (ver Fig. 1)

**13)** Si hasta este punto todo esta bien, se procede a hacer simulación de botellas. Para esto se saca y se oprime de nuevo el botón de Off-Set del

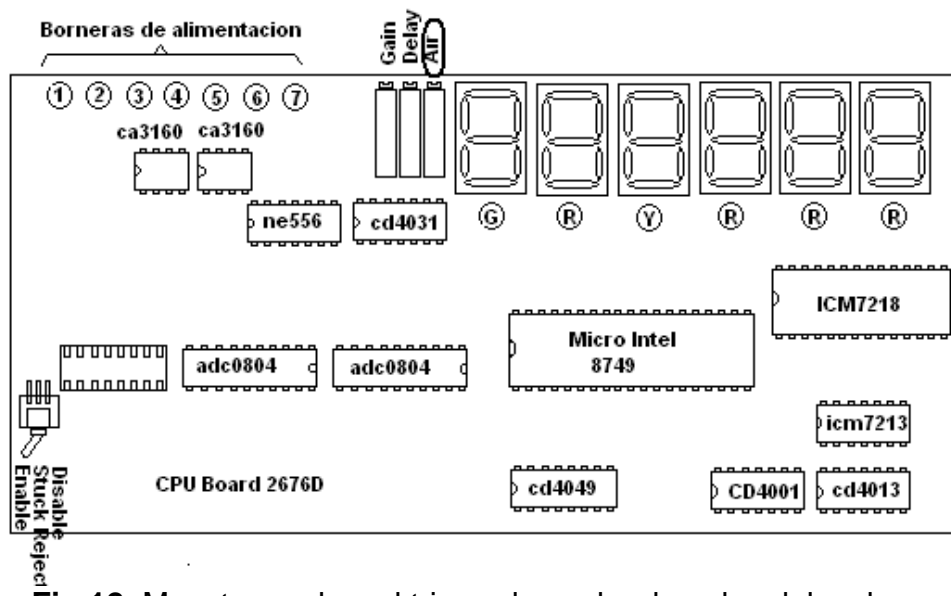
generador, con el fin de generar una señal variante, de tal forma que el asistente lo vea como una botella caída)

- 14) Se revisa si el display contó el rechazo de la botella,(función 2, ver paso 10).
- 15) Se revisa si en el osciloscopio aparece un pulso de aproximadamente 4.5v cd.
- 16) Se varia el retardo con el trimer Delay (ver Fig. 11).



**Fig 11,** Muestra cual es el trimer de retardo de disparo del rechazo

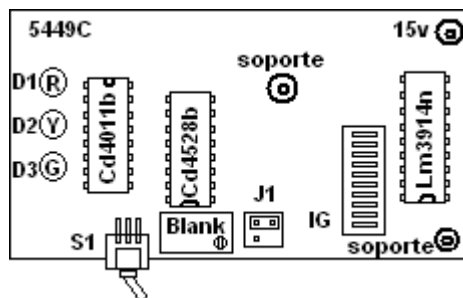
- 17) Se varia el ancho de pulso con trimer Air (ver Fig. 12)



**Fig 12,** Muestra cual es el trimer de ancho de pulso del rechazo.

**18)** Si todo funciona y se apreciaron las variaciones en el osciloscopio, la tarjeta se encuentra buena.

**PRUEBA PARA LA TARJETA PEQUEÑA (5449C)**



**Fig. 13,** Muestra la tarjeta 5449 y sus puntos de conexión con la tarjeta 2676-D

Si los leds o el display de la ganancia no encienden, se prueba continuidad entre el punto de la tarjeta que tiene 15V (ver Fig. 14) con el centro del codillo S1, si no hay continuidad, la línea esta mala, para esto se recomienda puentear con alambre.

Se prueba continuidad entre el centro del codillo S1 y los extremos derecho e izquierdo moviendo el codillo, revisándolo que se encuentre en buen funcionamiento, si no da continuidad con el lado correspondiente, se encuentra malo el codillo.

Se pone el codillo S1 hacia el lado izquierdo y se mide continuidad con el pin 14

del CD4011 y el pin 14 del CD 4528 (ver Fig. 13), si no da continuidad es posible que las líneas se encuentren malas, para esto se recomienda puentearlas.

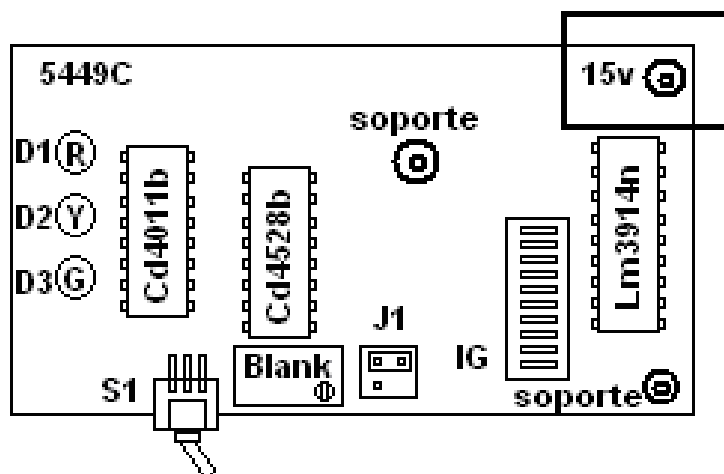
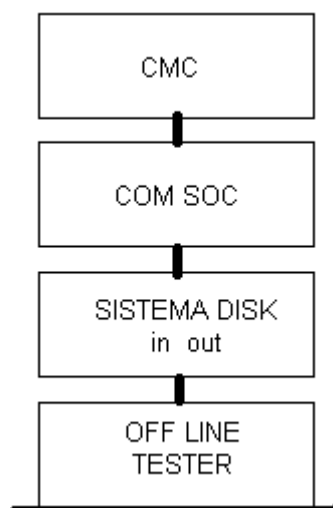


Fig. 14. Muestra donde esta el punto que tiene 15v en la tarjeta 5449C

## MANUAL PARA REVIZAR Y REPARAR LAS CAJAS COM SOC I (Estación De Chequeo)





**Fig 1.** Conformación de la estación de chequeo

La figura 1 muestra como se encuentra organizada la estación de chequeo, que es la que se utiliza para simular el funcionamiento de una máquina manejado por la caja COM SOC. Esta estación esta compuesta de otras cajas que se explicarán continuación.

### **CMC**

Esta caja carga el programa de todas las secciones desde la caja SISTEMA DISK, de tal forma que cuando suceda algo a alguna caja COM SOC de alguna sección, solo tenga que leer el programa del CMC, es como un servidor; además tiene varios indicadores:

- Grado:** Muestra el tren de pulsos o CLOCK.
- Índice:** Es el que muestra el pulso de sincronismo o reset.
- Cargue Gota:** Muestra cuando se carga una gota de vidrio.
- 5 volts y 28 volts:** muestra la presencia de estos voltajes en el CMC

### **SISTEMA DISK**

Esta caja cuenta con 2 unidades de Disket 3 ½, uno para el Sistem Memory (memoria del sistema) y otro para el Job History (historial de trabajo).

El Sistem Memory tiene el mapa de trabajo de la máquina o el orden de trabajo de cada elemento de la máquina, es decir la secuencia en que entra a trabajar cada elemento de la sección de la máquina).

El Job History guarda los tiempos de cada referencia de trabajo, es decir determina cuanto tiempo se demora haciendo cada función los elementos de la máquina.

### **OFF LINE TESTER**

Esta es la caja que simula la máquina, en esta se ven los indicadores que muestran cuando hay carga de gota, cuando se mueve un barredor, cuando hay rechazo en cada gota (hasta para una maquina de tetra gota), permite variar las velocidad de botellas o BPM y además permite testear una maquina de hasta 12 secciones.

Esta caja tiene varios controles para hacer pruebas de simulación.

**E-STOP:** Parada de emergencia, en esta parada todos los mecanismos se detienen instantáneamente en la posición en que se encontraban.

**P-STOP:** Parada programada, en esta se detienen todos los mecanismos se detienen solo hasta que terminen su ciclo, es decir esperan a llegar a una posición preestablecida para detenerse.

### COM SOC

Esta caja que es la de control de cada sección, tiene 12 tarjetas, 4 de las cuales son tarjetas de salida que se caracterizan por tener pestañas de color blanco, además son las que se dañan con mayor frecuencia. Cada tarjeta de salida posee 16 salidas dando un total de 64 operaciones.

### Procedimiento de Chequeo

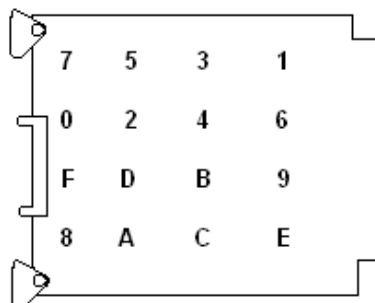
- 1) Se gira la llave hacia “Especial”, y se enciende la caja OFF LINE TESTER, se sigue sosteniendo la llave hacia la opción “Especial”, hasta que aparezca
  - Haciendo prueba de memoria
  - 256 Kbites
  - Pruebas OI → En este punto se suelta la llave.
- 2) Se empieza a hacer el procedimiento que muestra el display
  - Presione E-stop
  - Hale E-stop
  - Coloque manual arriba
  - Coloque manual abajo para trabajar

En este momento empieza una secuencia a lo largo de las 64 funciones mostradas con CHEQUEADOR IN-LINE, el cual enciende un led por cada función que este realizando, esto con el fin de probar las 64 salidas que tienen las tarjetas. Si algún led en ese recorrido que hace n o enciende, se mira cual de las funciones corresponde ese led y por consiguiente a que tarjeta pertenece esa función, esto se hace con el fin de detectar si hay alguna tarjeta de salida mala.

- 3) Después de revisar las funciones de las tarjetas de salida, se sale de la prueba presionando “Stop”.
- 4) Presionando “Arranque” comienza la prueba de los interruptores como codillos y pulsadores para ver si funcionan correctamente.

Estas cajas son refrigeradas con planchas con agua, si la temperatura alcanza 125°F, activa un mensaje de “Precaución Alta Temperatura”, y si alcanza los 135°F se activa “P-Stop” o parada programada.

**Procedimiento para reparar una tarjeta de salida dañada.**



**Fig2.** Muestra como están distribuidos los grupos de tiristores a lo largo de la tarjeta

Como se había dicho antes, cada tarjeta tiene 16 salidas, las cuales se enumeran de forma hexadecimal, y están dadas por un tiristor, un diodo y una resistencia para cada salida.

Lo que se hace es después de saber cual es la salida mala, ubicarla en la tarjeta así como están puestos los números hexadecimales en la figura 2 y sustituir ya sea el tiristor, el diodo o la resistencia.

