

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA



**“DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN PARA UNA
MÁQUINA AEROTRANSPORTADORA DE ENVASES
PET PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN EN 20%”**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECATRÓNICO**

ALEXANDER CASTILLO ALDAVE

PROMOCIÓN 2010-1

LIMA – PERÚ

2014

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía y permitirme alcanzar este logro en la vida

A mis Padres, por ser ejemplo de trabajo, responsabilidad, honestidad, perseverancia, humildad y por sus esfuerzos en hacer de mí un profesional en todo sentido de la vida

A mi Familia, por ser la familia que Dios puso en mi camino, por apoyarme y motivarme a alcanzar mis metas

ÍNDICE

	Pág.
PROLOGO.....	1
 CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	
1.1 ANTECEDENTES	4
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	5
1.2.1 Trabado de envases en el cuello o banda de desgaste.....	6
1.2.2 Necesidad de un sistema de emergencia para evitar la congestión de envases en la línea aerotransportadora.....	7
1.3 OBJETIVO PRINCIPAL.....	8
1.4 OBJETIVOS SECUNDARIOS.....	8
1.5 JUSTIFICACION.....	10
1.6 ALCANCE.....	10
1.7 LIMITACIONES	10
 CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO Y DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LOS ENVASES PET	
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO.....	11
2.2 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ENVASES PET CON LÍNEAS AEROTRASPORTADORAS.....	12
2.2.1 Distribución de la planta de envases PET... ..	13

2.2.2 Diagrama de flujo de proceso del soplado y etiquetado de envases PET.....	14
2.2.3 Secuencia de operación.....	15
2.2.3.1 Preformas.....	16
2.2.3.2 Soplado de Botella.....	16
2.4.3 Transporte.....	21
2.4.4 Etiquetado.....	21
2.4.5 Paletizado.....	21
2.5 PLANO DE PLANTA ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN.....	23
CAPITULO III: FUNDAMENTO TEORICO	
3.1 LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL.....	24
3.2 SISTEMAS DE CONTROL.....	25
3.2.1 Definiciones básicas.....	26
3.2.2 Clasificación.....	26
3.2.2.1 Sistemas de control en lazo abierto.....	26
3.2.2.2Sistemas de control en lazo cerrado.....	27
3.2.3 Conversión de manual a automático.....	29
3.2.4 Tipos de control.....	29
3.2.4.1 Por el tipo de señal.....	29
3.2.4.2 En función de la industria.....	30
3.3ELECTRONEUMÁTICA.....	31
3.3.1 Sensores.....	31
3.3.3.1 Sensores ópticos (ó fotoeléctricos).....	31

3.4 AIRE COMPRIMIDO.....	37
3.4.1 Actuadores Neumáticos.....	37
3.4.2 Cálculos de cilindros.....	38
3.4.2.1 Fuerza del émbolo.....	38
3.4.2.2 Longitud de carrera.....	39
3.4.2.3 Velocidad del émbolo.....	39
3.4.2.4 Consumo de aire.....	40
3.5 ELECTROVÁLVULAS.....	41
3.5.1 Válvula de 5/2 vías, biestable.....	43
3.6. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC).....	45
3.6.1 Norma IEC 61131-3.....	47
3.6.2 Estructura funcional de un sistema de autómeta programable.....	47
3.6.3 Función de interfaz con los sensores y actuadores.....	48
3.6.4 Función de Interfaz Hombre- Máquina (HMI).....	49
3.6.5 Los lenguajes gráficos del estándar IEC 61131-3.....	49
3.6.6 Software de diseño del plano eléctrico y de control.....	50
CAPITULO IV: DESARROLLO DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN	
4.1. REQUERIMIENTOS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO.....	52
4.2 DESCRIPCIÓN DE LA LOGICA DEL SISTEMA DE CONTROL.....	56
4.2.1 Sistema 1, Freno para evitar la traba de envases.....	56
4.2.1 Sistema 2, Compuerta de alivio a la salida de la sopladora.....	57
4.3 DESCRIPCION DEL SISTEMA ELECTRONEUMÁTICO.....	58

4.3.1 Circuito neumático.....	59
4.3.1 Circuito de potencia.....	60
4.3.1 Circuito de control.....	60
CAPITULO V: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN	
5.1. SELECCIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS.....	63
5.1.1 Programador lógico programable Siemens S7-200.....	63
5.1.2 Sensores fotoeléctricos retroreflectivo polarizado.....	64
5.1.3. Unidad FRL MICRO.....	66
5.1.4. Cilindro neumático normalizado DSNUP.....	67
5.1.5. Válvulas de estrangulación y antirretorno GRLA/GRLZ.....	67
5.1.6. Válvulas distribuidoras individuales VUVG.....	68
5.1.7. Accesorios neumáticos.....	68
5.2 CONEXIONES ELÉCTRICAS, NEUMÁTICAS Y SEÑALES DE CONTROL.....	70
5.3 PROGRAMACIÓN DEL PLC UTILIZANDO STEP 7/ MICROWIN.....	73
5.4 ELABORACIÓN DEL PLANO ELÉCTRICO UTILIZANDO EL SOFTWARE EPLAN ELECTRIC 5.5, 32 BIT.....	80
5.5 PRUEBAS DEL FUNCIONAMIENTO.....	87
5.5.1 Protocolo de pruebas de los equipos.	87
5.6 SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL.....	88
5.6.1 AJUSTE DE PARÁMETROS.....	89
5.6.1.1 Sistema 1, Instalación de freno para evitar la traba de envases.....	89

5.6.1.2 Sistema 2, Instalación de compuerta de alivio a la salida de la sopladora	90
.....	
5.7 DEMOSTRACIÓN FOTOGRÁFICA.....	92
CAPITULO VI: COSTOS Y TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO	
6.1 ESTIMADO DE TIEMPO DE DISEÑO Y DE LA IMPLEMENTACIÓN.	
.....	94
6.1.1 Tabla de Actividades.....	94
6.2 ESTIMADO DE COSTOS (RECURSOS EMPLEADOS).....	96
6.2.1 Costos por recursos humanos en ingeniería e implementación.....	96
6.2.2 Relación de costos por materiales eléctricos y de instrumentación.....	98
6.3 BENEFICIOS OBTENIDOS.....	100
6.4 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	100
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
BIBLIOGRAFÍA	
APÉNDICE	

PRÓLOGO

La industria de envases PET se difunde en el Perú, por la tendencia mundial de los envases PET orientada a la personalización de las botellas, es así que en 12 años la producción de botellas de plástico ha crecido 100 veces. Existen empresas líderes en la producción y comercialización en el mercado peruano, inclusive tienen presencia en otros países de la Región Latinoamericana. Este es el caso de San Miguel Industrial (SMI) y Amcor Pet Packaging en el desarrollo de preformas y botellas PET para la industria de bebidas carbonatadas, agua, aceites comestibles y productos de llenado en caliente como bebidas hidratantes y jugos.

En el Perú se producen alrededor de 1,800 millones de envases de Tereftalato de polietileno (PET), pero aún existe un margen de crecimiento para la industria en general pues actualmente la proporción de envases PET respecto a los de vidrio es de 80 por ciento, mientras que en 1996 era de apenas diez por ciento. Asimismo, otro factor que influirá en el crecimiento del sector es el bajo consumo per cápita de aguas y gaseosas, que es de alrededor de 73 litros, menor al promedio latinoamericano que es de 130 litros. Este escenario generará un mayor aumento en las importaciones de resinas PET para la fabricación de las preformas de botellas.

El crecimiento tecnológico de la industria estará acompañado por la evolución del sector de bebidas gaseosas, aguas con gas y sin gas, que en el 2010 ha crecido diez por ciento con relación al mismo período del 2009.

Las empresas de fabricación de envases plásticos demandan mantener una velocidad y controlen el transporte de los envases, ligados estrechamente a los requerimientos de las máquinas a las que conectan, llámese sopladoras de envases o etiquetadoras, cumpliéndose a su vez los estándares de calidad y de seguridad acordes con las normativas vigentes. En el informe se presenta la estrategia de implementación de un sistema de automatización para líneas aerotransportadoras de envases PET para lograr disminuir los tiempos muertos por parada, causado por el trabado de envases en el riel por el desorden en el transporte, y el control manual que exige mayor mano de obra y no es muy eficiente para el sistema.

El presente informe se ha estructurado en cinco capítulos que se detallan a continuación:

En el capítulo 1, se presenta la introducción del presente trabajo. En él se describe los antecedentes del mercado y de la empresa donde se implementará el sistema de automatización, se define el problema de ingeniería a resolver que hacen del sistema poco eficiente, los objetivos, la justificación, el alcance y las limitaciones.

En el capítulo 2, de la descripción del producto y del proceso productivo de los envases PET, se describe estos tipos de envases y la secuencia de operación en la producción de envases PET con líneas aerotransportadoras

En el capítulo 3, del fundamento teórico, se muestra los principios aplicados en el presente proyecto de implementación de un sistema de automatización para la selección de materiales y equipos. También del software para el diseño de los planos eléctricos e implementación.

En el capítulo 4, del desarrollo del sistema de automatización, se señala los requerimientos para el desarrollo del proyecto, se describe la lógica para el funcionamiento de cada sistema de control y los procedimientos actuales para poder desarrollarlo.

En el capítulo 5, de la implementación del sistema de automatización, contiene la selección de materiales y equipos, conexión, programación del PLC, elaboración del sistema eléctrico y las pruebas de funcionamiento.

En el capítulo 6, de los costos y tiempo para implementar el proyecto. También muestra los beneficios obtenidos y el análisis de resultados como consecuencia de la ejecución.

Para finalizar el informe se presenta las conclusiones obtenidas con el desarrollo del proyecto, y recomendaciones referente a la mantenibilidad del nuevo sistema para garantizar su correcto funcionamiento.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La empresa, donde se implementará el sistema, experimenta el mismo crecimiento que el resto del mercado de la región, con el objeto de aumentar la capacidad de producción por la creciente demanda de envases PET, optó por repotenciar sus líneas de soplado-etiquetado de envases PET para bebidas gaseosas. Los directores de la empresa realizaron un detallado proceso de selección y se consideró todos los aspectos de los proveedores potenciales en fabricación de líneas aerotransportadoras, que incluya en su servicio la automatización del sistema. La empresa se vió en la obligación de pensar en alternativas innovadoras.

Es así que los directores de la empresa se contactaron con Sidel, reconocido proveedor de maquinarias para la industria de los envases PET, para un viaje de campo para visitar a sus clientes en Brasil y México. En estas plantas, se utilizan novedosos equipos, como la línea RGB Beer (32 000 botellas por hora). Tras la visita los directores se mostraron agradablemente impresionados por la capacidad de las líneas de soplado-etiquetado, pudiendo observar la tecnología de Sidel en acción y

experimentar de cerca el desempeño, la calidad y la automatización de los equipos Sidel en el lugar.

La empresa se enfocó exclusivamente en el mejoramiento de la velocidad promedio de transporte en la producción de envases PET en sus líneas aerotransportadoras, donde los tiempos muertos por el trabado de envases en el riel, ocasionado por el desorden en el transporte, disminuyen la eficiencia de la línea.

La intervención de personal para destrabar los envases, intentar retirar un envase observado y la dependencia de una cantidad requerida de operarios en el paletizado exige mayor mano de obra y la violenta manipulación de envases también puede hacer que se dañen y se desperdicien los envases.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La producción en serie busca la mejora de sus procesos productivos así como la eficiencia de sus resultados. Estos resultados son expresados en índices que miden los recursos empleados para la producción versus la producción obtenida, buscando siempre alcanzar la mayor eficiencia entre estos.

Este es un proceso amplio y que debe de ser bien controlado, ya que la deficiencia en un área de la línea de producción obliga al paro total o bien a un retraso en los tiempos de producción. El área de la línea donde se desarrolla las mejoras (automatización) es en la línea aerotransportadora.

El tipo de producción en la planta es continua y automatizada en las maquinas de soplado y etiquetado, trabajando por medio de programas diarios de producción, contando con supervisores para las distintas áreas del proceso. En este sentido el parámetro a controlar será la velocidad promedio del transporte de los envases.

La información preliminar sobre el funcionamiento de la línea aerotransportadora, se obtuvo trabajando en la ingeniería de diseño del sistema de automatización en las líneas de producción de envases PET el año 2010. Entre las dificultades que encontramos, las describiremos a continuación:

1.2.1 Trabado de envases en el cuello o banda de desgaste

En la instalación actual salen los envases directamente de la sopladora por una faja hacia la línea aerotransportadora hasta llegar hacia la etiquetadora. En este recorrido se presentaban demasiados trabados de envases, debido a que el flujo de aire de los sopladores levantaban la botella o perdían su ubicación en la banda de desgaste; ante ello tenían que activar la parada de emergencia para corregir la falla y mientras tanto llegaban menos envases a la maquina etiquetadora.



Fig. 1.1: Tráfico de envases en la línea aerotransportadora

1.2.2 Necesidad de un sistema de emergencia para evitar la congestión de envases en la línea aerotransportadora

En este caso, cuando había algún inconveniente en la máquina etiquetadora, muchas veces los trenes de envases saturaban toda línea, surgiendo la necesidad de apagar también la máquina sopladora, deteniendo así la producción de más envases hasta corregir la falla.

Ante una falla o por simple mantenimiento de la máquina sopladora de envases, la línea tenía que detenerse por la ausencia de envases. Por ello que se vio la necesidad de contar con envases de stock o con envases producidos en otras máquinas sopladoras vecinas, para su ingreso manual hacia la máquina etiquetadora, con el fin de que la línea siga produciendo.



Fig. 1.2: Saturación de la línea aerotransportadora por los trenes de envases PET

1.3 OBJETIVO PRINCIPAL

Desarrollar e implementar un sistema de automatización utilizando un PLC para una máquina aerotransportadora de envases PET con el objetivo de aumentar la velocidad promedio de producción de 18,000 a 22,000 botellas por hora.

1.4 OBJETIVO SECUNDARIO

Hacer el desarrollo e implementación del sistema de automatización siguiendo la secuencia del diagrama de medios fines del proyecto, que se muestra en el cap. 4, que es la estructura del proyecto en términos de criterios de desempeño, que permite validar el logro de los siguientes componentes:

1. Selección de los materiales y equipos para el sistema de Automatización
 - 1.1 Conocimientos de la línea de producción y de sistemas de automatización.
 - 1.2 Software de programación y Simulaciones.

- 1.3 Fundamento teórico de equipos eléctricos y de automatización a utilizar.
2. Desarrollo del sistema de automatización
 - 2.1. Definición de variables eléctricas, neumáticas y señales de control.
 - 2.2. Elaboración de la lógica del sistema de freno y del sistema de Gate.
 - 2.3 Diagramas del circuito electroneumático.
3. Implementación del sistema de automatización
 - 3.1 Selección de equipos eléctricos y de automatización.
 - 3.2. Programación del PLC y elaboración del plano eléctrico.
 - 3.3 Instalación de componentes del sistema de automatización.
 - 3.4 Pruebas de funcionamiento del Sistema de Automatización.
4. Costos y tiempo de ejecución del proyecto
 - 4.1 Estimado del tiempo de selección de equipos e instalación.
 - 4.2 Estimado de costos.
 - 4.3 Análisis de resultados

1.5 JUSTIFICACIÓN

La implementación de un sistema de automatización, por lo general, ayuda al proceso ser más eficiente. Obtener una mayor producción y una minimización de los tiempos muertos es la principal función de una maquina aerotransportadora de envases PET, para lo cual el costo en ingeniería e implementación para la automatización es despreciable en comparación con el cambio de la línea completa por otra más moderna, por ello el costo beneficio será aceptable desde todo punto de vista.

1.6 ALCANCE

El presente proyecto de automatización cubre la necesidad de mejorar la eficiencia del transporte de envases PET en una maquina aerotransportadora. Para la implementación se considerará envases de 500 mililitros.

1.7 LIMITACIONES

El presente informe solo cubre la ingeniería del proyecto relacionado con la implementación del sistema de automatización, no incluye el sistema eléctrico general, máquinas de acople y tampoco el diseño e instalación mecánicas de la línea aerotransportadora de envases plásticos, porque nuestro sistema está diseñado para una línea aerotransportadora existente.

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO Y DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LOS ENVASES PET

La implementación de un sistema de automatización en una maquina aerotransportadora requiere del entendimiento del proceso que se quiere mejorar. A continuación se detalla la descripción del producto y del proceso de producción de envases PET usando líneas aerotransportadoras.

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El tereftalato de polietileno, mejor conocido como PET, se usa para la fabricación de envases ligeros, transparentes y resistentes principalmente para bebidas.

Actualmente, el principal uso para la resina PET es la fabricación de envases para:

- Gaseosas
- Agua mineral
- Aceite comestible
- Alimentos
- Medicinas
- Productos de limpieza, entre otros.

La primera comercialización del PET de grado botella se llevó a cabo en los EE.UU., produciéndose en Europa a partir de 1974. Desde entonces ha experimentado un gran crecimiento y una continua demanda, debida principalmente a que el PET ofrece características favorables en cuanto a resistencia contra agentes químicos, gran transparencia, ligereza, menores costos de fabricación y comodidad en su manejo, lo cual conlleva un beneficio añadido para el consumidor final.

Aunque comúnmente se asocia con el embotellado de las bebidas gaseosas, el PET tiene infinidad de usos dentro del sector. Su más reciente y exitosa aplicación ha sido en el envasado de aguas minerales, habiendo copado prácticamente el mercado en detrimento del PVC.

También se ha comenzado a utilizar el PET para el envasado de productos farmacéuticos, de droguería o alimenticios como salsas, mermeladas, miel. Su próximo reto es el envasado de leche y, sobre todo, de cerveza, mercados donde ya se han emprendido pequeñas pero decididas aproximaciones.

2.2 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ENVASES PET CON LÍNEAS AEROTRASPORTADORAS.

En la producción de soplado y etiquetado de envases PET, hoy en día existen soluciones personalizadas para transportar, de modo rápido y sin obstáculos, los envases PET vacíos de cualquier forma y tamaño.

En la línea de producción de estos envases se tienen las maquinas sopladoras de envases PET, líneas de transporte de botellas que mueve las mismas por medio de una corriente de aire provenientes de unos motores acoplados a unos ventiladores, la maquina etiquetadora, de donde salen los envases nuevamente hacia una línea de transporte aéreo la cual las lleva finalmente hasta las mesas de paletizado.

2.2.1 Distribución de la planta de envases PET.

En el esquema de la Fig.2.1 se muestra el flujograma espacial de planta, donde se puede observar el ordenamiento de las máquinas y el recorrido de la línea aerotransportadora en la planta. El flujo comienza en la maquina sopladora hasta la etiquetadora, y luego de la etiquetadora hasta el paletizado final.

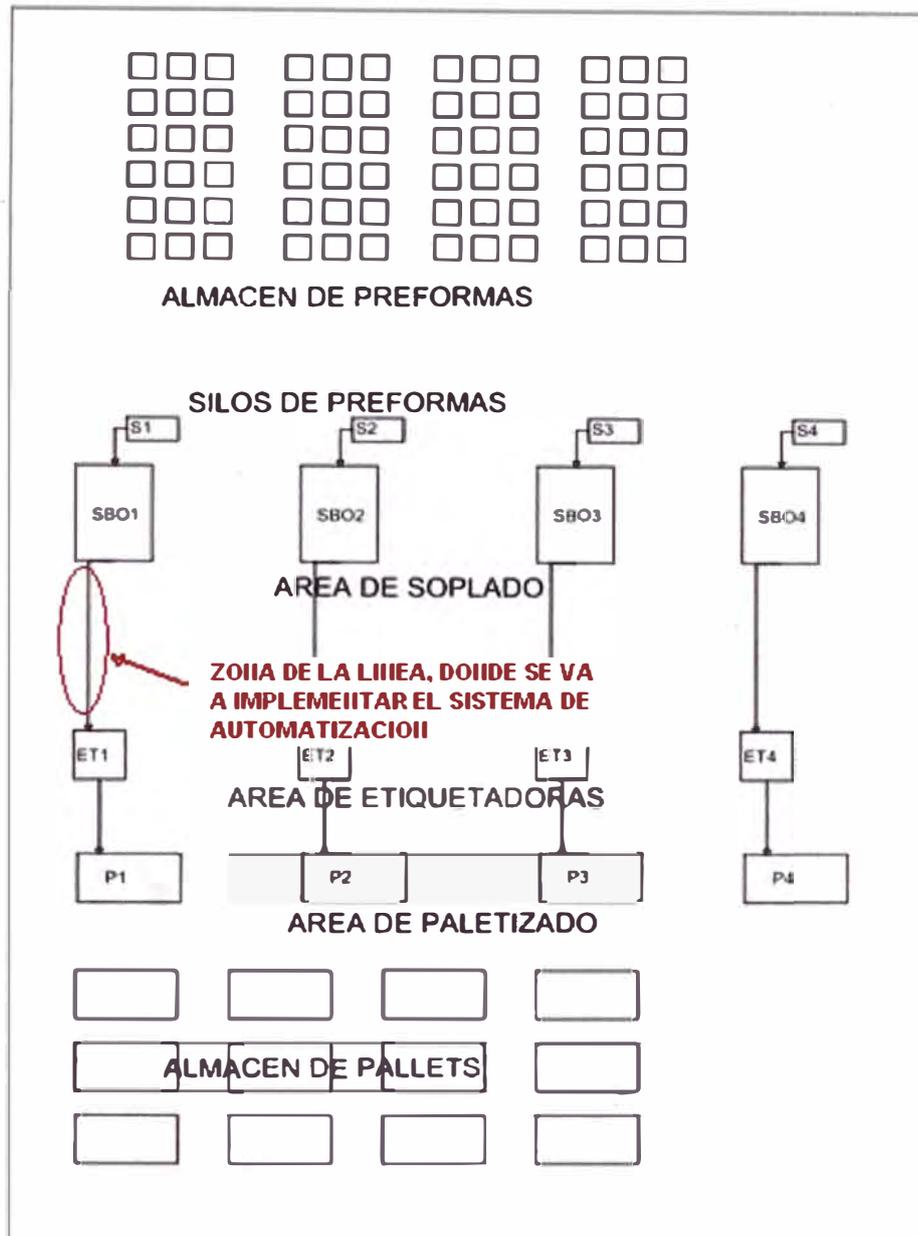


Fig. 2.1: Distribución de la planta de envases PET.

2.2.2 Diagrama de flujo de proceso del soplado y etiquetado de envases PET

En el diagrama mostrado en la Fig. 2.2 se puede ver el flujo del proceso de soplado y etiquetado de los envases PET. Donde se entiende como transporte, el paso de los envases por las líneas aerotransportadoras.

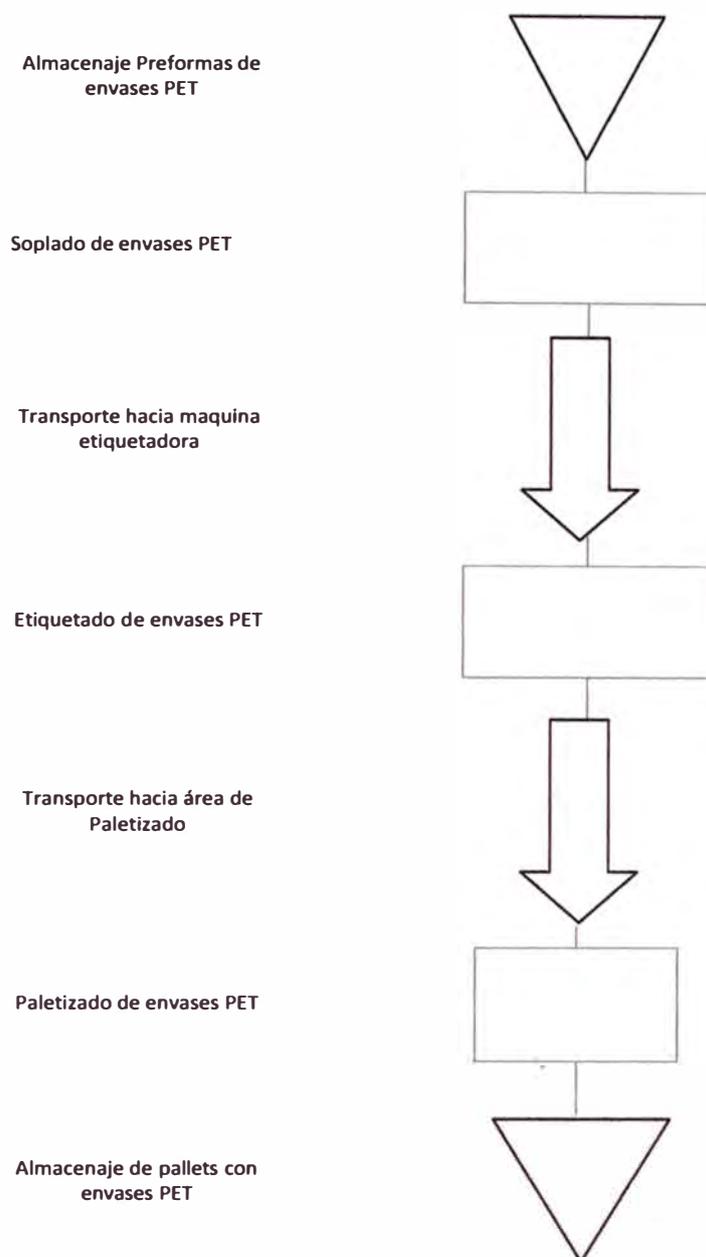


Fig. 2.2: Diagrama de flujo de proceso del soplado y etiquetado de envases PET
Fuente: Departamento de Producción

2.2.3 Secuencia de operación

Antes de obtener las botellas PET debe atravesar un proceso, que va desde el soplado de la preforma, transporte por la línea aerotransportadora y etiquetado, hasta el almacenaje de las misma; dicho proceso es detallado a continuación.

2.2.3.1 Preformas

La materia prima utilizada para el soplado de envases PET es la preforma. Actualmente la planta realiza su producción de preformas, logrando con esto una reducción de costos. Así se abastece directamente a las maquinas sopladoras.

Para la realización de los envases PET para bebidas carbonatadas se utilizan distintos tipos de preforma, variando estas en color y gramaje según el tipo de presentación a producir.

A continuación se presenta la Tabla 3.1, que detalla el tipo de preforma a utilizar dependiendo de la presentación de la botella a producir.

Tabla 2.1: Tipo de preforma utilizada

Preforma(g)	Presentación	Descripción
23	22 onz agua	Envase de agua
25	22 onz	Envase bebida carbonatada
48	1.5 y 2 lts.	Envase bebida carbonatada
58	2.5 lts.	Envase bebida carbonatada

Fuente: Especificaciones para producción de envases PET.

Dependiendo del tipo de presentación y color que se demande diariamente para la producción, se utilizará distintos tipos de preforma, teniendo así que ajustar los moldes de las sopladoras.

2.2.3.2 Soplado de botella

El proceso de soplado comienza al alimentar la tolva de la máquina sopladora con las preformas a utilizar por medio de bandas transportadoras.



Fig. 2.3:Bandas transportadoras para la alimentación de preformas en máquina sopladora

Por proceso de tensión-soplado se obtiene la preforma mediante inyección, la preforma se templea en un molde muy frío, de modo que se evita que cristalice el polímero. A continuación el polímero debe recalentarse a una temperatura superior a su T_g . (95-100°C para el caso del PET). Una vez que se alcanza esta temperatura se produce el tensionado de la pieza en las direcciones axial y radial. Para ello, por una parte la barra central de la máquina sobre la que se obtiene la preforma se alarga y simultáneamente se introduce el aire de soplado en la pieza.

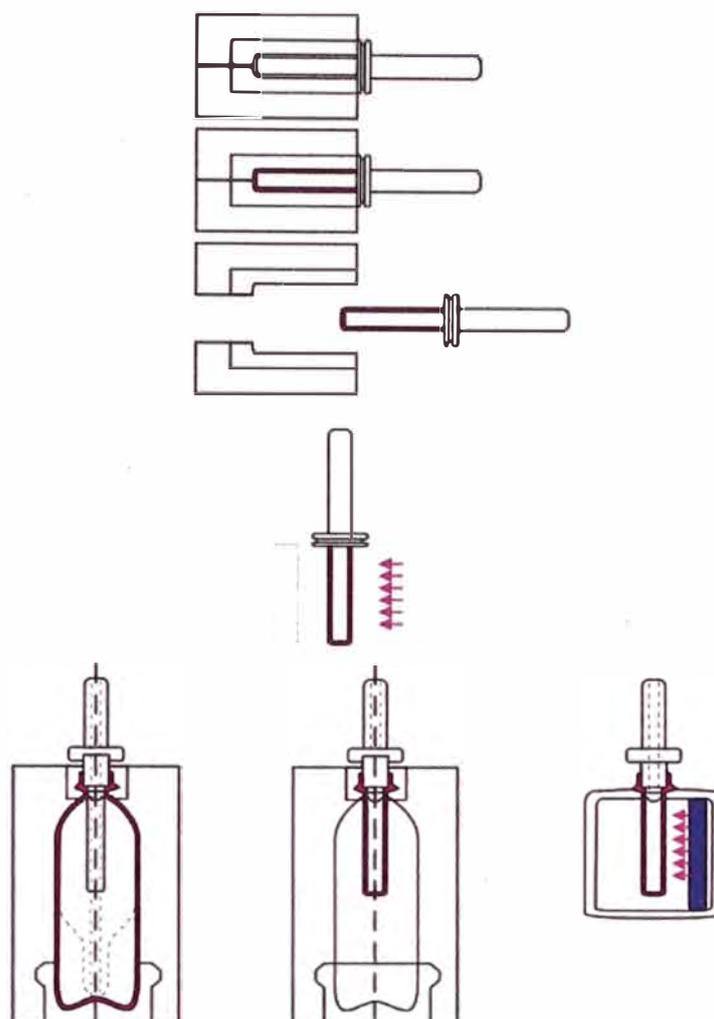


Fig.2.4: Proceso de tensión-soplado

Cuando las preformas hayan completado el viaje a través del precalentador, serán llevados hasta el moldeador de soplado, donde reciben la descarga de presión para formar las botellas, según el molde con el que se trabaje.

Al haberse enfriado lo suficiente, el molde se abre y permite que un juego de brazos mecánicos traslade los envases ya formados al área de desbarbado que es donde la máquina procede a eliminarla rebaba y transportar los envases hacia una faja transportadora antes de ingresar a las líneas aerotransportadoras.

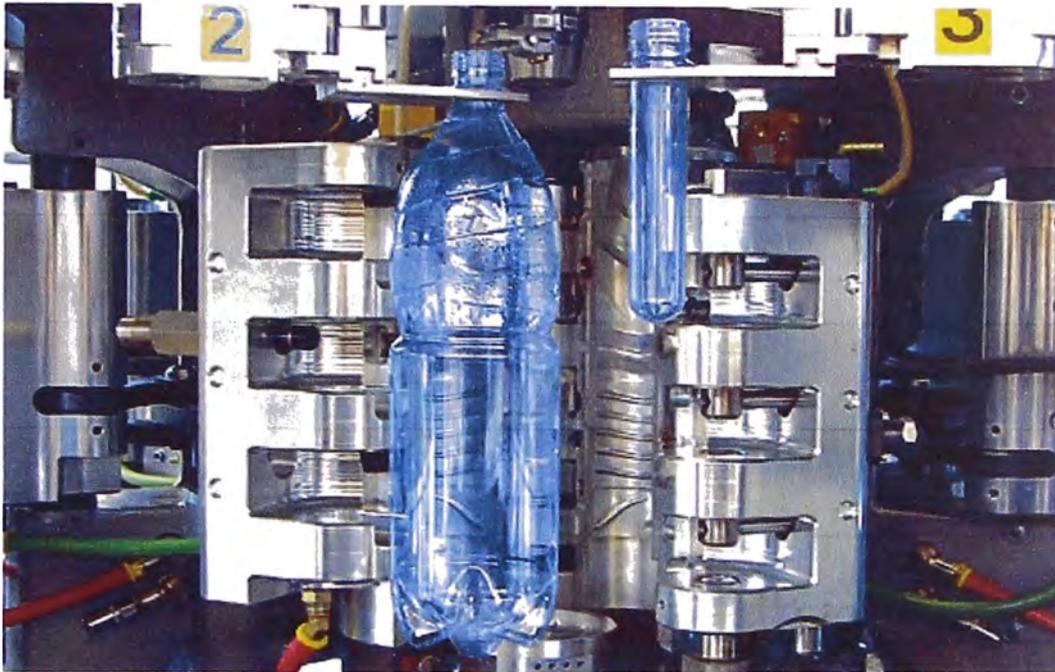


Fig. 2.5: Vista de envase PET y preforma en la máquina sopladora.

Existen diferentes especificaciones técnicas para el tipo de preforma a utilizar en la producción de las distintas presentaciones de botella, tanto para 500 ml para bebida carbonatada como para agua pura, 1 litro, 1.5 litros, 2 litros y 3 litros.

	355ml	500ml	600ml	1000rr
				
Acabado Cuello (mm)				PCO 969-1816-001 28mm.
Altura de Botella (mm)				233,40
Diámetro de Cuello (mm)				62,45
Unidades / Pallet.				2816
Nº de Niveles				9
				
Acabado Cuello (mm)				PCO 969-1816-001 28mm
Altura de Botella (mm)				277,50
Diámetro de Cuello (mm)				79,10
Unidades / Pallet.				1632
Nº de Niveles				6
				
Acabado Cuello (mm)				PCO 969-1816-001 28mm
Altura de Botella (mm)				218,75
Diámetro de Cuello (mm)				69,50
Unidades / Pallet.				2394
Nº de Niveles				10

**Fig. 2.6: Características de los envases PET de 500, 600 Y 1000ml.
Fuente: Especificaciones de la Envasadora.**

2.2.3.3 Transporte

Una vez terminado el proceso de soplado de la botella PET, éstas son llevadas por medio de la línea aerotransportadora hacia la etiquetadora, luego que los envases son etiquetados nuevamente son conducidos por las líneas aerotransportadoras hasta llegar a una faja transportadora para ser paletizados manualmente en bandejas de cartón, formando los pallets para ser almacenados hasta cuando sean requeridos.

2.2.3.4 Etiquetado

Comienza con el paso de los envases desde la línea aerotransportadora a una faja transportadora de ingreso que las lleva hasta la estrella de entrada a la mesa portaenvases iniciando su rotación, una vez ingresado el envase hasta el equipo etiquetador corta y pega las etiquetas en los envases mediante ordenador y servomotor. Debido a que el envase gira durante el proceso de entrega la etiqueta se aplica de forma lisa.

Terminado el proceso salen los envases nuevamente por la estrella de salida a una faja transportadora hasta su ingreso en las líneas aerotransportadora de salida.

2.2.3.5 Paletizado

Esta es la parte final de la línea de producción. Al salir los envases de la etiquetadora, estos se acomodan por un transportador tipo tablilla unifilar con un sistema semiautomático de carga, es decir que necesita de la intervención de personal operativo para levantar y paletizar los envases en las bandejas y retractilada,

formando pallets de 15 por 20 envases y apiladas en 9 niveles, lo que garantiza tanto la protección del producto del polvo y los golpes así como también facilita su posterior carga y descarga de los montacargas para su almacenaje, para ello han acondicionado barras con cavidades “peine” para levantar por paquetes de 20 unidades, sin botar los envases, así su trabajo es mucho más efectivo a comparación de hacerlo por unidad de envase.

La línea aerotransportadora tiene dos transportadores en la línea de salida cada una desembocan en una mesa de paletizado, estas son alimentadas gracias a un bifurcador que distribuye los envases según el avance en la mesa de paletizado final, mientras este saturado una de las líneas, gira una compuerta para abastecer a la otra y así sucesivamente, este sistema puede trabajar de manera automática o por pulsador.



Fig. 2.7: Paletizado manual de envases PET

2.3 PLANO DE PLANTA ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN

En el siguiente plano mostrado en la Fig. 2.8, muestra la línea de producción antes de la implementación.

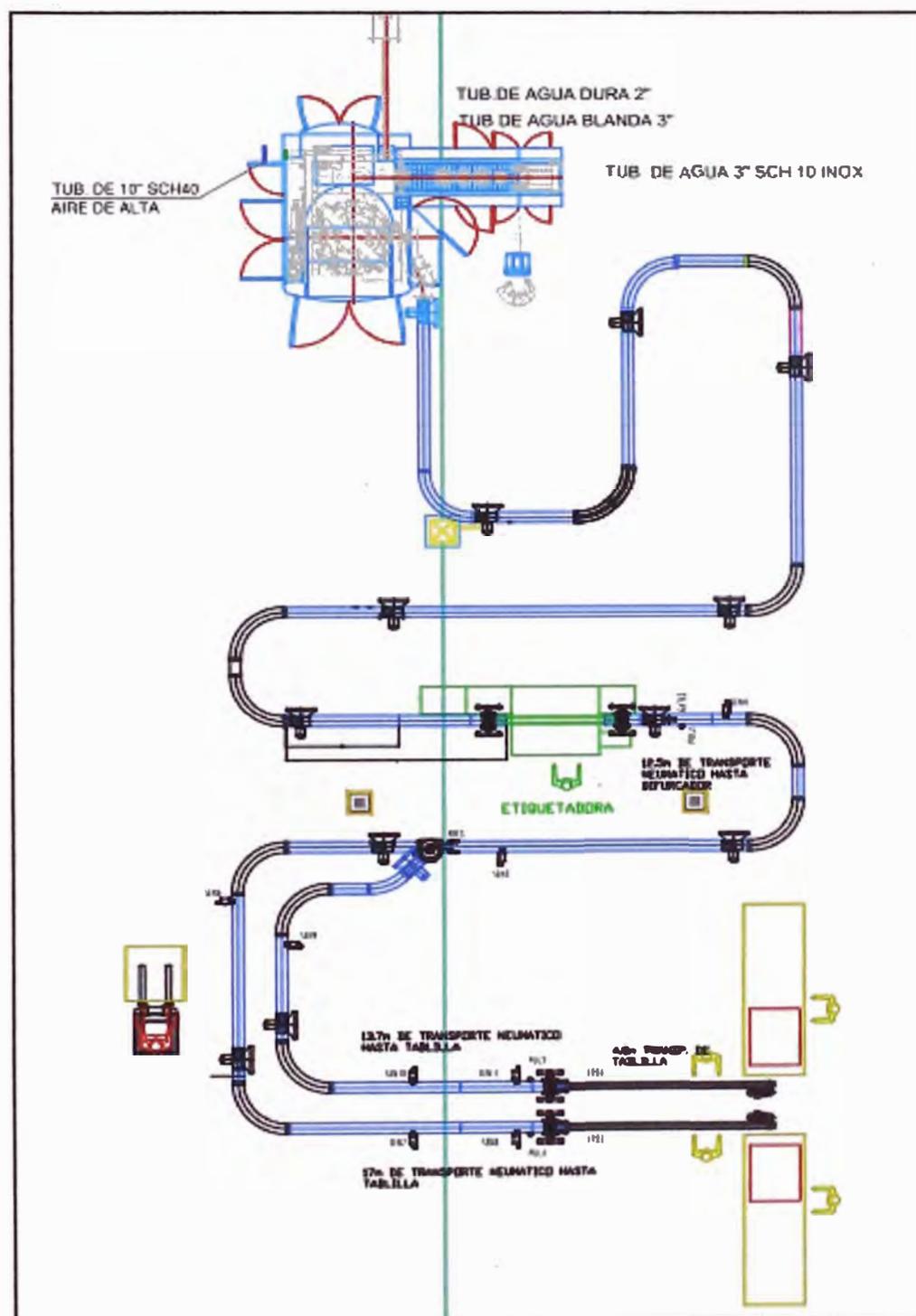


Fig.2.8: Vista de planta de la línea aerotransportadora antigua

CAPÍTULO III

FUNDAMENTO TEORICO

Los componentes incluidos en este informe fueron concebidos para la adquisición de conocimientos básicos en materia de técnicas de control electroneumático. Contiene los temas necesarios para realizar la implementación del sistema de automatización, y puede ampliarse indistintamente mediante componentes de otros equipos didácticos.

3.1 LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

Es el uso de sistemas o elementos computarizados y electromecánicos para controlar maquinarias o procesos industriales. Como una disciplina de la ingeniería más amplia que un sistema de control, abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores, los transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistemas de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar, controlar las operaciones de plantas o procesos industriales.

La automatización en los procesos industriales, se basa en la capacidad para controlar la información necesaria en el proceso productivo, mediante mecanismos de medición y evaluación de las normas de producción. A través de diversos

instrumentos controlados por la información suministrada por un controlador, se regula el funcionamiento de las máquinas u otros elementos que operan el proceso productivo.

En la práctica, la automatización de la industria alcanza diferentes niveles y grados ya que la posibilidad concreta de su implementación en los procesos de fabricación industrial varía considerablemente según se trate de procesos de producción continua o en serie. En efecto, en el primer caso, el conducto es el resultado de una serie de operaciones secuenciales, predeterminadas en su orden, poco numerosas, y que requieren su integración en un flujo continuo de producción. Los principales aportes de la microelectrónica a este tipo de automatización son los mecanismos de control de las diversas fases o etapas productivas y la creciente capacidad de control integrado de todo el proceso productivo. Por su parte, la producción en serie está formada por diversas operaciones productivas, generalmente paralelas entre si o realizadas en diferentes períodos de tiempos o sitios de trabajo, lo que ha dificultado la integración de líneas de producción automatización. Desde mediados de los años setenta las posibilidades de automatización integrada han aumentado rápidamente gracias a los adelantos en la robótica, en las máquinas herramienta de control numérico, en los sistemas flexibles de producción, y en el diseño y manufactura asistidos por computadora (CAD/CAM).

3.2 SISTEMAS DE CONTROL

Sistema de control es el conjunto de dispositivos que actúan juntos para lograr un objetivo de control.

3.2.1 Definiciones básicas

Sistema: Es la combinación de componentes que actúan conjuntamente y cumplen un determinado objetivo.



Fig. 3.1: Sistema básico de control

Variable de entrada: Es una variable del sistema tal que una modificación de su magnitud o condición puede alterar el estado del sistema.

Variable de salida: Es una variable del sistema cuya magnitud o condición se mide.

Perturbación: Es una señal que tiende a afectar el valor de la salida de un sistema. Si la perturbación se genera dentro del sistema se la denomina interna, mientras que una perturbación externa se genera

3.2.2 Clasificación

3.2.2.1 Sistemas de control en lazo abierto

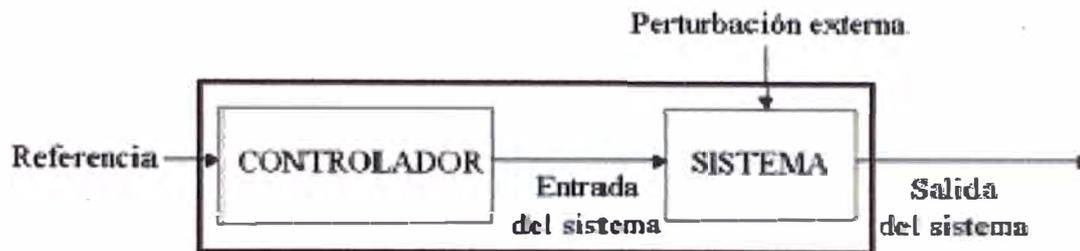


Fig. 3.2: Sistema de control en lazo abierto

- Aquellos en los que la variable de salida (variable controlada) no tiene efecto sobre la acción de control (variable de control).
- Características
 - No se compara la salida del sistema con el valor deseado de la salida del sistema (referencia).
 - Para cada entrada de referencia le corresponde una condición de operación fijada.
 - La exactitud de la salida del sistema depende de la calibración del controlador.
 - En presencia de perturbaciones estos sistemas de control no cumplen su función adecuadamente.

El control en lazo abierto suele aparecer en dispositivos con control secuencial, en el que no hay una regulación de variables sino que se realizan una serie de operaciones de una manera determinada. Esa secuencia de operaciones puede venir impuesta por eventos (event-driven) o por tiempo (time-driven). Se programa utilizando un PLC.

3.2.2.2 Sistemas de control en lazo cerrado

Aquellos en los que la señal de salida del sistema (variable controlada) tiene efecto directo sobre la acción de control (variable de control).

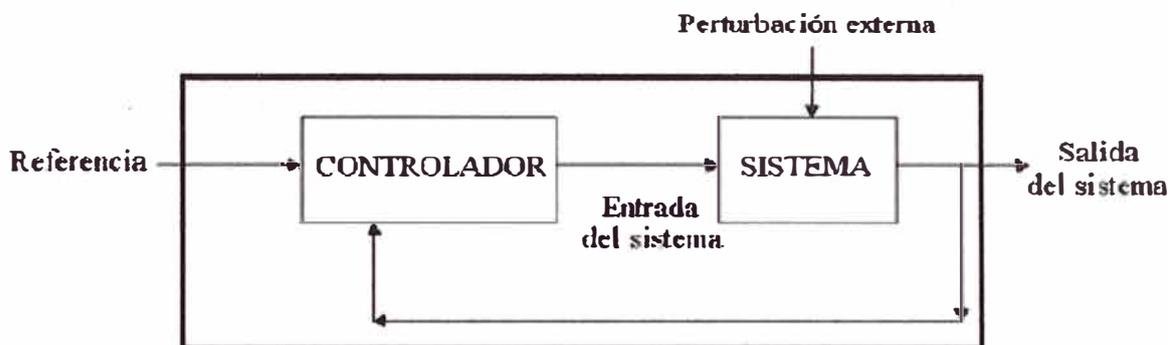


Fig. 3.3: Sistema de control en lazo cerrado

Ventaja del control en lazo cerrado frente al control en lazo abierto:

Respuesta del sistema se hace relativamente insensible a perturbaciones externas y a variaciones internas de los parámetros del sistema.

Desventaja del control en lazo cerrado:

Aparece el problema de la estabilidad, ya que si el controlador no está bien ajustado puede tener tendencia a sobre corregir errores, que pueden llegar a producir en la salida del sistema, oscilaciones de amplitud creciente llegando a inestabilizar el sistema.

Control retroalimentado

Operación que en presencia de perturbaciones tiende a reducir la diferencia entre la salida de un sistema y alguna entrada de referencia. Esta reducción se logra manipulando alguna variable de entrada del sistema, siendo la magnitud de dicha variable de entrada, función de la diferencia entre la variable de referencia y la salida del sistema.

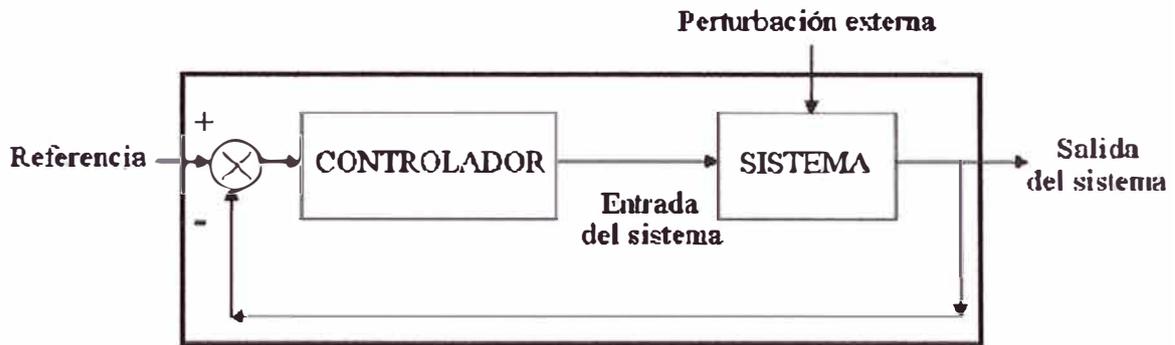


Fig. 3.4: Sistema de control retroalimentado

Clasificación

- Manuales: controlador operador humano
- Automático: controlador dispositivo
- Neumático, hidráulico, eléctrico, electrónico o digital (microprocesador)

3.2.3 Conversión de manual a automático

- Reemplazar el operario por un controlador automático en el que se pueda fijar la señal de referencia.
- Acoplar un transductor (elemento que transforma un tipo de señal en otra) al elemento que mide la temperatura de forma que la señal de salida del transductor se introduzca al elemento controlador y sea del mismo tipo que la señal de referencia.
- Reemplazar la válvula de vapor manual por una automática y conectar la salida del controlador a la entrada de control de la válvula de regulación.

3.2.4 Tipos de control

3.2.4.1 Por el tipo de señal

- Analógicos (continuos)
- Digitales (discretos)

3.2.4.2 En función de la industria

- Control de procesos

Los sistemas de control de procesos son aquellos que requieren la regulación de variables de proceso (temperaturas, concentraciones, caudales, niveles, etc.). Estos sistemas de control requieren la manipulación de unidades de proceso continuas (no se interrumpe el flujo) y discontinuas, batch o por lotes (se interrumpe el flujo).

- Control de máquinas manufactureras:

- Control Numérico

Usa un programa para controlar la secuencia de operaciones una máquina, dicho programa contiene instrucciones que especifican posiciones, direcciones, velocidades y velocidad de corte.

- Control de robots

Un manipulador programable diseñado para mover materiales, herramientas en una secuencia determinada para realizar una tarea específica.

3.3 ELECTRONEUMÁTICA

Nuestro sistema de automatización necesitara de conocimientos básicos de electroneumática, que es la tecnología que trata sobre la producción y transmisión de

movimientos y esfuerzos mediante el aire comprimido y su control por medios eléctricos y electrónicos.

La electroneumática es un paso intermedio entre la neumática básica y los autómatas programables que se estudian más adelante, donde éstos por sí solos controlan el sistema con las ventajas singulares que conllevan.

Un sistema electroneumático consta de un circuito neumático simple y en paralelo circuitos eléctricos, en ocasiones bastante complejos, donde tiene una gran importancia la forma de representación de cada elemento.

El accionamiento de estos elementos puede tener lugar manual o mecánicamente o bien por mando a distancia, con energía de mando eléctrica o neumática. La introducción de la señal puede hacerse con pulsador, interruptor o fin de carrera.

3.3.1 Sensores

Para la detección de objetos no metálicos, capaces de detectar envases plásticos, de comprobar el nivel de llenado, de controlar la presencia de piezas, además de muchas otras aplicaciones tenemos a los sensores de posición, describiremos los principales sensores de posición:

Describiremos los sensores ópticos, que fueron utilizados para el proyecto.

3.3.3.1 Sensores ópticos (ó fotoeléctricos)

Los detectores ópticos basan su funcionamiento en la emisión de un haz de luz que es interrumpido o reflejado por el objeto a detectar. Tiene muchas aplicaciones en el ámbito industrial y son ampliamente utilizados.

Los sensores ópticos están conformados por las siguientes partes:

Fuente.-

Origina un haz luminoso, usualmente con un LED, que puede tener un amplio rango en el espectro (incluyendo luz visible e infrarroja). Para la mayoría de las aplicaciones se prefiere las radiaciones infrarrojas pues son las que mayor porcentaje de luz emiten y disipan menos calor. Los LEDs tipos visibles son muy útiles sobre todo para facilitar el ajuste de la operación del sensor.

El haz con frecuencia es modulado con pulsos, ya que la modulación presenta ventajas como son: mayor luminosidad en el haz, mayor vida útil del LED, inmunidad del sensor a otras fuentes de luz que puedan interferir con la señal. Presenta la desventaja de reducir la respuesta en frecuencia del detector óptico.

Receptor.-

Recibe el haz luminoso de la fuente, usualmente es un fotodiodo o un foto transistor. El foto sensor debe estar acoplado espectralmente con el emisor, esto significa que el fotodiodo o el foto transistor que se encuentra en el detector debe permitir mayor circulación de corriente cuando la longitud de onda recibida sea igual a la del LED en el emisor. El receptor recibe los pulsos de luz en sincronía con el emisor, esto permite ignorar radiaciones provenientes de otras fuentes. Este tipo de recepción

sincrónica sólo es posible cuando la fuente y el receptor están en el mismo encapsulado. En el receptor, además, existe un circuito asociado que acondiciona la señal antes de llegar al dispositivo de salida.

Lentes.-

Tienen la función de dirigir el haz de luz tanto en el emisor como en el receptor para restringir el campo de visión, esto trae como consecuencia aumentar la distancia de detección. El área de la base del cono de haz emitido por el LED y el lente aumenta a mayor distancia. Utilizando un lente se puede generar un cono muy estrecho, lo que permitiría darle más alcance al sensor pero con el inconveniente de presentar mayor dificultad en el momento de alinearlos. Algunos detectores son diseñados para tener un amplio campo de visión, esto permite detectar objetos grandes, pero a distancias relativamente cortas.

Circuito de salida.-

Existen varios tipos de salidas discretas o digitales (se denominan así por tener dos estados y las más comunes son: relé, NPN o PNP, TRIAC, MOSFET), analógicas y seriales. La salida alimenta directamente a la carga que puede ser la entrada de un controlador lógico programable, la bobina de un relé, de un arrancador o de una válvula solenoide, una luz piloto, o cualquier otro dispositivo de salida.

Modos de detección, los sensores ópticos se colocan en tres configuraciones diferentes estas son: Transmisión directa, reflexivo y difuso.

Transmisión directa o barrera.-

El emisor se coloca en frente del receptor y el objeto es detectado cuando pasa entre ambos. Esta configuración tiene la ventaja de alcanzar grandes distancias de detección (hasta unos 270 m). Su principal desventaja es la distancia el emisor y el detector en la instalación.

Esta configuración (barrera) no es muy adecuada para la detección de objetos translucidos o transparentes debido al alto margen con el que funciona, por esta razón, puede que estos tipos de objetos no sean detectados. El alto margen (mayor a 100x) de detección también lo hace ser la configuración apta para ambientes muy contaminados.

Reflexivo.-

El emisor y el receptor se colocan en el mismo sitio uno al lado del otro y en frente de ellos se coloca una superficie reflexiva. El haz de luz emitido choca contra el reflector para ser registrado por el receptor. La detección ocurre cuando pasa el objeto impidiendo el haz de luz llegue hasta el receptor. Esta configuración, que es la de uso común, tiene la ventaja de que el emisor y el receptor vienen en el mismo empaque y utilizan el mismo ducto para el cableado, pero las distancias de detección son varias veces menor que en la configuración de transmisión directa. La figura 9 muestra un sensor óptico en configuración reflexiva.

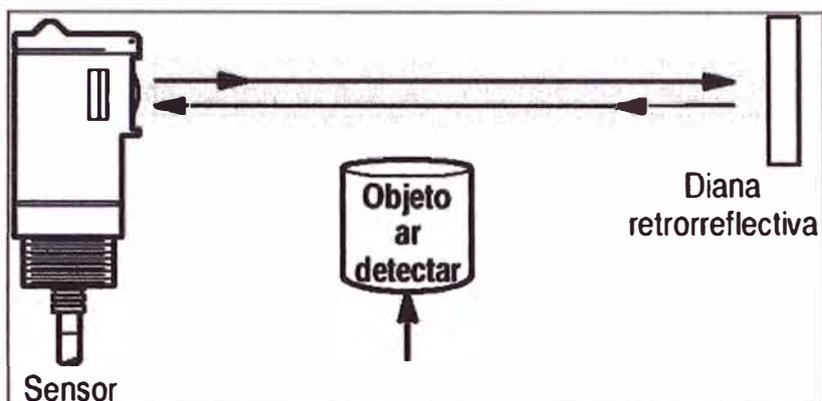


Fig.3.5: Modo Reflexivo

La superficie donde choca el haz está formada por reflectores especiales o cintas reflexivas diseñadas para que el haz regrese al foto interruptor, aún estando desalineado, y esto es una ventaja sobre el uso de espejos en donde el haz debe incidir de forma perpendicular. El tamaño y construcción de estos reflectores influyen sobre la distancia máxima de detección, reflectores muy pequeños no reflejarán la misma cantidad de luz que uno de mayor tamaño. La figura 10 presenta algunos ejemplos de materiales reflexivos.

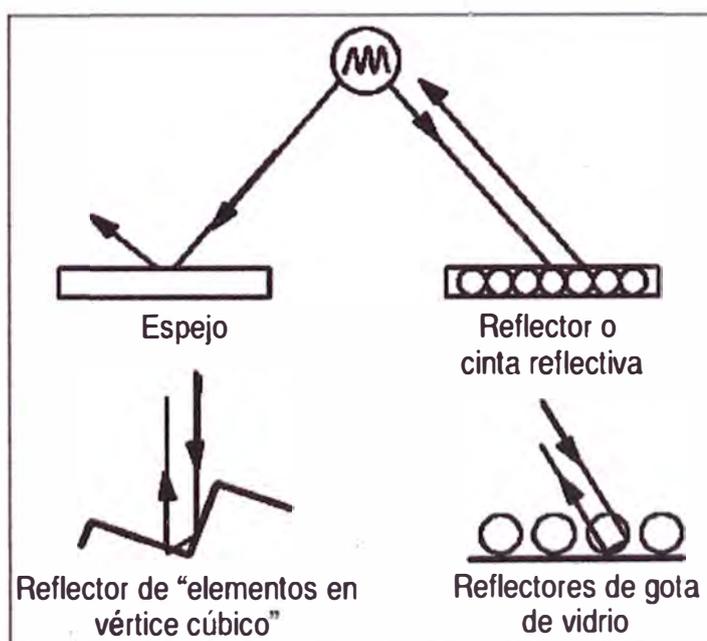


Fig.3.6: Materiales reflexivos

Los detectores de tipo reflexivo pueden presentar problemas cuando el objeto a detectar es muy brillante ya que el haz de todas formas llega al detector. En estos casos es muy útil usar sensores reflexivos polarizados. Este tipos de detectores tienen un filtro en el emisor y otro, desfasado 90° , en el receptor. Cuando el haz de luz polarizada choca con el receptor, éste despolariza el haz y el receptor deja pasar parte de la luz reflejada. Cuando el objeto brillante pasa frente al detector la luz se refleja pero sin despolarizarse y el filtro colocado en el receptor impide que la luz pase lo que ocasiona que el objeto sea detectado. Los sensores polarizados tienen entre 30 y 40 % menos alcance que los sensores reflexivos sin polarizar. La figura 4.7 ilustra el funcionamiento de un sensor reflexivo polarizado.

Para la detección de objetos transparentes se utilizan sensores reflexivos polarizados con arreglos ópticos que luego se optimizan con la ayuda de la electrónica del circuito y rutinas de software.

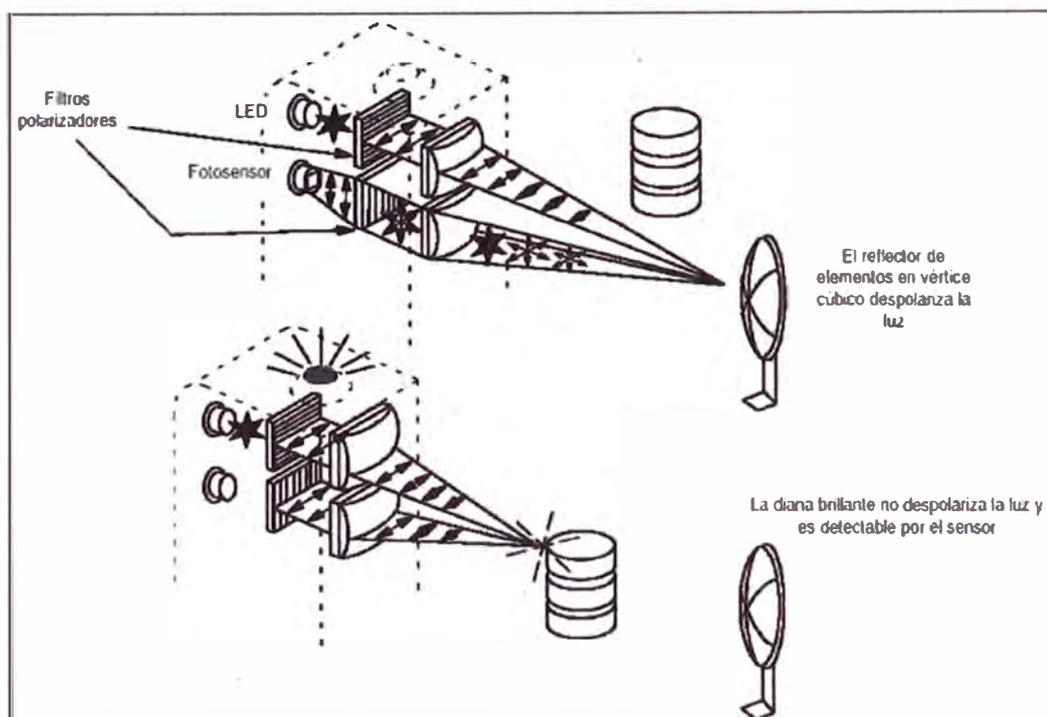


Fig.3.7: Reflexivo polarizado

Difuso o proximidad.-

Esta configuración se parece a la reflexiva sólo que ésta no utiliza el espejo sino que el objeto a detectar es el que sirve de reflector. Para lograr que objetos poco brillantes puedan ser detectados, el haz de luz no se transmite en una sola dirección como en las configuraciones anteriores, sino que viaja en varias direcciones. Esta configuración presenta la desventaja de tener muy corta distancia de detección, pero es muy útil cuando es difícil acceder ambos lados de objeto.

3.4 AIRE COMPRIMIDO

El aire comprimido se refiere a una tecnología o aplicación técnica que hace uso de aire que ha sido sometido a presión por medio de un compresor. En la mayoría de aplicaciones, el aire no sólo se comprime sino que también se deshumidifica y se filtra. El uso del aire comprimido es muy común en la industria, su uso tiene la ventaja sobre los sistemas hidráulicos de ser más rápido, aunque es menos preciso en el posicionamiento de los mecanismos y no permite fuerzas grandes.

3.4.1 Actuadores neumáticos

La neumática básica o pura, produce la fuerza mediante los actuadores o motores neumáticos, lineales o rotativos, pero además el gobierno de éstos y la introducción de señales, fines de carrera, sensores y captadores, se efectúa mediante válvulas exclusivamente neumáticas, es decir el mando, la regulación y la automatización se realiza de manera totalmente neumática.

Pues bien, esta manera de proceder se reserva a circuitos neumáticos muy sencillos y a casos en que, por cuestiones de seguridad, no se pueden admitir elementos eléctricos.

3.4.2 Cálculos de cilindros

3.4.2.1 Fuerza del émbolo

La fuerza ejercida por un elemento de trabajo depende de la presión del aire, del diámetro del cilindro del rozamiento de las juntas. La fuerza teórica del émbolo se calcula con la siguiente fórmula:

$$F_{\text{teór}} = A \cdot p$$

$F_{\text{teór}}$ = Fuerza teórica del émbolo

(N)

A = Superficie útil del émbolo

(cm²)

p = Presión de trabajo

(kPa, 10⁵ N/m², bar)

En la práctica es necesario conocer la fuerza real. Para determinarla hay que tener en cuenta los rozamientos. En condiciones normales de servicio (presiones de 400 a 800 kPa/4 a 8 bar) se puede suponer que las fuerzas de rozamiento representan de un 3 a un 20% de la fuerza calculada.

Cilindro de simple efecto.

$$F_n = A \cdot p - (F_R + F_F)$$

Cilindro de doble efecto (en el avance)

$$F_n = A \cdot p - F_R$$

F_n = Fuerza efectiva o real del émbolo

A = Superficie útil del émbolo

$$= \left(\frac{D^2 \cdot \pi}{4} \right)$$

A' = Superficie útil del anillo de émbolo

$$= (D' - d') \frac{\pi}{4}$$

p = Presión de trabajo

F_R = Fuerza de rozamiento (3–20%)

F_F = Fuerza del muelle de recuperación

D = Diámetro del émbolo

d = Diámetro de vástago

Cilindro de doble efecto (en el retorno)

$$F_n = A' \cdot p - F_R$$

(N)

(cm²)

(cm²)

(kPa, 10⁵ N/m², bar)

(N)

(N)

(mm)

(mm)

3.4.2.2 Longitud de carrera

La longitud de carrera en cilindros neumáticos no debe exceder de 2000 milímetros. Con émbolos de gran tamaño y carrera larga, el sistema neumático no resulta económico por el elevado consumo de aire.

Cuando la carrera es muy larga, el esfuerzo mecánico del vástago y de los cojinetes de guía es demasiado grande. Para evitar el riesgo de pandeo, si las carreras son grandes deben adoptarse vástagos de diámetro superior a lo normal. Además, al prolongar la carrera la distancia entre cojinetes aumenta y, con ello, mejora la guía del vástago.

3.4.2.3 Velocidad del émbolo

La velocidad del émbolo en cilindros neumáticos depende de la fuerza antagonista de la presión del aire, de la longitud de la tubería, de la sección entre los elementos de

mando y trabajo y del caudal que circula por el elemento demandado. Además, influye en la velocidad la amortiguación final de carrera.

Cuando el émbolo abandona la zona de amortiguación, el aire entra por una válvula antirretorno y de estrangulación y produce una reducción de la velocidad.

La velocidad media del émbolo, en cilindros estándar, está comprendida entre 0,1 y 1,5 metros por segundo. Con cilindros especiales (cilindros de impacto) se alcanzan velocidades de hasta 10 m/s.

La velocidad del émbolo puede regularse con válvulas especiales. Las válvulas de estrangulación, antirretorno y de escape rápido proporcionan velocidades mayores o menores.

3.4.2.4 Consumo de aire

Para disponer de aire y conocer el gasto de energía, es importante conocer el consumo de la instalación.

Para una presión de trabajo, un diámetro y una carrera de émbolo determinado, el consumo de aire se calcula como sigue:

$$\text{Consumo de aire} = \frac{\text{Relación de compresión} \cdot \text{Superficie del émbolo} \cdot \text{Carrera}}{\text{Relación de compresión } p_{o2} : p_{o1}} \text{ se calcula de la forma siguiente:}$$

$$\frac{101,3 + \text{Presión de trabajo}}{101,3} \text{ en kPa (referida al nivel del mar)}$$

Con ayuda de tablas, se pueden establecer los datos del consumo de aire de una manera más sencilla y rápida. Los valores están expresados por centímetros de

carrera para los diámetros más corrientes de cilindros y para presiones de 200 a 1.500 kPa (2?15 bar).

El consumo se expresa en los cálculos en litros (aire aspirado) por minuto.

Fórmulas para calcular el consumo de aire

Cilindro de simple efecto

$$\dot{V} = s \cdot n \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot \text{Relación de compresión (l/min)}$$

Cilindro de doble efecto

$$\dot{V} = \left[s \cdot \frac{D^2 \cdot \pi}{4} + s \cdot \frac{(D^2 - d^2) \cdot \pi}{4} \right] \cdot n \cdot \text{Relación de compresión (l/min)}$$

\dot{V} = Cantidad de aire (l/min)
 s = Longitud de carrera (cm)
 n = Ciclos por minuto

3.5 ELECTROVÁLVULAS

En la electroneumática los actuadores siguen siendo neumáticos, los mismos que en la neumática básica, pero las válvulas de gobierno mandadas neumáticamente son sustituidas por electroválvulas activadas con electroimanes en lugar de pilotadas con aire comprimido. Las electroválvulas son convertidores electroneumáticos que transforman una señal eléctrica en una actuación neumática. Por otra parte los sensores, fines de carrera y captadores de información son elementos eléctricos, con los que la regulación y la automatización son, por tanto, eléctricas o electrónicas.

Las ventajas de la electroneumática sobre la neumática pura son obvias y se concretan en la capacidad que tienen la electricidad y la electrónica para emitir, combinar, transportar y secuenciar señales, que las hacen extraordinariamente idóneas para cumplir tales fines. Se suele decir que la neumática es la fuerza y la electricidad los nervios del sistema.

La diferencia que existe entre las válvulas distribuidoras que pudiéramos llamar convencionales, y las electroválvulas se limita exclusivamente a su forma de maniobra. Los tipos de válvulas distribuidoras, de asiento y de corredera, así como sus detalles constructivos internos y sus características son totalmente análogos en los dos casos.

Las electroválvulas reúnen las ventajas de la electricidad y de la neumática y pueden ser consideradas convertidores electroneumáticos. Constan de una válvula neumática como medio de generar una señal de salida, y de un accionamiento eléctrico denominado solenoide. La aplicación de una corriente al solenoide genera una fuerza electromagnética que mueve la armadura conectada a la leva de la válvula.

Las electroválvulas pueden ser monoestables o bistables. Las primeras tienen una sola bobina también llamada solenoide, y se reposicionan automáticamente mediante muelle en el momento en que se deja de actuar eléctricamente sobre el solenoide (Ver Fig. 3.8).

Las electroválvulas biestables disponen dos bobinas, una a cada lado; cuando se deja de actuar sobre una de ellas la válvula queda en la misma posición, siendo necesaria la actuación sobre la bobina contraria para que la válvula se invierta.

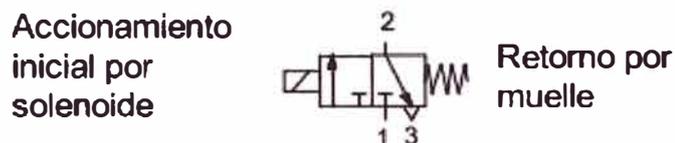


Figura 3.8: Accionamientos en una válvula monoestable.

Las bobinas pueden maniobrarse mediante corriente alterna o mediante corriente continua, siendo esto lo más frecuente.

A continuación se explica las electroválvulas utilizadas en el proyecto.

3.5.1 Válvula de 5/2 vías, biestable

Las válvulas mencionadas anteriormente utilizan un muelle para devolver la válvula a su estado inicial, es decir, el solenoide acciona la válvula en un sentido y el muelle lo hace en sentido opuesto. Por descontado, esto significa que al quedar sin tensión la bobina, la válvula regresa a su posición inicial.

Con válvulas de doble solenoide, el muelle se sustituye por otro solenoide. Suponiendo que la última señal aplicada fuera a la bobina derecha, el aire fluye de 1 hacia 2 mientras que 4 se descarga por 5. Al quitar la señal de dicha bobina la válvula permanece estable y no se producen cambios. Al aplicar una señal en la bobina izquierda, la válvula invierte y el aire fluye de 1 a 4 y 2 se descarga por 3 (Fig. 4.14).

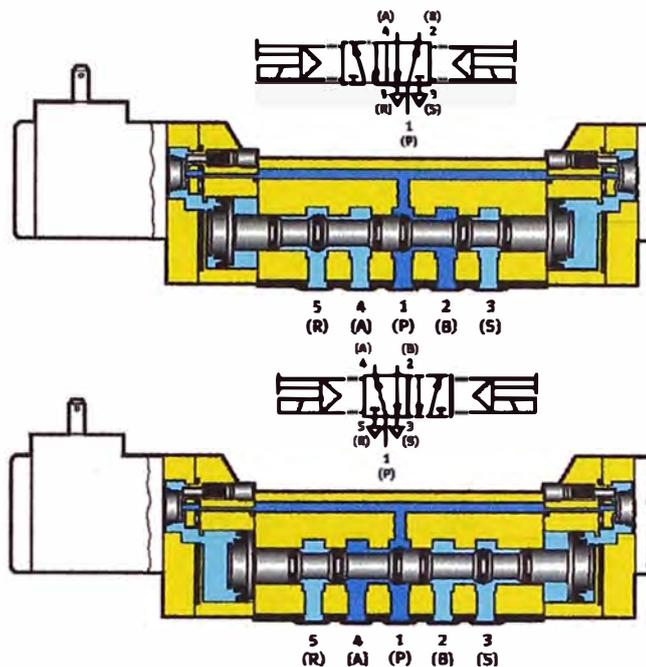


Fig.3.9: Válvula 5/2 biestable

A diferencia de la válvula con retorno por muelle, ésta permanece en posición estable incluso en caso de fallo de tensión, esto significa que la válvula es biestable, es decir, tiene un comportamiento memorizante. En circuitos electroneumáticos, esta característica tiene varias ventajas, entre ellas que basta un pulso de 10-25 ms para disparar la válvula. La potencia eléctrica puede reducirse al mínimo. En circuitos con secuencias complejas, pueden mantenerse las posiciones de las válvulas y cilindros sin necesidad de recurrir a complicados enclavamientos del circuito.

Los componentes incluidos en los esquemas de distribución están denominados de acuerdo con la norma DIN-ISO 1219-2.

3.6. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

Para el proyecto se documentará varios de los conceptos y metodologías de trabajo desarrollados en los cursos básicos de Automatización. De esta manera, se presenta en este trabajo, una solución práctica y confiable basada en la normalización y estandarización de los procedimientos y criterios para la elaboración del programa, teniendo en cuenta la norma IEC61131-3 y los parámetros establecidos por el fabricante del PLC y por el software de programación.

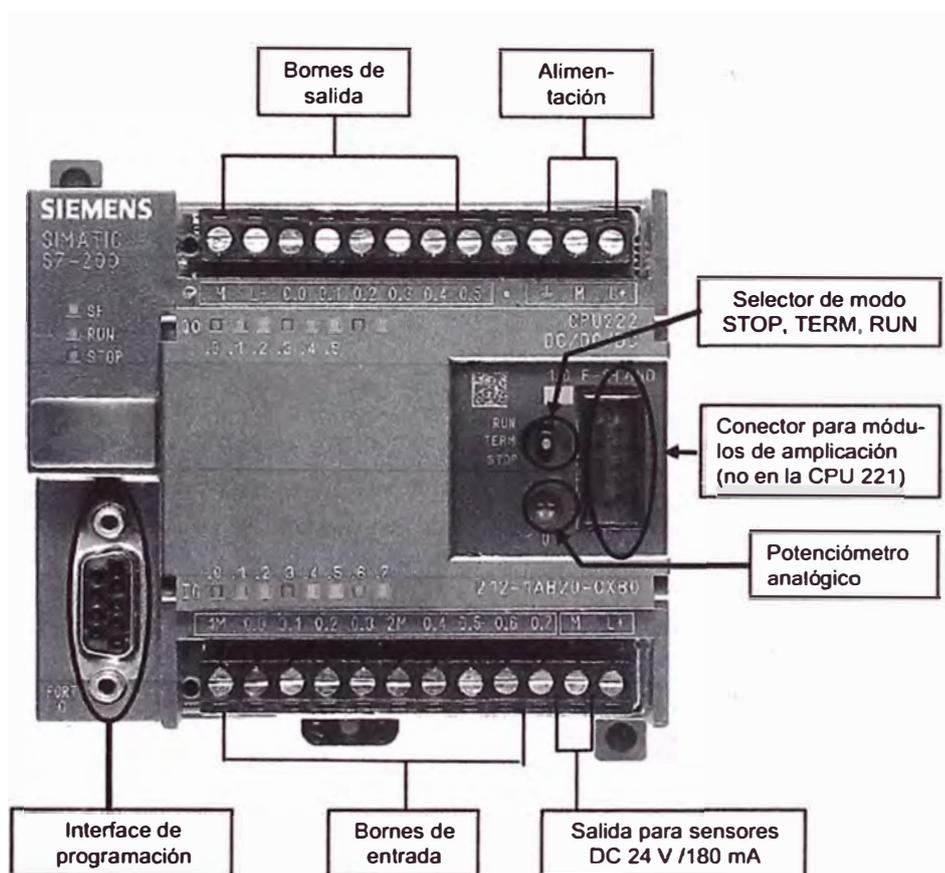


Fig. 3.10: Controlador Lógico programable Serie S7-200

La gama S7-200 comprende diversos sistemas de automatización pequeños (Micro-PLCs) que se pueden utilizar para numerosas tareas. Tienen un diseño compacto, bajo costo y amplio juego de operaciones, los sistemas de automatización S7-200 son

idóneos para controlar tareas sencillas. La gran variedad de modelos S7-200 y el software de programación basado en Windows ofrecen la flexibilidad necesaria para solucionar las tareas de automatización.

A continuación se presenta información sobre el Micro PLC S7-200 y que puede ser entendido por ingenieros, programadores, técnicos de instalación y electricistas que dispongan de conocimientos básicos sobre los sistemas de automatización.

Consideraciones generales

La idea de normalizar y estandarizar los procedimientos y criterios para la elaboración de los códigos de programa para los PLC Siemens utilizados, surgió bajo la necesidad de dar solución a diversos problemas de interpretación y ejecución del mismo.

De esta manera, las soluciones que se presentan en este informe, básicamente fueron diseñadas y estructuradas en casos presentados en los PLC's Siemens S7-200, lo que indica que solo puede ser estrictamente fiel a la generación de código en STEP 7 MICROWIN, o en casos excepcionales en que la generación de código sea similar.

Bajo las anteriores observaciones se presentan los siguientes criterios generales:

- Para el desarrollo de cualquier programa, se deben comentar cada una de las líneas de código, permitiendo así que cada programador tenga la capacidad de manipular y modificar cualquier programa sin ninguna dificultad.
- La elaboración del código de programa de cada uno de los mandos, se

deber realizarse en una subrutina independiente, esto con el fin de tener una estructura ordenada que facilite la lectura y verificación del programa.

3.6.1 NORMA IEC 61131-3

Las aplicaciones industriales actuales demandan el diseño de sistemas más complejos, seguros, fiables, que exhiban un alto grado de flexibilidad y reutilización. Características necesarias para adaptarse rápidamente a un mercado cada vez más cambiante y competitivo. La estandarización es un objetivo clave a alcanzar en la integración y la reutilización en este tipo de aplicaciones.

Los esfuerzos de estandarización internacionales han llevado a la definición del estándar IEC 61131. La parte 3 de este estándar define un modelo de software para especificar proyectos de automatización haciendo énfasis en la reutilización de software y establece las especificaciones de la sintaxis y semántica (estructura) de dicho lenguaje.

Actualmente una gran parte de los principales fabricantes de controladores lógicos programables (PLC) ofrecen herramientas de programación que siguen el estándar IEC 61131-3. Esta norma pretende ser la base real para estandarizar los lenguajes de programación en la automatización industrial, haciendo el trabajo independiente de cualquier compañía fabricante. De esta manera, IEC 61131 es el primer paso en la estandarización de los autómatas programables y sus periféricos.

3.6.2 Estructura funcional de un sistema de autómata programable.

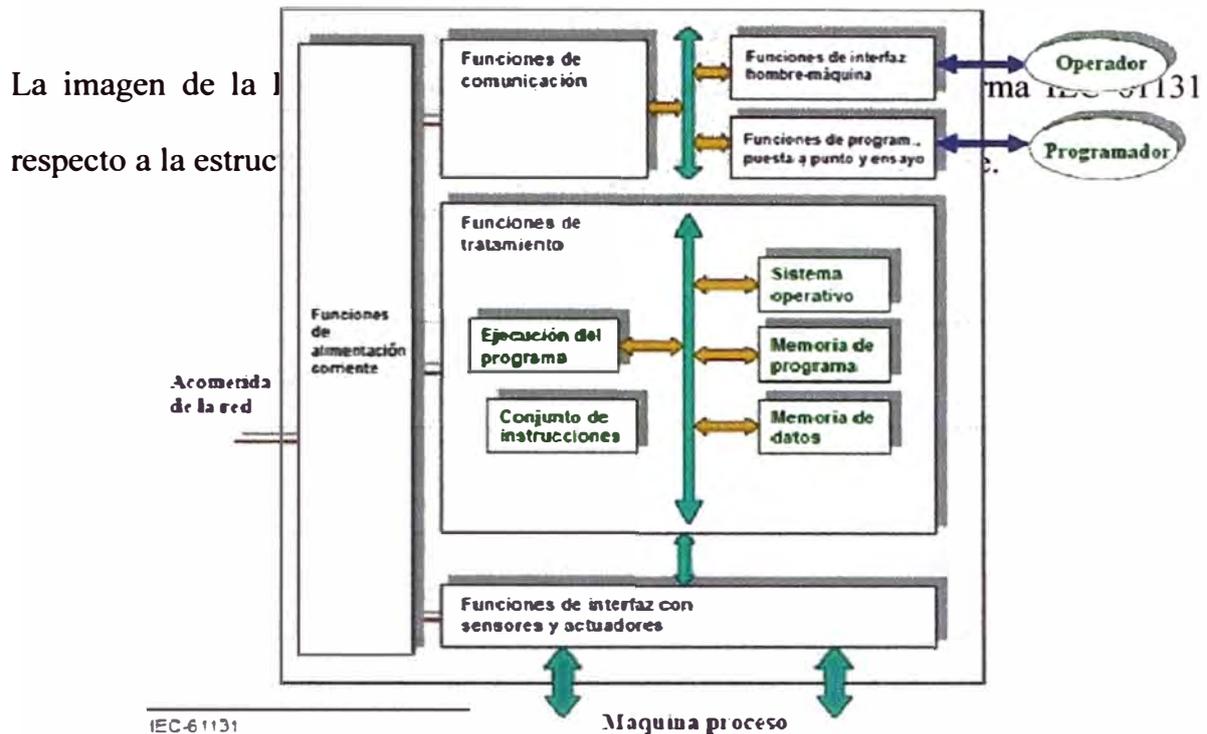


Fig. 3.11: Estructura funcional del sistema de un autómata programable.

Dicha estructura define las siguientes funciones:

- Funciones de alimentación de potencia.
- Funciones de comunicación
- Funciones de tratamiento de señal
- Funciones de interfaz con sensores y actuadores
- Funciones de interfaz hombre – máquina
- Funciones de programación, puesta en marcha y documentación.

3.6.3 Función de interfaz con los sensores y actuadores

La siguiente imagen, muestra con algo más de detalle la definición de la Norma IEC

61131 respecto a la estructura funcional de la interfaz con los sensores y actuadores.

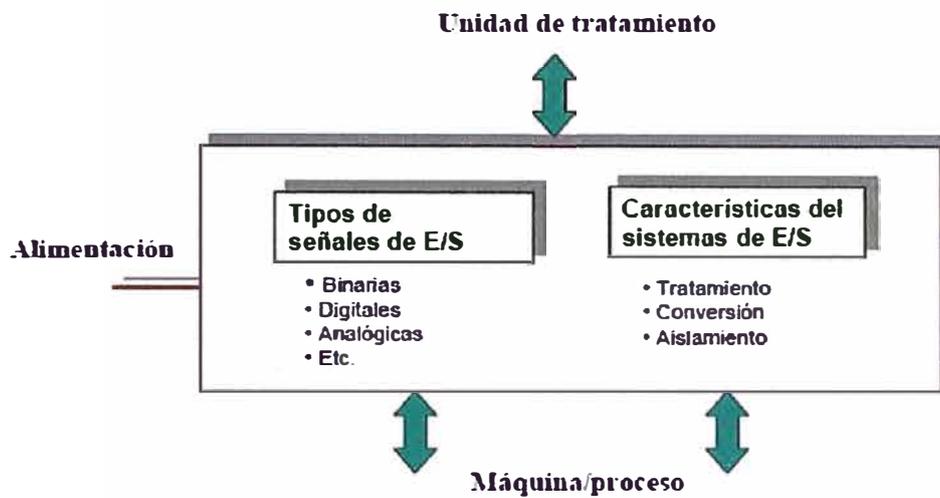


Fig. 3.12: Función interfaz Sensores y Actuadores.

3.6.4 Función de interfaz hombre- máquina (HMI)

La siguiente imagen, muestra con algo más de detalle la definición de la Norma IEC 61131 respecto a la estructura funcional de la interfaz Hombre - Máquina.

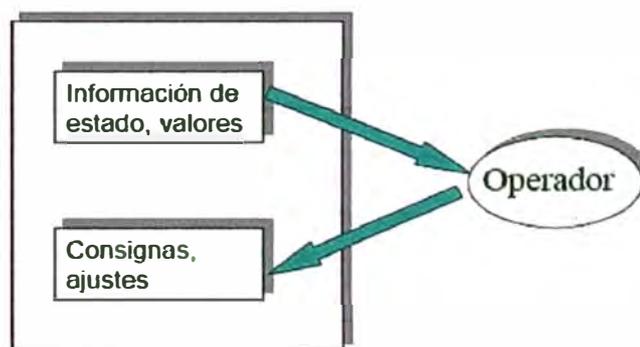


Fig. 3.13: Función interfaz Hombre-Máquina

3.6.5 Los lenguajes gráficos del estándar IEC 61131-3

La parte 3 del IEC 61131 especifica la gramática, sintaxis y semántica de un total de cinco lenguajes de programación de Controladores Lógicos Programables. En

concreto dos de ellos son textuales y tres gráficos.

En lo referente a los textuales, el lenguaje Lista de Instrucciones (IL) es un lenguaje textual de bajo nivel, similar al ensamblador y el lenguaje Texto Estructurado (ST), en cambio, es un lenguaje de alto nivel que se utiliza habitualmente en aplicaciones de automatización de procesos complejos.

En cuanto a los lenguajes gráficos, el estándar establece tres:

Diagrama de Contactos (LD), basado en símbolos gráficos dispuestos en Redes (networks), de manera similar a los diagramas lógicos de relés en escalera. Está orientado fundamentalmente a aplicaciones con señales Booleanas.

Los Diagramas de Bloques Funcionales (FBD) se utilizan para programar procedimientos complejos mediante objetos gráficos o bloques que representan funciones, bloques funcionales o programas, tal como se hace en los diagramas de circuitos electrónicos. Es ampliamente utilizado en la industria de procesos.

Los Diagramas de Funciones Secuenciales (SFC) estructuran las tareas secuenciales de una aplicación de automatización a través de programas y bloques funcionales. Se puede programar tanto en modo textual como gráfico.

3.6.6 Software de diseño del plano eléctrico y de control.

-Software de programación del PLC STEP 7 de MICROWIN.- El software de programación STEP 7 Micro/Win ofrece potentes herramientas que permiten ahorrar mucho tiempo, lo que redundará en un enorme ahorro de costos durante el trabajo cotidiano. El software de programación maneja de forma análoga a las aplicaciones estándar de Windows. Micro/Win está dotado de todas las herramientas necesarias para programar la serie completa de PLCs S7-200. Para ello, cuenta tanto con un repertorio de instrucciones de gran rendimiento como la programación conforme a la norma IEC 1131.

-Software de diseño de plano eléctrico y de control EPLAN 5.5.- EPLAN Electric 5.5, 32 bit, es un estándar mundial en software de diseño de ingeniería eléctrica. Potencia la ingeniería de controles eléctricos y la productividad, además de la eficiencia y calidad en los diseños y la documentación asociada.

EPLAN 5.5 no es un paquete de redacción, sino que elimina; el repetitivo trabajo improductivo, manual extenso y tediosas asociadas con los paquetes de dibujo tradicionales. Es práctica para evitar numeraciones complicadas, denominación de dispositivos, referencias cruzadas, la comprobación de errores y la creación de lista de materiales y listas de cables. Se puede reducir el tiempo de diseño hasta en un 70% o implementar una solución completa que se integra con el proceso de ingeniería para aumentar la productividad, EPLAN 5.5 escala para adaptarse a prácticamente cualquier presupuesto y los requisitos establecidos, independientemente del tamaño de la empresa.

CAPITULO IV

DESARROLLO DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN

4.1.REQUERIMIENTOS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

Para el proyecto, la tarea empieza con la observación del proceso e información del personal que interviene en la línea de producción, se ve necesario implementar un sistema semiautomático para aumentar la velocidad promedio en el proceso de transporte actual de botellas.

Por limitaciones de información disponible se considerará que estos sistemas de transporte de envases dependen básicamente del tiempo que toman los envases en pasar por las máquinas que conecta, que en este caso es una maquina etiquetadora, que a pesar de tener un volumen nominal de 23000 botellas por hora (bph), se ve afectada por muchos tiempos muertos.

El informe busca además, ganar la comprensión del proceso de desarrollo de la ingeniería, conceptos que se utilizan para corregir el problema. Se formaron los conceptos de diseño basados en los métodos actuales y pruebas de verificación.

Para obtener nuestro objetivo se seguirá la secuencia del diagrama de medios-fines del proyecto, que se muestra en la **Fig. 4.1**, que es la estructura del proyecto en términos de criterios de desempeño.

Al final obtenemos el logro u objetivo final, solo así se podrá consustanciar el logro del propósito y plantear la siguiente hipótesis: “Implementando un sistema de automatización utilizando un PLC para una maquina aerotransportadora de envases PET se aumentará la velocidad promedio de producción de 18,000 a 22,000 botellas por hora”

La línea de la máquina aerotransportadora fue animada en tres dimensiones utilizando SolidWork y Autocad, para dar un alcance mayor en el entendimiento de la solución del problema, proporcionando una selección de posibles cambios en el funcionamiento y tácticas para cada sistema.

En las siguientes figuras se hace la representación en 3D de la vista isométrica de la línea aerotransportadora y sus componentes para un mejor entendimiento del sistema a implementar.

DIAGRAMA MEDIOS/FINES EXPRESADO EN TÉRMINOS DE CRITERIOS DE EVALUACIÓN

CONSIDERACIONES DE ENSAYO:

Temperatura ambiente= 25± 1 grados centígrados . Los envases PET son de 500ML

N	ERROR	EVALUACIÓN
1	Error ≤5%	Precisión igual o superior al 95% ACEPTA
2	Error >5%	Precisión menor al 95% ACEPTADO

PROPÓSITO = OBJETIVO PRINCIPAL
 Desarrollo e implementación de un sistema de automatización para una máquina aerotransportadora de envases PET para aumentar la producción en 20%.

Evidencia de desempeño del propósito
 Curva de la velocidad de envases VS tiempo

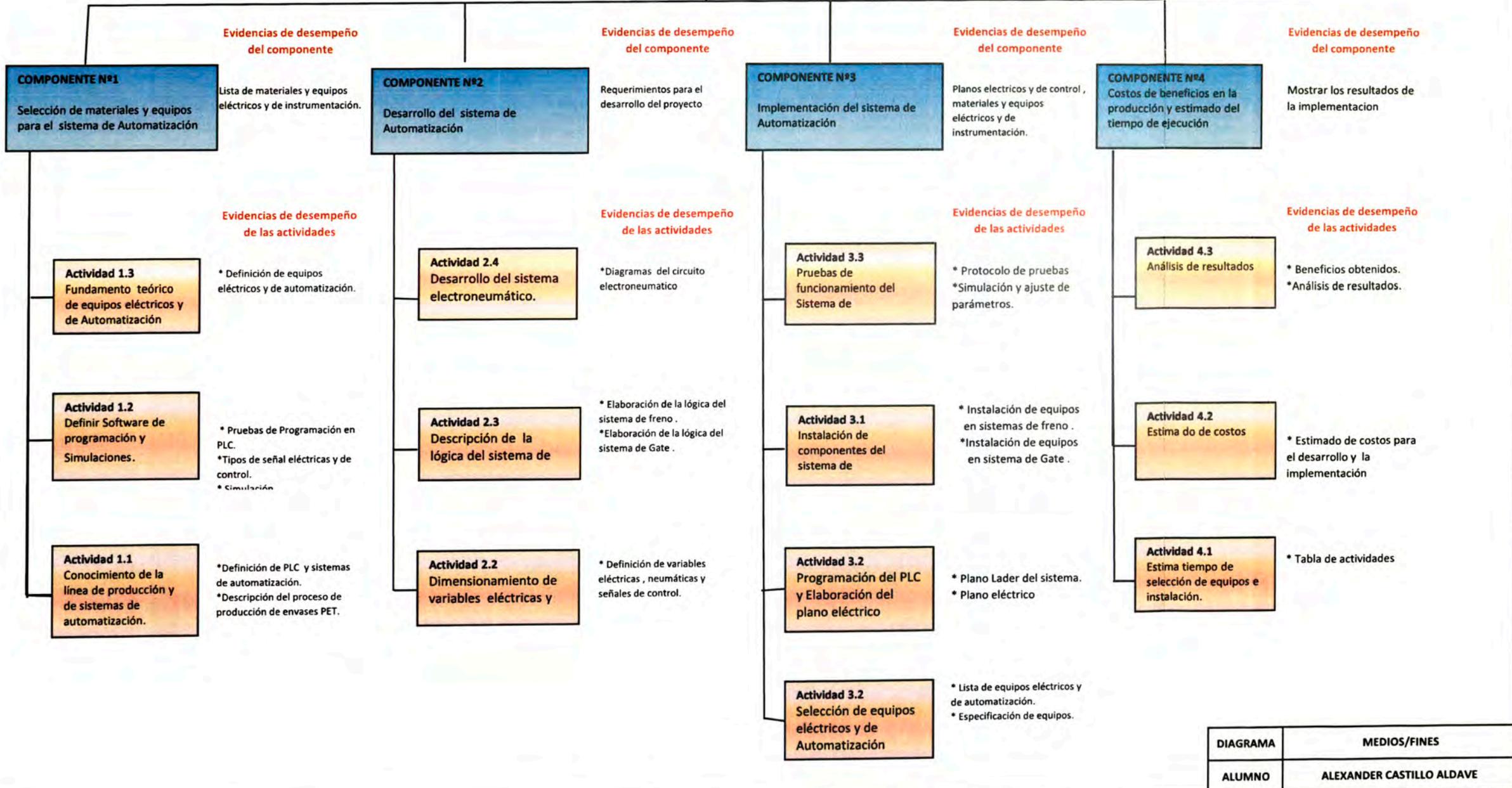
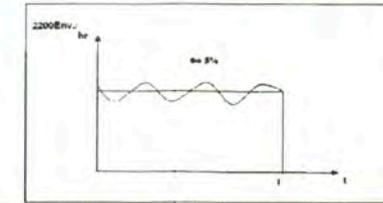


Fig. 4.1: Diagrama MEDIOS/ FINES

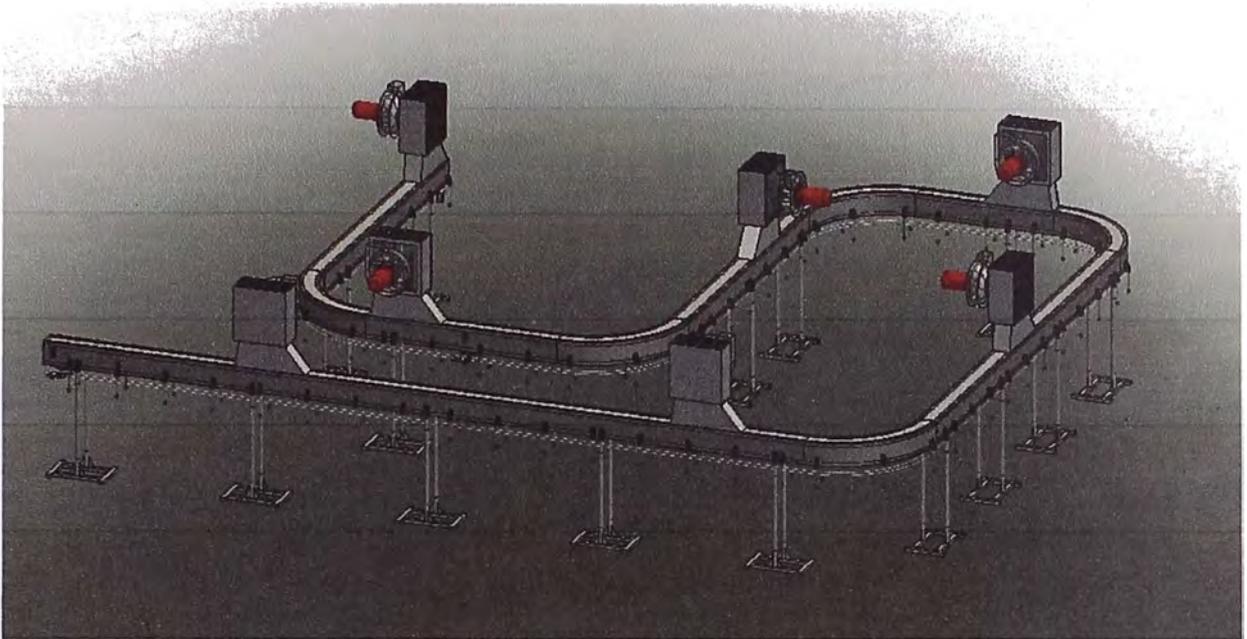


Fig. 4.2: Representación en 3D de la vista isométrica de la línea aerotransportadora



Fig. 4.3: Representación en 3D de la línea aerotransportadora y sus componentes

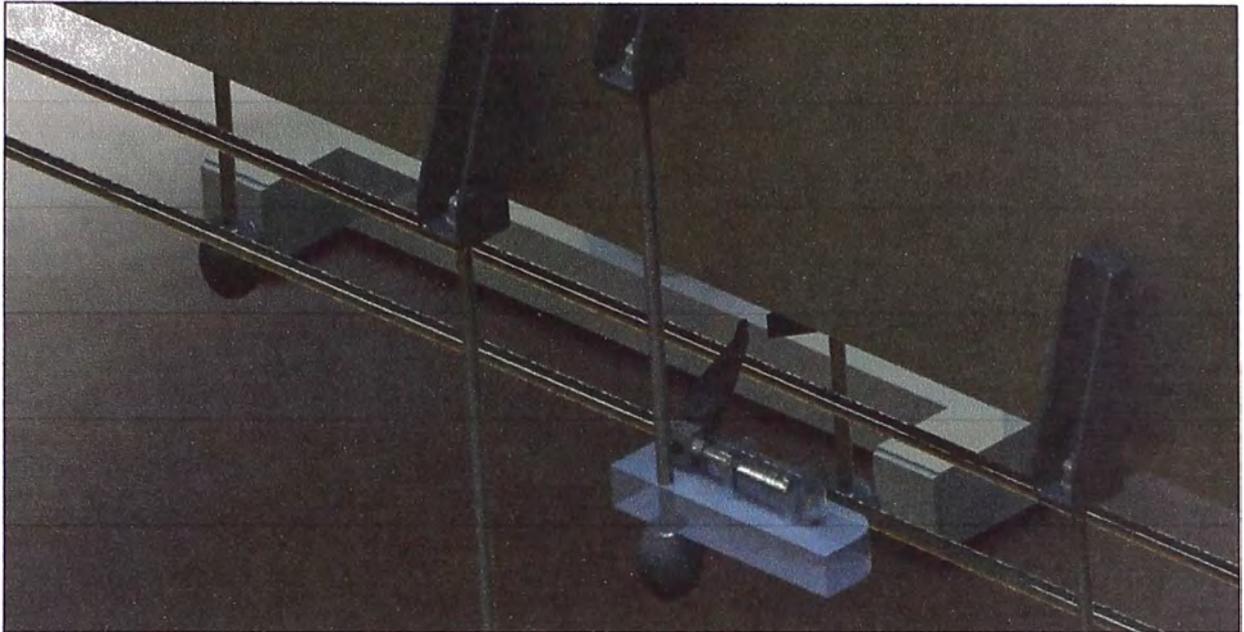


Fig. 4.4: Representación en 3D del sistema de freno a instalar en la línea aerotransportadora

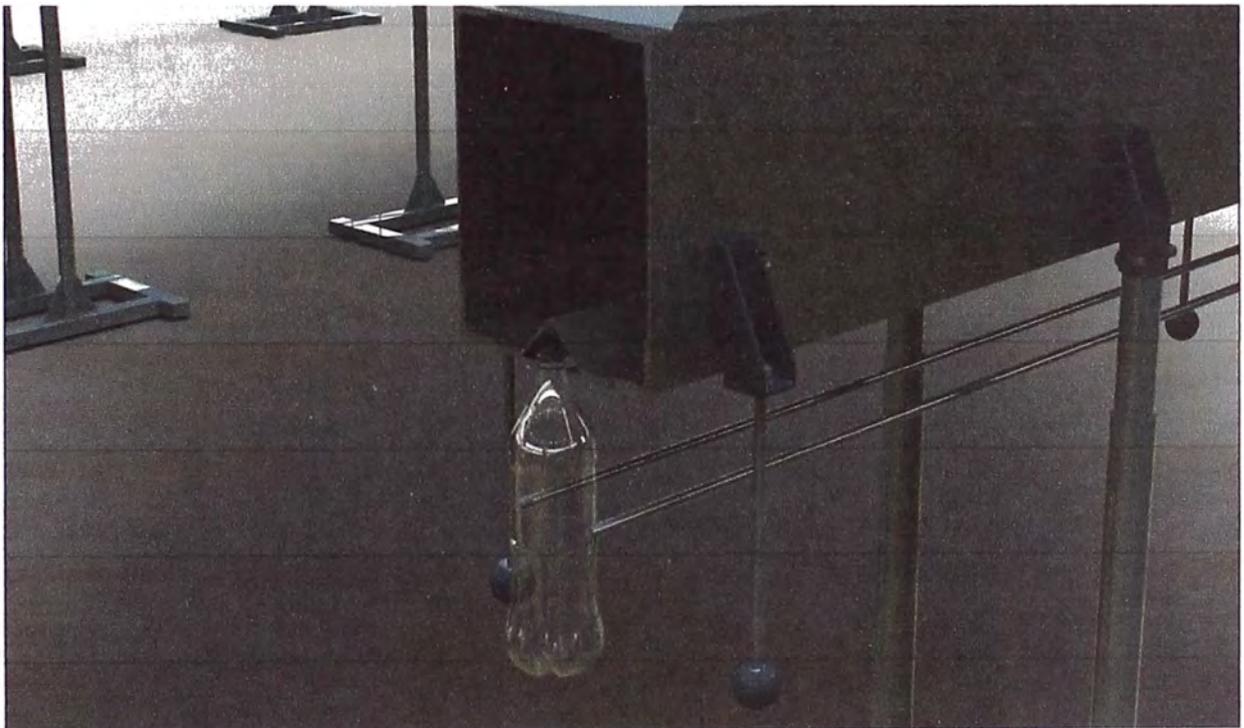


Fig. 4.5: Representación en 3D de un envase PET en la línea aerotransportadora

4.2 DESCRIPCIÓN DE LA LÓGICA DEL SISTEMA DE CONTROL

A continuación se define la lógica de control para los dos sistemas a implementar.

4.2.1 Sistema 1, Freno para evitar la traba de envases

En el recorrido de la sopladora hacia la etiquetadora se presentan demasiado trabados de envases en el cuello o banda de desgaste, por ello se instalará un sistema de freno FRE1 con accionamiento neumático que trabajaría con la activación de un sensor SEN2, para formar los trenes de envases para llevar los envases de manera ordenada hasta la etiquetadora.

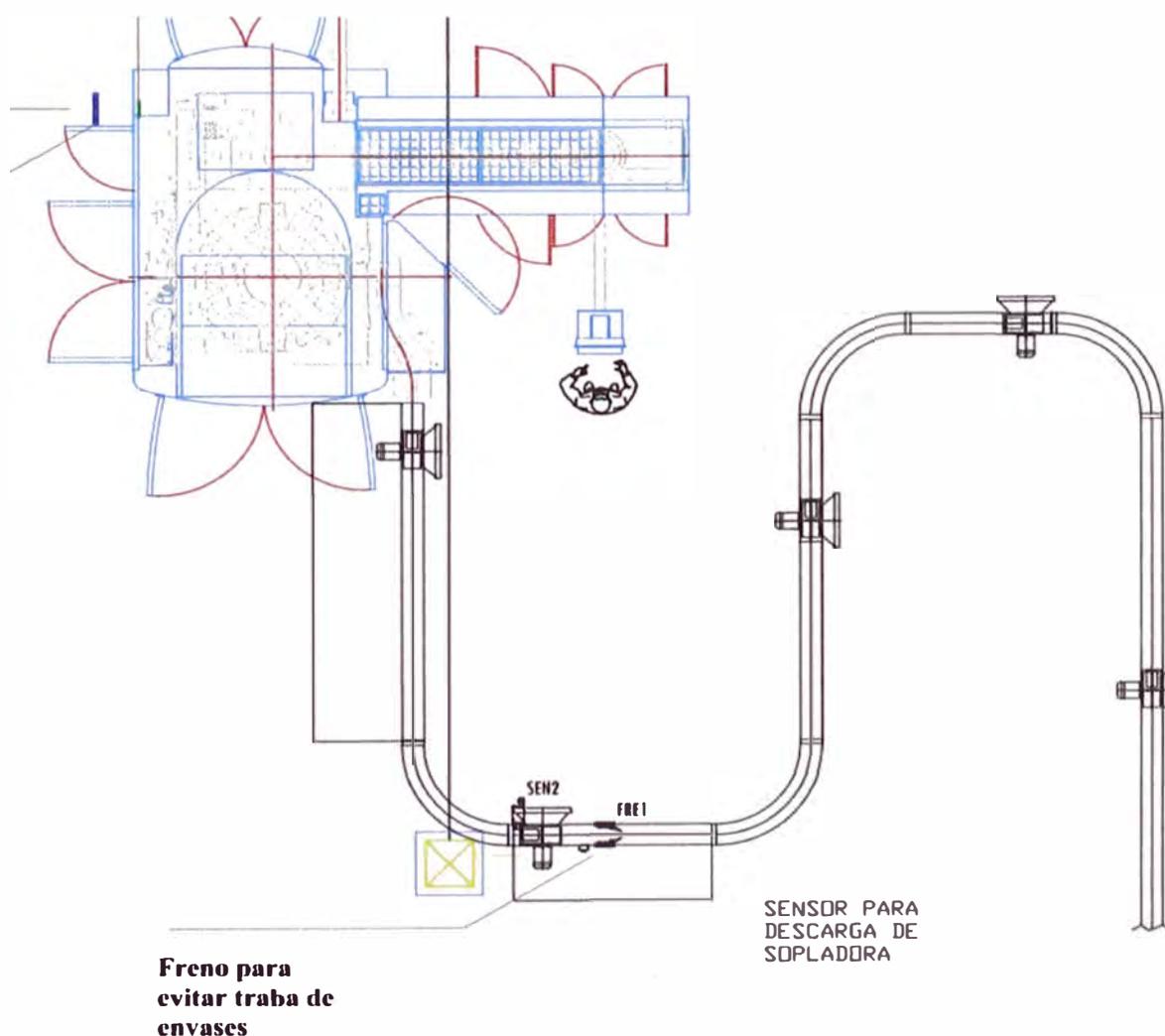


Fig. 4.6: Sistema de freno para evitar trabado de envases en los carriles

4.2.2 Sistema 2, Compuerta de alivio a la salida de la sopladora

Justo en la salida de la Sopladora se instalará una compuerta de alivio con accionamiento neumático “Gate” para que a través del sensor SEN1, esta se abriera cada vez que hay un congestionamiento importante en la línea, entonces los envases caerían en cajas de cartón que permitirán más adelante el suministro manual al ingreso a la etiquetadora. Tal como se puede visualizar en el plano de la Fig.4.7.

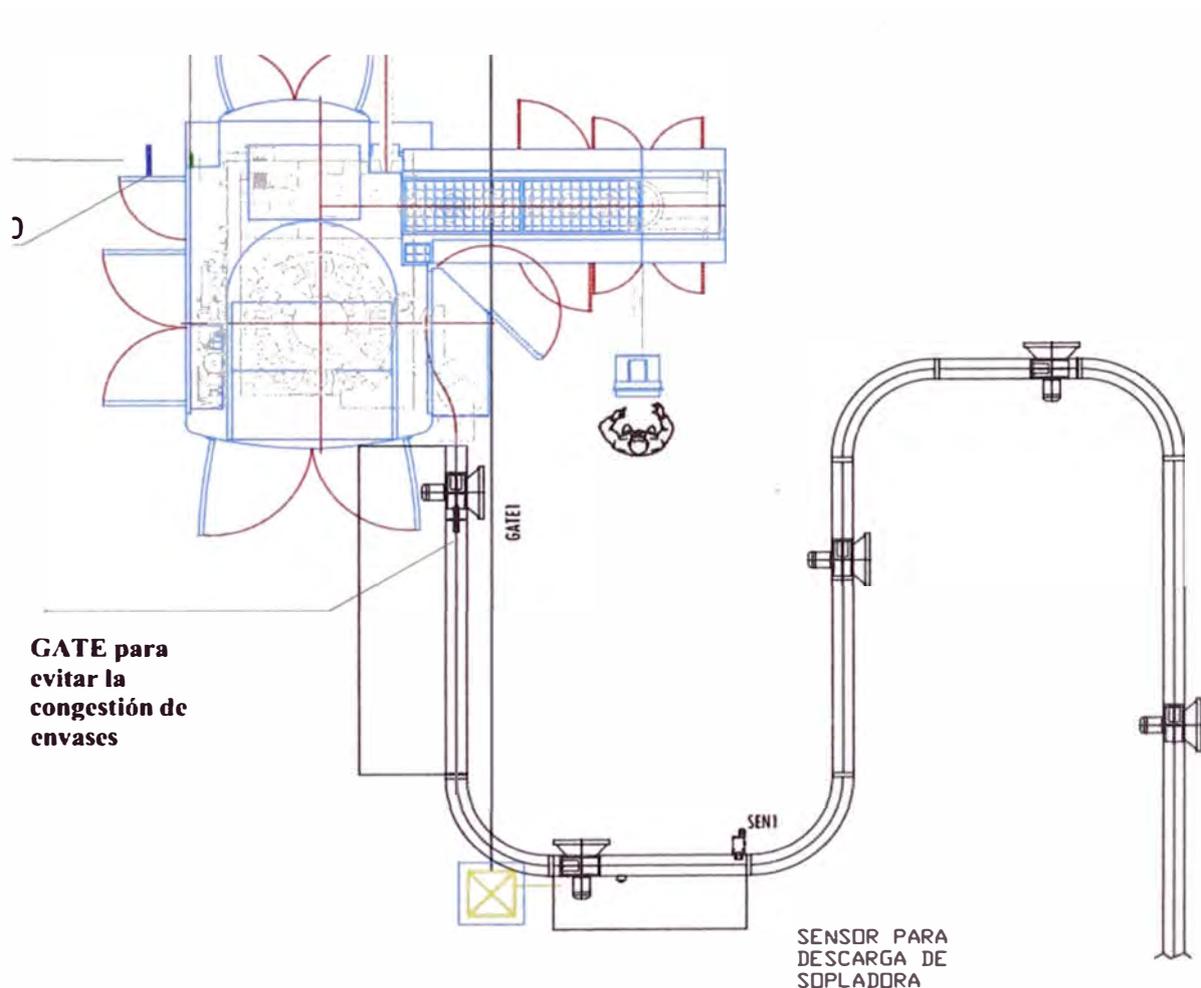


Fig. 4.7: Compuerta de alivio para evitar congestión de envases

Las válvulas son servoaccionadas ya que se necesitaría gran poder de los imanes y con el servo que significa ayuda no necesita una gran tensión, si no que el propio aire es abierto por la bobina y acción de la válvula. El control de las válvulas será eléctricamente.

La neumática, digamos propiamente dicha solo se queda para la parte de fuerza y el circuito de mando será eléctrico y controlado por PLC. El circuito electroneumático lo podemos controlar con los siguientes elementos:

- Técnicas de relés.
- Microprocesador (μp) o micro controlador (μc).
- PLC. (Autómatas)

4.3 DESCRIPCION DEL SISTEMA ELECTRONEUMÁTICO

Para la implementación, se va a efectuar el diseño y la simulación de la secuencia de control neumático que efectúe el accionamiento simultaneo de dos cilindros, para los dos sistemas a la vez, ya que para ambos sistemas se tienen dos cilindros conectados a sendas electroválvulas 5/2 (cinco vías y dos posiciones).

Es necesario mostrar el circuito con el empleo de relés, para conocer cómo efectuar un ciclo automático con un cilindro de doble efecto, accionado con una electroválvula 5/2 vías con dos bobinas (biestable), con mando por PLC e impulso momentáneo con pulsadores marcha y paro.

En ese sentido, se va a explicar paso a paso los tres circuitos que componen nuestra instalación: el circuito neumático, que actuará sobre ambos cilindros; el circuito de potencia, que proporcionará energía eléctrica a las electroválvulas; y el circuito de control, cuyo esquema eléctrico debe seguir una lógica de secuencia adecuada, de manera que reciba unas señales procedentes de los sensores y pulsadores instalados, y genere unas señales de accionamiento de relés en una serie de contactores en el circuito de potencia que controlen el flujo de corriente a las electroválvulas.

4.3.1 Circuito neumático

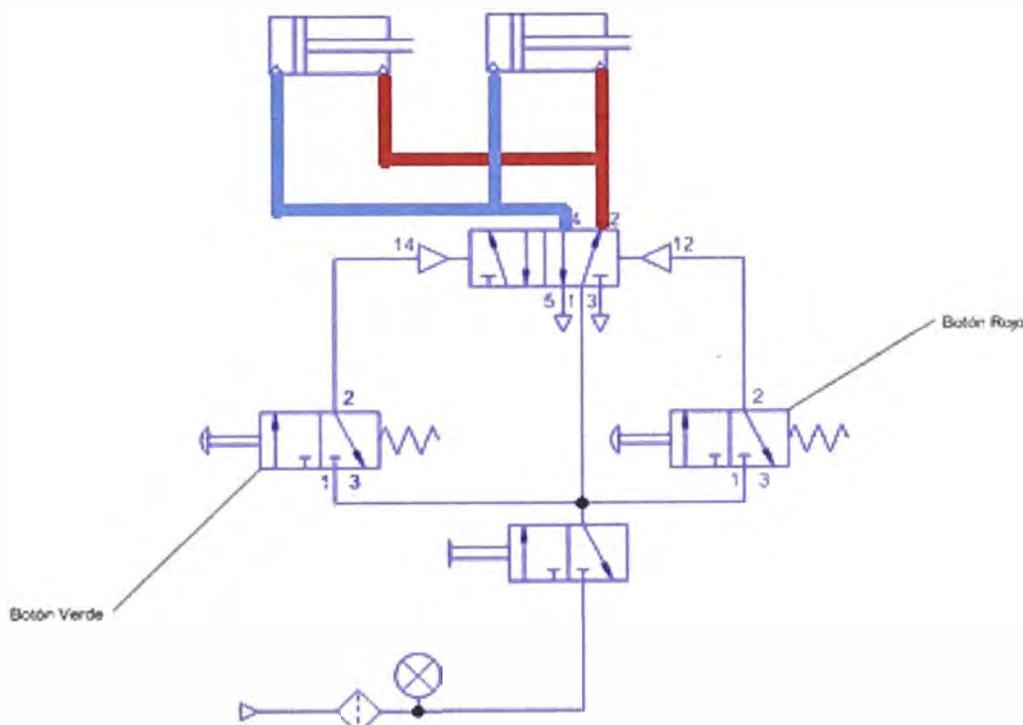


Fig. 4.8: Circuito neumático

El circuito neumático de la Fig. 4.8, es aplicable para los dos sistemas, y están compuestos por dos cilindros de doble acción, a cada sistema le corresponde una

válvula 5/2 accionada por sendos solenoides S1 y S2. A su vez las tomas de las válvulas están conectadas a una alimentación y a dos salidas a la atmósfera.

4.3.2 Circuito de potencia

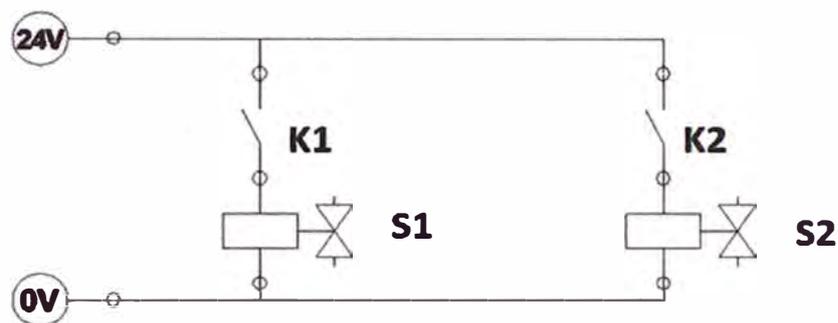


Fig. 4.9: Circuito de potencia

Para los dos cilindros se muestran dos ramas conectadas en paralelo entre sí a una fuente de 24V y a tierra. Cada una de esas ramas contiene un contactor accionado por relé y una conexión a cada solenoide. El contactor K1 permite, al cerrarse, el paso de corriente al solenoide S1, mientras que el contactor K2 hace lo propio con el solenoide S2.

4.3.3 Circuito de control

Destaca en este circuito la presencia de dos relés, K1 y K2, que accionan los contactores correspondientes en el circuito de potencia, y por ende, los solenoides correspondientes. Cada relé posee una lógica de funcionamiento que se define a continuación.

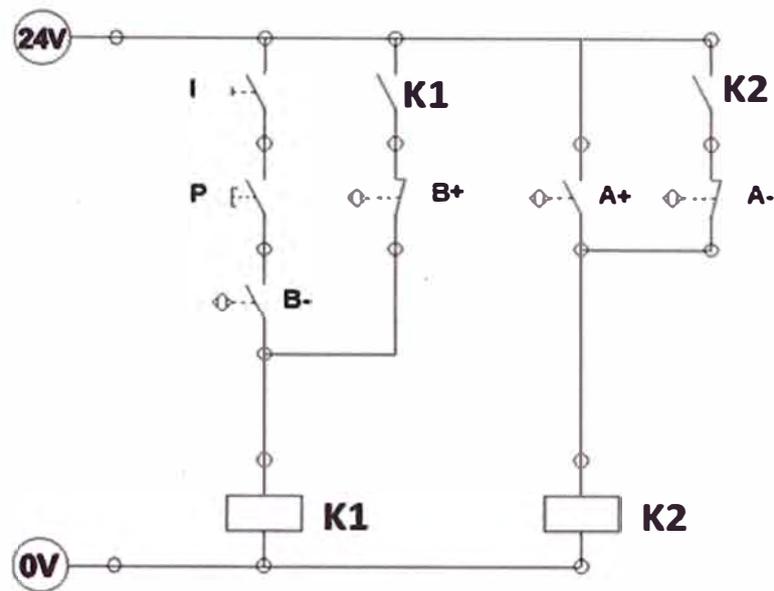


Fig. 4.10: Circuito de control

En el momento inicial ambos cilindros se encuentran recogidos, y la presión entra del lado derecho del pistón (línea roja) al estar los solenoides de ambas válvulas desconectados. Recordar que las válvulas son del tipo normalmente cerrada, y si no entra corriente al solenoide la presión se dirige por el camino señalado en rojo al cilindro, manteniendo los vástagos plegados.

Entonces, bien por acción manual o por la orden dada por PLC el interruptor es conectado. Ahora, para accionar el circuito tan sólo hay que dar un toque al pulsador o recibir señal del PLC. Con esto se energiza los relés, y éste actuará sobre los contactos señalados con la misma etiqueta dentro del circuito de control. Éstos, al estar situados en paralelo respecto al pulsador, mantienen los relés accionados tras soltar el pulsador. A partir de ahora se llamarán a esto una memoria.

Éstos relés conectarán la rama del circuito de potencia que aportarán corriente al solenoide S1, lo cual moverá la válvula, y por tanto el vástago de los cilindros.

Las válvula 5/2 pilotada por presión son biestables, es decir hasta que se pulse el pulsador correspondiente mantendrá su posición (para la implementación estará temporizado por PLC) para retornar a su posición plegada y nuevamente comenzar el ciclo.

Para la implementación que se desarrollará el siguiente capítulo, se requerirá la instalación de un sistema de freno y una compuertas de alivio "GATE" que serán accionados por estos pistones neumáticos 5/2 biestables que actúan por señales de los sensores fotoeléctricos o manual, pero para hacer el sistema automático, utilizaremos un programador lógico programable "PLC", controlador escogido por las bondades que ofrece a la industria y la experiencia que se tiene con su utilización.

CAPITULO V

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN

5.1. SELECCIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS

5.1.1. Programador lógico programable Siemens S7-200

De acuerdo al número de entradas (6 in) y salidas requeridas (2 out), se selecciona el modelo de PLC 224, que tiene las siguientes características:

- Fuente poder: 20.4-28.8 VDC
- Entrada: 6 entradas DC
- Salidas: 6 salidas DC

El dimensionamiento del cableado eléctrico, neumático y de control dependerá de la cantidad de variables a necesitar para la implementación.

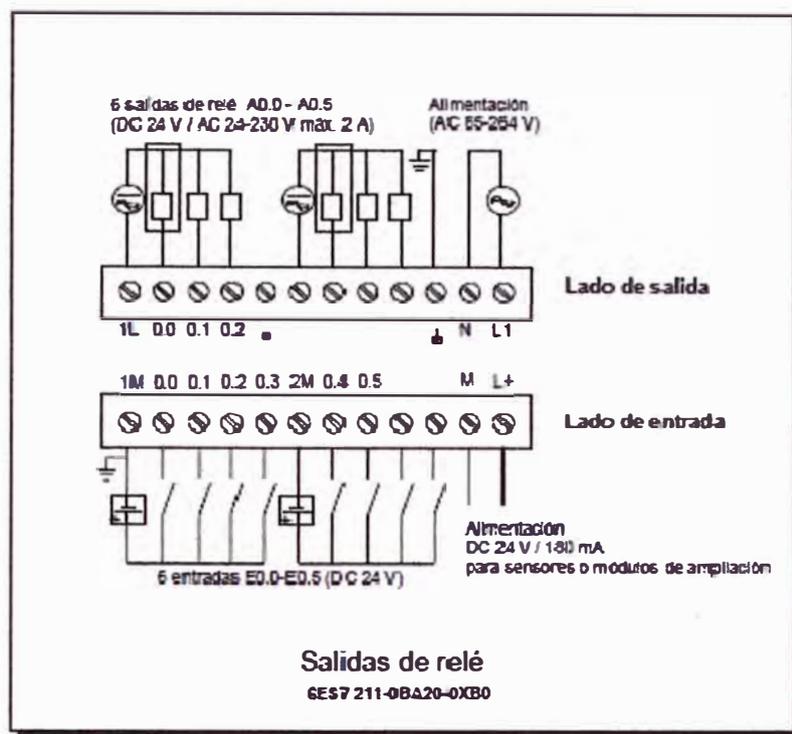


Fig. 5.1: Ocupación de bornes del S7-200

5.1.2. Sensores fotoeléctricos retroreflectivo polarizado

Usaremos los detector de Objetos Claros de la marca BANNER y modelo MINI-BEAM, que además existe en modelos convergente, retroreflectivo y difuso.

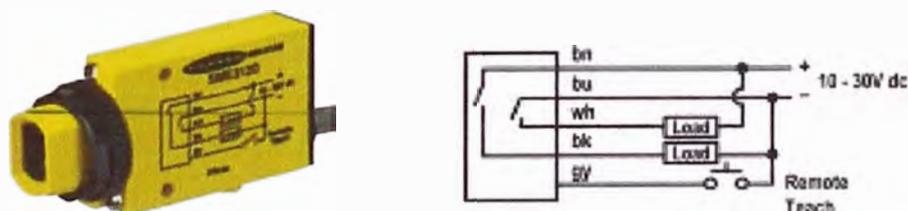


Fig. 5.2: Microprocessor-Based TEACH-Mode Photoelectric Sensors

El modelo MINI-BEAM® Expert™ SME312LPC es un sensor retroreflectivo polarizado el cual está diseñando para detectar confiablemente pequeñas diferencias

en la recepción del nivel de luz, por ello es una excelente opción para detectar recipientes de vidrio o plástico PET.

	MODO RUN	TEACH Mode
BI-COLOR	ON GREEN: Es aplicada Energía Flashing Green: Contraste marginal; el nivel bajo cerca del umbral (Reprogramar o realinear el sensor, o limpiar el lente).	OFF: Ninguna señal recibida Red : Sensor detecta su propia ligera fuente modulada Pulsing Red : Indica fuerza de la Señal(el nivel ligero admitido), mientras más fuerte la señal, mas rápido la taza de pulso
AMARILLO	ON : Las salida está conduciendo OFF : Las salidas no están conduciendo	ON : Sensor en condición de salida ON OFF : Sensor en condición de salida ON

Fig. 5.3: Los indicadores de estado del sensor fotoeléctrico

La Operación Normal del MINI-BEAM Expert se llama modo RUN. Los LEDs indicadores son Amarillo y Bi-color Verde/Rojo, que operan en modo RUN y modo TEACH:

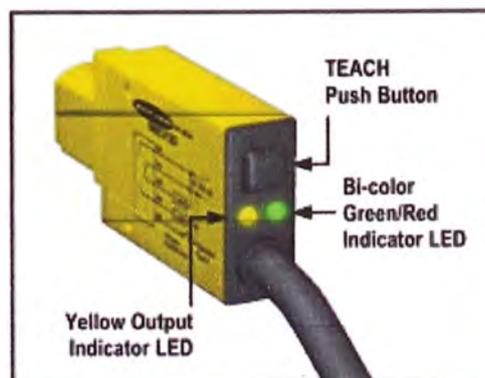


Fig. 5.4: Sensor MINI BEAM y sus características

Especificaciones

Alimentación de Voltaje y corriente 10 a 30V dc (10% máx. onda) a menos de 45 mA, exclusivo para carga.

5.1.3. Unidad FRL MICRO

Los FRL son necesarios para garantizar una calidad elevada del aire y mantener en buen estado las válvulas y pistones, existe una amplia gama de estos equipos. Para la aplicación es necesario seleccionaremos los FRL MICRO.

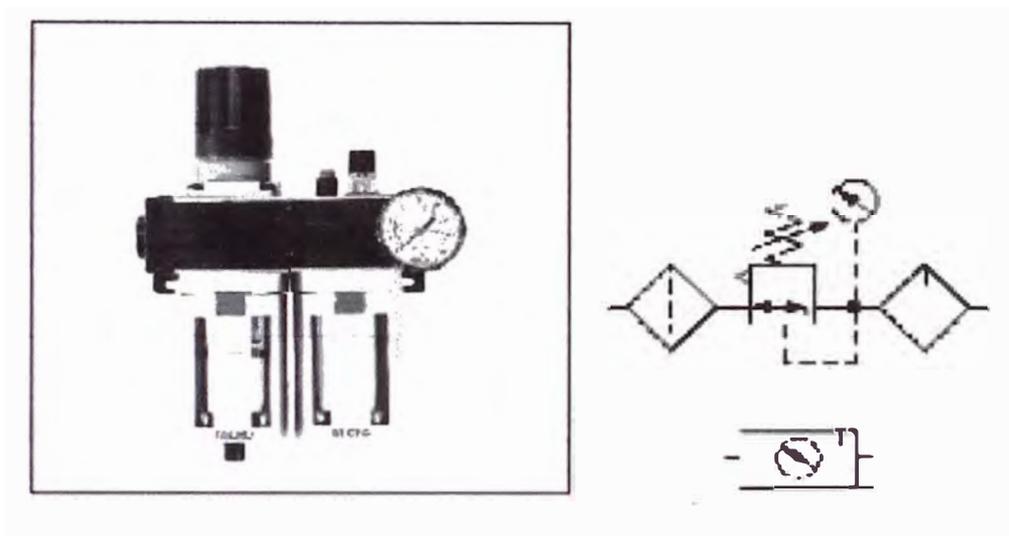


Fig. 5.5: Unidad de mantenimiento FRL

Una unidad FRL de tratamiento del aire, posee filtro-regulador más lubricador, con cuerpos metálicos, protecciones de vasos plásticas (metálicas a pedido), desarme a bayoneta y bloqueo de regulador

Poder filtrante: Standard 40 μ

Presión de trabajo: 0...10 bar (0...145 psi)

Conexión: G 1/2" (opcional NPT)

Aceite recomendado: ISO VG 32 - SAE 10

Manómetro: Ø 50 mm G1/4"

5.1.4. Cilindro neumático normalizado DSNUP

Cilindro redondo doble efecto

Presión de trabajo: 121,..295N

Diámetro interior del cilindro: 20mm

Carrera del cilindro: 25, 50, 100mm



Fig. 5.6: Cilindro neumático FESTO

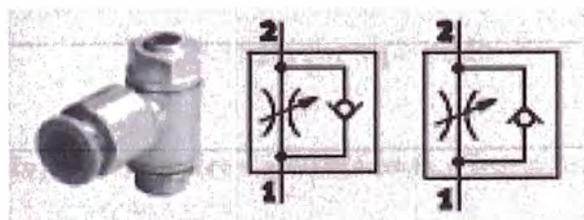
5.1.5. Válvulas de estrangulación y antirretorno GRLA/GRLZ

Conexión neumática G1/8"

Caudal: 100-1580l/min

Temperatura: -10,60°C

Presión: 0.2-10bar



(1)

(2)

(3)

Fig.5.7: (1)Modelo GRLA/GRLZ, (2) Válvula con función de antirretorno del escape y (3)Válvula de estrangulación del aire de alimentación.

5.1.6. Válvulas distribuidoras individuales VUVG

Tipo de accionamiento: Eléctrico 24VDC

Conexión neumática G1/8"

Función de válvula: 5/2 biestable.



Fig. 5.8: Válvulas distribuidoras FESTO

5.1.7. Accesorios neumáticos

-Racores de ½ A PL10

(PL) Racor Codo Macho



Fig. 5.9: Racor tipo codo

-Cabeza de horquilla para cilindros neumáticos.-Nos permite acoplar el vástago del cilindro con el sistema de frenado



Fig. 5.10: Horquillas para cilindro neumático

-Tee PL10



Fig. 5.11: Tee neumático

-Tubo flexible de material plástico PUN

Tubo flexible de de poliuretano PL8-PL10.

Fluido: Aire comprimido

Presión: -0.95, 10bar

Temperatura: -35,60°C



Fig. 5.12: Tuberíaneumática FESTO

-Cables eléctricos y de control

El voltaje de los equipos de instrumentación es de 24VDC y la corriente esta alrededor de los miliamperios (45mA)

Cable de control para conexión de PLC.-

-4x14 AWG 500 V.

-4x16 AWG 500 V.

Cable para conexión de sensores.-

- Cable 3X18 AWG 500 V.

Cable para conexión de electroválvulas.-

- Cable 3X16 AWG 500 V.

5.2 CONEXIONES ELÉCTRICAS, NEUMÁTICAS Y SEÑALES DE CONTROL.

La alimentación eléctrica en la Planta es de 440VAC. De acuerdo al alcance del proyecto describiremos solo la conexión de los equipos necesarios para la alimentación de mando eléctrico y del PLC, para ello necesitamos instalar un transformador de 440/220VAC, 1KVA exclusivo para el circuito de control, por lo tanto el tablero eléctrico y de control será de 440-220VAC / 3Ø /60Hz. En la **Fig. 5.13** se muestra el tablero eléctrico y de control de la línea aerotransportadora, desde donde están alimentados todos los moto-sopladores, y donde también se instalaran los componentes del nuevo sistema.



Fig. 5.13: Tablero eléctrico y de control de la línea aerotransportadora

Para el sistema de control, paradas de emergencia y refrigeración del tablero, instalamos una llave termomagnética para protección de cada circuito, y de la misma manera protegemos el PLC, para el cual aumentaremos una fuente 24VDC para su alimentación.

El suministro de aire estará a cargo del compresor de la Planta y con la capacidad de abastecer una presión de trabajo: 0-10 bar (0-145 psi), suficiente para la capacidad de los elementos neumáticos que se van a utilizar. En la Fig. 5.14 se muestra la unidad de mantenimiento que alimentara las electroválvulas y pistones neumáticos en la línea aerotransportadora.



Fig. 5.14: Unidad de mantenimiento de la línea aerotransportadora

5.3 PROGRAMACIÓN DEL PLC UTILIZANDO STEP 7 / MICROWIN

- Para la programación del PLC debemos cumplir los siguientes procedimientos:

- Escribir programas aplicados al Autómata STEP 7 de SIEMENS, a través del programa MicroWin.
- Describir las funciones del STEP 7.
- Ejecutar el modo de prueba del simulador.
- Comprobar el programa en el PLC y su puesta en funcionamiento.

-Sobre los materiales y equipos necesarios para la programación. (Ver **Tabla 5.1**)

Tabla 5.1: Materiales para la programación en PLC

No.	Descripción	Cantidad
1	Computadora	1
2	Cable PC/PPI o tarjeta MPI instalada en el PC y cable RS-485 para conectar a la CPU S7-200	1
3	CPU S7-200	1
4	Simulador de entradas	1
5	Cable y fuente de alimentación	1
6	Programa STEP 7-Micro/WIN	1

-Creación del proyecto.

Se crea el proyecto usando el STEP 7-Micro/WIN en el editor SIMATIC KOP o AWL (OB1) o el editor IEC 1131-3 LD o FUP y, dependiendo de las preferencias seleccionadas, el editor de bloques de datos (DB1), la tabla de estado y la tabla de variables globales.

-Selección del tipo de CPU.

Para compilar el programa se debe seleccionar adecuadamente el tipo del CPU.

En la Fig. 5.15 se muestra el PLC SIEMENS S7-224 instalado en el tablero eléctrico y de control de la línea aerotransportadora.



Fig. 5.15: Instalación del PLC SIEMENS S7-224 en tablero existente

-Crear la tabla de símbolos de acuerdo a la lista de equipos del sistema a implementar.

Tabla 5.2: Simbología del sistema de automatización

Tabla de símbolos					
		Símbolo	Dirección	Comentario	
1		TIMER_T41	T41	ESPERA 1.5s	
2		TIMER_T59	T59	ESPERA 2s	
3		TIMER_T39	T39	ESPERA 0.5 s	
4		SEN2	I1.2	SENSOR 2	
5		FRE1	Q0.2	FRENO 1	
6		SEL2	I0.2	SELECTOR FRENO	
7		SEL1	I0.4	SELECTOR 1	
8		SEN1	I1.0	SENSOR 1	
9		TIMER_T37	T37	ESPERA POR 0.4S	
10		TIMER_T38	T38	ESPERA POR 1S	
11		GATE1	Q0.0	COMPUERTA1	
12		PUL1	I0.0	PULSADOR1	
13					
14					
15					

La **Tabla 5.2** representa la lista de las direcciones absolutas y los correspondientes nombres simbólicos para el programa

-Programar con direcciones simbólicas.

Antes de comenzar a introducir el programa, verificamos que se haya ajustado el direccionamiento simbólico, para indicar que está habilitado el direccionamiento simbólico y hacer la programación más sencilla.

-Proceder a elegir el comando de menú Ver-Árbol de operaciones para visualizar el árbol de operaciones KOP.

-Procedemos a escribir el programa de control en el PLC según la **Fig. 5.16**.

Proyecto1 / PRINCIPAL (CB1)

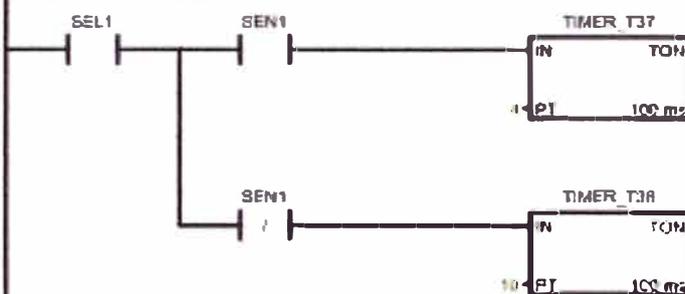
Bloque: PRINCIPAL
 Autor:
 Fecha de creación: 10.02.2014 15:46:35
 Fecha de modificación: 11.02.2014 13:10:59

Simbolo	Tipo var.	Tipo de datos	Comentario
	TEMP		

COMENTARIOS DEL PROGRAMA

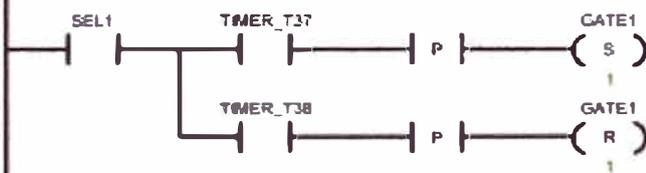
Network 1 GATE 1

Comentario de segmento:



Simbolo	Dirección	Comentario
SEL1	I0.4	SELECTOR 1
SEN1	I1.0	SENSOR 1
TIMER_T37	T37	ESPERA POR 0.4S
TIMER_T38	T38	ESPERA POR 1S

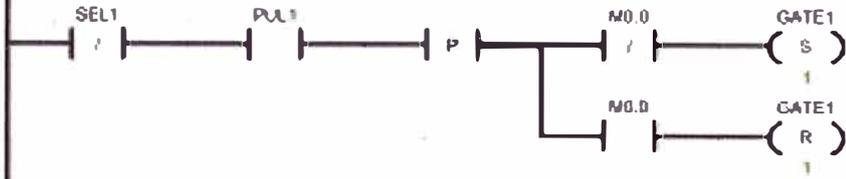
Network 2



Simbolo	Dirección	Comentario
GATE1	Q0.0	COMPUERTA1
SEL1	I0.4	SELECTOR 1
TIMER_T37	T37	ESPERA POR 0.4S
TIMER_T38	T38	ESPERA POR 1S

Proyecto1 | PRINCIPAL (OB1)

Network 3



Simbolo	Dirección	Comentario
GATE1	Q0.0	COMPUERTA1
PUL1	I0.0	PULSADOR1
SEL1	I0.4	SELECTOR 1

Network 4



Simbolo	Dirección	Comentario
GATE1	Q0.0	COMPUERTA1
SEL1	I0.4	SELECTOR 1

Network 5 FREN0 1



Simbolo	Dirección	Comentario
FRE1	Q0.2	FRENO 1
SEL2	I0.2	SELECTOR FRENO

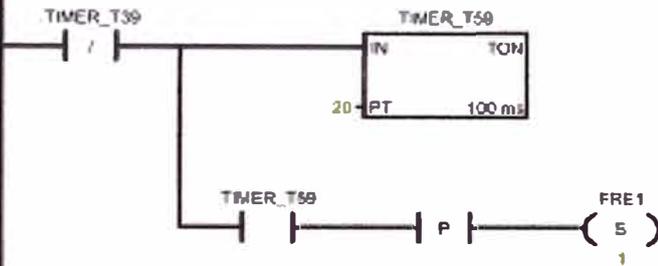
Network 6



Simbolo	Dirección	Comentario
SEL2	I0.2	SELECTOR FRENO
SEN2	I1.2	SENSOR 2
TIMER_T39	T39	ESPERA 0.5 s

Proyecto1 | PRINCIPAL (OB1)

Network 7



Símbolo	Dirección	Comentario
FRE1	Q0.2	FRENO 1
TIMER_T39	T39	ESPERA 0.5 s
TIMER_T59	T59	ESPERA 2s

Network 8



Símbolo	Dirección	Comentario
SEL2	I0.2	SELECTOR FRENO
TIMER_T39	T39	ESPERA 0.5 s

Network 9



Símbolo	Dirección	Comentario
SEL2	I0.2	SELECTOR FRENO
TIMER_T41	T41	ESPERA 1.5s

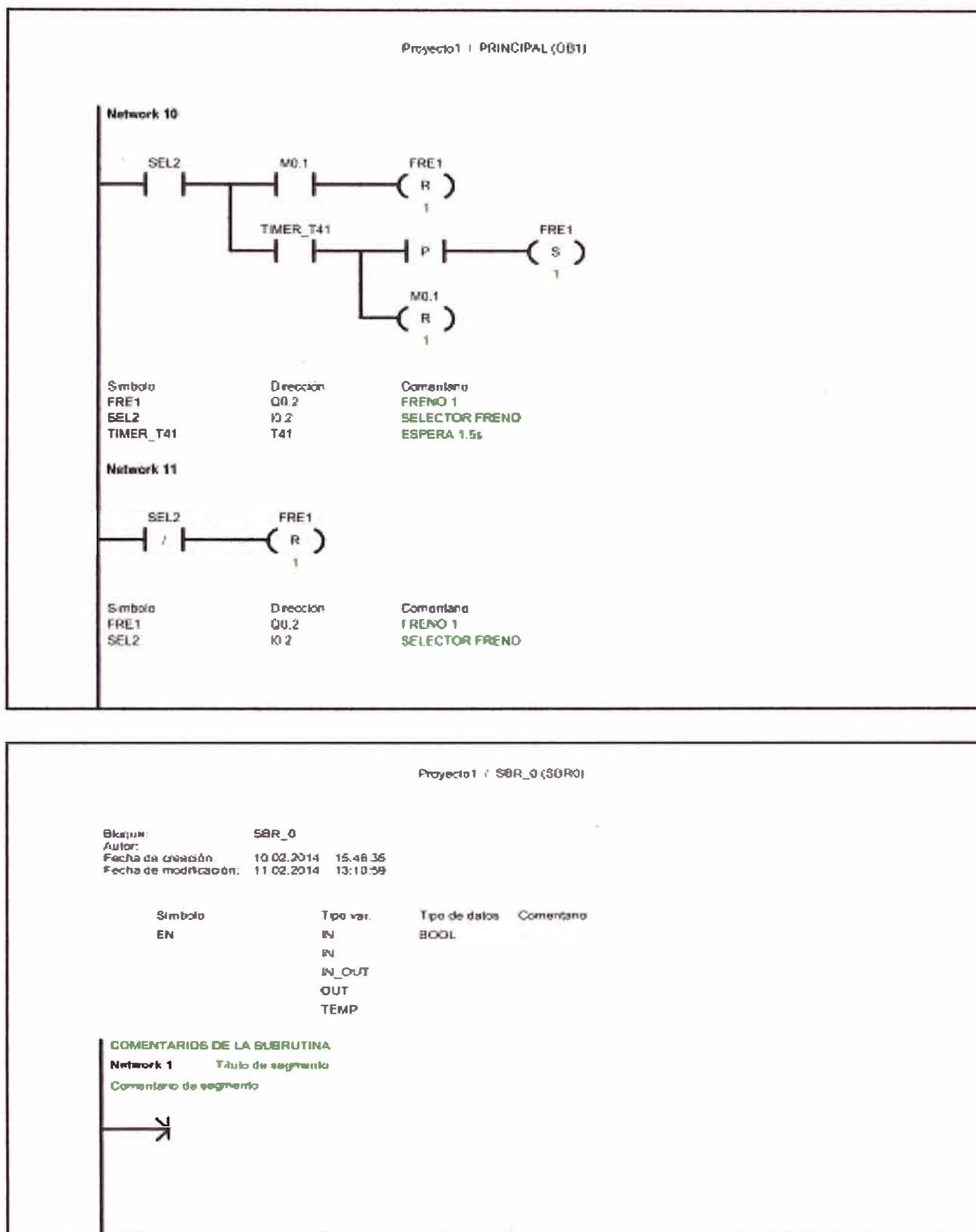


Fig. 5.16: Programación del PLC utilizando STEP 7 / MICROWIN.

5.4 ELABORACIÓN DEL PLANO ELÉCTRICO UTILIZANDO EL SOFTWARE EPLAN ELECTRIC 5.5, 32 BIT

Al ser la alimentación eléctrica en la zona de 440VAC, necesitamos instalar un transformador de 440/220VAC para el circuito de control.

Para el sistema de control, paradas de emergencia y refrigeración del tablero, instalamos una llave termomagnética independiente solo para protección del circuito eléctrico y del PLC SIEMENS S7-200. Se requiere además de una fuente para la alimentación de 24VDC. De acuerdo al modelo de PLC 224 tenemos:

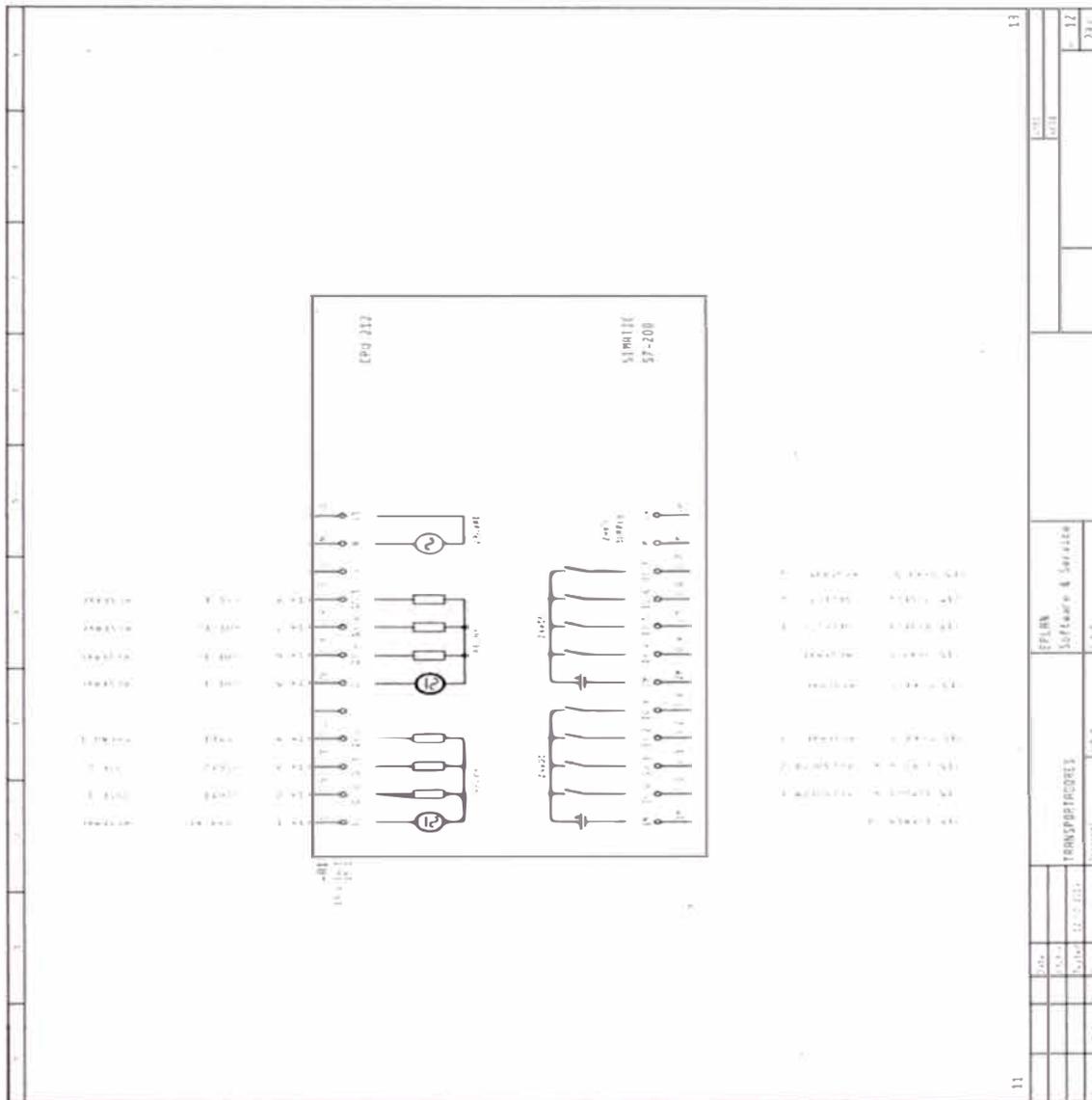
- Fuente poder: 20.4-28.8 VDC

- Entrada: 6 entradas DC

Salidas: 6 salidas DC

Procedemos a conectar las entradas y salidas al PLC.

En la **Fig. 5.17** se muestra el Plano eléctrico utilizando el software Eplan Electric 5.5, 32 bit.



13

11

DATE	DATE	DATE	DATE
TRANSPORT/PROCES		SFLWA Software & Services	
12	21		

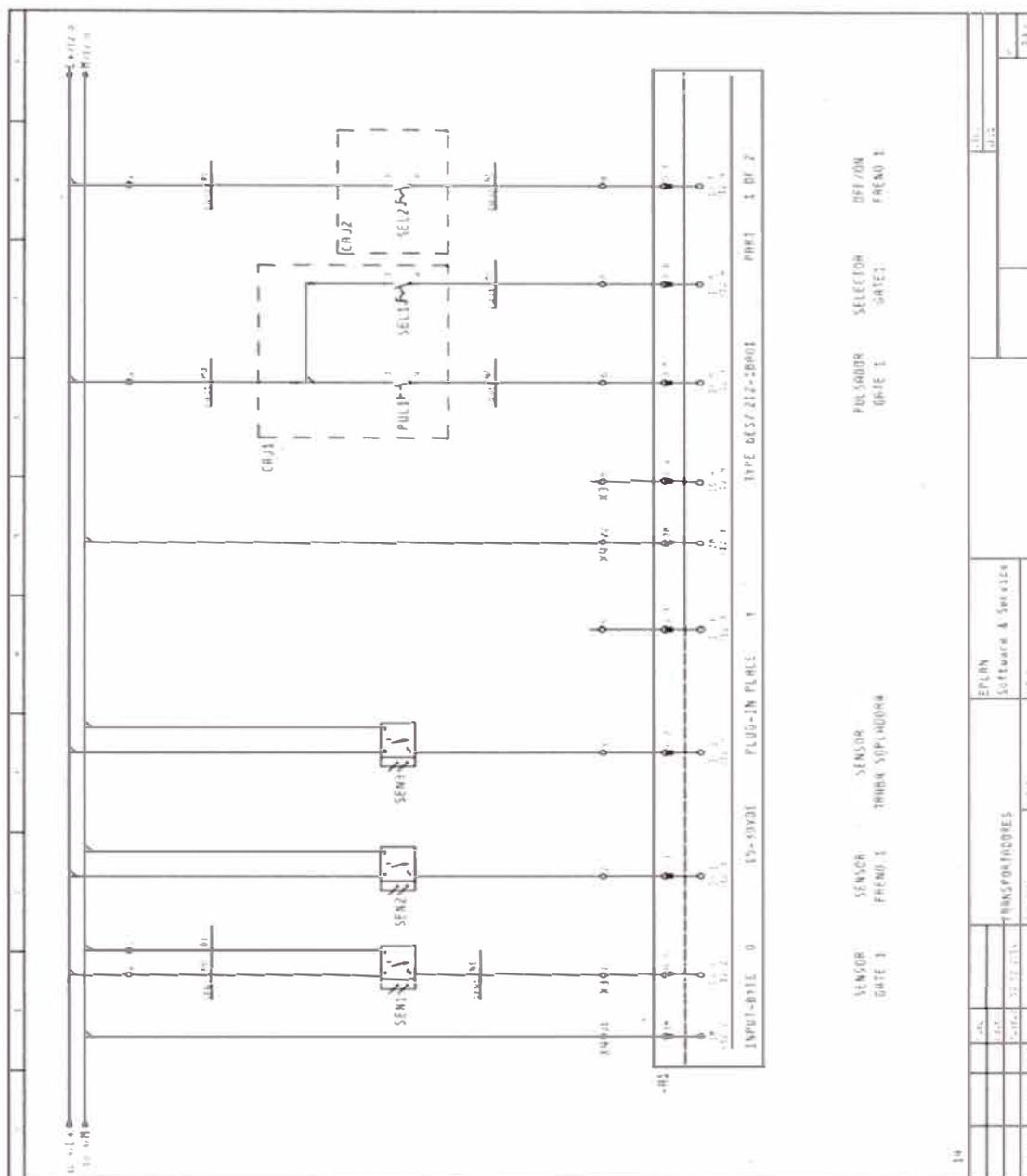


Fig. 5.17: Plano eléctrico utilizando el software Eplan Electric 5.5, 32 bit

5.5 PRUEBAS DEL FUNCIONAMIENTO

5.5.1 Protocolo de pruebas de los equipos.- Para verificar el correcto funcionamiento de los elementos eléctricos, neumáticos y de control se ejecutara el siguiente protocolo.

PROTOCOLO DE FUNCIONAMIENTO		CODIGO: (ME-AT 22000)			
MAQUINA AEROTRASPORTADORA DE ENVASES PET		Rev.:	Fecha:		
		01	22/11/2011		
DATOS GENERALES					
UBICACIÓN:	Planta de Soplado	AREA:	Producción		
DESCRIPCION:	Maquina aerotrasportadora de envase PET	FECHA:			
		SISTEMA:			
		MARCA:	SIDEL		
LISTA DE VERIFICACION					
ITEM	ACTIVIDADES	OK	NC	N/A	COMENTARIOS
1	Revisión general del equipo	✓			
2	Limpieza interior	✓			
3	Limpieza exterior	✓			
4	Nivel de lubricante en FRL	✓			
5	Alimentación eléctrica en tablero eléctrico y de control (460v)	✓			
6	Revisión de presión de aire	✓			
VERIFICACION EN FUNCIONAMIENTO DE LINEA AEROTRASPORTADORA					
1	Verificar encendido de los motores de los ventiladores	✓			
2	Pre calentamiento de maquina (5 min -10 min)	✓			
3	Verificar fugas de aire	✓			
4	Prueba de señal de sensores eléctricos	✓			
5	Prueba manual de pistones neumáticos	✓			
6	Revisión de pulsadores de parada de emergencia	✓			
CALIBRACION DE MAQUINA (Si fuera necesario)					
1	Regulación de riel de envases	✓			
2	Regulación de velocidad de ventiladores	✓			
3	Sincronización de conveyor de entrada y salida en Etiquetadora	✓			
4	Sincronización de conveyor de paletizado	✓			
5	Ajuste de emisor y espejo reflector de sensores	✓			
6	Calibración en programa en PLC según tamaño de envases	✓			
ESQUEMA ASOCIADO					
COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES ADICIONALE					
Producción SMI	Control de Calidad SMI	Mantenimiento	Toma de Conocimiento CLIENTE		
Nombre, Fecha y Firma	Nombre, Fecha y Firma	Nombre, Fecha y Firma	Nombre, Fecha y Firma		

Fig. 5.18: Formato del protocolo de funcionamiento del sistema de automatización

5.6 SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL

Para las pruebas preliminares de funcionamiento del sistema, demostraremos los tiempos de transporte actuales de los envases en dos tramos, sopladora-etiquetadora y etiquetadora-paletizado, en comparación con los tiempos de la implementación del sistema de automatización. Para las pruebas utilizaremos el Simulador del S7 200.

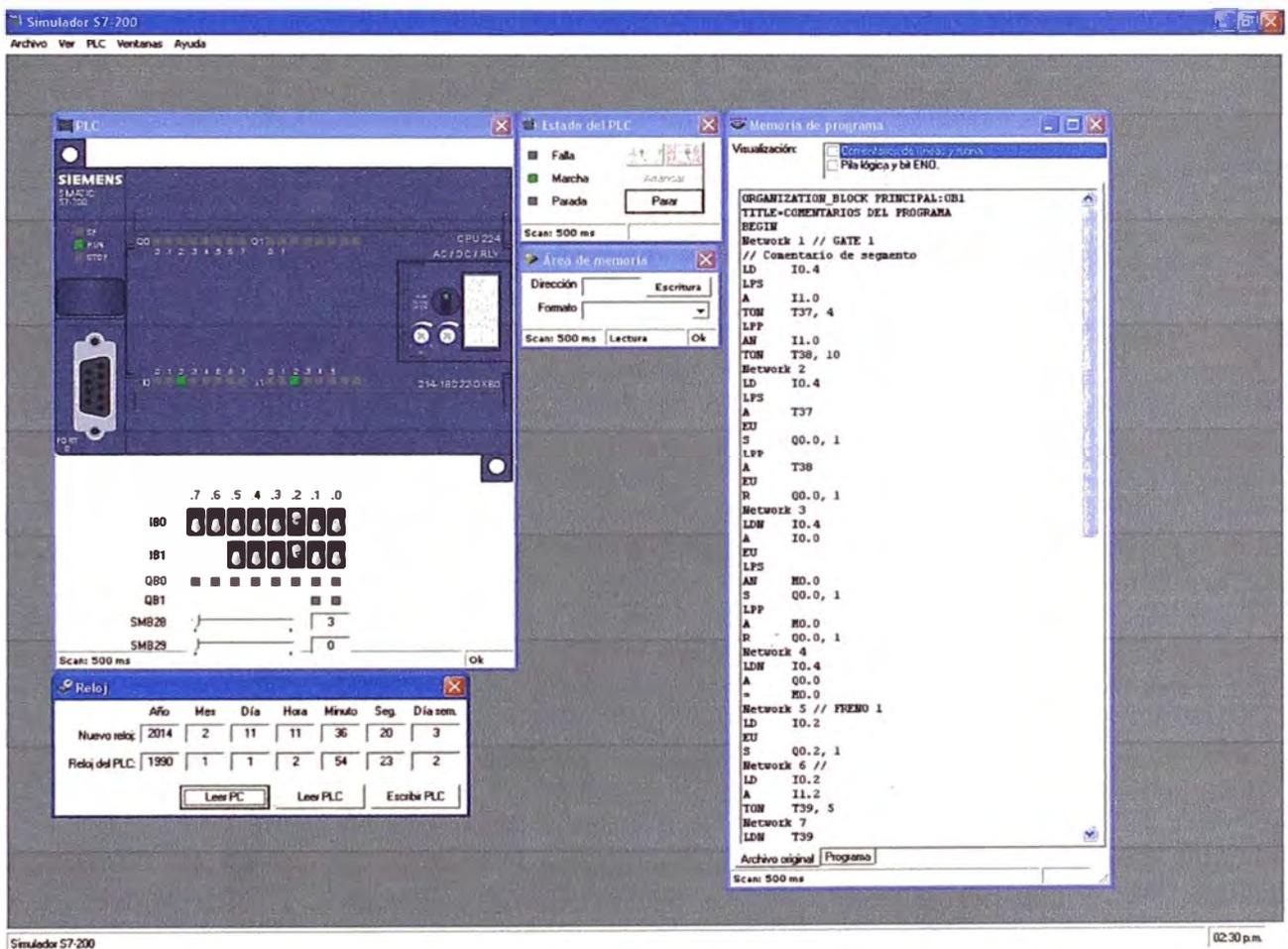


Fig. 5.19: Simulador S7 200

5.6.1 Ajuste de parámetros

Con los parámetros estimados en el programa de PLC y la implementación del sistema en la línea aerotransportadora, procedemos a calcular los tiempos aproximados para el seteo.

5.6.1.1 Sistema 1, Instalación de freno para evitar la traba de envases

En el recorrido de la sopladora hacia la etiquetadora se presentaban demasiados trabados de envases en el cuello o banda de desgaste, por ello se instaló un sistema de freno FREI que trabajaría con la activación de un sensor SEN2, para formar los trenes de envases para llevar los envases de manera ordenada hasta la etiquetadora.

(Ver Fig. 5.20)



Fig. 5.20: Instalación de los sensores fotoeléctricos

Para este funcionamiento en automático, se debe cambiar de posición el selector SEL2 a 1, y quien controlara su apertura y cerrado será la señal del PLC cuando el sensor SEN2 detecte envases parados.

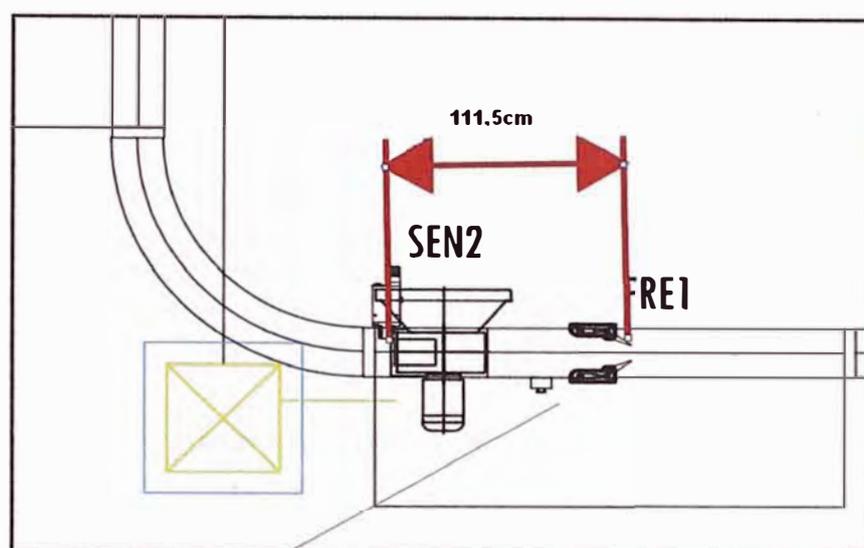


Fig. 5.21: Instalación de FRENO para evitar traba de envases.

Según el plano de la línea aerotransportadora podemos deducir el tiempo aproximado que necesita estar cerrado FRE1 (2.6s); para abrir y liberar los trenes de envases es de (0.5s). En la **Fig. 5.21** se muestra esta instalación en el plano.

5.6.1.2 Sistema 2, Instalación de compuerta de alivio a la salida de la sopladora

En el ingreso a la línea aerotransportadora se instaló una compuerta de alivio “Gate” para que al recibir la señal del sensor SEN1o por pulsador (manualmente), deje caer los envases en cajas de cartón. Esta reserva de envases permitirá más adelante el suministro manual de envases a la etiquetadora, en casos de parada y/o mantenimiento de la maquina sopladora o de la línea.

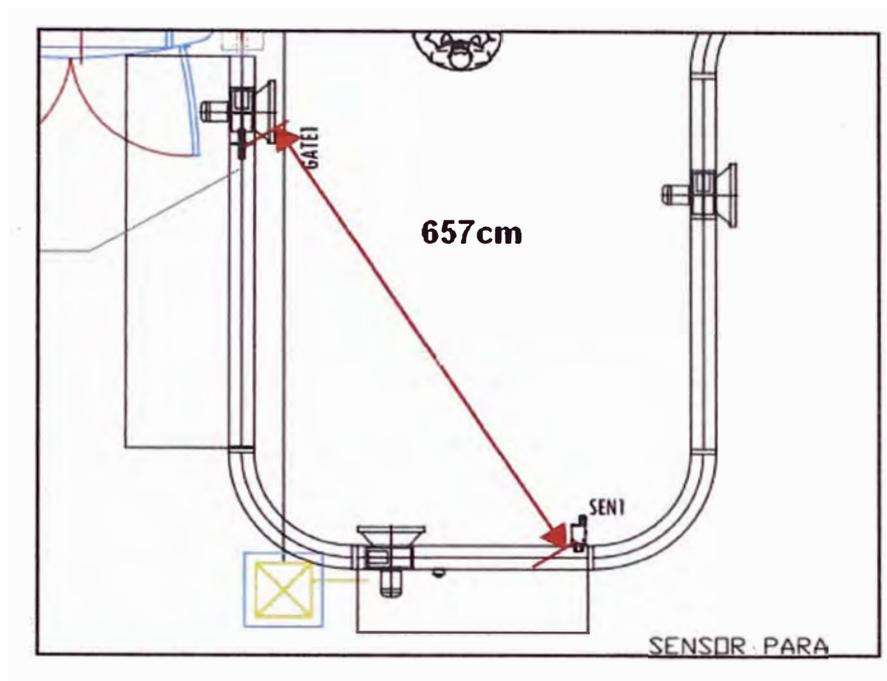


Fig.5.22: Instalación de SEN1 y compuerta de alivio

Para esta operación en manual se instalará un selector SEL1, con contacto normalmente abierto, y un pulsador PUL1 (Botón verde) para abrir y otro pulsador PUL2 (Botón Rojo) para cerrar. En la **Fig. 5.22** se muestra esta instalación en el plano.

Para el funcionamiento en automático, se debe cambiar de posición el selector SEL1 a 1, y quien abrirá la compuerta será la señal del PLC cuando el sensor SEN1 detecte envases parados. Esta compuerta se mantendrá abierta por seteo en el temporizador y otra señal de un segundo sensor SEN3 en un punto más cercano a la máquina etiquetadora.

El tiempo aproximado que necesita estar activado el GATE será el necesario para liberar la congestión de envases hasta la ubicación del sensor SEN3 (44s), tal como se muestra en la **Fig.5.23**.

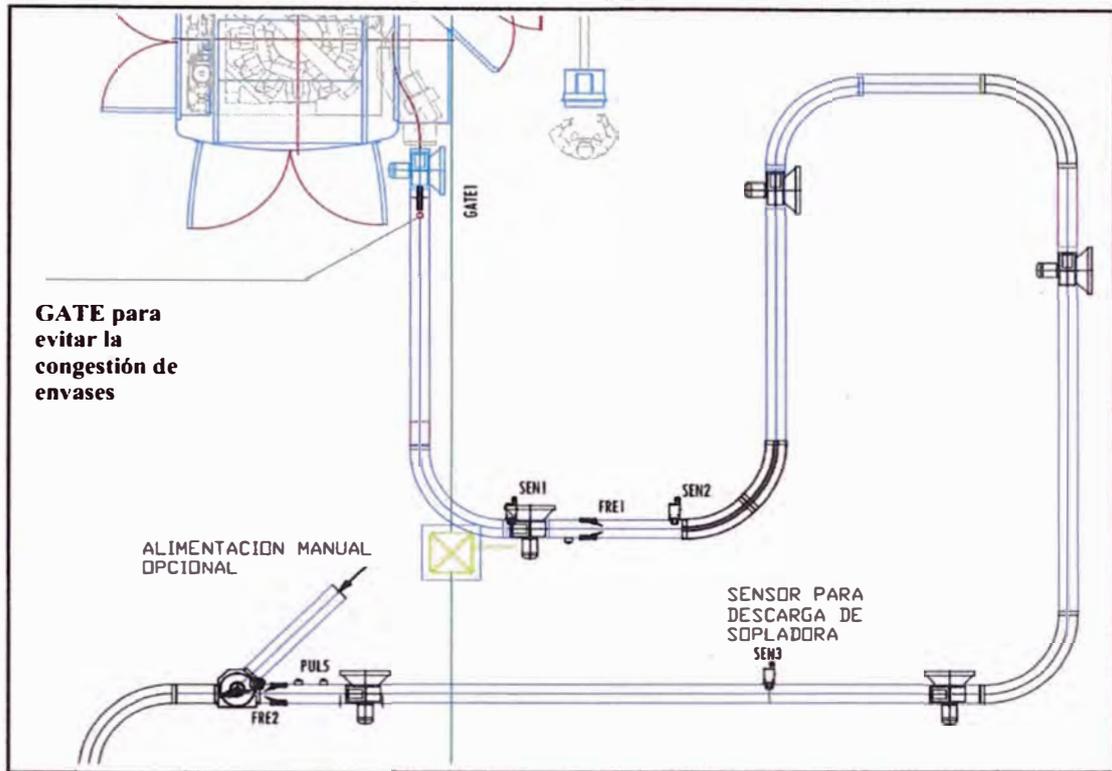


Fig.5.23: Instalación de SEN3 y sistema de alimentación manual

5.7 DEMOSTRACIÓN FOTOGRÁFICA

Como resultado de la implementación de los dos sistemas se muestran las Figuras 5.24 y 5.25 donde podemos observar como se pudo implementar el Sistema de freno y la compuerta de alivio en la Línea aerotransportadora.

La demostración fotográfica de la instalación se muestra a continuación:



Fig. 5.24: Sistema de formación de trenes de envases PET

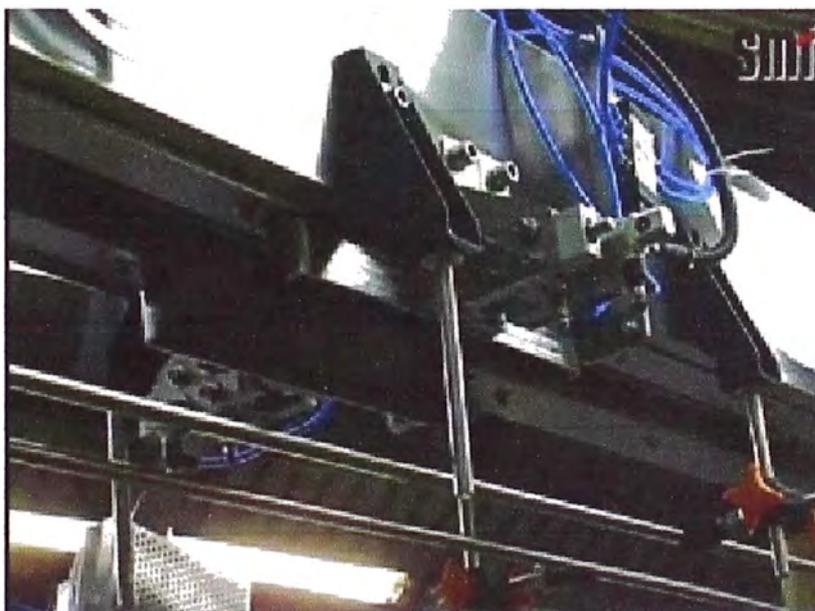


Fig. 5.25: Instalación de compuerta de alivio

CAPITULO VI

COSTOS Y TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

6.1 ESTIMADO DEL TIEMPO DE DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN.

6.1.1 Tabla de actividades

Para la elaboración de un proyecto de cualquier naturaleza, es necesario realizar una programación correcta, para evaluar que actividades son de mayor prioridad y además conocer si se pueden realizar actividades en paralelo para que el tiempo de ejecución se reduzca o bien si cierta actividad es predecesora de otra. Para ello se debe primeramente definir los pasos a realizar y luego estimar el tiempo de duración de cada una de las actividades para así conocer el tiempo estimado para la finalización del proyecto en cuestión.

La empresa que realizará la instalación, después de conocer a detalle los cambios que se realizaran en la planta, presentaron una tabla de actividades con tiempos estimados para la realización de las actividades de instalación. En la Tabla 6.1 se puede observar a detalle las actividades a realizar y su duración aproximada, calculada en días.

Tabla 6.1: Tabla de actividades del proyecto a implementar

No	ACTIVIDAD	DURACION(días)
	Selección de equipos para el sistema de Automatización	
1	Toma de información sobre la problemática en la línea aerotransportadora 22000	3
2	Listado de variables de Entrada y salida del Sistema de Automatización	1
3	Diseño de la lógica para la programación del PLC	1
4	Búsqueda de equipos eléctricos y de automatización.	1
	Implementación del sistema de Automatización	
5	Planos de diseño eléctrico y de instrumentación.	3
6	Selección de Sensores fotoeléctricos, PLC, Válvulas Neumáticas y accesorios.	1
7	Instalación de soportería, sensores y actuadores.	3
	Pruebas del funcionamiento del sistema de Automatización	
8	Protocolo de Pruebas del Sistema Eléctrico y de señal.	1
9	Pruebas del funcionamiento del Sistema de Automatización.	1

Ya conocido el tiempo estimado para la elaboración del proyecto se debe de planificar de tal manera que no afecte las actividades de producción, que se realiza dentro de la embotelladora. Aunque sabemos que es imposible que no se afecte en nada la producción actual, se debe de buscar la manera de organizar bien el tiempo para realizar las instalaciones y pruebas en los tiempos de parada de

las maquinas, incluido los tiempos en el que se realizan los mantenimientos preventivos, para evitar las paradas de producción.

6.2 ESTIMADO DE COSTOS (RECURSOS EMPLEADOS)

6.2.1 Costos por recursos humanos en ingeniería e implementación:

1. Toma de información sobre la problemática en la línea aerotransportadora 22000
 - Recursos empleados: 01ingeniero, 01 mecánico.
 - Tiempo: 5 días.
 - Costo:1000

2. Diseño de plano eléctrico y de instrumentación y selección de equipos.
 - Recursos empleados: 01 ingeniero.
 - Tiempo: 2 días.
 - Costo:1000

3. Instalación de 4 soportes de sensores para sistema de traba de envases PET y sistema automático de compuerta de cuello(Gate)
 - Recursos empleados: 01ingeniero, 2 mecánicos.
 - Tiempo: 2días.
 - Costo: 200

4. Instalación eléctrica de sensor para sistema de traba de preformas en maquina sopladora y pruebas.

- Recursos empleados: 1 ingeniero, 1 eléctrico y 1 mecánico.
 - Tiempo: 2 día
 - Costo: 200
5. Instalación eléctrica y programación de sensor para sistema automático de compuerta de cuello (Gate) y pruebas.
- Recursos empleados: 1 eléctrico y 1 programador.
 - Tiempo: 3 días.
 - Costo: 200
6. Instalación eléctrica y configuración de variadores de sistema automático de velocidad de aerotransportadores y transporte de faja para enlace de velocidad de maquina sopladora y etiquetadora, pruebas finales.
- Recursos empleados: 1 eléctrico y 1 ingeniero.
 - Tiempo: 1 día.
 - Costo: 200

6.2.2 Relación de costos por materiales eléctricos y de instrumentación:

MATERIALES PARA LINEA AEROTRANSPORTADORA 22000

PLC	1		CANT	PU	PT	
	1	cpu s7 200	6ES7212-1	1	284	283.61
	2	modulo de ampliacion S7 200	6ES7223-1	1	377	376.89
	3	Fuente de alimentacion 24 VDC 5 amp	6EP1331-2	1	195	194.66
	4	bornes de interconexion 2,5 mm legrand		40	0.62	24.8
	5	breacker de proteccion 2 x2 amp		1	16.9	16.9

Sub	896.86
------------	---------------

tablero	1					
	1	transformador monofasico 440-220 1 KVA electrovolt		1	85	85
	2	canaleta ranurada 60 x 80		1	12.7	12.70
	3	riel din		1	3	3
	4	bornes varios		1	40	40
	5	ferreteria varios		1	150	150

Sub	290.70
------------	---------------

Instrumentacion	1					
	1	selector 2 p manija negra	XB4BD21	2	17.4	34.84
	2	cajas para un boton		3	11.3	33.75
	3	soporte para caja un boton		3	15	45.00
	4	cajas para dos botones		1	13.9	13.94
	5	soporte para caja dos boton		1	25	25
	6	sensores fotoelectricos para plastico transparente con ref		3	110	330
	7	soportes de sensores y reflex articulables		6	40	240

Sub	722.54
------------	---------------

Sistema neumático	1					
	1	Unidad de mantenimiento 1/2" micro		1	120	120
	2	conectores tipo racor 1/2 a PL10		2	5	10
	3	Pistones ISO 6431 Dia 20, carrera 10		2	52	104
	4	Pistones ISO 6431 Dia 25, carrera 50		2	100	200
	5	reguladores de caudal 1/8 x PL8		4	15	60
	6	horquillas para pistones		4	5	20
	7	Electrovalvulas monoestables 5/2 vias 24 VDC retor/resor		2	60	120
	8	conectores tipo racor 1/8 a PL8		6	2	12
	9	Tee PL10		6	4.5	27
	#	reduccion PL10-PL8		6	3.5	21
	#	tubo de poliuretano PL8		10	2	20
	#	tubo de poliuretano PL10		40	3	120
	#	soportes de electrovalvulas		2	12	24

Sub	858
------------	------------

Cableado eléctrico	1					
	3	cable de sensores 3 x 18 vulcanizado		300	0.55	165
	4	cable de electrovalvulas 3 x 16 vulcanizado		200	0.7	140
	5	ferreteria electrica		1	200	200

Sub	505
------------	------------

montaje eléctrico	1					
	1	3 personas de montaje eléctrico 1 semana				600
	2	Planos de diseño eléctrico y de instrumentación 4 días				1000
	3	Programacion y pruebas 1 persona 2 días				1000
4	Puesta en marcha 2 personas eléctrico + mecanico 2 días				200	

Sub	2800
------------	-------------

Cuadro resumen de costos directos.

Resumen		
PLC		896.86
Tablero		290.70
Instrumentación		722.54
Sistema neumático		858.00
Cableado eléctrico		505.00
Montaje eléctrico		600.00
Ingeniería		2200.00
	Sub	6073.095

6.3 BENEFICIOS OBTENIDOS

Con la implantación del proyecto se obtuvieron los siguientes beneficios:

- Se logró aumentar la velocidad promedio de los envases PET en las Líneas aerotransportadoras.
- Se logró dar continuidad al proceso, es decir el número de paradas por concepto de trabas en el transporte se redujo a cero. También la falta de botellas para el etiquetado, ante alguna situación en la línea o en la sopladora, se compenso con las botellas en stock.
- Se logró mejorar la línea de producción sin necesidad de agregar personal operativo.
- El transporte de botella es más eficaz.

6.4 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

El beneficio obtenido se da para presentaciones de envases de 500ml, ya que se logra una mayor velocidad en el transporte y así se evitan los paros en la etiquetadora por falta de envases, por ello explicaremos la mejora en ambos sistemas.-

Antes de la implementación del sistema de automatización:

Sistema de Freno para evitar trabado de envases:

Anteriormente se obtenían aproximadamente 10 paros por turno debido al trabado de envases. Estos paros tenían una duración promedio de 4 minutos (0.066 horas).

De esta manera obtenemos la cantidad en horas de los paros por turno.

$$10 \text{ paros} * 0.066 \text{ horas} = 0.66 \text{ horas de paros / turno}$$

La velocidad de estas presentaciones de envases en la línea se da a un promedio de 23,000 botellas / hora. Con estos datos podemos calcular el número de botellas que se dejan de etiquetar en este tiempo muerto.

$$23,000 \text{ botellas / hora} * 0.66 \text{ horas} = 15,333 \text{ botellas}$$

Utilizando en promedio un costo por botella producida, podremos calcular el costo de oportunidad., solo por la falta de implementación del sistema de freno.

$$CO = 15,333 \text{ botellas} * CO' \text{ por turno.}$$

Compuerta de alivio para evitar la congestión de envases en la línea

En el sistema original se presentaban 2 paros por turno debido a la falta de envases, por falla en la línea, cambio de bobina de etiquetas o el cambio de formato de envases. Estos paros tenían una duración promedio de 30 minutos (0.5 horas). De esta manera obtenemos la cantidad en horas de los paros por turno.

$$2 \text{ paros} * 0.5 \text{ horas} = 1 \text{ hora de paros / turno}$$

La velocidad de envases con este suministro manual se da a un promedio de 14,000 botellas / hora. Con estos datos podemos calcular el número de botellas que se dejan de etiquetar en este tiempo muerto.

$$14,000 \text{ botellas / hora} * 1 \text{ hora} = 14,000 \text{ botellas}$$

Utilizando el promedio de costo por botella, podremos calcular el costo de oportunidad por la falta de implementación de la compuerta de alivio.

$$CO = 14,000 \text{ botellas} * CO' \text{ por turno.}$$

Con esta información se puede calcular el flujo de envases reales que pasan por la línea en un turno (8 horas), antes y después de la implementación:

Tenemos un flujo de envases preestablecido (por capacidad de las máquinas)

23,000 botellas/hora

Considerando esta velocidad, la producción por turno (8horas) será 184,000botellas.

Antes de la implementación, la cantidad de botellas que se dejan de producir por ambos problemas:

$$15,333+ 23,000 = 38,333$$

Por lo tanto se producen en realidad: 145,667 botellas por turno. Dando como resultado, el flujo de velocidad promedio de la línea aerotransportadora antes de implementar el sistema de automatización de 18,208.3 botellas / hora.

Después de realizado la implementación del sistema automatizado para un turno:

Producción por turno:

$$23,000 \times 7 + 14000 = 175,000$$

Obteniendo una velocidad promedio de 21,875 botellas / hora.

Considerando el CO (Costo de oportunidad) ó costo de un envase:

$$CO = 0.23 \text{ céntimos de nuevo sol.}$$

Las pérdidas totales considerando los 02 sistemas:

$$(15333+14000) \text{ botellas} \times 0.23 = 6,746.59 \text{ Nuevos soles}$$

Convirtiendo al dólar de N.A, según el tipo de cambio 2.80, moneda utilizada para describir los costos totales.

Costo en pérdidas de producción: 2,409.49 USD.

Costo total por la implementación: 6,073.09 USD. Pérdida

Tiempo aproximado de retorno 2.52 meses

Tabla 6.3: Tabla resumen del análisis de resultados

	ANTES			DESPUES
	Tiempo de paradas por turno	Producción perdida por turno (Env.)	Costos de producción perdida por turno (\$)	Producción recuperada por la implementación
Sistema de freno	10 paros de 4min (0.66 hr/turno)	$23000 \times 0.66 = 15333$	$15333 \times 0.23 / 2.8 = 1259.49$	15333
Compuerta de alivio	3 paros de 20min (1 hr/turno)	$23000 \times 1 = 23000$	$14000 \times 0.23 / 2.8 = 1150$	14000
Total		38333	2409.49	
Total de envases por turno	$184000 - 38333 = 145,667$			$23,000 \times 7 + 14000 = 175,000$

Se aumentó la producción de botellas por turno en un 20.13%.

Se debe considerar que en la planta se trabajan al menos en dos turnos, es decir las pérdidas de producción por día se duplican y también el costo de oportunidad que se está dejando de percibir por causa de los paros de producción.

Se mejoró la eficiencia de la línea por lo menos en un 95.10%, sin considerar los gastos por mano operativa y de energía eléctrica, por el funcionamiento innecesario de los sopladores cuando suceden las fallas,

CONCLUSIONES

1. Se logró automatizar el sistema de freno y de la compuerta de alivio en las líneas aerotransportadoras, con el aumento de la velocidad promedio de producción de 18,000 a 22,000 botellas por hora, reduciendolos problemas por las trabas de botellas. El transporte se realiza ahora por trenes de envases, garantizando el flujo constante de envases al ingreso de la etiquetadora.
2. Se solucionó los paros de producción, debido a la falta de envases al ingreso de la etiquetadora, con la instalación de una compuerta de alivio “GATE” a la salida de sopladora, permitiendo que se tengan botellas de stock para que la producción no se detenga.
3. Al haber eliminado los paros en la producción por falta de botella, se logra trabajar de manera continua, por lo que fue posible cumplir a cabalidad con los programas diarios de producción, tanto para el soplado de botella, como para el etiquetado de envases PET.

RECOMENDACIONES

1. La empresa debe crear un programa de mantenimiento preventivo para garantizar la vida útil de los equipos eléctricos y electroneumáticos, como la lubricación del FRL, cambio de elementos filtrantes en los filtros de aire comprimido, calibración de los sensores y reguladores de presión.
2. Se recomienda hacer la instalación eléctrica y configuración de los variadores del sistema automático de velocidad de transporte de tablilla de la maquina sopladora y etiquetadora, con la velocidad de las líneas aerotransportadoras
3. Se debe monitorear el buen funcionamiento del nuevo sistema de automatización. La inversión inicial puede ser de beneficio para la empresa, si se logra utilizar de buena manera los equipos.

BIBLIOGRAFIA

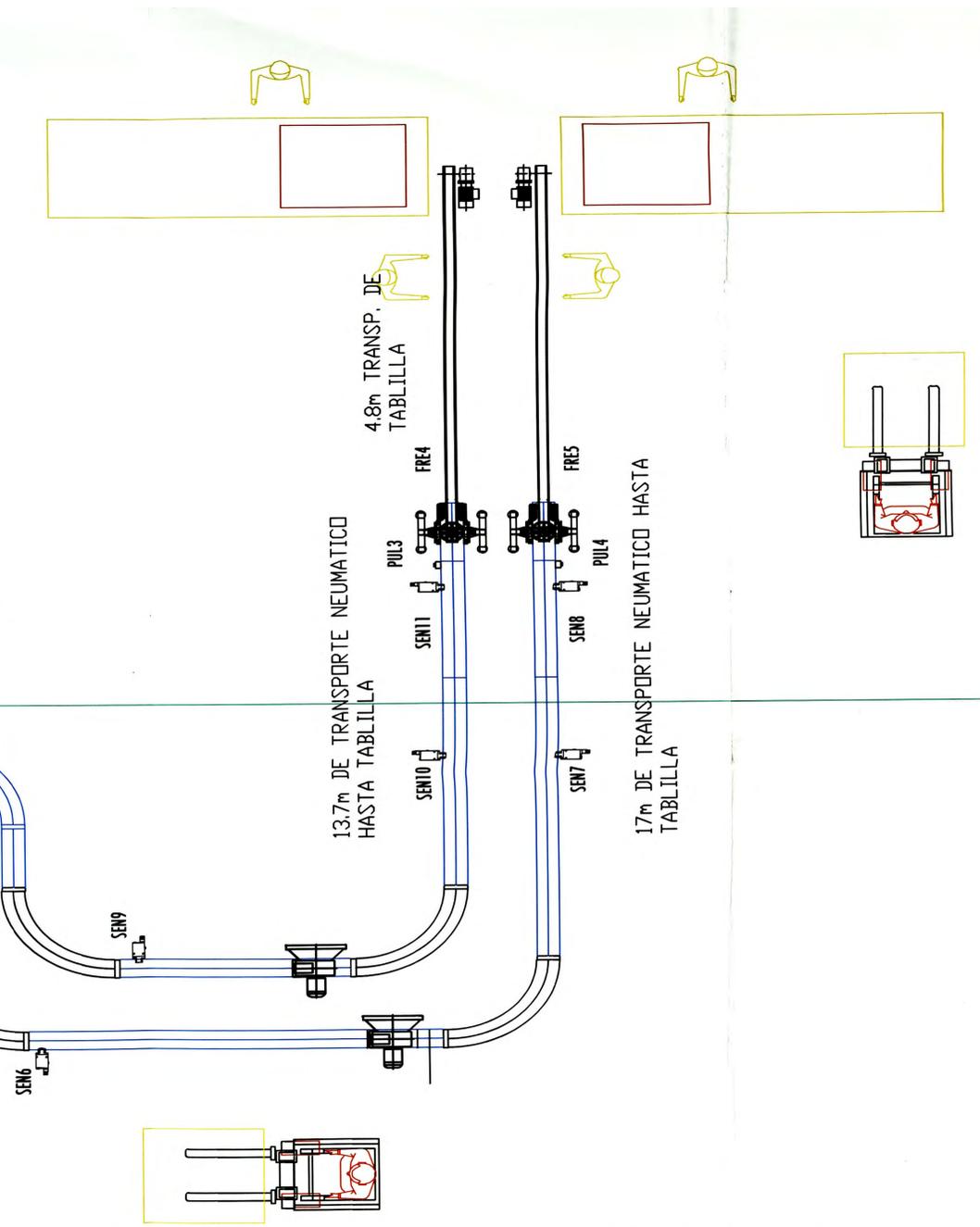
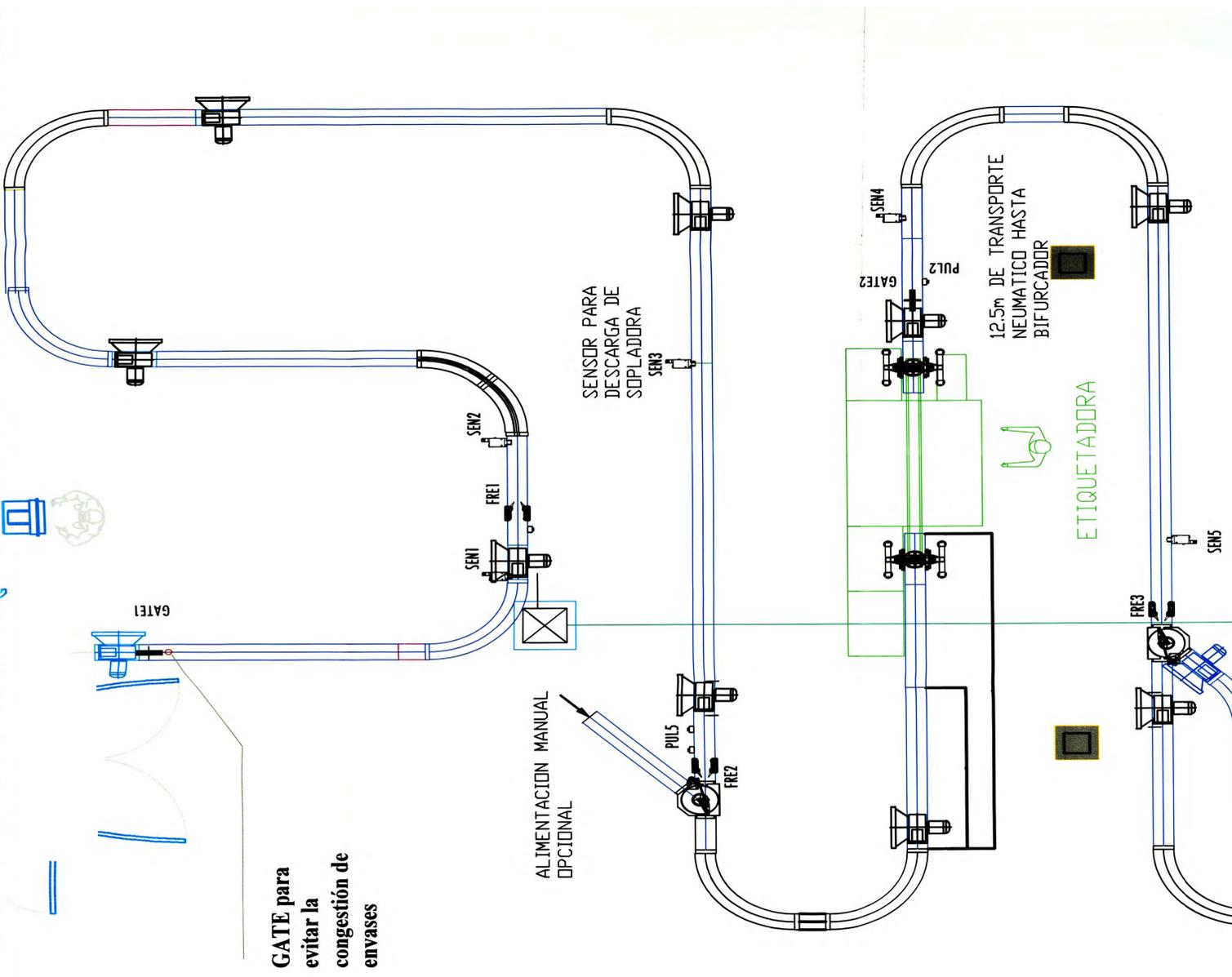
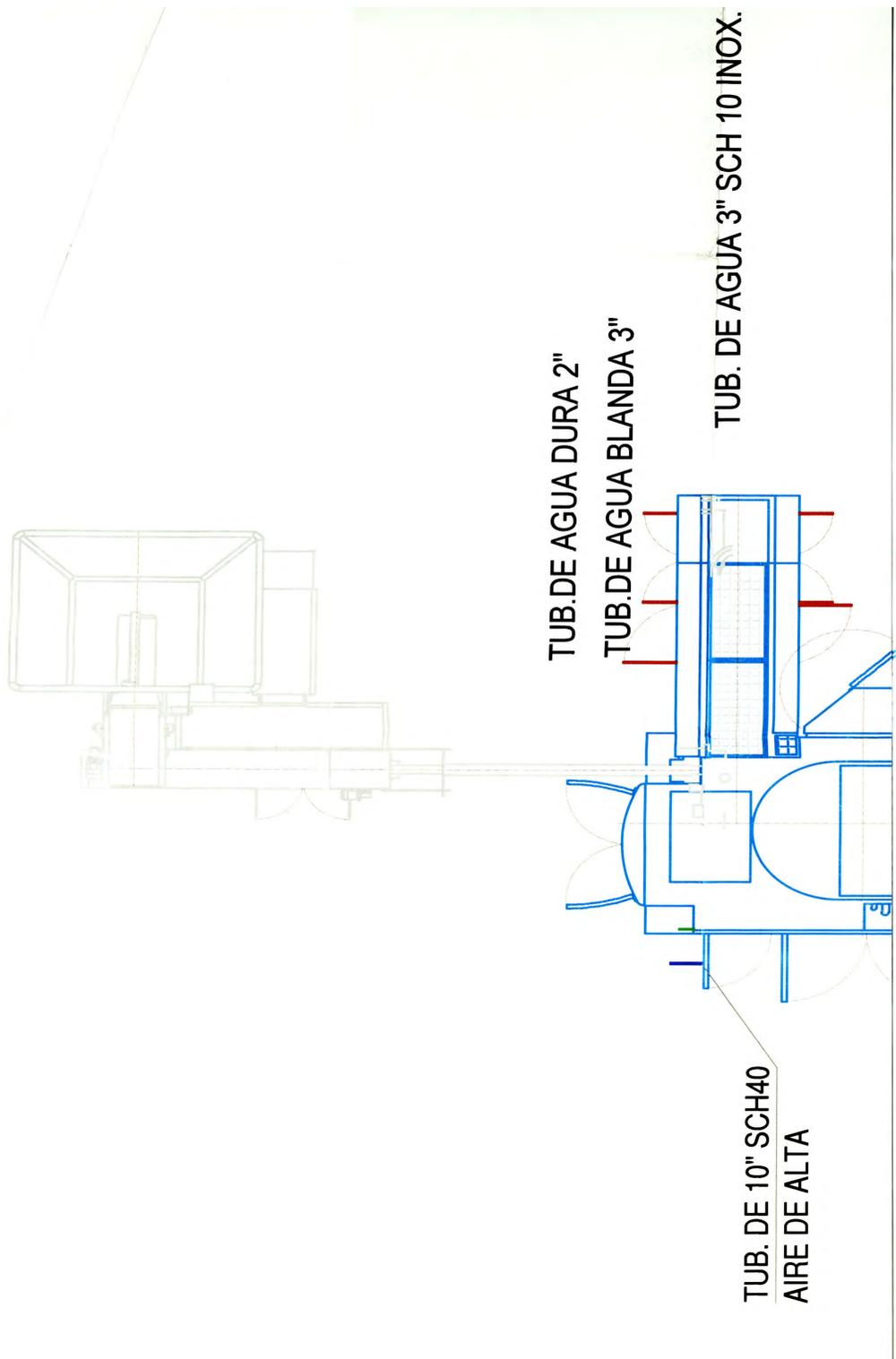
Textos y Manuales

- 1 Maximixe. CASER, Club de Análisis de Riesgos. Envases plásticos. Febrero, 2009, p. 82.6 Ibídem, p. 139.
- 2 Balcells J., Romeral, J.L.; 'Autómatas programables'; ed. Marcombo (sensores y actuadores)
- 3 SapagChain, Nassir. Preparación y Evaluación de Proyectos. 3ra. Edición Boghota McGraw Hill.

Páginas Web

1. Smi, <http://www.smi.com.pe/index.php>
2. Sidel<http://www.sidel.es/sobre-nosotros/inline-magazine?tag=1158#catselect>
3. Festo[http://www.festo.com/cms/es es/9718.htm](http://www.festo.com/cms/es_es/9718.htm)

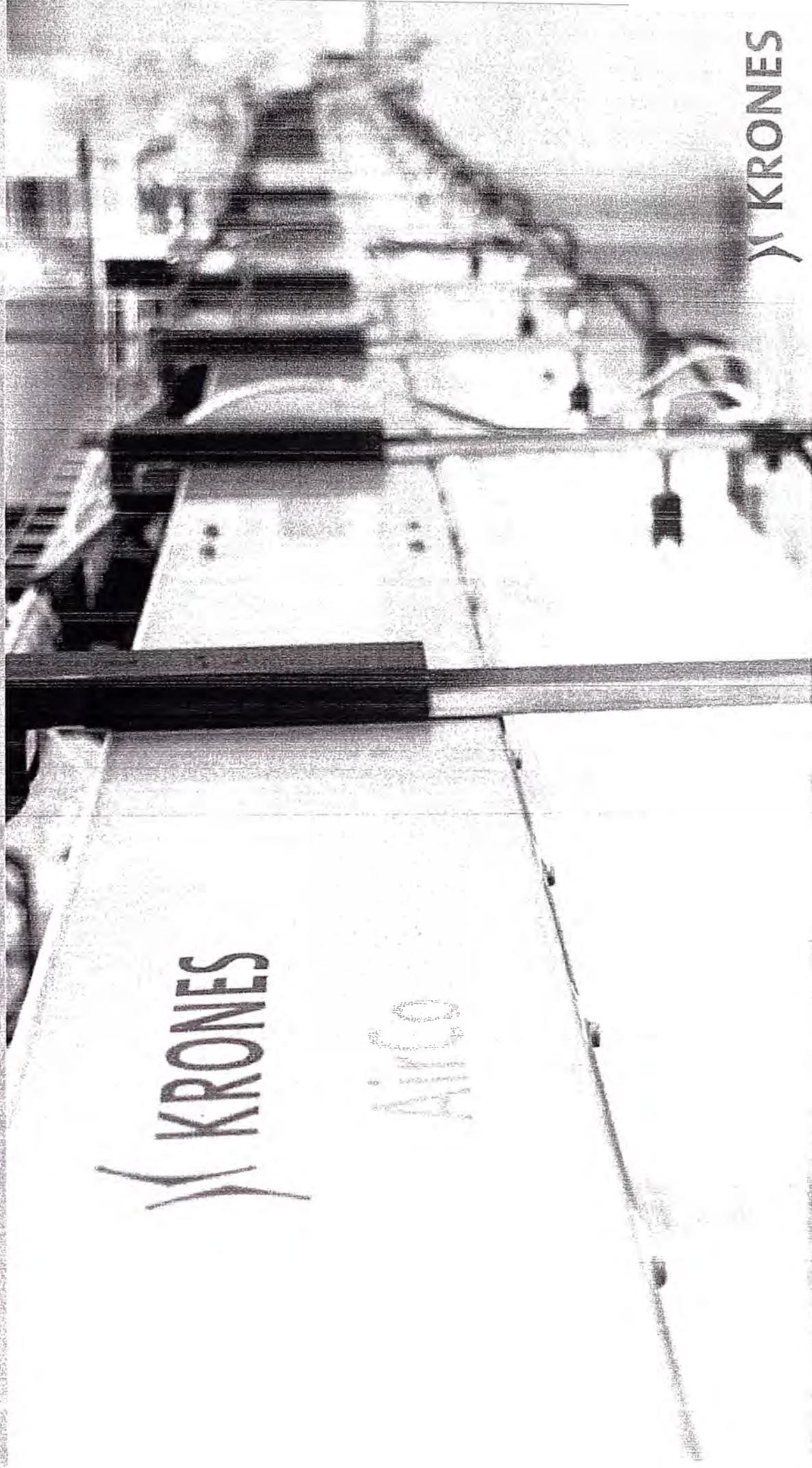
APÉNDICE



CLIENTE:	PROYECTO DESARROLLO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA UNA MAQUINA AEROTRANSPORTADORA DE ENVASES PET PARA AUMENTAR LA PRODUCCION EN 2008		DISENO
CONCESIONARIA:	ING. PROYECTISTA:		REVIS.
	DIST. LIMA	PROV. LIMA	FECHA
	DPTO. LIMA		ESCALA S/E
			PLANO N°
			(1/1)

KRONES AirCo

El transportador aéreo para botellas PET

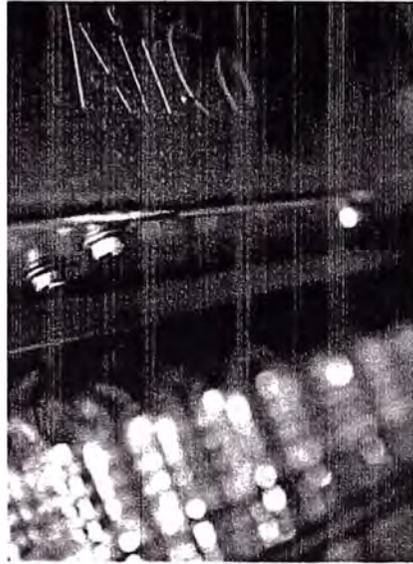


KRONES

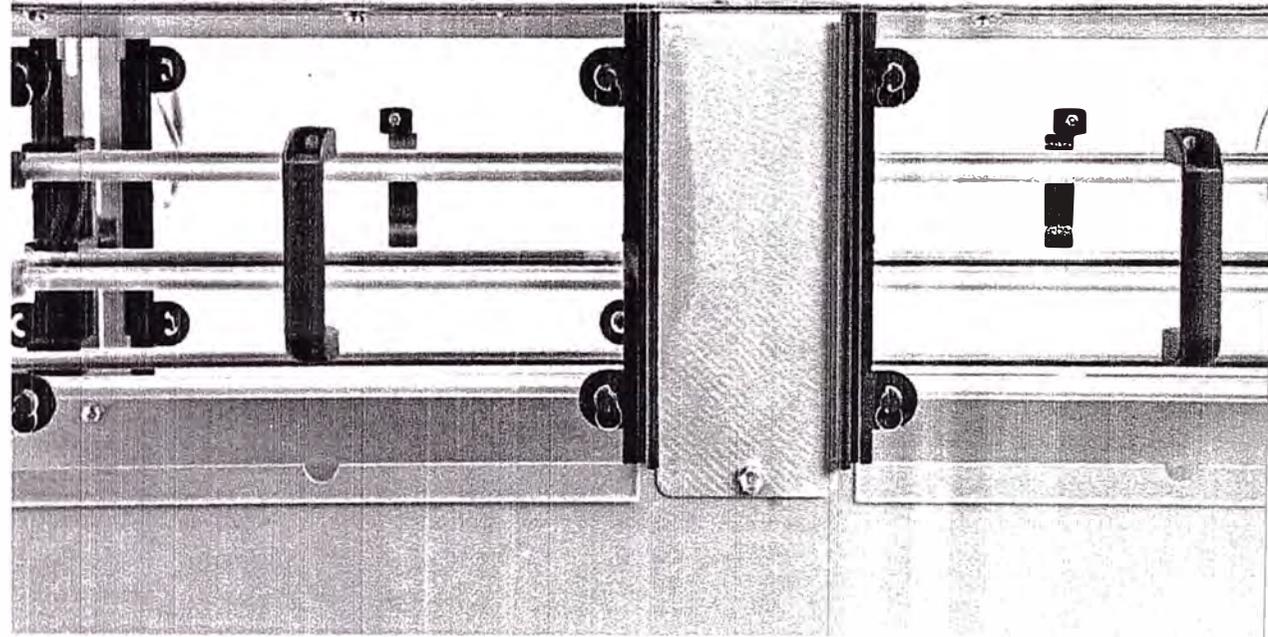
Viajando por el aire

KRONES AirCo

Los envases de plástico necesitan un tratamiento especial. Por esta razón, el transportador AirCo hace todo lo posible para transferir los sensibles pesos ligeros de forma segura y protectora desde la estiradora-sopladora a la llenadora o a la etiquetadora. Y para que en el camino las botellas no tengan tiempo de ensuciarse, funciona con una velocidad impresionante. Pero el variable transportador puede hacer mucho más que transportar sencillamente las botellas del punto A al punto B. Si el siguiente componente de la línea, por ejemplo la llenadora o la etiquetadora, interrumpe brevemente su operación, el AirCo funciona como pulmón compensando eficazmente el tiempo que dura el incidente. De esta forma mantiene constantemente en un alto nivel no solo las botellas sino también la efectividad de la línea.



 **KRONES AirCo**

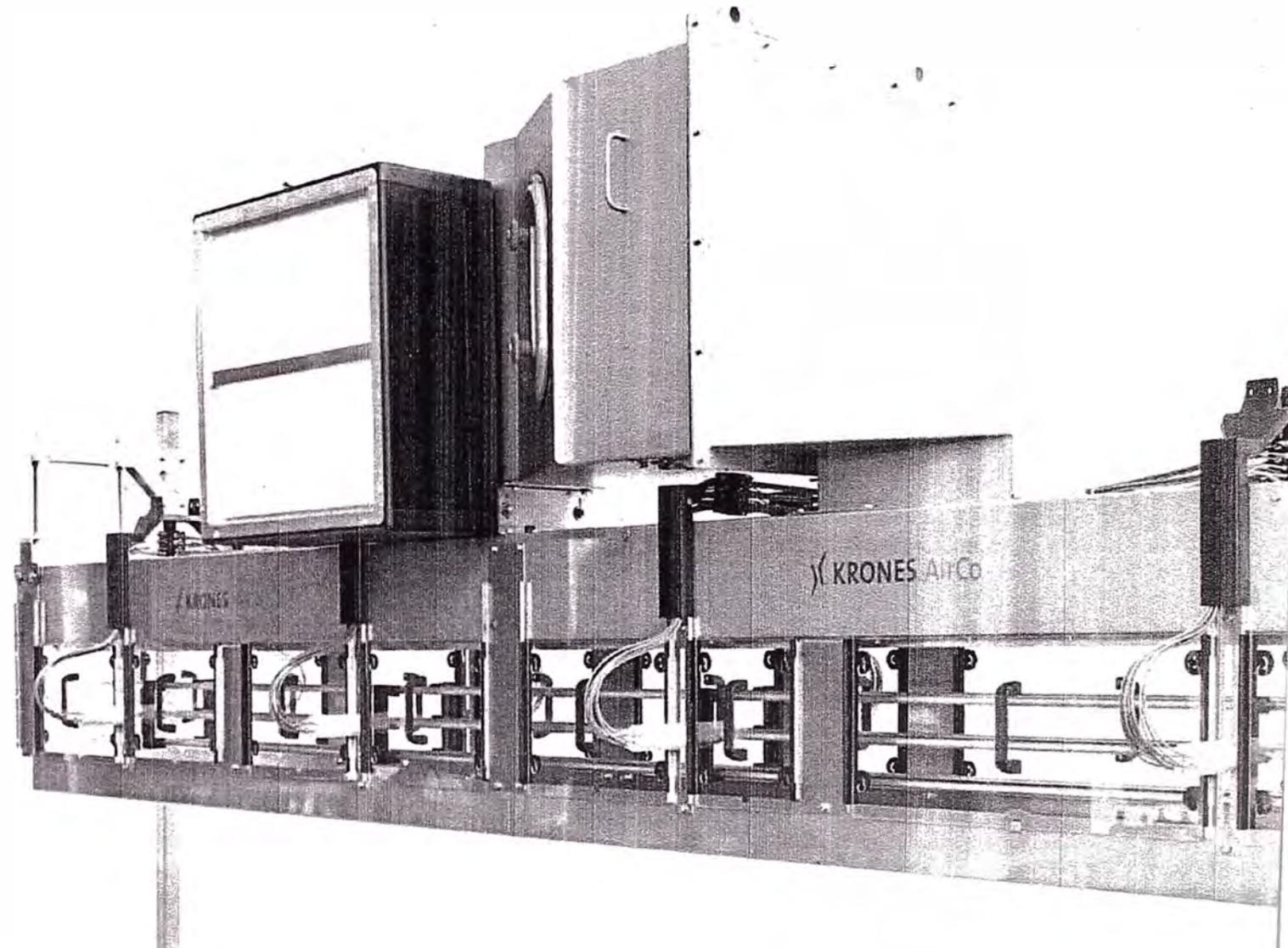


Campos de aplicación

KRONES AirCo

Para poder transportar las botellas PET resulta decisiva la forma, el peso, las propiedades del material, las condiciones ambientales, así como la tolerancia en las dimensiones del envase.

Mediante la utilización de componentes recién desarrollados pero extensamente probados como el canal triangular, los perfiles portantes fijados por clips, los cilindros de varias posiciones, la unidad de ventilador altamente eficaz, la regulación de presión automática y los sensores ultrasónicos fiables, los transportadores aéreos de KRONES están en condiciones de cumplir con todas las tareas previstas.



Características de construcción

- Posibilidad de un montaje en el suelo, en la pared o en el techo
- Construcción robusta de la caja en acero fino con un espesor de la chapa de 2 mm
- Perfiles portantes de plástico UHPE resistente al desgaste
- Guiado seguro de los envases en el canal triangular patentado
- Cilindros de varias posiciones para el ajuste exacto de las barandillas durante un cambio de formato
- Cilindros neumáticos para el ajuste totalmente automático de las barandillas durante un cambio de formato
- Comunicación entre PLC y convertidor mediante sistema de bus

Ejecución estándar

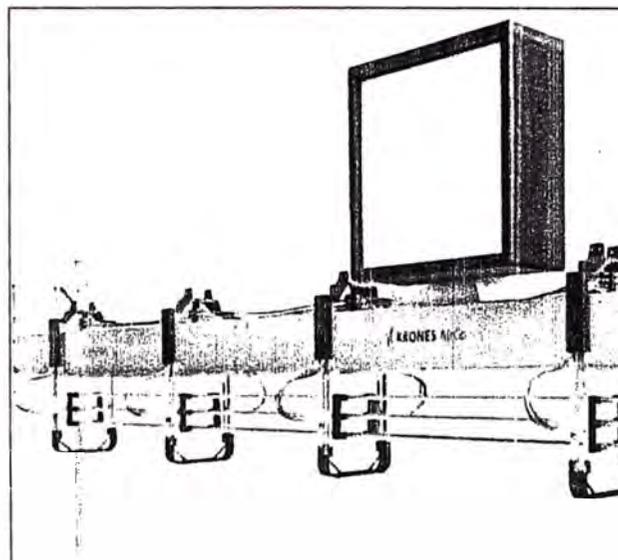
- Cárter del ventilador en acero barnizado
- Transporte seguro y con relativamente pocos gérmenes
- Posibilidad de reequipar posteriormente el sistema para el diseño de tipo Enhanced Hygienic Design

Enhanced Hygienic Design

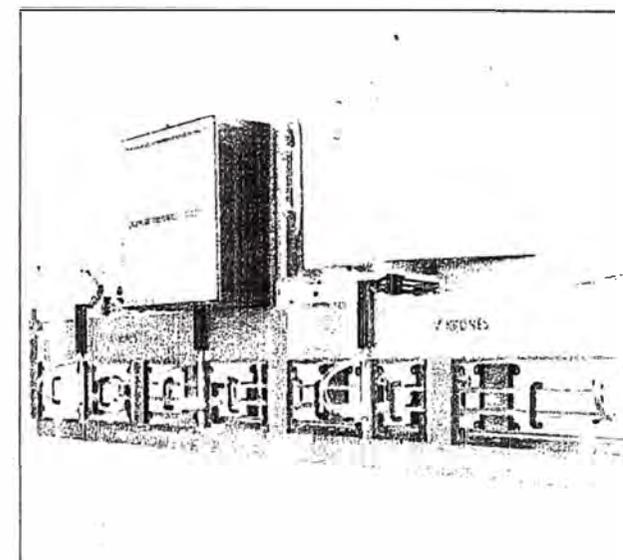
- Cárter del ventilador en acero fino
- Concepto especial de filtros para mayor higiene
- Cárter de todo el trayecto de transporte con lunas transparentes de plástico
- Lunas de fácil apertura para trabajos de limpieza y de revisión

Equipo suplementario

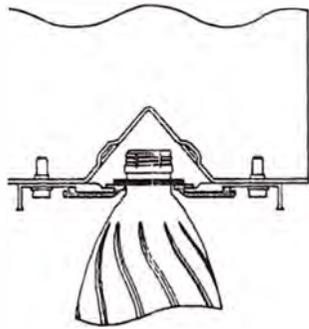
- Ajuste automático de los perfiles portantes: Los perfiles pueden ajustarse neumáticamente para el procesamiento de dos diámetros diferentes de cuellos.
- Regulación controlada por presión: Las revoluciones del ventilador radial se ajustan automáticamente dependiendo del grado de ensuciamiento del filtro.



AirCo en versión estándar

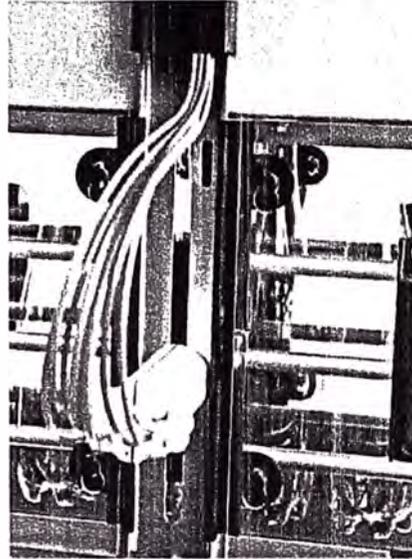


AirCo con diseño higiénico de tipo Enhanced Hygienic Design



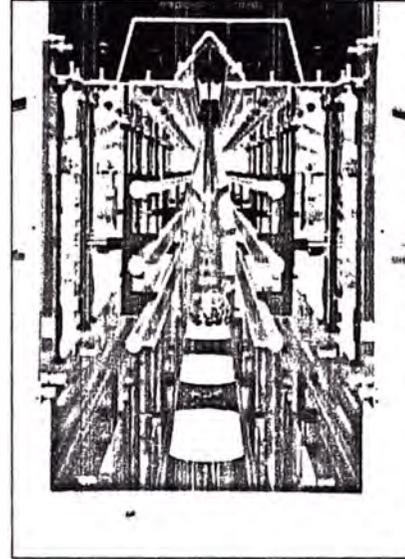
Perfiles portantes

- Los perfiles portantes fabricados en robusto PE se fijan mediante un sistema enchufable o de clips. De esta forma se adaptan perfectamente a todas las geometrías de los envases.
- Para sustituir los perfiles no se necesitan trabajos de ajuste.
- El material muy deslizante asegura una operación continua, incluso cuando las preformas presentan ligeras deficiencias en la calidad y cuando se trata de formas complejas de envases.



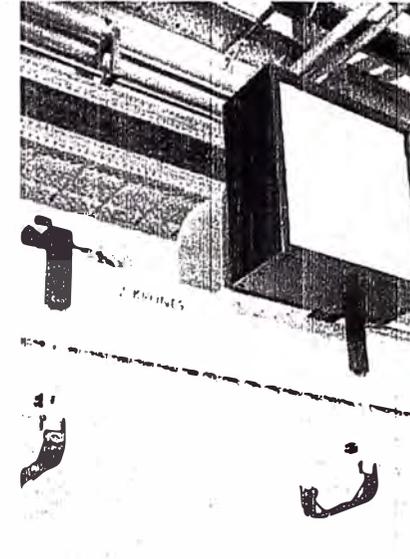
Cilindro de varias posiciones

- Son posibles hasta doce posiciones
- Ajuste exacto de las barandillas sin cilindro posicionador
- Reequipamiento muy sencillo de nuevos envases



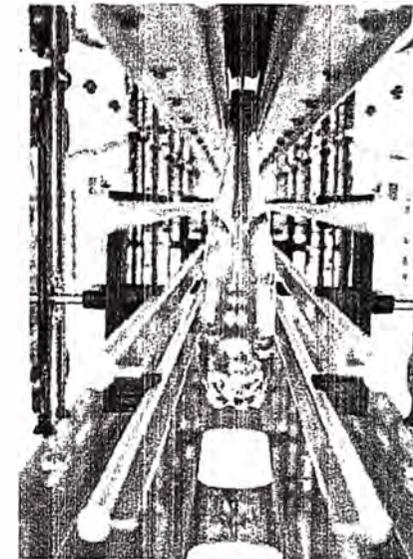
Canal triangular

- El canal triangular y el sistema especial de toberas garantizan una distribución homogénea del aire y consecuentemente un transporte seguro y continuo.
- No se atascan las botellas, porque ya no pueden "subir" dentro del canal.
- Superficies con pulido especular garantizan un mínimo efecto de adhesión y de atascamiento.



Accionamiento

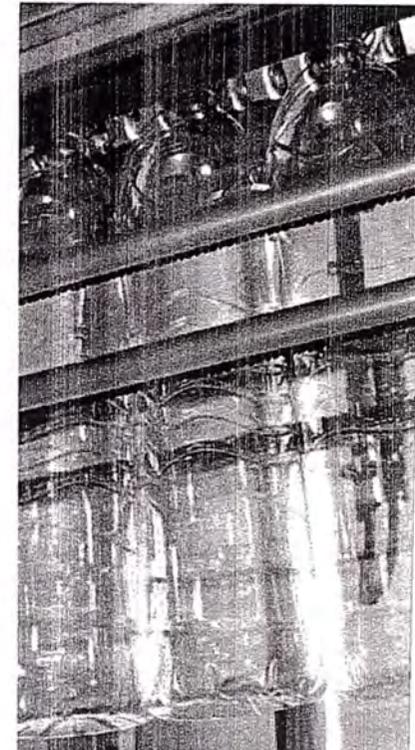
- Sin vibraciones: El motor y el ventilador se equilibran conjuntamente.
- Ahorrador de energía: Ventilador estándar con motor de 1,5 kW, ventilador EHD con motor de 2,2 kW
- Silencioso: Con un máximo de 78 dB queda por debajo de todas las normas internacionales vigentes de protección antirruído.



Ejecución de las barandillas

- Ejecución robusta para una larga vida útil
- Ajuste universal de la altura y del diámetro de los envases
- En caso de cambiar los envases utilizados, se pueden reequipar las barandillas guía en todo momento.

Sistema de filtros	Filtro principal	Prefiltro	Superficie filtrante efectiva	Campo de aplicación
F5	Tela de microfibra de vidrio		11 m ²	Utilización en serie en la producción
F5 con prefiltro G4	Tela de microfibra de vidrio	Tela de la manta en fibras de poliéster con ligamento térmico		Producción con fuerte carga de grandes partículas de polvo y de hollín por ej. en la parte seca
F8 con prefiltro G4	Tela de microfibra de vidrio	Tela de la manta en fibras de poliéster con ligamento térmico	13 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Altas exigencias en cuanto a la pureza del aire de soplado ■ Generación de óptimas condiciones microbiológicas
HEPA	Filtro de partículas en suspensión H13	G4/F5	37 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ■ Las máximas exigencias en cuanto al poder de retención de partículas submicrónicas



Componentes del sistema

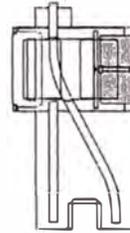
Cambios de vía

- Unidades de ajuste neumáticas reúnen o separan diferentes líneas de transportadores.
- La confluencia o la distribución desde la izquierda a la derecha o a la inversa permiten ajustar individualmente la línea a las condiciones de espacio existentes.
- La construcción sencilla de los cambios de vía asegura una gran seguridad de funcionamiento.

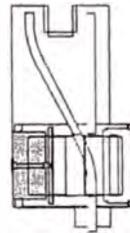
Zusammenführung links



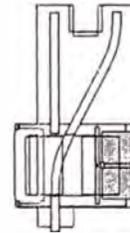
Zusammenführung rechts



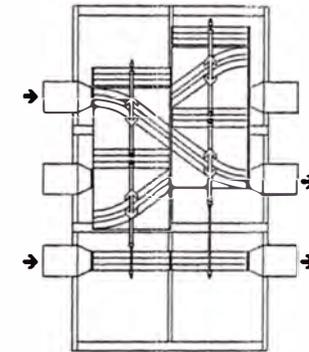
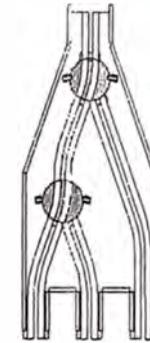
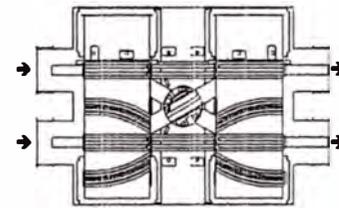
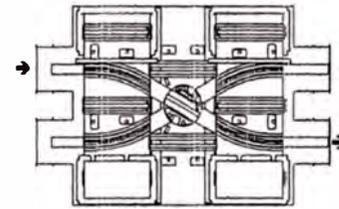
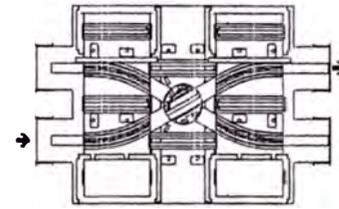
Verteilung links



Verteilung rechts

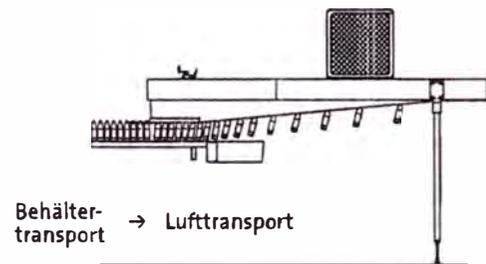


Förderrichtung



Unidades de toma y de posicionamiento

- Las unidades de toma y de posicionamiento de ajuste manual transfieren los envases desde el transportador aéreo a uno clásico y viceversa.
- Las unidades sirven para una gama de envases de diferentes alturas.



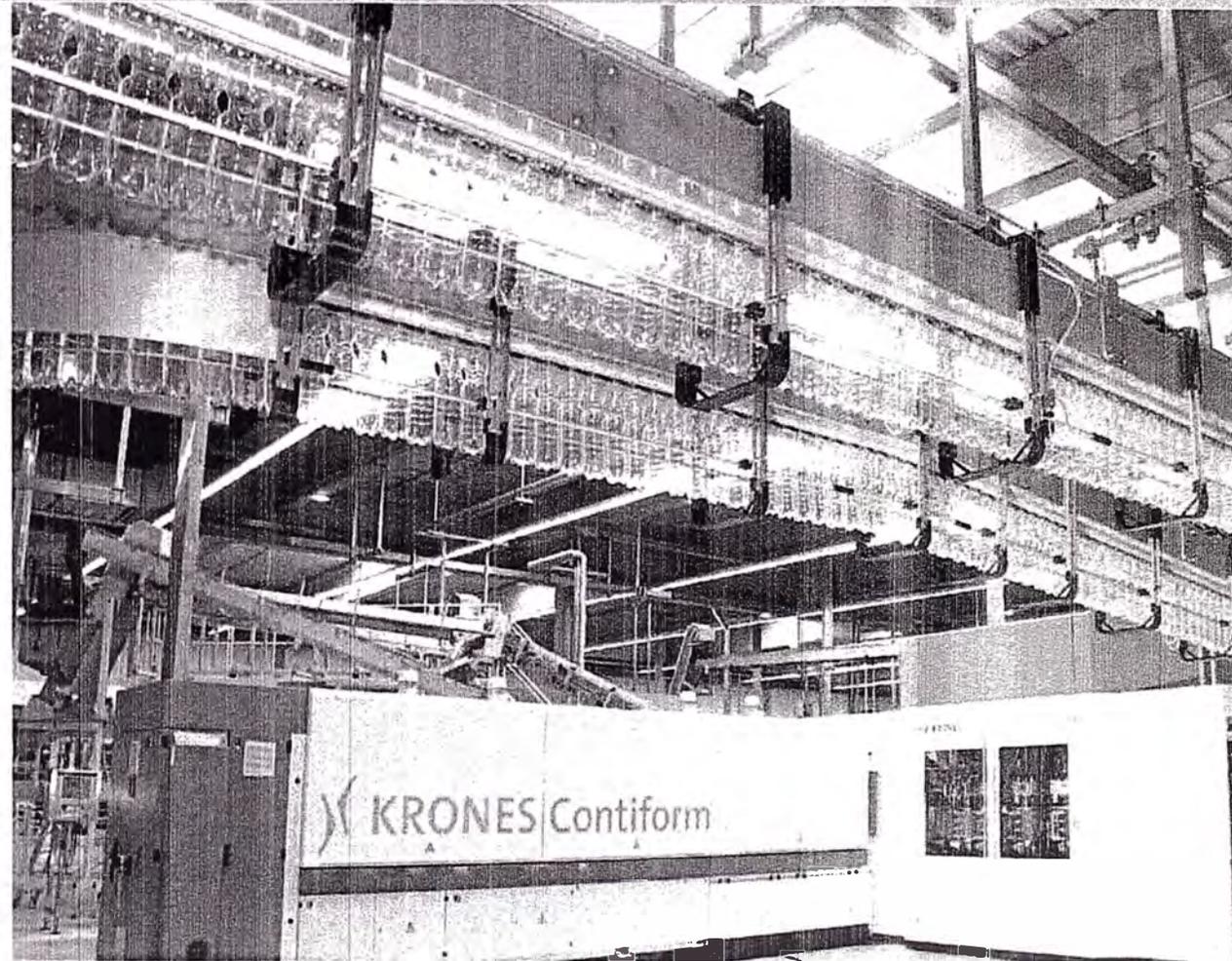
Manejo

- Todo el sistema de transporte se maneja confortable y ergonómicamente mediante una pantalla táctil central.
- El operador comprende y domina fácilmente la estructura de menús claramente estructurada con interfaz de usuario Windows.
- Muchas representaciones gráficas facilitan la operación del transportador.
- Mediante la visualización gráfica del layout de la línea es posible localizar rápidamente las causas de las paradas de la línea.

Mando

El mando inteligente de toda la planta es condición indispensable para que la línea tenga una gran disponibilidad. Por esta razón KRONES ha desarrollado un sistema de mando de estructura clara que logra aprovechar al máximo las capacidades de la planta mediante la regulación de las máquinas y de los transportadores: Unos sensores miden constantemente el tiempo pulmón del sistema. Mediante estos datos, se ajusta el rendimiento de las máquinas a la actual capacidad pulmón del sistema. Cuando se cambia de tipo, los transportadores aéreos pueden conmutarse al nuevo tamaño de envase, mientras que los transportadores de otros sectores terminan de elaborar el tipo anterior con el que se trabajaba hasta el momento, reduciendo considerablemente los tiempos de parada de la línea.

- Todos los motores y convertidores de frecuencia pueden mandarse y parametrizarse individualmente mediante la pantalla táctil.
- Todos los parámetros se registran y salvaguardan en el sistema.
- Los convertidores de frecuencia se mandan a través de los sistemas Profibus o DeviceNet.



■ Disposición flexible

Dependiendo del espacio disponible, el transportador puede montarse en el suelo, en la pared o en el techo.

■ Cambio de formato rápido

Gracias al mando neumático del guiado de los envases, el AirCo puede ajustarse en un tiempo mínimo a otros formatos de envases.

■ Alta eficiencia

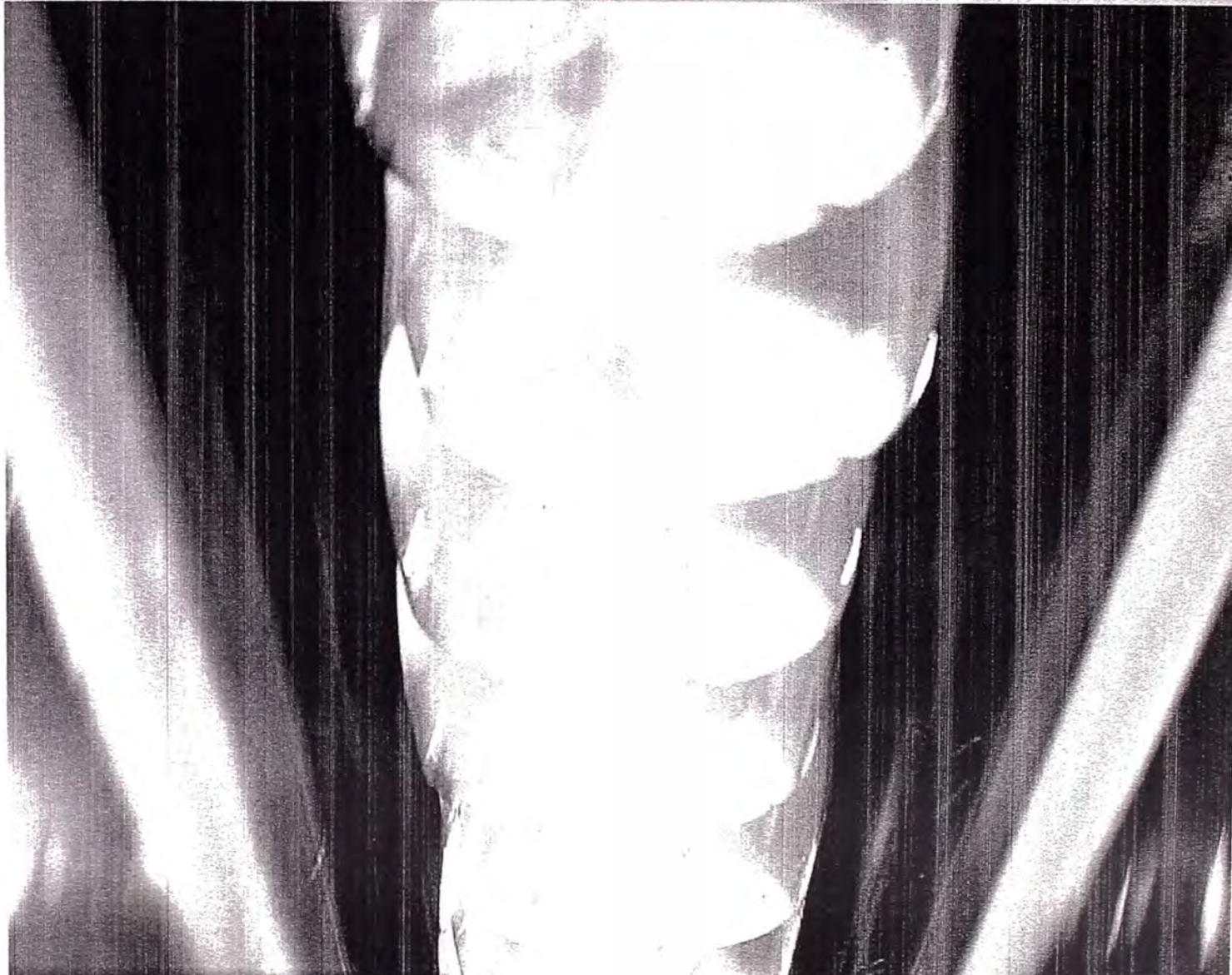
Utilizando los sensores ultrasónicos de fácil mantenimiento, la efectividad de la línea se mantiene alta de forma duradera.

■ Rápida instalación y puesta en marcha

Casi todos los componentes se montan previamente en la fábrica. De esta forma el transportador está listo para el funcionamiento en muy poco tiempo según el principio de Plug & Play.

■ Buena higiene

Para requerimientos especiales en cuanto a higiene, se ofrece el transportador con diseño higiénico de tipo Enhanced Hygienic Design.



Contacto

- Visita de un asesor personal
 Otro material para informarse

- Señor Señora

Nombre

Apellidos

Empresa

Calle, número

C.P. Localidad

País

Teléfono

E-Mail

Interlocutor en KRONES (si se conoce)



LCS Lifecycle Service

Cada empresa y cada ubicación son únicas. Mediante una acertada selección entre los productos que forman la oferta de LCS Services y de LCS Parts + Software Ustedes reciben exactamente las prestaciones que necesitan. Y además se sirven de nuestros extensos conocimientos adquiridos durante la operación de líneas de producción de bebidas y alimentos, pero también de los sectores industriales cosmético, químico y farmacéutico.

► más ...

KRONES AG
Böhmerwaldstraße 5
93073 Neutraubling
Alemania

Teléfono +49 9401 70-0
Telefax +49 9401 70-2488
E-Mail info@krones.com
Internet www.krones.com



Total Cost of Ownership (costo total de la propiedad)

El cliente se encuentra en el punto de mira de la estrategia de productos de KRONES. Por esta razón muchas ideas nuevas nacen del estrecho contacto in situ con el cliente que tienen nuestros colaboradores del servicio posventa y los de ventas. Los departamentos de investigación y desarrollo de KRONES desarrollan entonces los productos adecuados, siempre bajo la premisa de reducir los costos de operación y de materias primas (Total Cost of Ownership) del cliente.

► más ...



enviro

KRONES significa maquinaria innovadora y líneas de gran prestación. enviro nos permite demostrar que se pueden lograr bajos costos mediante reducción del consumo de energía y una utilización moderada de los recursos naturales. Con un diseño de máquinas inteligentes y máximo nivel tecnológico, logramos al mismo tiempo una larga vida útil y garantizamos la eficiencia económica consiguiendo una óptima ergonomía y la seguridad del personal de mando y de mantenimiento.

► más ...

The Best of Two Strong Brands:
PET-LINE from Netstal and PETForm from KraussMaffei



High-Quality System Solutions
PET Packaging

Engineering Excellence



2 PET Packaging
Facts and Benefits

The Highest Standards of Application and System Expertise

As part of the KraussMaffei Group, Netstal has been producing top-quality injection molding machines and manufacturing systems for the rapid and high-precision production of thin-walled plastic parts for the packaging industry for many decades. Focus on customer applications is paramount here. Netstal has many years of experience as a partner for complete system solutions and, thanks to our extensive partner network, we are in a position to offer our customers turnkey systems.

Our high level of flexibility and comprehensive knowledge distinguish us as the ideal partner for your PET system solutions – something which has been strengthened by grouping all PET activities of the KraussMaffei Group together in one place under the overall management of Netstal. This means that our customers can benefit from outstanding support in all key areas by taking advantage of our excellent machine technology, comprehensive customer service and broad-based expertise.

How you benefit, as our customer, you are dealing with specialists who have an in-depth understanding of your application and are able to optimize your system, your machine and accompanying services according to your requirements. We are constantly refining our technological standard of excellence and, thanks to our innovative technologies, we are able to offer high-performance production systems to our customers.

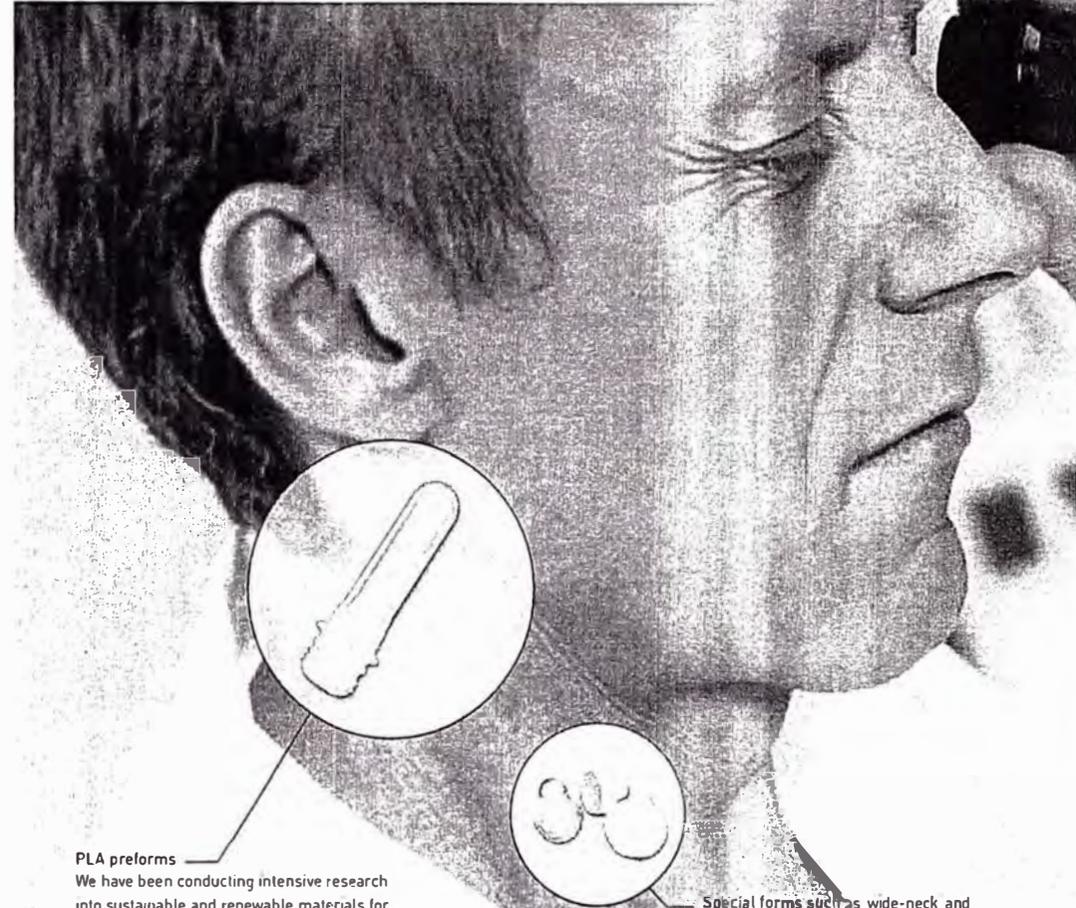
PET Packaging Maximum Output, Minimum Input

We offer our customers a premium product portfolio for PET applications that is tailored to your requirements. Our solutions are developed to the highest quality, to achieve the shortest cycle times and at the lowest material cost.

Your benefits at a glance:

- Maximum production efficiency
- Minimum material cost
- Shortest cycle times
- Top parts quality
- Best energy efficiency
- Exclusive partners to meet high demands
- Extensive experience in the development of system solutions for PET preforms
- Platform strategy: system sizes to match individual customer requirements

PET Tour Application and End Product Guide



PLA preforms

We have been conducting intensive research into sustainable and renewable materials for use in PET preforms for several years. PLA is a cereal-based polymer (polylactic acid). It has been demonstrated that there is no significant difference between the processing of polylactide and other PET materials on our production systems. PLA is a safe resource with impressive environmental benefits and has high marketing potential as a result.

Special forms such as wide-neck and pharmaceutical preforms Vertical technology used in machines from the PETForm series offers clear advantages in the production of special forms such as wide-neck and pharmaceutical preforms. In PETForm systems, these are ejected in exactly the same way as standard preforms. Additional devices for the demolding of special preforms are thus rendered redundant and costly system modifications are unnecessary.

Calitec® The Smart Way to Reduce Cycle Times

Increased production efficiency with improved product quality thanks to patent-pending Calitec® system.

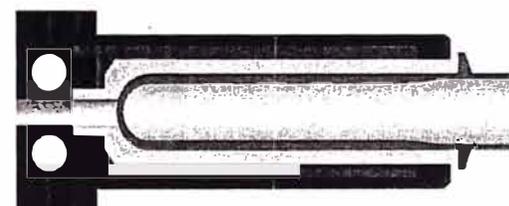
Reducing cycle time is particularly important for systems used in mass production. This also applies to the PET bottles that are made from preforms. Efforts to shorten cycle time were previously fraught with obstacles. Optimal and intense cooling of the preform may help to shorten the cycle time, but it often results in reheating of the molded part.

The consequence: softening which manifests as a reduction in quality in the shaping process. This can be prevented by continuous cooling. This is precisely where the Calitec® system comes in with the application of slight pressure to the insides of the preforms during the cooling phase.

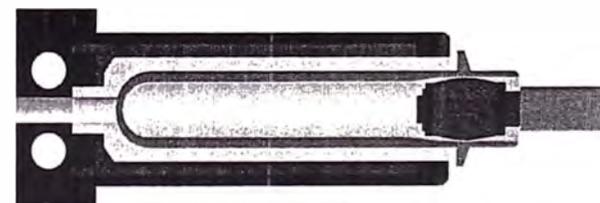
This feature prevents shrinkage of the molded part, because it is uniformly pressed against the cooling sleeve. Continuous cooling is accompanied by shaping calibration of the preform body. The constant pressing of the entire preform against the cooling sleeve leads to greater uniformity and intensity of cooling – with ideal shaping!

The necessary internal pressure is generated using a special hollow gripper. The gripper not only grips the preform, but also gently and reliably seals it. The Calitec® system comes in with the application of slight pressure to the insides of the preform at low pressure. This outstanding feature allows for calibration, while intense cooling is ensured through the strengthened contact between the preform and the cooling sleeve. Moreover, calibration pressure increases during the cooling phase to counteract the increasing shrinkage of the plastic.

Field tests have demonstrated that this can increase productivity by up to 20%. This equates to a 5% energy saving and significantly improved ovality.



Preform in the cooling sleeve for post-cooling



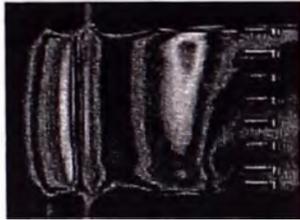
The thermos-flask-like function of the special gripper closes and calibrates the preform.



Standard preforms for beverage packaging
Around 80 percent of PET packaging is used for carbonated soft drinks (CSD) or still water and juices in the beverage industry worldwide. Thanks to our innovative platform strategy for PET production systems, we are able to meet a diverse range of complex market requirements.

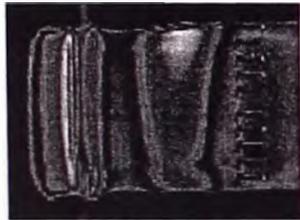
Hot-fill preforms
There are occasionally manufacturers in the beverage industry who are required to bottle beverages such as tea while hot for sterilization purposes. Special preforms are used for this; these are either designed with a thickened neck area or undergo a special solidification process to prevent any deformation of the bottle neck that can occur as a result of the increased process temperature. With an optimized screw design and specialized plasticizing process, we are your ideal partner for hot-fill systems.

PRElactia® preforms
Thanks to this innovative and patent-pending technology, we have successfully devised an overmolding process with the necessary barrier properties for light-sensitive products while also creating a design that is cost-efficient and can be reliably reproduced. During this process, an effective UV barrier between two material layers is formed around the PET preform in order to package and protect light-sensitive beverages such as milk and dairy products. In addition to the beverage industry, overmolding can also be used for containers for other applications.



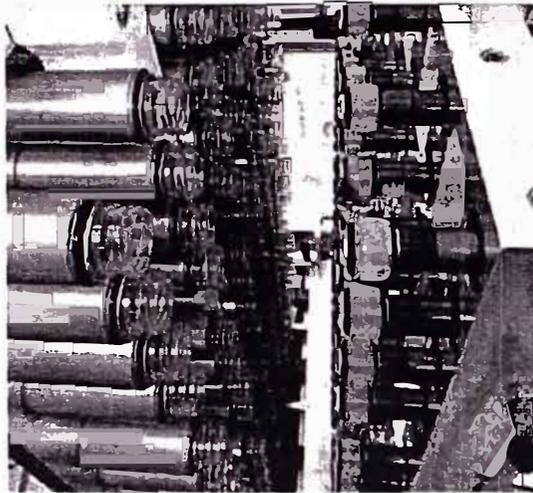
View through the thermal imaging camera [without Calitec®]

The post-cooled preform has a temperature difference of 17 °C on its circumference following a cycle of 13.5 seconds. Ovality of 0.2 mm is the result.



Another view through the thermal imaging camera [with Calitec®]

A preform post-cooled with the Calitec® system is shown here. Following a cycle of 11.5 seconds, the circumference then has a temperature difference of just 3.7 °C. The resulting ovality drops to a low 0.05 mm. This effectively illustrates that a cycle time reduction of approximately 17% was achieved with Calitec®. In addition, the reduced temperature profile on the circumference (from 17 °C to 3.7 °C) enabled a decrease in ovalization from 0.2 mm to 0.05 mm.



Thanks to Calitec®, our customer was able to increase productivity by 20%.

LightBase from Preblow Process Lower Weight, Increased Cost-Effectiveness

Weight-optimized preform geometry thanks to patent-pending preblow process.

The preblow process is designed to improve material distribution on the bottle base and hence lower weight. A patent application has been filed for this process, in which the preform is expanded with air straight after injection. This yields new possibilities in terms of material use and cost-effectiveness. With this process, it is no longer just the base contour and hence the surface area that can be changed. Enlargement of the base contour area in the blowing process simultaneously causes wall thickness in the critical base region to be decreased.

This effect allows for more efficient and accurate heating of the base region in the later blowing process thanks to the lower wall thickness and the larger surface area. The result: LightBase.

Your benefits:

- Your benefits:
- Material saving in base area
- Significant energy savings in overall process
- Faster cycle time for injection molding and blowing machine
- Easily blow-moldable
- Lower transport costs

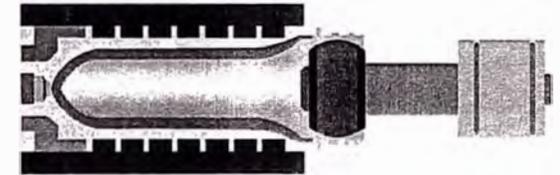


Illustration of the preblow process.



Influence of different preform domes on bottle bases.

Example: 0.5 l water bottle

Preform weight OLD [g]	15.85
Preform weight NEW [g]	15.35
Cycle time [s]	7.2
Cavity number	128
Output/year (million pce) at 8,400 h and 95 %	510.72
Material consumption/year [t]	8.095
Weight saving [g]	0.5
Weight saving [%]	3.2
Material saving/year [t]	255
Material costs/metric ton	€ 1,450.00
Material cost saving/year	€ 370,727.00

PRElactia® Barrier Technology to Block UV Light Exposure

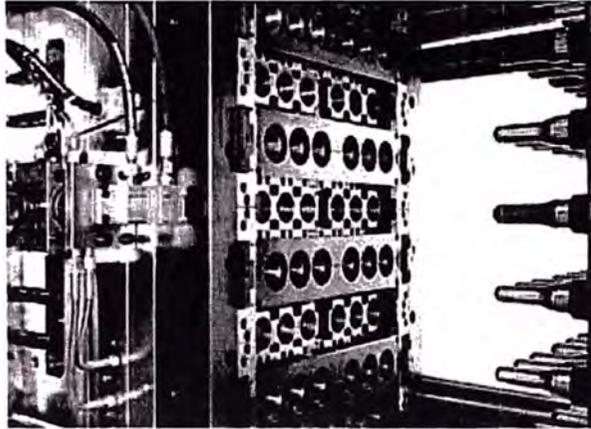
Material savings thanks to our optimized overmolding process for milk products with necessary light barrier. Economical, reliable and reproducible.

Together with partners, Netstal has succeeded in creating an economical, reliable and reproducible overmolding process. Thanks to this innovative process, double-layer PRElactia® preforms with the necessary light barriers can be produced for milk products.

Since its introduction, PRElactia® has undergone continuous development. The composition of raw materials and additives added in the polymerization phase was optimized further to improve the light barrier.

The preform weight of 28 g selected in the introduction phase for a 1-litre PET bottle was successfully reduced to just 22 g. This did not detract from the barrier properties or the strength of the product.

The PRElactia® product was awarded the "Oscar de l'emballage" at the Emballage trade fair in Paris in autumn 2008, which highlights the quality of this packaging yet again.



PET-LINE with mold for PRElactia® preforms



Oscar de l'emballage

PET-LINE Top-Quality Preforms

PET-LINE is a state-of-the-art production system and stands for maximum profitability and efficient production.

Netstal has been pressing ahead and honing all system components on a continuous basis ever since it was launched, meaning that its high technical standards are always being optimized. With our PET-LINE series, we are one of the leading providers of injection molding machines for PET preforms worldwide.

The PET-LINE series is based on a clearly defined platform strategy. This means that customers are able to configure each system according to the capacity utilization they require. Using the three clamping forces 2,000 kN, 4,000 kN and 6,000 kN as a base, com-

binning a diverse range of mold and cavity sizes couldn't be simpler. Your benefit: minimum production costs and maximum output.

Optimized machine capacity through platform strategy

The three clamping forces of 2,000 kN, 4,000 kN and 6,000 kN can be combined with a variety of mold and cavity sizes.

Robust construction

The solid construction ensures extremely high preform precision and reproducibility with all cavities.

Innovative: injection unit with melt accumulator

An optimized screw design enables continuous plasticizing and gentle melting. This also guarantees low AA values. The melt is then transferred to the shooting pot.

High performance – low energy consumption

PET-LINE is a production system that achieves maximum performance at minimum energy consumption.

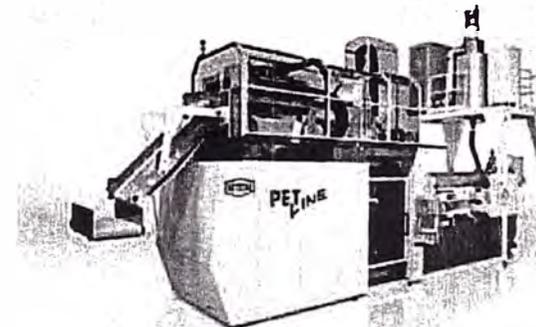
High reproducibility

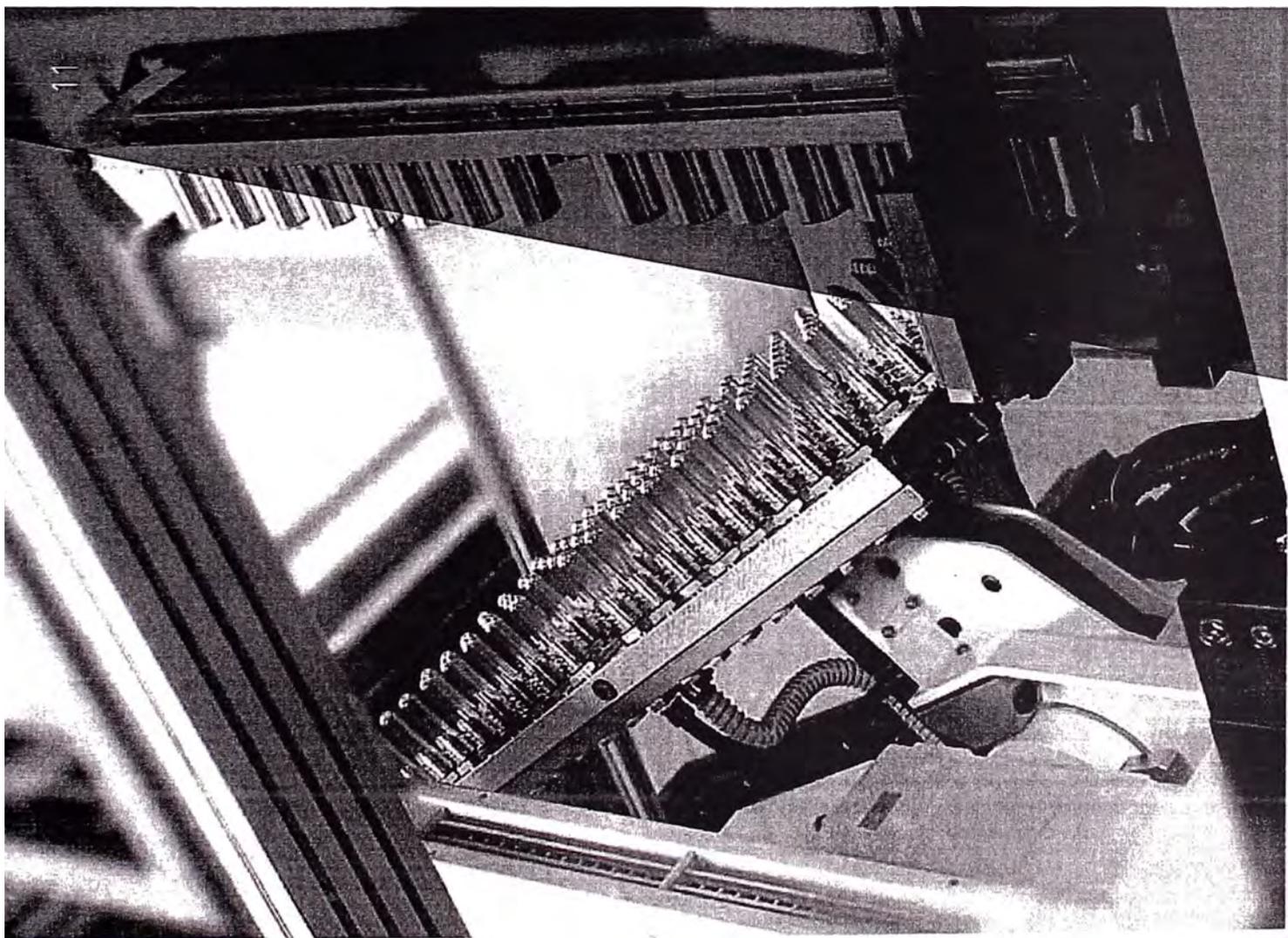
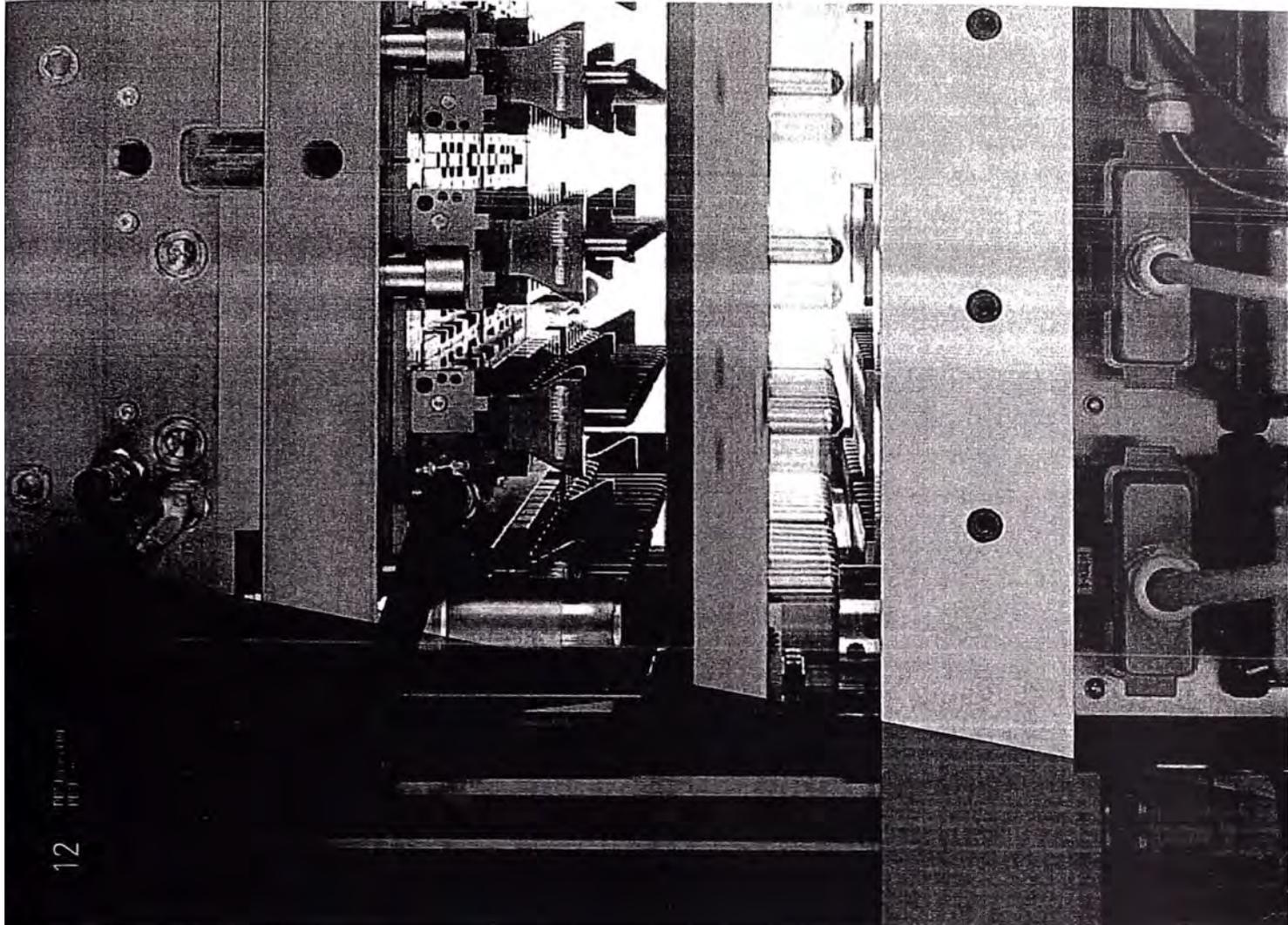
Absolute weight constancy, first-class surface structures and minimal reject rate: all these factors contribute to high process reproducibility.

Excellent cycle times

Rapid mechanized operations and optimal coordination of machine and peripheral equipment yield the shortest cycles.

PET-LINE





PETForm Efficient Module Platform

The PETForm is an efficient module platform for the production of PET bottle preforms.

With their vertical clamping design and an electric plasticizing unit, machines from KraussMaffei are known first and foremost for their high efficiency with excellent availability. The low production costs of manufactured items and a long mold life are testament to this. This turns PETForm systems into high-performance units that are a reliable solution for the beverage industry. With clamping forces of 1,750 kN and 3,500 kN and a corresponding modular system, PETForm systems offer the ideal balance between high efficiency and the lowest possible clamping force for mold sizes of up to 112 cavities. How you benefit: high productivity and flexibility with excellent availability

Vertical clamping unit delivers long-term precision
The vertical clamping design ensures extremely high plate parallelism and minimizes wear of molds with up to 112 cavities.

Immediate post-cooling for shorter cycles
With its lock-to-lock time of only 2.0 seconds, the PETForm clamping system is a leading high-performance PET unit. 85 % of the required cooling is realized in the separate 4-position post-cooling block. This results in a significantly lowered cycle time and high output performance.

Optimized removal process – lowered energy consumption
Thanks to the lightweight gripper unit, maximum process speeds can be achieved with minimal clamping movement. This in turn minimizes energy requirements and production costs.

Ideal for 16 to 112 cavities
The modular design of the two clamping units with clamping forces of 1,750 kN and 3,500 kN combined with corresponding plasticizing units make this the optimal system for any application scenario.

High product quality with screw know-how
Special screw geometries ensure rapid melting. Color pigments, blockers or other blends can be added homogeneously at high throughputs without subjecting the melt to unnecessary shear forces.

More performance per square meter
Thanks to their vertical design, PETForm systems are extremely compact. More systems can be installed in a given space than with any competitive systems

PETForm



PET Packaging Ecological and Economic Benefits

Sustainable and renewable materials are becoming increasingly important in the modern age and environmental concerns are now an everyday issue for us all. Netstal is paying particular attention to this global trend.

Replacement products such as PET packaging have significant advantages over both aluminum and glass packaging. PET bottles are convenient for consumers because they are light and yet very robust. This light weight also reduces the energy consumption associated with logistics and transport considerably.

PET packaging meets the highest requirements. In the beverage industry, where approximately 80 % of all PET packaging is used, protection of packaged contents (e.g. shelf life of milk), packaging design and logistics costs are some of the important aspects that need to be addressed. The diversity of modern PET packaging leaves nothing more to be desired – for example, mango juice in the Chinese market is already being sold in mango-shaped bottles. Packaging will play a significant role as a means of communication in the future. In addition, green and sustainable packaging is one of the emerging trends in the beverage industry. The protection of packaged contents is especially important in the case of milk and dairy products – using a special overmolding process, it is possible to manufacture light-imperious PET bottles that increase the shelf life of products such as milk considerably. Innovations such as Calitec®, PRELactia® and the preblow process are key success factors here. PET systems from Netstal meet all requirements so that you can stay one step ahead in the market.

Netstal is your ideal partner and has the right product portfolio to meet extensive market demands. We incorporate current trends and customer requirements into our developments in a manner that is both targeted and solution-oriented. With preform production systems from Netstal, energy-efficient peak performance is guaranteed. This is because our system solutions are developed to the highest quality, to achieve the lowest cycle times and at the lowest material cost.

Your benefits:

minimum production costs and maximum output.

PET-LINE and PETForm Customer Benefits

The requirements and needs of globally active injection molders are constantly on the increase. As a result of growing cost pressures and high quality standards in the markets, customers benefit from the early involvement of all partners and suppliers – because it is thanks to their many years of experience and extensive expertise that they are able to offer application-oriented solutions.

All our efforts are geared towards maximum performance. This means that the production process of a plastic part is designed so that it

- is extremely easy to reproduce,
- has the shortest cycle times,
- achieves the lowest unit costs.

This is guaranteed by our specialist teams, whose task it is to develop the best possible technology to suit your specific application. Our specialists accompany you throughout the production process and are in a position to provide the systems, technology and services that most precisely meet your application needs. We combine the knowledge of sales, applications technology and project management internally so that you, as the customer, can utilize a production system with high performance potential.

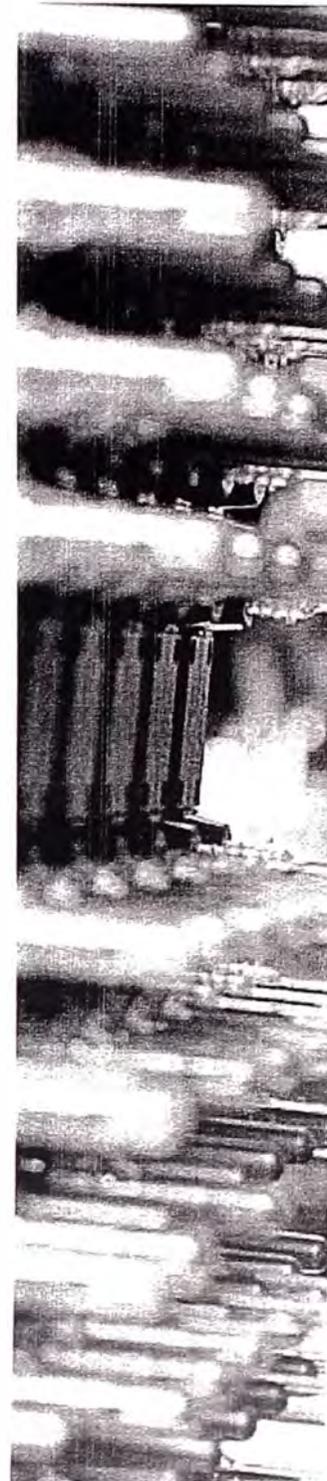
Success: you can benefit from outstanding support in all key areas by taking advantage of our excellent machine technology, comprehensive customer service and broad-based expertise.

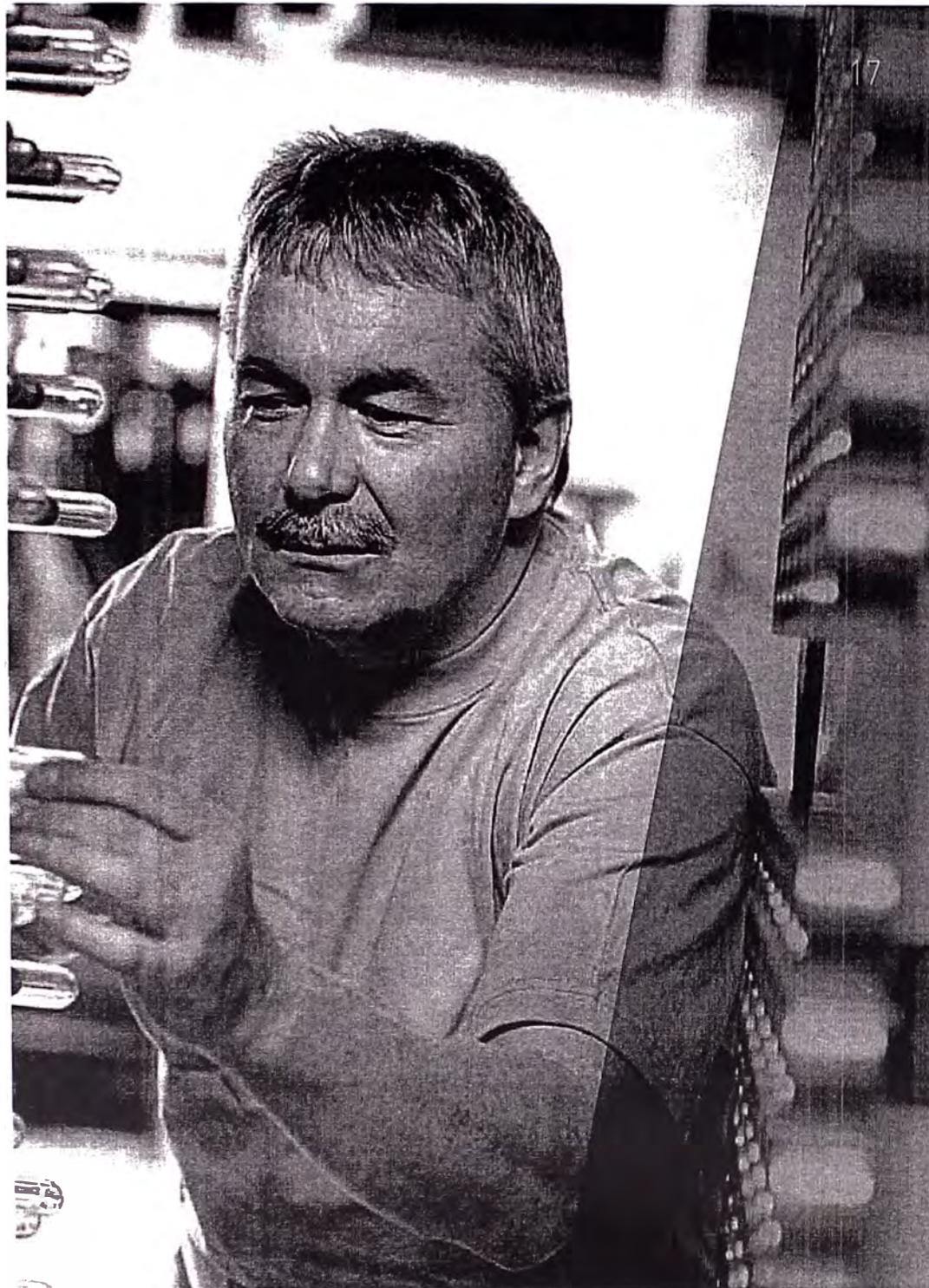
The path to success with PET-LINE and PETForm

Top productivity and efficiency are key factors in the manufacture of bottle preforms. The PET-Line and PETForm production systems for the manufacture of PET preforms enjoy a high market share, which can be attributed to their high performance capacity and the outstanding reproducibility of the applications produced. You are optimized for maximum performance and have the latest and most innovative technology at your disposal. The result: top reproducibility with the shortest cycle times and efficient energy consumption that leads to the lowest production costs.

Thanks to in-depth training at our training centers, you and your employees will be able to operate our machines both optimally and efficiently. Individually tailored training courses are ideal for this. The content of our courses is designed to meet the needs of our customers and can be adapted according to the knowledge of participants involved.

Customer preferences are constantly changing – but the need for quality remains the same. That is why our customers continue to rely on our high-quality machines.





Life Cycle Services – A Partnership to Last a Machine's Lifetime



Customer service from Netstal and KraussMaffei provides you with optimum support throughout the entire life of your machine. Our solution-oriented services and products such as commissioning support, troubleshooting, spare parts supply and customer training optimize your production efficiency and secure your investment to create a lifelong partnership that works to your advantage.

Start-up phase

- Commissioning
- Training
- Maintenance consultation
- Parts finder

Optimization phase

- Upgrades
- Energy optimization
- Production optimization
- Remote support

Utilization phase

- 24-hour spare parts hotline
- Inspection
- Calibration
- Hotline – technical customer service

End phase

- Relocation of production
- Overhaul
- Rental and lease machines
- Trade of used machines

Contact:

- Service for PET-LINE:
service_pet@netstal.com
- Service for PETForm:
IMM-BoardofService@kraussmaffei.com

Netstal

A strong brand in a unique global group

Premium high-performance and high-precision injection molding technology and system solutions

Netstal is an international provider of premium high-performance and high-precision injection molding technology and system solutions. Our customers are always impressed by the innovations and services that we provide, as well as by our efficient and performance-driven technological approaches for the beverage, packaging and medical technology sectors in particular. Our production systems are all characterized by the same attributes: speed, precision, reli-

ability, user friendliness and operational efficiency. We are constantly refining our technological standard of excellence and, thanks to our innovative technologies, we are able to offer high-performance production systems to our customers.

There for you around the world

With eight subsidiaries and around 30 distributors, our global presence guarantees optimum customer proximity. This means that we are able to address your individual needs as quickly as possible and provide you with a comprehensive and customer-oriented service.

Individualized service

While our customer service supports you with a range of solution-oriented services and products, it also excels as a provider of "classic" services thanks to its high reliability and quality standards. Be it commissioning, troubleshooting or customer training – make the most of our first-class services.

KraussMaffei Group Comprehensive expertise

Unique selling proposition Technology[®]

The KraussMaffei Group is the only provider in the world to possess the essential machine technologies for plastics and rubber processing with its KraussMaffei, KraussMaffei Bersdorf and Netstal brands: Injection Molding Machinery, Automation, Reaction Process Machinery and Extrusion Technology.

The group is represented internationally with more than 30 subsidiaries and over ten production plants as well as about 570 sales and service partners. This is what makes us your highly skilled and integrated partner. Use our comprehensive expertise, which is unique in the industry.

You can find additional information at:
www.kraussmaffei.com

High-Quality System Solutions PET Packaging

Focus on the applications of our customers is paramount here at Netstal. We have extensive expertise when it comes to the manufacture of preforms for PET packaging and, with our high-performance PET-Line and PETForm series, we have a wide product portfolio to offer. Our technical specialists are well-placed to advise you on specific regulations in the beverage industry and can provide you with the best possible support in the face of increasingly demanding requirements. Our solutions are developed to the highest quality, to achieve the shortest cycle times and at the lowest material cost. So it's no wonder Netstal is your first port of call for highly advanced PET packaging solutions.

www.netstal.com

Ref: 03012

Ref: 03012

PET Stretch Blow Moulding Machine

Ref : 03012
Manufacturer : Krones
Model : C16
Year : 2001
Location : Europe



General details:

Capacity (max) : 1,5 Lt.
Output : 20.000 bph in 1,5 Lt.
Neck : PCO 1810
Material : PET
Working hours : 40.000
Including : mould for 0.5 ltr.

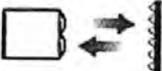
Condition : In production until April, 2013

Terms and conditions:

Delivery time : Immediately
Delivery terms : As is, where is
Payment terms : 20% with purchase order
80% before delivery
Way of payment : Wire transfer

Second hand machine with no guarantee

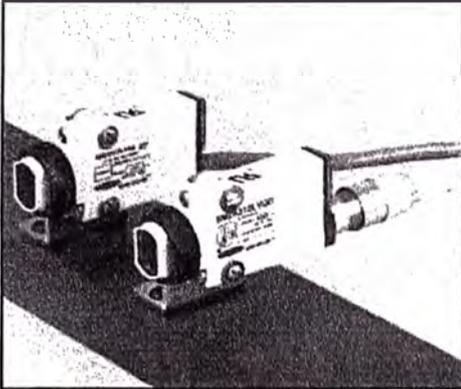
Machine subject to prior sale

Tipo	Descripción	Características
MODO OPUESTO (Modo Barrera) 	Consta de dos aparatos, emisor y receptor posicionados en forma opuesta. El objeto es detectado cuando interrumpe la barrera luminosa.	<ul style="list-style-type: none"> • Permite grandes alcances. • Esta disposición en gran medida está exenta de perturbaciones provocadas por objetos reflectantes situados en el recorrido de la luz. • Al utilizar dos aparatos el costo de montaje es mayor. • Aplicable en condiciones ambientales desfavorables, como por ej., humedad, polvo, etc.
MODO REFLECTIVO (Modo Reflex) 	Emisor y receptor van alojados en una misma caja . La luz emitida se refleja por medio de un reflector a la distancia indicada como alcance máximo y es evaluada por el aparato.	<ul style="list-style-type: none"> • Permite instalación en espacio restringido
MODO REFLECTIVO POLARIZADO 	Principio similar a modo reflectivo.	<ul style="list-style-type: none"> • Se usa cuando el objeto a sensar es altamente reflectante.
MODO DIFUSO 	Lleva el emisor y receptor de luz incorporados en una misma caja. Refleja de vuelta la luz del propio objeto detectado .	<ul style="list-style-type: none"> • No necesita ajuste del eje óptico
MODO CONVERGENTE 	Es similar al modo difuso, su diferencia es que utiliza una óptica adicional para producir una pequeña y bien definida area de sensado .	<ul style="list-style-type: none"> • Detecta objetos muy pequeños
MODO DE CAMPO FIJO y AJUSTABLE (Supresión de Fondo) 	Los sensores del campo fijos usan dos receptores y un circuito comparador para cancelar la respuesta del sensor cuando la intensidad de la luz reflejada alcanzada en el rango largo del receptor excede la intensidad de la luz reflejada localizada en el rango cerrado del receptor. Como resultado, cualquier objeto más allá del punto de corte fijo del sensor puede ignorarse fiablemente. Los sensores de campo ajustable usan un arreglo de múltiples receptores que permiten a la circuitería del sensor mover la posición del punto de corte con un simple ajuste.	<ul style="list-style-type: none"> • No es afectado por un objeto de fondo con gran reflexión. • Detección estable de objetos de distintos colores y materiales de distinta reflexión. • Detección de objetos muy pequeños con gran precisión.
MODO DE SENSADO CON FIBRA OPTICA 	El campo de aplicación se desplaza del aparato hacia el campo de operación por medio de fibras ópticas flexibles de plástico o fibra de vidrio que conducen y guían la señal luminosa de sensado.	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicable en sitios inaccesibles para los otros modos de sensado. • Gracias a las fibras ópticas pueden utilizarse bajo condiciones desfavorables como por ej. altas temperaturas (hasta +300°C), fuertes vibraciones o medios agresivos.



MINI-BEAM® SM2A312LV, SM2A312LVAG and SM2A312LP

Self-contained AC-operated Retroreflective Mode Sensors



- Compact, modulated, self-contained retroreflective sensors for 24-240V ac operation
- Choose standard visible model for highest excess gain and greatest range, or polarized models for detection of shiny objects
- Switch-selectable for light-operate or dark operate
- highly repeatable; 4 millisecond response
- SPST SCR solid-state output switches up to 300 mA; low leakage current and saturation voltage
- Physically and electrically interchangeable with 18 mm barrel-type photoelectrics

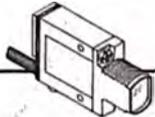


Non-Polarized



Polarized

Visible red, 650 nm



AC MINI-BEAM Retroreflective Mode

Models	Range	Cable	Supply Voltage	Output Type	Excess Gain	Beam Pattern
Non-Polarized						
SM2A312LV SM2A312LVQD	5 m (15 ft)	2 m (6.5 ft) 3-Pin Micro QD	24-240V ac	SPST Solid-state 2-Wire		
Polarized						
SM2A312LVAG SM2A312LVAGQD	50 mm to 2 m (2 in to 7 ft)	2 m (6.5 ft) 3-Pin Micro QD	24-240V ac	SPST Solid-state 2-Wire		
Extended Range Polarized*						
SM2A312LP SM2A312LPQD	10 mm to 3 m (0.4 in to 10 ft)	2 m (6.5 ft) 3-Pin Micro QD	24-240V ac	SPST Solid-state 2-Wire		

Note: May not perform with some non-Banner retroreflective targets.

MINI-BEAM Installation and Alignment

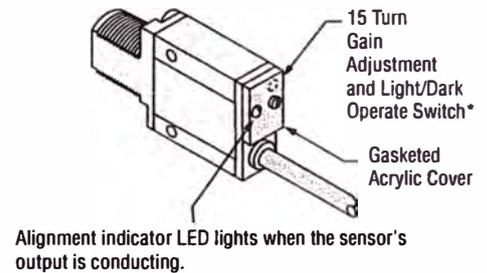
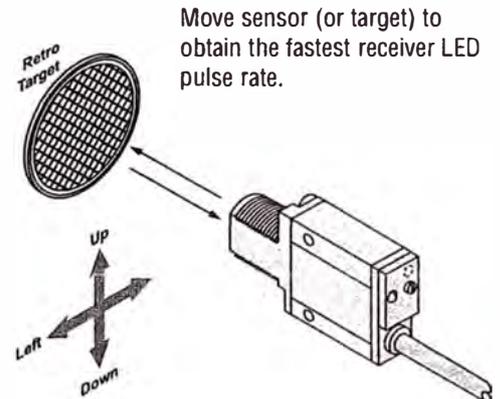
Proper operation of these sensors requires that they be mounted securely and aligned properly. For best results, final-mount these sensors in an 18 mm hole by their threaded barrel or use one of the available mounting brackets, (see pages 6 - 7).

- 1) Begin with the sensor at the desired distance from the retro target and at the approximate position where it will be mounted. An object at the sensing position should pass through the "core" of the sensor's light beam.
- 2) *Switch the sensor to light-operate mode (see Note, below).* Apply power to the sensor, and advance the sensor's 15-turn GAIN control to maximum (clockwise end of rotation). If the sensor is "seeing" the reflected light beam, the alignment LED should be "on". Move the sensor up-down-right-left to find the center of the movement zone within which the LED indicator remains lit. (Alternatively, the retro target may be moved.) Reducing the GAIN setting (if necessary) will reduce the size of the movement zone and make more precise alignment possible.
- 3) Repeat the alignment motions after each GAIN reduction. When you are satisfied that you have obtained optimum alignment, mount the sensor (or reflector) solidly in that position. Increase the receiver GAIN to maximum. Test the system by placing the object to be detected into the sensing position. The LED indicator should go "off". (If it does, alignment is complete, and you may now switch the sensor to dark-operate if the application requires it.) If the LED of an "LV" model sensor does not go "off", the sensor is reacting to light reflected from the object (called "proxing").

If proxing occurs, reduce the GAIN setting until the alignment indicator goes "off", plus two additional full turns. Remove the object from the sensing position and check that the alignment indicator LED comes "on." Confirm that the LED goes "off" when the object is replaced.

Proxing can be avoided by mounting the sensor so that its light beam is not perpendicular to any flat reflective surface on the object to be detected (an angle of 10 to 15 degrees is usually sufficient). Also, at distances of a few feet or more, using more than one reflector may increase sensing contrast between object-present and object-absent.

Retroreflective Mode Alignment



* Note regarding Light/Dark operate switch:

- Turn switch *fully* clockwise for light operate (sensor outputs conduct when object is absent)
- Turn switch *fully* counterclockwise for dark operate (sensor outputs conduct when object is present)