

Universidad Rafael Landívar
Facultad de Ingeniería
Mecánica Industrial

“AUTOMATIZACIÓN DE UNA LINEA
DE PRODUCCIÓN DE JABÓN DE TOCADOR”

T E S I S

Presentada al Consejo de la
Facultad de Ingeniería de la
Universidad Rafael Landívar

Por:

ERICK JOSÉ LIONEL CORDÓN LÓPEZ

Previo a conferírsele el título de:

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

En el grado académico de

L I C E N C I A D O

Guatemala de la Asunción, octubre de 2,001

AUTORIDADES DE LA
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

Rector	: Lic. Gonzalo de Villa, S.J.
Vice-Rector General	: Licda. Gillermina Herrera Peña
Vice-Rector Académico	: Licda. Gillermina Herrera Peña
Secretario General	: Lic. Renzo Lautaro Rosal
Director Financiero	: Ing. Carlos Vela Schippers
Director Administrativo	: Dr. Hugo Beteta
Sub-Director Administrativo	: Ing. Otto Vinicio Cruz

CONSEJO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

Decano	: Ing. Jorge Enrique Lavarreda
Vice-Decano	: Ing. Carlos García Bickford
Secretario	: Licda. Vanessa Paz Abdo
Director del Departamento de Ingeniería Mecánica	: Ing. Edgar Carrera
Director del departamento en Informatica	: Ing. Estuardo Jiménez Tabarini
Director del Departamento de Ingeniería Química	: Ing. Luis Vicente Chávez de León
Director del Departamento de Ingeniería Industrial	: Ing. Jorge Nadalini Lemus
Director del Departamento de Ingeniería Civil Administrativa	: Ing. José Carlos Gil Rodríguez
Director de Postgrados	: Ing. Carlos Alvarado Galindo
Representantes de Catedráticos	: Inga. Karim Paz Abdo Ing. Javier Furlan

ASESOR DEL TRABAJO DE GRADUACION

Ing. Jose Luis Mendoza Alvarado

TRIBUNAL QUE PRACTICO
LA DEFENSA DE TESIS

Inga. Karim Paz Abdo

Ing. Daniel Ortíz

Ing. Ricardo Alonzo



Universidad Rafael Landívar
Facultad de Ingeniería

Reg. No. CON-2219-01

NOTIFICACIÓN

A: Señor
ERICK JOSE LIONEL CORDON LOPEZ

DE: Licenciada
Mariel Vanessa Paz Abdo
Secretaria Facultad de Ingeniería

FECHA: 09 de noviembre de 2001

Para su resolución y efectos, transcribo a Ud. el punto **VIGÉSIMO SEGUNDO** del Acta 19-2001 correspondiente a la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería de esta Universidad celebrada el 25 de octubre de 2001, el cual literalmente dice:

" **VIGÉSIMO SEGUNDO:** El Consejo de Facultad autorizó la impresión del informe final del trabajo de Tesis siguiente:

Estudiante: ERICK JOSE LIONEL CORDON LOPEZ
Carrera: INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL
Tema: "AUTOMATIZACION DE UNA LINEA DE PRODUCCION DE JABON DE TOCADOR."

Atentamente,

UNIVERSIDAD RA-
FACULTAD DE
Secretar...
Guatemala, C. A.

c.c. Archivo
Ing. Jorge Lavarreda/DECANO
Expedientes

DEDICATORIA

A Dios

A mis padres:

Lic. Manuel Córdón Duarte
Hilda López de Córdón

A mis Hermanos:

Manuel, Gilda, Rosa María y Rossana
Córdón López

AGRADECIMIENTO

A la Facultad de Ingeniería de la Universidad Rafael Landívar

Al Ing. José Luis Mendoza Alvarado

A la Srta. Cynthia Regina Dubón Salazar

INDICE

	PAGINA
INTRODUCCION	4
I MARCO TEORICO	5
1.1 LO ESCRITO SOBRE EL TEMA	5
1.2 EL PROCESO DE FABRICACION DEL JABON	6
1.3 ANTECEDENTES	46
II PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	48
2.1 EL PROBLEMA	48
2.2 OBJETIVOS	51
2.3 VARIABLES	51
2.4 LIMITES (ALCANCES)	54
2.5 APORTES	55
III EL METODO	55
3.1 SUJETOS	55
3.2 INSTRUMENTOS	59
3.3 PROCEDIMIENTO	62
IV RESULTADOS	67
V CONCLUSIONES	75
VI RECOMENDACIONES	76
VII ANEXOS	78

RESUMEN EJECUTIVO

AUTOMATIZACION DE UNA LINEA DE PRODUCCION DE JABON DE TOCADOR

Este trabajo esta dirigido a la búsqueda de mejoras continuas, en este caso, en una planta de producción de jabón de tocador en la cual se realiza un estudio de las variables a controlar por medio de un sistema automático.

Se determinó que debido a paros frecuentes por desbalance de la línea de producción de jabón de tocador se genera un bajo margen de contribución al incrementar la mano de obra directa al causar pérdidas de tiempo de producción, reprocesos y altos costos de mantenimiento correctivo.

Como objetivo principal se pretende generar ahorros en la línea de producción por medio del sistema automático propuesto. Los ahorros provendrán de: disminuir mano de obra directa y reducir gastos de mantenimiento correctivo. Además que se aumentará la capacidad de producción por medio de hacer que la línea de producción opere en forma continua y predecible.

Para la realización del estudio se realizó una observación libre y se entrevistó a los operarios y encargados de mantenimiento de la línea de producción de jabón de tocador. Se utilizó el historial de fallas generando mantenimiento correctivo y se estudió el funcionamiento de la maquinaria de fabricación.

Se determinó la necesidad de implementar un sistema automático de control que se anticipe a las fallas y así prevenirlas.

Una vez determinado el algoritmo de control sugerido se procedió a la cuantificación de todos los recursos necesarios, considerando todos los aspectos técnicos requeridos por el equipo a utilizar. También se proyectó los mínimos resultados esperados. De lo anterior se practicó un analisis financiero por medio de la obtención de la tasa interna de retorno y el período de recuperación.

Se diseñó el diagrama eléctrico de control, la elaboración de planos del equipo y se preparó el gráfico gantt para la planificación e implementación del proyecto.

Se concluyó que si se realiza una investigación profunda de los procesos de manufactura, se puede encontrar muchas formas de encontrar mejoras operativas, ahorros, etc. En este estudio, se logró identificar ahorros en mano de obra operativa, aumento en productividad, disminución del reproceso y disminución en gastos por mantenimiento correctivo. Todo esto por medio de un sistema de control automático propuesto.

INTRODUCCION

Tomando en consideración la importancia de generar alta competitividad en Guatemala, debido a la creciente tendencia a la globalización en la región centroamericana, se propone para nuestras empresas la alternativa de recurrir a la automatización.

La región de Centroamérica actualmente se ve amenazada por las grandes economías, como México, en las cuales se cuenta con mayores volúmenes de producción, alta capacidad de inversión y mano de obra más calificada.

Entonces es cuando se hace necesario buscar mejoras en nuestros sistemas de fabricación. Estas mejoras pueden enfocarse a diferentes niveles o Departamentos los cuales podrían ser: de Manufactura, Mercadeo, Logística, etc.

Dentro del campo de la ingeniería Mecánica Industrial y considerando los aspectos de producción en el Departamento de Manufactura, la automatización representa una forma de lograr significativas mejoras en los procesos productivos; estas mejoras podrían reflejarse como un aumento en la productividad al generar:

- 1) Reducción del costo variable operativo.
- 2) Mejoras en el control de las variables del proceso.
- 3) Posibilidad de incremento en niveles de producción, incremento en eficiencia, etc.

El presente trabajo está dirigido principalmente a todo profesional de ingeniería que labora en procesos de manufactura que busca el mejoramiento continuo del desempeño de la actividad productiva. En este caso específico, hacia una planta de producción de jabón de tocador en la cual se realiza un estudio de las variables a controlar por medio del propuesto sistema automático.

Para la realización de este Trabajo de Tesis se contó con el apoyo y asesoría del Ingeniero Mecánico Electricista José Luis Mendoza Alvarado (número de colegiado: 2940).

I. MARCO TEORICO

1.1 LO ESCRITO SOBRE EL TEMA

Castillo (2000), realizó su trabajo de tesis: “Optimización del proceso d fabricación de cremas en una industria cosmética”. El objetivo de su investigación fue el desarrollar un diseño en una línea de productos de belleza incrementando la capacidad actual optimizando las insumos y materias primas del proceso. Se propuso un rediseño en el proceso completo considerando el pesado, la agitación, calentamiento, enfriamiento, agitación de extractos, etiquetado, llenado y sellado. Se concluyó, que para mejorar un proceso, se debe hacer un análisis en conjunto de todo lo que interviene en el mismo considerando los recursos humanos, revisión de procedimientos y el equipo utilizado. El estudio propone compra de nuevos equipos y reestructuración de procedimientos.

Paniagua (2000), efectuó el trabajo de tesis: “Diseño de un método para medir la productividad en una planta manufacturera de detergentes”. El objetivo de su estudio fue desarrollar un método para poder medir la productividad global que ayude a evaluar el desempeño productivo glocal en una planta manufacturera de detergentes por medio del establecimiento de nuevos índices. Se concluyó y determinó que por medio del índice sugerido “PG” (productividad global), el cual se refirió a varias etapas del proceso en base a la utilización de Diagrama de Productividad, se puede representar la productividad en toda la planta.

Chang(1999), tituló su trabajo de tesis: “Mejoramamiento de la productividad en una fábrica de helados”. El propósito de la investigación fue aumentar la productividad al mismo tiempo que reducir los costos de fabricación. El objetivo del estudio fue determinar el lugar óptimo para el equipo en planta y así facilitar el manejo de materiales y el proceso productivo en todo aspecto. Para lograr el objetivo se utilizaron herramientas como: la observación libre, entrevistas al personal para determinar la situación real de la planta. Se concluyó que, mediante un control sistemático y continuo de los factores de producción, es posible mejorar el nivel de productividad en la planta.

1.2 EL PROCESO DE FABRICACION DEL JABON, LINEA DE TERMINADO.

Muchas de las propiedades adecuadas del jabón en barra se producen en la línea final de formado del jabón. Existen muchas variables que deben ser controladas para lograr las propiedades adecuadas del jabón. Estas propiedades son: la forma del jabón, apariencia de la superficie, impresión de la marca, etc. A continuación se muestra una lista de algunas de las variables principales que se deben considerar con mucha atención:

- Temperatura del fideo de viruta que entra en la línea final.
- Tamaño de la viruta.
- Forma de la cavidad del molino rotativo.
- Tamaño y forma de la criba del extrusor y el filtro.
- Diseño del tornillo del extrusor y del filtro.
- Temperatura del agua de enfriamiento, a la entrada y salida del equipo de producción.
- Temperatura del refrigerante de entrada y salida de los dados.
- Temperatura del jabón dentro del proceso.

Además, existen muchas otras condiciones más evidentes que afectan directamente los resultados del proceso:

- Tipo de equipo con que se cuenta en el proceso.
- Cantidad en número de partes operativas en el equipo del proceso.
- Material de fabricación de todo el equipo de manufactura.

Un procedimiento común para la fabricación de jabón consistiría en: mezclado, amalgamado, molienda, refinado, cortado, troquelado y empacado.

1.2.1 PASOS EN QUE CONSISTE UN PROCESO TIPICO DE TERMINADO DE JABON.

1.2.1.1 AMALGAMADO

El amalgamado consiste en la adición y mezcla final de los últimos ingredientes menores con la viruta de jabón para posterior homogenizado, y lograr una pasta uniforme de

jabón. Esta pasta debe ser homogénea a simple vista y por medios analíticos. El método más apropiado para lograr homogeneidad consiste en adicionar, en forma cuantificada, los ingredientes menores al jabón húmedo antes del sacado. Este procedimiento es especialmente indicado para la adición de materiales preservantes. Hay que considerar que algunos ingredientes, como perfumes y colorantes, no se pueden añadir en forma húmeda, debido a que puede afectar su estabilidad química.

En métodos de producción antiguos se hacía necesario el añejamiento de la viruta para lograr ciertas propiedades o para bajarle la temperatura. Actualmente, se han desarrollado procedimientos de secado por atomización del jabón con los cuales se hace innecesario el añejamiento. Dependiendo del equipo con que se cuente en planta podrá ser necesario algún tipo de añejamiento o enfriamiento para lograr las propiedades adecuadas del jabón en barra.

RECOMENDACIONES PARA LA AMALGAMACION

A. Adición de la viruta: Agregar el peso requerido de la viruta al amalgamador con el mezclador en marcha. La temperatura de la viruta debe permanecer entre 27 y 32°C.

B. Adición de sólidos: Se debe agregar el peso completo según la fórmula. Cuando los polvos son adicionados a mano, éstos deben ser dispersados lo más posible. Si la adición se hace por medios automáticos, también deben dispersarse al máximo. El mejor procedimiento consiste en agregar simultáneamente los polvos como la viruta de jabón.

C. Adición de líquidos: Los líquidos se deben agregar de último, no importando si la adición es manual o automática esta debe hacerse, también en forma dispersa al máximo posible. Al agregarse los líquidos, éstos no deben acompañarse de agua, pues reduce la eficiencia del proceso.

D. Tiempo de mezclado postadición: La adición de sólidos y líquidos debe realizarse lo más rápido posible para proveer una máxima homogeneidad. Generalmente, es adecuado

continuar con el procedimiento de mezclado por un período de 2 a 5 minutos una vez todos los ingredientes han sido agregados. El tiempo depende del tamaño del amalgamador, de la velocidad del agitador y de la fórmula específica.

El tiempo mínimo y máximo de amalgamado debe establecerse en cada línea para proveer al proceso de lo siguiente:

1. Uniformidad satisfactoria del jabón en la superficie y en el interior.
2. Para no generar aglomeración, la temperatura de la viruta, no debe incrementarse en más de 2 a 4°C de la temperatura de entrada.

1.2.1.2 TRABAJO DEL JABON

El término “trabajo”, se refiere a la homogenización y refinado del jabón; para estos procedimientos existe diversidad de opciones de equipo. Los molinos están construidos con 2, 3, 4 ó 5 tambores. Los extrusores pueden incorporar sistemas de mezclado, refinado, compresión, paletizado y extrusión. Todos estos equipos pueden traer variedad de diseño de tornillos, cuchillos, cribas, etc. Todo esto afecta directamente en la calidad del jabón.

Para proveer un acabado standard se desarrolló un procedimiento de 4 etapas. Esto fue realizado por recomendación de la fábrica de maquinaria para producción de jabón. Estas etapas podrían componerse de un único proceso por un molino de 5 rodillos, o una refinadora simplex utilizando una criba muy fina (50 mesh). Una refinadora duplex está, considerado dos etapas así como también un extrusor duplex al vacío. La cuarta etapa del proceso es algo controversial; podría ser una un extrusor rectificador u otra etapa en el molino.

En el ánimo de encontrar un proceso óptimo, se realizó mucha experimentación. Dentro de los experimentos se consideraron los siguientes puntos:

1. Jabón con poco trabajo; y por el otro lado, jabón con trabajo intensivo.
2. El jabón fue analizado y evaluado en muy bien definidas características físicas y químicas.

Las pruebas utilizaron 2 fórmulas: jabones altos en grasas y jabones no altos en grasas. Los procedimientos de evaluación consistieron en:

- 2 etapas de trabajo: extusor duplex al vacío
- 3 etapas de trabajo: refinadora simplex y extrusor duplex al vacío.
- 6 etapas de trabajo: refinadora duplex, dos molinos de 5 rodillos en serie y extrusor duplex.

Los análisis evaluaban algunas características especiales, como:

- 1) Homogeneidad visual
- 2) Fases cristalinas del jabón
- 3) Arenosidad de la superficie
- 4) Solubilidad del jabón con el agua
- 5) Abrasividad de las pastillas de jabón
- 6) Agrietamiento en seco

De las pruebas realizadas no se encontraron diferencias significativas entre jabones altos en grasas y jabones bajos en grasas. Entre los jabones tratados en dos etapas contra seis etapas, se advirtió alguna diferencia en la homogeneidad visual y la arenosidad.

Los resultados de las investigaciones llevaron a concluir en lo siguiente:

- 1) El equipo de fabricación de jabón tiene como propósito fundamental homogenizar la masa de jabón.
- 2) Las líneas de acabado de jabón necesitan estar equipadas sólo con el equipo suficiente para cumplir homogeneidad visual y para cumplir con las especificaciones y con los estándares del producto.
- 3) Etapas adicionales de trabajo deben agregarse a las líneas existentes que contengan menos etapas de las 4 etapas clásicas. Si estas líneas de producción no cumplen con lo esperado, deberán utilizarse más de 4 etapas.
- 4) Toda línea de producción de jabón nueva debe diseñarse para cuatro etapas como mínimo.
- 5) En jabones de alta calidad, con alto contenido en grasas, debe utilizar preferiblemente refinadores simplex y extrusores duplex en vez de utilizar molinos, pues este equipo representa un ahorro en inversión. Pero debe de mantener un control muy preciso de la temperatura del jabón durante el proceso.

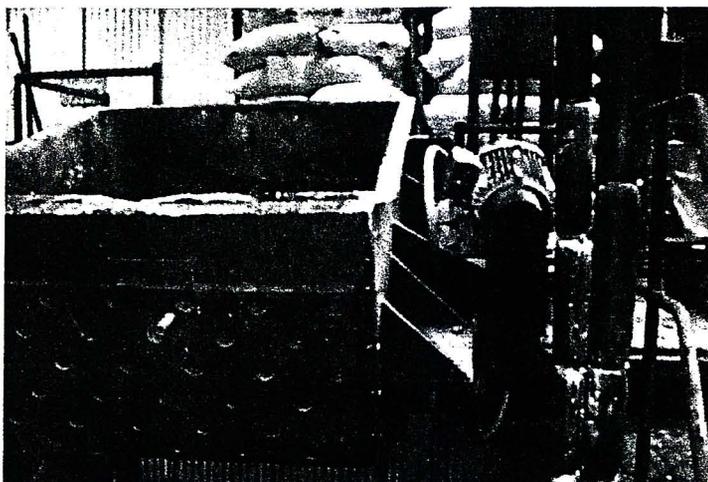


FOTO DE MEZCLADOR JABONES

1.2.1.3 MOLINOS

Se decidió, entonces darle seguimiento a las líneas de producción de jabón. La variable más importante a controlar es la temperatura del jabón.

Después de un examen realizado en trece plantas distintas alrededor del mundo, utilizando refinador/extrusor duplex, se determinó:

- 1) Buena calidad de jabón se produce cuando se utilizan las condiciones correctas de operación.
- 2) El jabón producido con sistema refinador/extrusor, generalmente operará a mayores temperaturas. En líneas operadas correctamente con cribas instaladas, la temperatura total del proceso refinador/extrusor, el jabón se incrementa entre 4.5 y 7°C cuando se adiciona agua fría al proceso en temperatura menor a 10°C. La mayor parte de la elevación de la temperatura ocurre en el proceso de refinado y no dentro del extrusor.
- 3) Desafortunadamente, en plantas situadas en áreas tropicales, se manifiesta altas temperaturas del jabón y un acabado suave en el extrusor. Todo esto se empeora por la formación de un fideo de jabón caliente de hasta 40°C.

Algunos fabricantes han reemplazado los antiguos tornillos “Tamburo” por tornillos

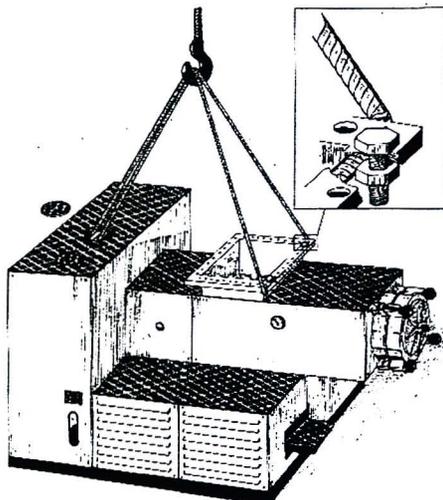
frontales conjuntamente con cribas, lo cual crea alta calidad de jabón y poca elevación de temperatura. En áreas tropicales no se tiene información sobre el incremento de temperatura utilizando tornillos frontales.

Ciertas plantas son operadas con tamaño de cribas y temperaturas inapropiadas; siendo, estas condiciones muy perjudiciales para la calidad. Estas condiciones se dan en estas plantas no por ignorancia, sino por el afán de incrementar los volúmenes de producción. Este problema también se ha visto en procesos utilizando molinos de rodillos con los agujeros abiertos excesivamente con el propósito de aumentar los niveles de producción a expensas de la calidad.

Las sugerencias corporativas, con respecto a las alternativas en utilizar molinos de rodillos o refinadores, se pueden resumir a continuación:

- 1) Ambos molinos de rodillos y refinadores son aceptables para lograr buena homogenización, si son utilizados adecuadamente.
- 2) Las refinadoras ofrecen ventaja por su simple operación y mantenimiento. Esta ventaja es especialmente apreciable en lugares donde es difícil conseguir gente técnica en mantenimiento.
- 3) Para evitar temperatura excesiva del jabón en líneas de refinador, es necesario contar con alimentación de agua fría a temperatura no mayor de 10°C. Se debe poder elaborar el fideo de jabón en forma económica y sin pasar de 32°C.

VISTA DEL EXTRUSOR SIMPLE (PLODDER SIMPLEX)



MOLIENDA

Los procedimientos de homogenización y refinado se desarrollan al trabajarse el jabón a través de un molino de 5 tambores con cribas muy finas. Si la criba, no es lo suficientemente fina, el procedimiento de molienda se torna ineficiente y los molinos funcionan únicamente como transportadores del jabón. Es esencial contar con un buen sistema de agua de refrigeración para mantener en el proceso una temperatura adecuada del jabón. Si la temperatura se eleva demasiado también se pierde la eficiencia del proceso.

Se debe estar muy familiarizado con los procedimientos de la molienda. Para que el equipo funcione adecuadamente se requiere:

- Que el jabón sea alimentado en forma uniforme y continua al molino
- El flujo de agua de enfriamiento mantenga siempre una presión y flujo constante.
- Las cuchillas raspadoras, la superficie de los rodillos y los cojinetes de los engranes siempre deben mantenerse en óptimas condiciones.
- La temperatura ambiente en el área de los molinos no debe fluctuar.

Si no se mantiene las condiciones anteriores se requerirá constantes ajustes en el equipo.

TIPICA COMPRESORA MODULAR

(dibujo IS-208)

- | | | |
|---------------------------|------------------------------|---|
| 1. Estructura de soporte | 19. Tapón aceite | 31. Grupo cabeza cónica (con refinación): |
| 2. Piloto nivel aceite | 20. Engrasador | a) radial |
| 3. Reductor | 21. Junta de arrastre | b) rejilla |
| 4. Piñón eje 2° | 22. Cilindro hélice | g) ogiva (o conito) |
| 5. Eje 2° | 23. Brida para tolva | h) cabeza cónica |
| 6. Engranaje eje 3° | 24. Hélice | i) chapa perforada |
| 7. Tapón aceite | 25. Grupo estrusión virutas: | 32. Grupo cabeza cónica (sin refinación): |
| 8. Carriles porta motor | a) radial | a) radial |
| 9. Motor | b) rejilla | g) ogiva (o conito) |
| 10. Correas trapezoidales | c) placa | h) cabeza cónica |
| 11. Eje 1° | d) perno cuchillo | 33. Engrasador |
| 12. Polea conducida | e) cuchillo | 34. Polea motriz |
| 13. Piñón eje 1° | f) tuerca perno | |
| 14. Engranaje eje 2° | 26. Soporte hélice | |
| 15. Piloto nivel aceite | 27. Tuerca para hilera | |
| 16. Soporte cilindro | 28. Hilera (o boquilla) | |
| 17. Eje 3° | 29. Tapa termostato | |
| 18. Rodamiento de empuje | 30. Termómetro | |

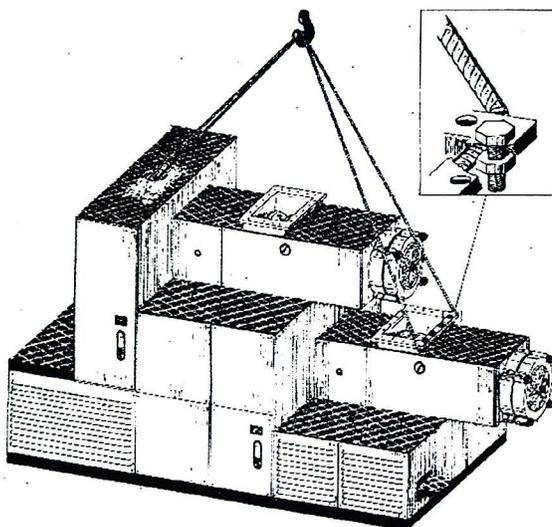
1.2.1.4 REFINADO

La etapa de refinado proporciona trabajo mecánico y homogenización profunda; para esto se recomienda tornillos de paso constante y cribas muy finas. Las cribas deben limpiarse regularmente; esto es fundamental para mantener el proceso en situación óptima. Es recomendable utilizar acero inoxidable 304 en los extrusores; los tornillos pueden estar fabricados de aleación alumini-silice, "Silum".

El equipo de refinado requiere enfriamiento en las chaquetas para lograr un proceso óptimo. Se debe mantener un máximo de 3°C de incremento en temperatura entre la entrada y salida del producto.

1.2.1.5 EXTRUIDO

El procedimiento de Extrusión o “Plodding” completa el refinado y compactación del jabón y forma los gránulos libres de aire. Las mismas condiciones del refinado se utilizan en el extruido al vacío. La experiencia ha demostrado que, según la formulación, se logra óptimas condiciones de los gránulos si se mantiene la temperatura entre 37 y 43°C. En estas condiciones los gránulos de jabón resistirán las deformaciones en el troquelado con un mínimo de rajaduras.



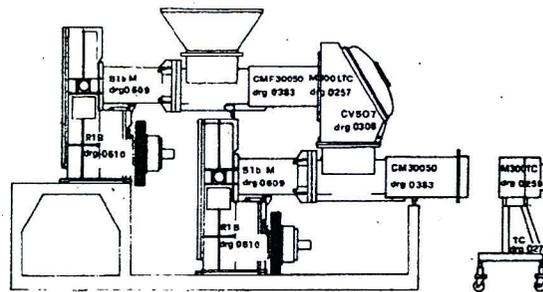
VISTA DEL EXTRUSOR DOBLE (PLODDER DUPLEX)

Para lograr crear un jabón de superficie fina, todo debe empezar en la placa extrusora y en la cortadora de la viruta. Si se logra una buena extrusión del jabón se logra el primer paso para obtener pastillas de jabón de primera calidad, cualquier desperfecto que se encuentre en el fideo de jabón, no podrá eliminarse en el compactado.

Requerimientos en el procedimiento de extruido:

- Criba de 30-80 mallas.
- Presión de vacío de 20 pulgadas de mercurio mínimo (508 mmHg).

- Mantener un nivel constante de viruta de jabón de 2 a 4 pulgadas (5 a 10 cm) en la cámara de vacío sobre el tornillo inferior.
- Mantener el tornillo inferior a velocidad constante.
- La presión en el jabón debe estar entre 150 y 200 psi.
- Se recomienda extrusión simple.
- La temperatura de la viruta de jabón, durante la extrusión, debe ser entre 37 y 43°C.



G. MAZZONI S.p.A.	BUSTO ARSIZIO ITALIA	N. DIS
	DUPLEX M-300/1500.	IS- 282

ESQUEMA DE EXTRUSOR DUPLEX

1.2.1.6 CORTADO

El cortado consiste en la formación de trozos rectangulares de jabón listos para entrar en la troqueladora donde se forman las pastillas de jabón.

Se puede utilizar ampliamente los cortadores Mazzoni "TV-A" y los Van Buren. Este tipo de cortadores utiliza cuchillas de acero inoxidable 304 afiladas. No se recomienda utilizar cortado por alambre. La velocidad del corte se controla dependiendo de la velocidad en que el lingote sale del extrusor.

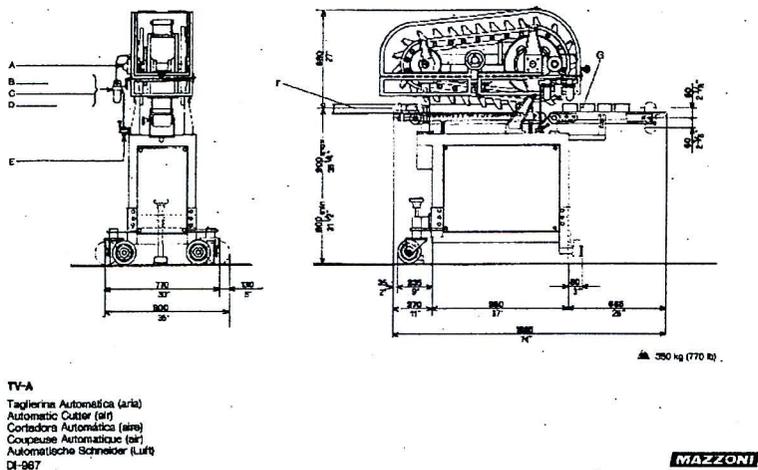


FIGURA CORTADORA DE JABON

1.2.1.7 TROQUELADO

Este procedimiento consiste en formar la pastilla de jabón a partir del lingote previamente cortado. De acuerdo al molde será el tamaño y la forma de la pastilla de jabón.

Para lograr una pastilla de alta calidad, se debe tomar en cuenta: el material de construcción del dado, superficie del molde, temperatura de la superficie del molde, enfriamiento del molde. La temperatura del refrigerante del molde debe andar entre -23°C y -29°C . De cualquier forma, cuando se tiene alta humedad en el ambiente, la temperatura del refrigerante debe adecuarse para evitar formación de hielo.

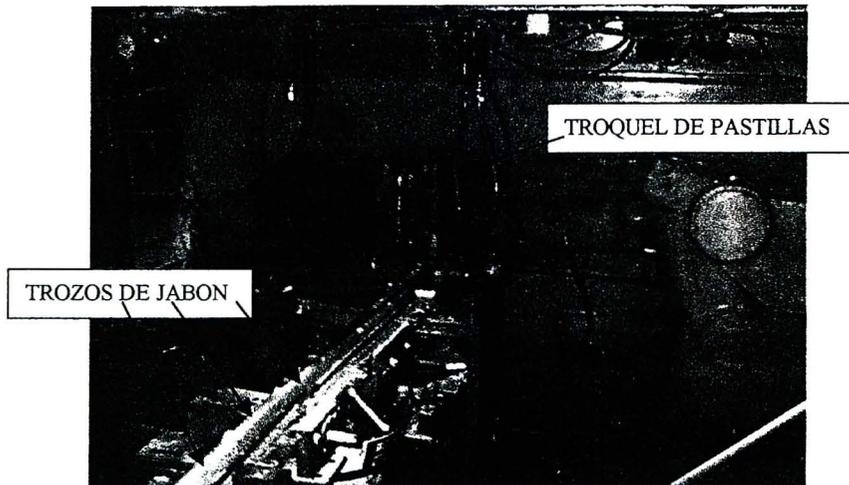


FOTO DE TROQUELADORA PARA JABON

1.2.1.8 BANDAS TRANSPORTADORAS

Las bandas transportadoras deben ser de uretano para manejar el jabón; este material puede ser superpuesto sobre las guías de acero inoxidable. El uretano requiere especial cuidado y mantenimiento.

1.2.1.9 EMPACADO

El empacado de las pastillas de jabón se hace en una máquina envolvedora automática. Se tienen las bobinas de material de empaque, que es cortado y pegado alrededor de la pastilla de jabón.

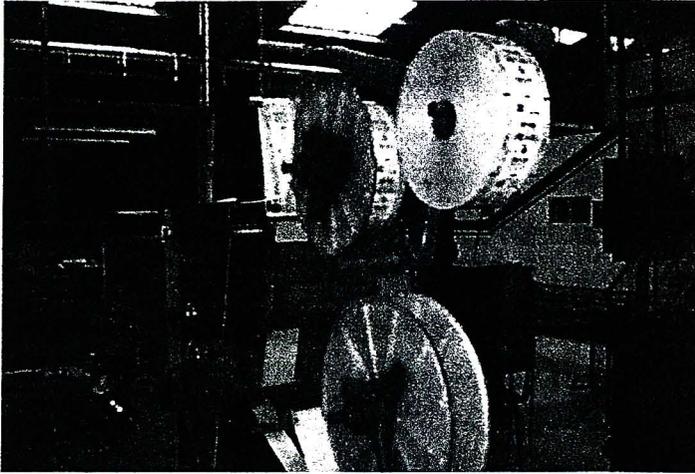
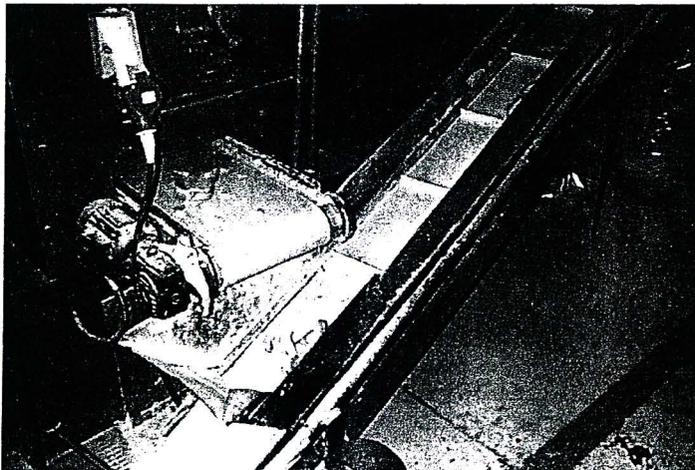


FOTO DE EMPACADORA

1.2.1.10 RECICLADO

Luego del procedimiento de troquelado del jabón, las rebabas que quedan son expulsadas de los moldes; éstas son recuperadas y transportadas por medio de una banda transportadora mecanizada, hasta el extrusor doble. Aquí las rebabas se unen con viruta nueva de jabón para repetir el procedimiento de refinado, extruido, cortado y troquelado.



FOTOGRAFIA DE LA BANDA DE RECICLADO

1.2.2 AUTOMATIZACION DE PROCESOS

1.2.2.1 CONTROLES AUTOMATICOS

El propósito de un control automático en un sistema es mantener una salida deseada cuando las entradas del sistema están variando. Las entradas se dan en forma de señales de mando que la salida espera para seguirlas y se espera que el control automático minimice los disturbios. La forma usual de un control automático es un control retroalimentado en circuito cerrado, se define como: *“una operación que en presencia de la influencia de los disturbios o perturbaciones tiende a reducir la diferencia entre el estado real de un sistema y un estado deseado que varía arbitrariamente y que constituye la base de esta diferencia”*.

La medición y el control automáticos pueden ser parciales, totales o de alguna extensión intermedia. El control comprende siempre un valor preestablecido o predeterminado llamado punto fijo o de ajuste. El sistema se diseña para medir y controlar económicamente cualquier desviación de la variable dentro del alcance y rango de controles, de manera que se mantenga el valor predeterminado dentro de los límites escogido con el objeto de producir un artículo de calidad.

La medición automática y los sistema de control operan con base en un principio de error, y establecen un límite definido de su valor. El sistema de medición detecta el error y produce una medición para indicar que se requiere un control manual, o bien, el propio medidor la realiza en forma automática mediante alguna forma de sistema de retroalimentación, anticipación o alimentación directa. La precisión necesaria en el control del sistema, al igual que la velocidad de respuesta para la acción correctiva en una aplicación particular, determinan tanto el tipo del sistema como su costo. La variedad disponible es desde un simple conmutador manual hasta un complejo sistema de control por computadora.

1.2.2.2 CARACTERISTICAS BASICAS DE LOS SISTEMAS AUTOMATICOS DE CONTROL

Las teorías generales y las definiciones de control automático han sido desarrolladas

para ayudar al diseñador a satisfacer principalmente tres especificaciones básicas para el comportamiento del sistema de control, que son estabilidad, precisión y rapidez de respuesta.

1.2.2.2.1 SISTEMA DE CONTROL DE CICLO ABIERTO

El ciclo abierto (circuito abierto), es el sistema de control más comúnmente usado. El término ciclo abierto, implica que el dispositivo de control trabaja con entera independencia de la carga que controla. Los ejemplos más simples de control de ciclo abierto se muestran en la figura a continuación. Se puede ver que la operación manual de un interruptor controla el arranque y parada del motor M. Esta es una forma discontinua de control (conexión y desconexión) en que la velocidad y carga del motor no influye en nada en el control.

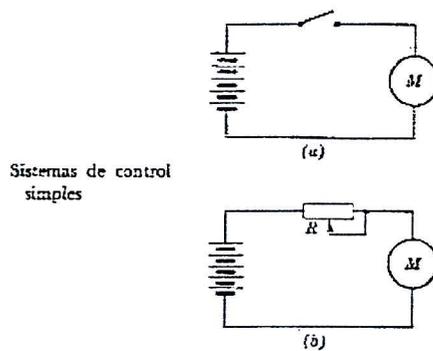


FIGURA DEL SISTEMA DE CONTROL SIMPLE

Muchos de los sistemas de control de ciclo abierto emplean controles automáticos. El arrancador de motor de pulsador, el aparato de radio despertador y el sistema de luces de tránsito en los cruceros de una ciudad entran dentro de esta categoría. En este último caso debe observarse que el sincronismo automático de las luces no depende del volumen del tránsito.

1.2.2.2 SISTEMAS DE CONTROL DE CICLO CERRADO

En un sistema de control de ciclo cerrado (circuito cerrado) la carga está ligada por una realimentación a la unidad de control. Un sistema así, está indicado en el diagrama de bloques a continuación.

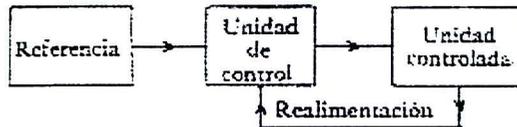
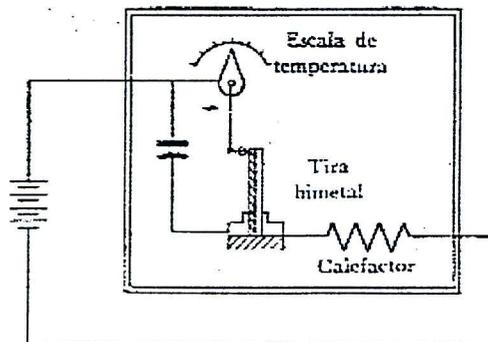


Diagrama de bloques de un circuito de control simple

DIAGRAMA DE UN CIRCUITO DE CONTROL SIMPLE

En la figura, la unidad controlada no queda libre flotando sino que está ligada (por medio de retroalimentación) al control. Si la unidad controlada se desvía de la unidad de referencia o directriz, esta desviación se envía a la unidad de control y permite que tenga lugar una acción correctiva. Un sistema muy sencillo de control de ciclo cerrado se puede observar según la figura del horno eléctrico esquemático.



Sistema de control de ciclo cerrado simple

FIGURA DEL SISTEMA DE CICLO CERRADO

En este circuito el horno se calienta por medio de una resistencia eléctrica. Dentro del horno hay un par de contactos accionados por un bimetalico (sensor) conectados en serie con la resistencia calefactora. El contacto doble está ajustado según la posición del índice de la escala de temperatura (referencia) para dar la temperatura del horno deseada. Cuando la temperatura del horno se eleva por encima de la seleccionada en la escala, abre el termostato y el circuito eléctrico permitiendo que el horno se enfríe lentamente. Una vez que la temperatura interior del horno alcanza el valor seleccionado, el termostato vuelve a cerrarse.

En la mayoría de los circuitos de ciclo cerrado o de realimentación, se requieren varios componentes los cuales junto con su función están ilustrados en un sistema típico de aire acondicionado de una casa con el cual estamos familiarizados.

Hay tres características sobresalientes en los circuitos de control de temperatura simples de ciclo cerrado. Primero, los errores o desviaciones de temperatura (o variable a controlar) pueden ser bastante grandes debido a retardos en el funcionamiento de los componentes. Segundo, el período de los ciclos de temperatura es bastante largo. Por último, el control es discontinuo, ya que es del tipo de conexión y desconexión.

1.2.2.3 ANALISIS DE RESPUESTA TRANSITORIA EN UN SISTEMA DE CONTROL

La estabilidad, precisión y rapidez de respuesta de un sistema de control, se determinan analizando el estado estable y el comportamiento transitorio. Es conveniente que se obtenga el estado estable en el menor tiempo posible, mientras que la salida se mantiene dentro de los límites especificados. El comportamiento, en el estado estable, se evalúa en términos de la precisión con que se controla la salida para una entrada especificada. El comportamiento transitorio, esto es, el comportamiento de la salida que varia a medida que el sistema cambia desde una condición de estado estable a otra, se evalúa en términos de cantidades como máximo sobre tiro, tiempo de crecimiento y tiempo de respuesta.

Están también los sistemas transitorios que producen perturbaciones. En este tipo de sistemas, el control automático normalmente sólo tiene dos lugares donde puede esperarse

perturbación, a la entrada o en la carga. Para un sistema puramente mecánico, las perturbaciones a la entrada pueden tomar la forma de una oscilación periódica, un desplazamiento, una velocidad o una aceleración. Las perturbaciones a la salida son, en general, cambios en la carga, expresados como un momento o una fuerza. Los sistemas no mecánicos tienen perturbaciones expresadas en cantidades diferentes; sin embargo, son directamente análogos a los sistemas mecánicos.

1.2.2.4 INSTRUMENTACION

Un instrumento es un dispositivo o aparato para determinar el valor o la magnitud de una cantidad o una variable. Las variables que interesan son las que ayudan a describir o definir un objeto, un sistema o un proceso. Así en una operación manufacturera, la calidad del producto está relacionada a mediciones de sus diversas propiedades físicas, propiedades químicas, dimensiones, su dureza y su acabado o terminado superficial. En un proceso industrial o de fabricación, las mediciones y el control o regulación de las temperaturas, la presión, los flujos o gastos, etc. determinan la calidad y el rendimiento de la producción.

Las mediciones pueden ser directas, como cuando se emplea un micrómetro para una dimensión; o indirectas, como cuando se determina la humedad del vapor de agua midiendo la temperatura en un calorímetro de estrangulación.

Debido a las limitaciones materiales del dispositivo de medida y del sistema que se estudia, las mediciones siempre tienen, en la práctica, algún error.

La exactitud de un instrumento es la fidelidad con que sus lecturas o indicaciones se aproximan al valor verdadero de la variable que se mide. La precisión se refiere a la reproducibilidad de las mediciones, es decir, con un valor fijo de la variable, cuánto difieren entre sí, las lecturas o indicaciones sucesivas del instrumento. La sensibilidad es la relación de la señal de salida (o respuesta, o reacción) del instrumento a la variación de la variable de entrada que se mide. La resolución se relaciona con la variación del valor medio a la cual responderá el instrumento.

El error se clasifica en sistemático o causal. Errores sistemáticos son los debidos a causas asignables; pueden ser estáticos e dinámicos. Los estáticos, son originados por

limitaciones de los dispositivos medidores o por las leyes físicas que rigen su comportamiento. Por ejemplo, se introduce un error estático en la lectura de un micrómetro cuando se ejerce presión excesiva sobre su husillo. Los errores dinámicos son causados por el instrumento, que no responde lo bastante rápidamente para seguir las variaciones de la variable que se mide; por ejemplo, el termómetro de una habitación no indicará la temperatura correcta de la misma hasta varios minutos después que se haya estabilizado en un valor constante. Los errores casuales son los originados por causas que no pueden establecerse debido a variaciones fortuitas del sistema.

El National Bureau of Standards ha establecido estándares o normas para medir. Por comparaciones muy precisas con estos estándares primarios se preparan estándares secundarios que a su vez, forman la base para el calibrado o graduación de los instrumentos que se utilizan. Un ejemplo bien conocido es el de los bloques calibradores de referencia de Johanneson, empleados en la calibración de las máquinas-herramientas de las líneas de montaje.

En un instrumento hay tres partes esenciales: el elemento sensible, los medios transmisores y el elemento indicador. El elemento sensible responde (o reacciona) directamente a la cantidad medida, produciendo un movimiento relativo, una presión o una señal eléctrica. Estos son transmitidos por mecanismos articulados, por una tubería, por líneas de la instalación eléctrica, etc. para que desvíen una aguja o muevan una pluma, sobre una gráfica. El instrumento puede ser accionado por medios mecánicos, hidráulicos, neumáticos, eléctricos, ópticos u otros energizantes. Para conseguir exactitud, sensibilidad o cierta forma de la indicación se emplea a menudo una combinación de varios modos energizantes.

1.2.2.5 CARACTERISTICAS BASICAS DEL CONTROL AUTOMATICO

El control automático indica que la regulación se produce como una medida correctiva en respuesta a una señal y que se logra sin la intervención humana para efectuar la acción de control. En otras palabras, esta acción se inicia automáticamente.

Una característica básica es la forma en que el controlador actúa para restaurar la

variable controlada al valor deseado. Este es funcionalmente la modalidad de control. Las modalidades de control más comunes son: (1) de dos posiciones, (2) de flotación, (3) proporcional, (4) proporcional con restauración y (5) de velocidad.

Un sistema de control puede emplear una o más de estas modalidades en su función industrial.

1.2.2.5.1 SELECCION DE INSTRUMENTOS PARA APLICACION

Para destacar la posición competitiva de una industria, los instrumentos o sistemas de instrumentos deben escogerse con sumo cuidado con el fin de satisfacer cada aplicación específica. Para que un ingeniero instrumentista de procesos o de fabricación, así como sus ayudantes especializados, pueda elegir la mejor aplicación, debe tener un conocimiento profundo tanto del instrumento como del sistema de operación.

Los conceptos de fuentes de error, el retraso en el tiempo, los tiempos muertos y la respuesta a la frecuencia son de primordial importancia al seleccionar el tipo de instrumento a utilizar.

Como se mencionó con anterioridad el error corresponde a la diferencia entre el valor real y el valor registrado por la medición del instrumento.

El retraso o la demora en el tiempo se define como el intervalo de tiempo que transcurre entre el instante en que se genera una señal y el momento en que el instrumento o el sistema de instrumentos de medición o control indica, registra o activa un control para corregir un error o cambiar la función. Mientras más breve es la demora, mejor es la medición dinámica de la función.

La demora se debe a la resistencia al flujo de aire en los tubos que conectan los instrumentos neumáticos, a la resistencia en los alambres que conducen la corriente, al movimiento de inercia en el desplazamiento mecánico de un medidor o calibrador y a cualquier otro factor que reduzca la velocidad de una señal para lograr el objetivo de diseño.

El tiempo muerto en un instrumento es el periodo durante el cual no se puede detectar una nueva señal o una variación de ella. La elección de un instrumento se debe hacer de tal manera, que el tiempo muerto no constituya un riesgo para el control del proceso.

1.2.2.5.2 CONTROL DE DOS POSICIONES

El control de dos posiciones sólo puede operar cuando el elemento de control está totalmente encendido o totalmente apagado. Es decir, no existe una posición intermedia de control. En el caso del controlador de temperatura de encendido y apagado esté enciende una fuente de calor o la apaga, el controlador abre o cierra la válvula, por ejemplo.

El control de dos posiciones es simple y muy popular en procesos con velocidades de reacción lentas para los que puede proporcionar una regulación adecuada. El control de dos posiciones es más apropiado para un proceso con la mínima velocidad de transferencia en que las dos posiciones extremas se pueden ajustar para permitir una entrada apenas mayor o menor que los requisitos para la operación normal. El control de dos posiciones puede resolver cierto margen de cambio de carga, a condición de que esos cambios no sean demasiado rápidos ni tenga una magnitud importante. Los cambios de carga hacen que la variable controlada siga un ciclo a una nueva velocidad y magnitud según la velocidad y la dirección del cambio de carga. El ciclaje al nuevo valor de carga, adopta un valor promedio diferente según la dirección del cambio en la carga.

Cuando dicho cambio es demasiado grande o se produce con una excesiva frecuencia o velocidad, el control es inestable y puede entrar en oscilación. Esta oscilación va continuamente del encendido al apagado y de nuevo al encendido, mientras que la variable controlada sigue un ciclo por encima y por debajo de la condición normal del punto fijo o de ajuste.

En aplicaciones industriales, el control de dos posiciones es muy apropiado para regular hornos de varios tipos donde las principales pérdidas, después de la carga, son las variaciones en la temperatura ambiente y las pérdidas de radiación.

1.2.2.5.3 CONTROL POR FLOTACIÓN

Cuando los cambios de carga son grandes y rápidos, es necesario proporcionar una mejor clase de control que la que permite el tipo de encendido y apagado de dos posiciones.

El primer refinamiento que se puede agregar para proporcionar una posición intermedia del elemento de control se conoce por control por flotación. El control por flotación mueve el elemento de regulación final a una velocidad constante en cualquier dirección, siempre que la variable controlada cambie en un valor predeterminado en relación al punto de ajuste. En contraste con un control de dos posiciones que cambia la ubicación del elemento de control final de encendido a apagado, el control por flotación cambia su velocidad de encendido a apagado.

En un sistema de control por flotación, el elemento de control final no se mueve mientras la variable controlada permanezca dentro de la zona neutra. Cuando la variable controlada se desplaza fuera de dicha zona, el elemento de control final entra en acción en la dirección apropiada para corregir la variable controlada. Este movimiento continúa hasta que dicha variable regresa a la zona neutral o hasta que se active toda la entrada del elemento de control final; o bien, hasta que esté totalmente apagado, según la corrección que se necesite.

En el control por flotación, el elemento de control final se mueve con mayor lentitud que el de encendido y apagado de dos posiciones debido a que conviene tener una ubicación intermedia para la aplicación. El control por flotación tiene la ventaja de contrarrestar cambios graduales de carga mediante una variación también gradual del elemento de control final. Esto minimiza la formación de ciclos, pero no la elimina por completo.

Se debe tener mucho cuidado al aplicar el control por flotación. Si el elemento se mueve con demasiada rapidez, se obtendrá un control de dos posiciones; y si se mueve con excesiva lentitud, el sistema de control no será capaz de mantenerse al paso con un cambio repentino. Idealmente, el elemento de control se debe escoger de manera que cambie a una velocidad lo suficientemente rápida para mantenerse al ritmo con la máxima velocidad a la que se puedan producir los cambios de carga.

1.2.2.5.4 CONTROL PROPORCIONAL

Un controlador proporcional permite una relación lineal fija entre el valor de la variable controlada y la cantidad de control ejercido por el elemento de control final. Un

controlador proporcional desplaza al elemento de control final a una posición definitiva por cada valor de la variable controlada.

Aunque el controlador proporcional permite una acción más uniforme que otros modos de control más simples, se debe observar que existe una relación fija o definida entre el valor de la variable controlada y la posición del elemento controlado. Esto puede ser una desventaja particular cuando se tiene un cambio de carga. Esta característica del control proporcional origina un desajuste. El desajuste es una variación sostenida de la variable controlada en relación con el valor de punto fijo, que se mantiene mientras el cambio de carga se conserve.

El control proporcional se diseñó para reducir el ciclaje a un nivel inferior al del control de dos posiciones. Tiene su mejor desempeño en procesos que poseen una gran capacitancia, una velocidad de reacción relativamente lenta y un retardo en el proceso y tiempo muerto más o menos pequeños. También existe la regulación proporcional de tiempo.

1.2.2.5.5 CONTROL PROPORCIONAL CON RESTAURACION

Para tener un sistema automático de control proporcional cuando existen cambios de carga, la restauración también debe ser automática. La modalidad de control es la misma que el control proporcional, con la diferencia de que la restauración es automática en lugar de manual para el ajuste de la banda proporcional. Además del ajuste de esta banda, el control proporcional con restauración, tiene un ajuste de velocidad de restauración que determina la rapidez con que la banda proporcional varía para satisfacer las condiciones del cambio de carga.

Los controles proporcionales con restauración ubican el elemento de control final dentro de la banda proporcional, de acuerdo a la posición de la variable controlada, y la duración y amplitud de la misma variable en relación con el punto fijo.

1.2.2.5.6 ACCION DE VELOCIDAD

La acción de velocidad existe sólo combinada con la acción proporcional y la proporcional con restauración. Cuando ocurre una desviación, la acción de velocidad se limita a proporcionar una sobrecorrección inicialmente grande. Esto hace que el elemento de control final proporcione una corrección mayor que la que se tendría con la señal inicial de una acción proporcional o proporcional con restauración. Después del cambio inicial grande, el control comienza a eliminar sus efectos dejando que las respuesta proporcionales o proporcionales con restauración ubiquen el elemento de control final. Esto crea una acción adicional del agente de control en una etapa temprana para contrarrestar o vencer el efecto desfavorable del retardo del proceso. Básicamente se trata de una sobrecorrección temporal proporcional a la desviación en la variable controlada en relación con el punto fijo.

1.2.2.5.7 CONTROL PROPORCIONAL CON VELOCIDAD:

La acción de velocidad se puede ajustar para satisfacer el retardo en el proceso y, por lo común, se trata de un ajuste de tiempo para adelantar el efecto de la acción proporcional en el elemento de control final.

1.2.2.5.8 VELOCIDAD PROPORCIONAL CON RESTAURACION

Los procesos con grandes tiempos muertos, mayores a 2 minutos, o grandes retardos de proceso o transferencia; a veces, son difíciles de controlar empleando modos proporcionales con restauración o proporcionales con velocidad. La banda proporcional se debe ajustar a una anchura excepcionalmente grande y el tiempo de restauración será muy lento para evitar ciclajes excesivos. Cuando se producen cambios de carga, se registra una gran desviación y se requiere mucho tiempo para que la variable controlada vuelva al punto fijo o de ajuste. La adición de la acción de velocidad a la modalidad proporcional con restauración, a menudo resuelve el problema de control.

1.2.2.5.9 SISTEMAS AUTOMATICOS POR COMPUTADORA

Las computadoras prestan servicio al campo industrial de tres formas fundamentales: La primera, se refiere exclusivamente al campo administrativo incluyendo inventarios, nóminas, impuesto y otras que implicarían manejo de papeles. La segunda, podría ser el diseño, la investigación, desarrollo científico y productos nuevos. La tercera, es el control de procesos industriales. Actualmente se ha utilizado la computadora en campos tan variados como, el entretenimiento y la comunicación.

En el campo de control industrial se debe tener mucho cuidado para asegurarse que un concepto de sistema se ha evaluado de tal modo que la administración pueda llevar al éxito con cierto beneficio. El control por computadora puede fallar por contar con equipos o máquinas inadecuadas, por insuficiencias en los programas y sistemas de programación para el control, así como por actitudes inadecuadas del personal operativo.

El control por computadora se puede lograr eficientemente; debe ser un sistema retroalimentado y no debe encerrar ninguna ambigüedad en sus instrucciones. Se debe permitir efectuar su trabajo sin interferencia por parte del operador. Si se considera esta condición deseable, el programa lógico se debe preparar de manera que admita esta situación.

1.2.3 MEDICIONES DE VOLUMEN EN LOS FLUIDOS

La medición del nivel de líquidos, lechadas o materiales secos dentro de un recipiente puede ser muy complicada cuando el material es corrosivo o abrasivo, cuando se tiene a altas presiones, cuando es radiactivo o cuando se encuentra dentro de un recipiente sellado. Los niveles se pueden medir y mantener mediante dispositivos mecánicos, de caída de presión, eléctricos y electrónicos. El tipo de dispositivo depende de la clase de recipiente, del material que contenga y de la precisión requerida en la medición o el control.

En un líquido de densidad conocida, su volumen constituye un medio simple y rápido para medir la cantidad (o masa) de líquido presente. Inversamente, la medición del peso y el volumen de una cantidad dada del material, permite calcular su densidad. La

dimensión del volumen es una longitud al cubo y se expresa en centímetros cúbicos, metros cúbicos, etc. El volumen de formas geográficas simples, se obtiene por la fórmula correspondiente.

Cualquier recipiente que tenga una graduación fija y conocida del volumen contenido en relación con el nivel del líquido, es un dispositivo volumétrico. Este dispositivo puede estar calibrado o marcado en un sólo punto (pipeta, matraz volumétrico); o bien, graduado a lo largo de todo su volumen (bureta, cilindro o probeta graduados, tanque volumétrico). En el caso del tanque, se gradúa directamente un indicador del nivel de tubo de vidrio en volúmenes del líquido.

Para mediciones precisas de volúmenes hay que hacer correcciones por temperatura (a causa de la dilatación tanto del material medido como del aparato volumétrico). En el caso de gases, hay que considerar también la presión.

1.2.3.1 MEDICIÓN DEL NIVEL EN LOS LÍQUIDOS

Los instrumentos indicadores del nivel se usan para determinar (o controlar) la altura de un líquido en un depósito o la situación de la superficie de separación entre dos líquidos de distintas densidades. En los grandes depósitos de almacenamiento se indican el nivel por medio de una cadena o cinta graduada unida a un flotador que flota sobre la superficie del líquido. Para medir pequeñas variaciones de nivel es común el desplazador fijo. La fuerza de empuje es proporcional al volumen sumergido del desplazador y, en consecuencia, varía en razón directa del nivel. Esta fuerza es equilibrada por la presión del aire que actúa en el fuelle, la cual es generada, a su vez, por la chapaleta y la tobera. Un manómetro (o registrador de la presión), indica el nivel.

Se mide a menudo el nivel por medio de un medidor de la presión diferencial (o diferencia de presiones) conectado a tomas en las partes superior e inferior de un depósito. Como se indicó, al observar los manómetros, la diferencia de presiones es igual a la altura multiplicada por la densidad del líquido. Si el líquido es corrosivo o contiene sólidos, se utilizan entonces cierres hidráulicos y purgas o limpiezas de agua o de aire para aislar el medidor del proceso.

Para aplicaciones especiales, pueden utilizarse las propiedades dieléctricas, conductoras o de absorción del líquido. Así, en un modelo, el líquido se eleva entre las dos placas de un condensador originando una variación de su capacitancia proporcional al cambio del nivel, y en otro, se mide la radiación procedente de una pequeña fuente radioactiva. Como el líquido tiene elevada absorción para los rayos (en relación con el espacio con vapor), la intensidad de la radiación medida disminuye con el aumento del nivel. Una ventaja importante de este tipo consiste en que no requiere conexiones externas al proceso.

1.2.3.2 MEDIDORES DE NIVEL DE SÓLIDOS

En los procesos continuos, la industria ha ido exigiendo el desarrollo de instrumentos capaces de medir el nivel de sólidos en puntos fijos o de forma continua; en particular, en los tanques o silos destinados a contener materias primas o productos finales.

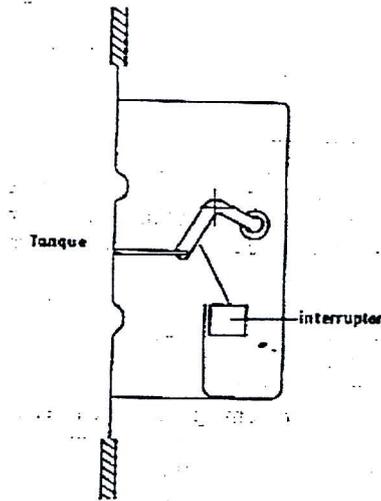
Los detectores de nivel de punto fijo proporcionan una medida en uno o varios puntos fijos determinados. Los sistemas más empleados son; el diafragma, el cono suspendido, la varilla flexible, el medidor conductivo, las paletas rotativas y los ultrasónicos.

Los medidores de nivel continuo proporcionan una medida continua del nivel desde el punto más bajo al más alto. Entre los instrumentos empleados se encuentran: el de peso móvil, el de báscula, el capacitivo, el de presión diferencial, el ultrasonico y el de radiación.

1.2.3.3 DETECTORES DE NIVEL DE PUNTO FIJO

1.2.3.3.1 EL DETECTOR DE DIAFRAGMA

DETECTOR DE DIAFRAGMA



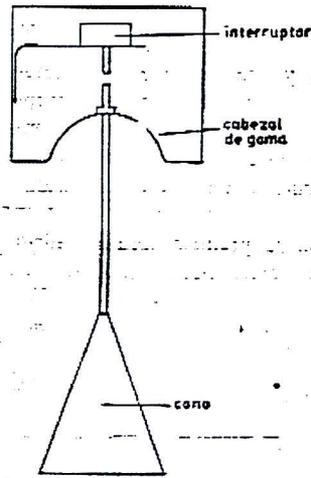
Consiste en una membrana flexible que puede entrar en contacto con el producto dentro del tanque y que contiene en su interior un conjunto de palancas con contrapeso que se apoyan sobre un microrruptor. Cuando el nivel del sólido alcanza el diafragma lo fuerza venciendo el contrapeso y actuando sobre el microrruptor; éste que puede ser mecánico o de mercurio, puede accionar una alarma o actuar automáticamente sobre un transportador o maquinaria asociadas al depósito.

El material del diafragma puede ser: de tela, goma, neopreno o fibra de vidrio. El medidor de diafragma tiene la ventaja de su bajo coste, puede emplearse en tanques cerrados sometidos a baja presión o vacío gracias a una línea neumática que iguala presiones a ambos lados de la membrana y trabaja bien con materiales de muy diversa densidad.

Tiene la desventaja de no admitir materiales granulares de tamaños superiores a unos 8 mm de diámetro.

Su precisión es de unos ± 50 mm.

1.2.3.3.2 EL CONO SUSPENDIDO

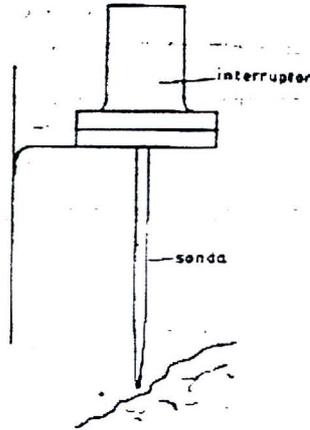


MEDIDOR DE CONO SUSPENDIDO

Consiste en un microrruptor montado dentro de una caja estanca al polvo, con una cazoleta de goma de la que está suspendida una varilla que termina en un cono. Cuando el nivel de sólidos alcanza el cono, el interruptor es excitado. La cazoleta de goma permite una flexibilidad en la posición del cono gracias a la cual el aparato puede actuar como alarma de alto o de bajo nivel; conviene tener la precaución de proteger mecánicamente el instrumento cuando se manejan materiales pesados que, en su caída desde la boca de descarga del tanque podrían dañarlo.

El aparato es barato, necesita estar protegido como nivel de baja o en niveles intermedios y se utiliza sólo en tanques abiertos. Su precisión es de unos 50 mm. Sus aplicaciones típicas son: la alarma y el control de nivel en carbón, granos y caliza.

1.2.3.3.3 LA VARILLA FLEXIBLE



MEDIDOR DE VARILLA FLOTANTE

Consiste en una varilla de acero conectada a un diafragma de latón donde está contenido un interruptor. Cuando los sólidos presionan, aunque sólo sea ligeramente en la varilla, el interruptor se cierra y actúa sobre una alarma.

El conjunto de la unidad está sellado herméticamente pudiendo construirse a prueba de explosión. El aparato se emplea como alarma de alto nivel estando dispuesto en la parte superior del tanque. Para impedir que la simple caída del producto pueda causar una alarma infundada, incorpora un relé de retardo.

El instrumento se emplea en tanques abiertos como alarma de nivel alto; tiene una precisión de ± 25 mm; se utiliza para materiales tales como carbón y puede trabajar hasta temperaturas máximas de 300° C.

1.2.3.3.4 EL MEDIDOR CONDUCTIVO

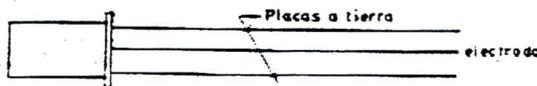


Fig. 5.21 Unidad de contacto eléctrico.

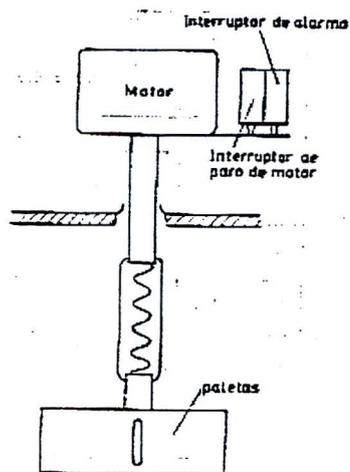
MEDIDOR CONDUCTIVO

Consiste en un electrodo dispuesto en el interior de unas placas a masa y con el circuito eléctrico abierto. Cuando los sólidos alcanzan el aparato, se cierra el circuito y la pequeña corriente originada es amplificada actuando sobre un relé de alarma. Los sólidos deben poseer una conductividad eléctrica apreciable para poder excitar el circuito. El instrumento puede utilizarse en tanques abiertos y a presión, trabaja hasta temperaturas máximas de 300° C, está limitado a materiales que tengan una conductividad de 1 a $1,4 \times 10^{-7}$ mho y sólo puede emplearse como alarma de nivel alto o niveles intermedios. Entre los materiales en los que se pueden emplear figuran el carbón y el carbón activo.

1.2.3.3.5 EL MEDIDIOR CAPACITIVO

El medidor capacitivo es un detector de proximidad capacitivo, dotado de un circuito oscilante RC, que está ajustado en un punto crítico, y que entra en oscilación cuando se encuentra próximo al lecho del sólido. El aparato se monta en el tanque en posición vertical o inclinada y su sensibilidad se coloca al mínimo para evitar el riesgo de excitación del aparato en el caso de que una mínima cantidad del sólido pueda depositarse en el detector

1.2.3.3.6 LAS PALETAS ROTATIVAS



SENSOR DE PALETAS ROTATIVAS

Consiste en un eje vertical, dotado de paletas, que gira continuamente a baja velocidad accionado por un motor síncrono.

Cuando el producto sólido llega hasta las paletas, las inmoviliza, con lo que el soporte del motor y la caja de engranajes empiezan a girar en sentido contrario.

En su giro, el soporte del motor actúa consecutivamente sobre dos interruptores; el primero, excita el equipo de protección (por ejemplo, una alarma) y el segundo, desconecta la alimentación eléctrica del motor con lo cual éste queda bloqueado.

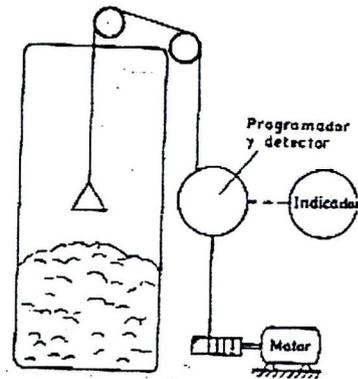
Cuando el producto baja de nivel y deja las paletas al descubierto, un resorte vuelve el motor a su posición inicial liberando los dos microinterruptores. De este modo, el motor se excita con lo que las paletas vuelven a girar, y la alarma queda desconectada.

El eje de las paletas puede ser flexible o rígido para adaptarse así a las diversas condiciones de trabajo dentro del silo (caída de producto, deslizamientos del producto, etc.). Estos aparatos son adecuados en tanques abiertos o a baja presión (máximo 10 kg/cm^2), tienen una precisión de unos 25 mm y se emplean preferentemente como detectores de nivel de materiales granulares y carbón. Pueden trabajar con materiales de muy diversa densidad y existen modelos a prueba de explosión.

En una aplicación típica de un control de nivel de sólidos en un tanque, que mantiene el nivel entre los dos puntos, donde están situados los detectores, cuando el material desciende más abajo del detector inferior, éste pone en marcha automáticamente la maquinaria de alimentación del producto en el silo y esta maquinaria se para tan pronto como el producto alcanza el detector de nivel superior. El ciclo vuelve a repetirse cuando, al ir vaciándose el silo, los sólidos descienden a un nivel por debajo del detector inferior.

1.2.3.4 DETECTORES CONTINUOS DE NIVEL

1.2.3.4.1 EL MEDIDOR DE NIVEL DE SONDEO ELECTROMECHANICO



NIVEL DE SONDEO ELECTROMECHANICO

Este consiste en un pequeño peso móvil sostenido por un cable desde la parte superior del silo mediante poleas. Un motor y un programador situados en el exterior, establecen un ciclo de trabajo del peso. Este baja suavemente en el interior de la tolva hasta que choca contra el lecho de sólidos. En este instante, el cable se afloja, y un detector adecuado invierte el sentido del movimiento del peso con lo que éste asciende hasta la parte superior de la tolva, donde se para, repitiéndose el ciclo nuevamente. Un indicador exterior señala el punto donde el peso ha invertido su movimiento indicando así el nivel en aquel momento. El instrumento se caracteriza por su sencillez; puede emplearse en el control de nivel, pero debe ser muy robusto mecánicamente para evitar una posible rotura del conjunto dentro de la tolva lo que podría dar lugar a la posible rotura de los mecanismos de vaciado.

1.2.3.4.2 EL MEDIDOR DE NIVEL DE BASCULA

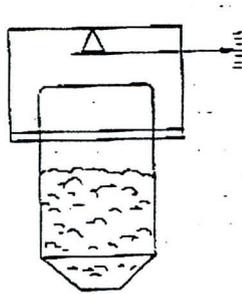


Fig. 5.25 Medidor de nivel de báscula.

MEDIDOR DE NIVEL DE BASCULA

Mide el nivel de sólidos indirectamente a través del peso del conjunto: tolva más producto; como el peso de la tolva es conocido, es fácil determinar el peso del producto y por lo tanto, el nivel. La tolva se apoya en una plataforma de carga actuando sobre la palanca de una báscula o bien carga sobre otros elementos de medida neumáticos, hidráulicos o eléctricos (galga extensométrica y microprocesador).

De estos elementos, uno de los más empleados es el de galga extensométrica.

El sistema es relativamente caro; en particular, en el caso de grandes tolvas, pudiendo trabajar a altas presiones y temperaturas. Su precisión depende del sensor utilizando pudiendo variar de ± 0.5 a $\pm 1\%$.

1.2.3.4.3 EL MEDIDOR DE NIVEL CAPACITIVO

Es parecido al estudiado en la medición de nivel de los líquidos con la diferencia de que tiene más posibilidades de error por la mayor adherencia que puede presentar el sólido en la varilla capacitiva. La varilla del medidor está aislada y situada verticalmente en el tanque y bien asegurada mecánicamente para resistir la caída del producto y las fuerzas generadas en los deslizamientos internos.

La medida está limitada a materiales en forma granular o en polvo que sean buenos aislantes; la presión y temperatura máximas de servicio pueden ser de 50 bar y 150°C; el aparato debe calibrarse para cada tipo de material. Su precisión es de unos ± 15 mm aproximadamente.

1.2.3.4.4 EL MEDIDOR DE NIVEL DE PRESION DIFERENCIAL

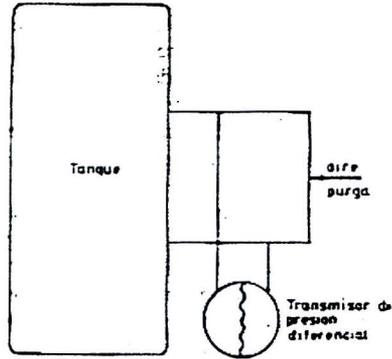


FIGURA DEL MEDIDOR DE PRESION DIFERENCIAL

Se emplea en la medida y el control continuo del nivel de lechos fluidizados. Según puede verse en la figura consiste en dos orificios de purga de aire situados en el depósito por debajo y por encima del lecho. Un instrumento transmisor neumático o electrónico mide la presión diferencial posterior de los dos orificios mencionados que depende del nivel del lecho fluidizado. El instrumento puede trabajar a temperaturas superiores a 300°C y posee una respuesta rápida.

1.2.3.4.5 EL MEDIDOR DE NIVEL DE ULTRASONIDO

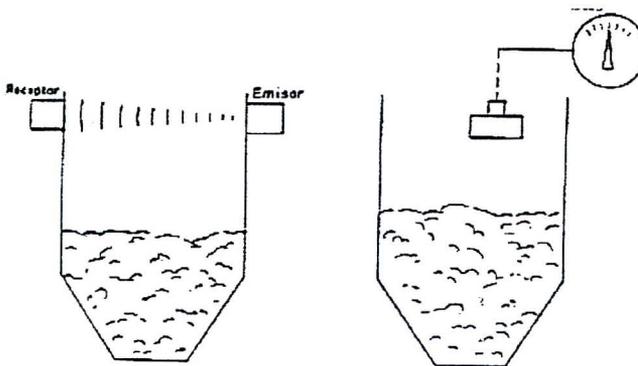


FIGURA DEL MEDIDOR DE NIVEL DE ULTRASONIDO

Es un emisor de ultrasonido que envía un haz horizontal a un receptor colocado al otro lado del tanque. Si el nivel de sólidos está más bajo que el haz, el sistema entra en oscilación enclavando un relé. Cuando los sólidos interceptan el haz, el sistema deja de oscilar y el relé se desexcita actuando sobre una alarma o sobre la maquinaria de descarga del depósito.

Disponiendo el haz de ultrasonido en dirección vertical, el instrumento puede actuar como indicación continua del nivel midiendo el tiempo de tránsito de un impulso ultrasónico, entre la fuente emisora, la superficie del producto donde se refleja y el receptor situado en la propia fuente.

Como la superficie de la mayor parte de los productos sólidos reflejan en mayor o menor grado los ultrasonido, el sistema es adecuado para la mayor parte de los sólidos con mucho polvo, alta humedad, humos o vibraciones, y puede emplearse tanto en materiales opacos como transparentes. Sin embargo, si la superficie del material no es nítida, el sistema es susceptible de dar señales erróneas. El uso del ordenador permite resolver este inconveniente, al almacenar el perfil ultrasónico del lecho del sólido e interpretarlo para obtener el nivel correcto del sólido. Asimismo, el ordenador proporciona características de autocomprobación (<<self-checking>>) del instrumento de medida.

Su precisión es de ± 0.15 a $\pm 1\%$, puede construirse a prueba de explosión, pudiendo trabajar a temperaturas de hasta 150°C .

1.2.3.4.6 EL MEDIDOR DE NIVEL DE RADIACION

Consiste en una fuente radiactiva de rayos gamma, dispuesta al exterior y en la parte inferior del tanque, que emite su radiación a través del lecho de sólidos siendo captada por un detector exterior. El grado de radiación recibida depende del espesor de sólidos que se encuentra entre la fuente y el receptor. La fuente radiactiva y el receptor pueden disponerse también en un plano horizontal, en cuyo caso el aparato trabaja como detector discontinuo todo-nada.

El instrumento puede trabajar a altas temperaturas, hasta unos 1300°C , presiones máximas de 130 bar, en materiales peligrosos o corrosivos, no requiere ninguna abertura o

conexión a través del tanque y admite control neumático o electrónico. Sin embargo, es un sistema de costo elevado que necesita una supervisión periódica desde el punto de vista de seguridad, debe calibrarse para cada tanque y no puede aplicarse a materiales a los que afecte la radiactividad.

Su precisión es de $\pm 1\%$ y su campo de medida de 0.5m por cada fuente, pudiendo emplearse varias para aumentar el intervalo de medida del nivel.

En la tabla a continuación figuran las características principales de los medidores de nivel de sólidos.

MEDIDORES DE NIVEL DE SOLIDOS Y SUS CARACTERISTICAS

TIPO	PUNTO FIJO		CONT INJU	PRECISION % DE LA ESCALA	TEMP. MAXIMA DE SERVICIO °C	TANQUES		DESVENTAJAS	VENTAJAS
	ALTO	BAJO				ABIERTOS	CERRADOS		
DIAFRAGMA	SI	SI	NO	50 mm	60	SI	SI	No admite materiales granulares > 80 mm. Tanques baja presión	Bajo coste, sensible a materiales de variada densidad
CONO SUSPENDIDO	SI	SI	NO	50 mm	60	SI	NO	Debe estar protegido	Bajo costo
VARILLA FLEXIBLE	SI	NO	NO	25 mm	300	SI	NO	Relé retardado, sólo nivel alto	Muy sensible
CONDUCTIVO	SI	SI	NO	25 mm	300	SI	SI	Conductividad de materiales	Tanques a presión
PALETAS ROTATIVAS	SI	SI	NO	25 mm	60	SI	NO	Tanques abiertos a baja presión	Materiales diversos a prueba de explosión
SONDEO ELECTROMECANICO	-	-	SI	+ - 1%	60	SI	NO	Resistencia mecánica media	Sencillo
BASCULA	-	-	SI	+ - .5% - 1%	900	SI	SI	Coste elevado	Preciso y seguro, altas presiones y temperaturas
CAPACITIVO	-	-	SI	15 mm	150	SI	SI	Materiales aislantes, calibración individual, adherencias producto	Bajo coste
PRESION DIFERENCIAL	-	-	SI	+ - 1%	300	SI	SI	Coste medio, posible obturación orificio purga	Respuesta rápida
ULTRASONICOS	SI	SI	SI	+ - .5% - 1%	150	SI	SI	Coste medio	Materiales opacos y transparentes, a prueba de explosión
RADIACION	SI	SI	SI	+ - .5% - 1%	1300	SI	SI	Coste elevado, superv. seguridad, calibr. individual, varias fuentes	Tanque sin aberturas, productos corrosivos y peligrosos, altas presiones y temp.

1.2.4 SENSORES OPTICOS

1.2.4.1 CRITERIOS DE SELECCION

Uno de los principales criterios para la elección de sensores optoeléctricos es el alcance (en sensores de tipo barrera) y alcance de detección (en sensores tipo palpador fotoeléctrico). De acuerdo a la utilización se indica el alcance de servicio y/o el alcance límite. Si el sensor trabaja en una atmósfera de polvo, puede reducirse la distancia de detección debido al ambiente; en tal caso, podría ser necesario utilizar un aparato con un mayor alcance.

1.2.4.2 TIPOS DE SENSORES DE OPTICOS DE PROXIMIDAD

1.2.4.2.1 Barrera fotoeléctrica unidireccional:

La barrera fotoeléctrica unidireccional consta de dos aparatos: el emisor y el receptor. Esta construcción separada permite grandes distancias. Ideal para condiciones ambientales desfavorables. Mediante la eliminación de reflejos pueden obtenerse relativamente altas exactitudes de conexión con pequeñas tolerancias en repetibilidad. Al utilizar dos aparatos el costo de montaje es mayor

1.2.4.2.2 Barrera fotoeléctrica reflex:

En la barrera fotoeléctrica reflex, la luz emitida se refleja por medio de un reflector a la distancia indicada como alcance máximo y se evalúa por el aparato. De esta forma se obtiene un montaje económico, ya que sólo se requiere una instalación y un sólo tendido de cables en un solo lado. Si se utilizan filtros de polarización se impide el funcionamiento defectuoso por objetos reflectantes.

1.2.4.2.3 Palpador fotoeléctrico reflex:

Contrariamente a la barrera el palpador reflex, refleja de vuelta la luz del propio objeto detectado. Para incrementar la sensibilidad del sistema, el haz de luz se enfoca. Objetos de superficie negra mate, cuya emisión alcanza un mínimo de 6% se detectan aún con seguridad. La adaptación de la distancia del detección puede hacerse en casos sencillos mediante una reducción de la sensibilidad; pero más efectivo aún es el ajuste mecánico-geométrico de la distancia de detección. Esta posibilidad la ofrecen los palpadores fotoeléctricos con supresión de fondo. El palpador fotoeléctricos en ángulo, es una ejecución con ángulo especialmente grande entre el emisor y el sistema receptor. El palpador de detección de contraste es caso especial como detector de marcas impresas en la industria del embalaje.

1.2.4.2.4 Barrera fotoeléctrica con fibra óptica:

La barrera fotoeléctrica con fibra óptica lleva emisor y el receptor de luz incorporados en una caja. El campo de función se desplaza del aparato hacia el campo de operación que normalmente es inaccesible para la barrera o el palpador fotoeléctrico. Por medio de fibras ópticas flexibles de plástico o fibra de vidrio. Gracias a ello, las fibras también pueden utilizarse bajo condiciones desfavorables como altas temperaturas (300°C), en caso de fuertes vibraciones o medios agresivos.

1.2.4.2.5 Detector de contraste:

Los detectores de contraste trabajan bajo el mismo principio que los palpadores reflex y pueden diferenciar hasta 15 tonalidades de gris de la escala del negro al blanco. Esta propiedad es la premisa para leer marcas de contraste, marcas impresas de color. Los colores se diferencian por su valor gris equivalente (luminosidad). La luminosidad de la superficie del material se compara con un umbral de conmutación preseleccionado (valor gris). Tan pronto como se supere el umbral de conmutación por arriba o por abajo, la salida de estado cambia.

1.2.4.2.6 Detector de luminiscencia:

Con un palpador fotoeléctrico se pueden realizar todas las aplicaciones que se presenten en la práctica. Esto vale especialmente para casos normales; por ejemplo, una marca sobre un fondo irregular o sobre madera veteada, posiblemente no podrá detectarse eficazmente. Incluso, dos tonos parecidos representan para un palpador fotoeléctrico un problema insoluble de detección. En estos casos, puede ser de gran ayuda un detector de luminiscencia el cual responde solamente a materiales luminiscentes, que se activan por el emisor de ultravioletas del palpador. Se pueden añadir pigmentos luminiscentes al material que quiere detectarse; o bien, utilizar marcas de color con tizas.

1.2.4.2.7 Sensores de distancia:

Los sensores de distancia emiten luz sobre un objeto o sobre un reflector y evalúan la porción de luz reflejada, convirtiendo la distancia medida en una señal eléctrica proporcional. Los aparatos de la serie DME trabajan con un láser de clase 2 por el principio de la correlación de fases, lo que permite medir distancias con una resolución del orden de milímetros.

1.2.4.2.8 Sensores de color :

Los sensores de color (CS1 y CS3) son sistemas de medición extraordinariamente compactos y de aplicación universal, pudiendo utilizarse para detectar colores de objetos opacos por luz reflejada y materiales transparentes por iluminación al trasluz. De esta forma, estos sistemas son adecuados para la automatización de aquellos procesos industriales en los que el color de un objeto representa un criterio para su reconocimiento o segmentación. Los sensores trabajan bajo un principio especial de tres bandas y son integrables totalmente en los procesos productivos. El objeto a detectar se ilumina con una luz de distinta composición espectral. Se detecta y se digitaliza la porción de luz reflejada y se normaliza la señal por un microprocesador, para lo cual, se ha desarrollado un procedimiento especial. Los valores medidos se comparan con los valores de referencia de color previamente memorizados. Si los valores están dentro de la banda de tolerancia definida, se activa una señal.

1.3 ANTECEDENTES

El desarrollo de este trabajo se lleva a cabo en una línea de fabricación de jabón de tocador marca de una empresa multinacional, la cual está localizada en la ciudad de Guatemala.

Esta empresa ha trabajado en Guatemala desde 1954. Su área de manufactura se divide en cuatro plantas. La última planta es la de jabones donde se desarrolla la presente

investigación. En esta planta se produce jabón de tocador y jabón lavaplatos sintético.

1.3.1. HISTORIA DE LA COMPAÑIA

En 1806, se funda en Estados Unidos la compañía que se dedica a la elaboración de un nuevo tipo de jabón, distinto al que entonces se consumía que era áspero y sin olor agradable. De la fábrica surgieron nuevos productos: diversos tipos de jabones, perfumes, talcos y crema dental. En 1906, para el centésimo aniversario, la línea de productos incluía 160 jabones diferentes y 625 variedades de perfumes.

Actualmente, esta compañía multinacional tiene su sede en Nueva York y cuenta con subsidiarias en más de cincuenta países, en los cinco continentes. En América se incluyen los siguientes países: Argentina, Brasil, Canadá, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Guayana, Guatemala, México, Panamá, Puerto Rico, República Dominicana, Uruguay, Venezuela entre otros.

Con el objeto de aprovechar las ventajas del Mercado Común Centroamericano y las disposiciones legales sobre incentivos y protección a la industria, en el año de 1973 se centralizan en Guatemala las operaciones administrativas de El Salvador, Honduras y Nicaragua, permaneciendo en estos países únicamente los cuerpos de ventas y bodega con el personal necesario. De esta forma surge la organización denominada NCA, que significa Norte de Centro América.

El 2 de junio de 1978, es fecha significativa para la empresa por cuanto se inaugura oficialmente el moderno y amplio complejo industrial que hoy por hoy conforma las instalaciones. Actualmente se ha unificado la totalidad de la región. Esto, como consecuencia de la incorporación de la producción de Costa Rica y Panamá en Guatemala, ahora toda la producción requerida para la región centroamericana está centralizada en la planta de Guatemala.

Para lograr la unificación se hizo necesario el incremento en la producción, y para el lograr esto, se ha realizado una gran inversión en la planta durante los años de 1997 al 2000.

Una de las prioridades de la Compañía en la actualidad es la búsqueda constante de alta

calidad y mejores métodos de fabricación, siempre encaminando todos los esfuerzos hacia el aumento del margen de contribución en los diferentes procesos productivos. La política de calidad se puede resumir de la siguiente forma:

“Nuestra empresa tiene el compromiso de ofrecer productos y servicios que cumplan o excedan las expectativas del consumidor.

Todo el personal de esta empresa, sin excepción, debe considerar la calidad como una actitud permanente en su trabajo diario. La suma de los esfuerzos individuales en ese sentido y el apego a las normas establecidas en el “Sistema de Calidad”, asegurarán el cumplimiento de los objetivos de la empresa.

La necesidad de producir, vender, o cualquier otra circunstancia, por ningún motivo pueden ser razón para relegar o suspender los criterios de calidad. Cuando la CALIDAD de los productos se vea amenazada, el personal apropiado deberá involucrarse inmediatamente para asegurar el cumplimiento de nuestras normas de calidad. En estos casos, el producto deberá ser retenido hasta asegurar que cumpla con todos sus requerimientos. En caso contrario, deberá ser reprocesado o destruido.”

II PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 PROCESO DE TERMINADO DE JABON

El proceso de terminado de jabón actualmente presenta desbalances momentáneos de máquinas en la línea de producción.

La manufactura de jabón involucra dos procesos separados: la saponificación y el terminado:

1 Saponificación: La saponificación consiste en el proceso químico de fabricación de la viruta del jabón, que consiste en el jabón sin color ni olor.

2 Terminado: Involucra todos los procedimientos de la obtención del jabón listo para la venta a partir de la viruta de jabón.

2.1 Mezclado: A la viruta se le adicionan los ingredientes menores colorantes, preservantes y perfumes.

2.1.1 Amalgamado: procedimiento de adición de los ingredientes menores,

colorantes, preservantes y perfumes.

- 2.1.2 Trabajo del Jabón: Consiste en el homogenizado de la mezcla de jabón
- 2.2 Extruido: Se desarrolla en el extrusor (*plodder*) y consiste en utilizar un tornillo para hacer pasar la pasta de jabón a través de una criba.
 - 2.2.1 Molienda: Se desarrolla en el extrusor simple y tiene como propósito disminuir los gránulos aglomerados de jabón.
 - 2.2.2 Refinado: Se realiza en el extrusor doble y consiste en afinar por medio de mayor presión y cribas más finas el gránulo de jabón.
 - 2.2.3 Compactado: Tiene lugar en el segundo paso del extrusor doble y forma a base de alta presión y extracción de humedad el lingote de pasta de jabón.
- 2.3 Cortado: Corta el lingote de un tamaño adecuado para el troquelado.
- 2.4 Troquelado: Por medio de presión y un molde constantemente enfriado, de varias cavidades forma las pastillas de jabón.
- 2.5 Reciclado: La viruta remanente del troquelado va de vuelta hacia el extrusor doble.
- 2.6 Empacado: Se envuelven las pastillas de jabón en su empaque final.

Debido a que no existe forma de controlar ni evitar estos desbalances, se causa sobrealimentación de los extrusores (*plodders*) y en las tolvas donde se almacena la viruta de jabón ocasionando rebalses de producto y atascamiento del equipo. Este efecto hace necesario el paro correctivo constante de la maquinaria y del proceso productivo.

Por medio de esta investigación se busca como principal interés el generar ahorros en la línea de producción de jabón de tocador. Esto se logrará al obtener mejoras en el sistema de producción considerando todos los procedimientos de manufactura.

Si bien es cierto que para aumentar la competitividad se debe trabajar a lo largo de toda la cadena de valor del producto, en este caso se trabajará en el área específica de la manufactura del producto, al automatizar el flujo de producto en la línea de terminado y su empaque.

Actualmente, la industria del jabón en Guatemala se ha visto amenazada por la muy activa competencia de tanto de otras empresas como de las mismas subsidiarias en otros países, por ejemplo México.

El aumentar el nivel de competitividad comprende, en este caso, el disminuir los

costos de fabricación además de mejorar las operaciones y el desempeño del equipo. De esta forma al automatizar el proceso de terminado de jabones se pretende:

1. Evitar paros constantes por fallas en la alimentación en los extrusores (*plodders*).
2. Disminuir en un 10% aproximadamente el nivel de reproceso.
3. Reducir el número de operarios en la línea de producción.
4. Tener un sistema de producción de jabón más predecible.
5. Eliminar costos de mantenimiento correctivo.
6. Aumentar la durabilidad del equipo en la línea.
7. Disminuir tiempos de operación.
8. Tener un monitor de control del proceso del formado de la pastilla de jabón, con alarmas de control.

Considerando lo anterior se determinó la necesidad de optimizar los procedimientos de terminado de jabón de tocador. La optimización se logrará automatizando el proceso de alimentación de pasta de jabón en las tolvas de los extrusores, debido a que, en la línea de jabón de tocador, se ha detectado el problema de desbalance en su alimentación por parte del equipo.

Muchas veces sucede que durante la operación de la línea de tocador se tiene que parar el proceso debido a rebases por sobrealimentación, atascamiento en el equipo o por falta de producto en tolvas.

Entonces es cuando se genera la siguiente interrogante como principal problema del estudio:

¿Será factible y rentable la automatización de la línea de terminado de jabón, para contrarrestar todos los inconvenientes causados; paros frecuentes por desbalance de la línea, bajo margen de contribución al incrementar la mano de obra directa al causar pérdidas de tiempo de producción, reprocesos y altos costos de mantenimiento correctivo?

Se pretende lograr paros y arranques automáticos de los equipos cuando sea necesario. Esto evitará la constante operación humana, paros en el proceso de manufactura y el atascamiento o funcionamiento de equipo en vacío.

2.2 OBJETIVOS

2.2.1.OBJETIVOS GENERALES

- Aumentar la producción de jabón de tocador elevando el nivel de competitividad de la empresa manufacturera.
- Desarrollar un sistema adecuado para el control automático del proceso de extrusión y empaque de jabón utilizando los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Mecánica Industrial.
- Estimular la generación de otros proyectos de automatización para aumentar la productividad en procesos de producción como lo es en la manufactura de productos de consumo masivo.

2.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Aumentar el nivel de producción en la línea de jabones de tocador Palmolive y Protex.
- Generar ahorros en la línea de producción de jabón de tocador Palmolive y Protex.
- Evitar paros constantes por mala alimentación del producto.
- Incrementar la durabilidad de los equipos y maquinaria que se encuentran en la línea de jabones.
- Disminuir los gastos de mantenimiento al reducir los paros por sobrealimentación de extrusores y de esta forma, evitar el mantenimiento correctivo.
- Lograr que la línea de producción muestre un comportamiento de producción continua y predecible.

2.3 VARIABLES

2.3.1 VARIABLES CRITICAS DEL PROCESO

Existen muchas variables que deben ser controladas para lograr las propiedades

adecuadas del jabón. El propósito consiste en conseguir un jabón que tenga buena forma, adecuada apariencia de la superficie, buena impresión de la marca, etc.

A continuación se muestra una lista de algunas de las variables principales que se deben considerar con mucha atención en el proceso de terminado del jabón:

- Nivel de producción.
- Materias primas utilizadas.
- Temperatura del fideo de viruta que entra en la línea final.
- Tamaño de la viruta.
- Forma de la cavidad del molino rotativo.
- Tamaño y forma de la criba del extrusor y el filtro.
- Diseño del tornillo del extrusor y del filtro.
- Velocidad de extrusión de la viruta
- Temperatura del agua de enfriamiento, a la entrada y salida del equipo de producción.
- Temperatura del agua de enfriamiento a la entrada y salida de los troqueles de la pastilla de jabón.
- Temperatura promedio del jabón dentro del proceso.

Además, existen muchas otras condiciones que afectan directamente los resultados del proceso:

- Tipo de proceso que utiliza el equipo con que se cuenta en la planta.
- Material de fabricación del equipo con que se cuenta. Este puede ser de acero inoxidable o de aluminio. Dependiendo del material es la presión a que se somete el jabón.

2.3.2 VARIABLES A CONTROLAR

Hay algunas variables que se necesitan controlar para evitar el problema de mala alimentación a los extrusores en la Línea de Producción número dos.

- Nivel mínimo de jabón en la tolva No. 1
- Temperatura del tornillo del extrusor simplex
- Temperatura de la viruta a la salida del extrusor simple.
- Velocidad de la banda transportadora que lleva la viruta hacia la tolva No. 2
- Nivel máximo y mínimo de jabón en la tolva No. 2

- Velocidad del Extrusor duplex (doble).
- Temperatura de los tornillos en el extrusor doble
- Temperatura de la viruta a la salida del extrusor doble (plodder duplex)
- Velocidad de la banda transportadora de jabón hacia la cortadora
- Velocidad de la cortadora de jabón
- Velocidad de la banda transportadora hacia la troqueladora de jabón
- Velocidad de la empacadora (envolvedora) de jabón.

De estas variables se decidirá cuáles realmente es necesario controlar por el sistema automático para evitar desbalances en la línea y de esta forma evitar paros, rebases o atascamiento de los extrusores.

2.3.3 DETERMINACION DE LAS VARIABLES DEL PROCESO A CONTROLAR PARA CONTRARESTAR EL PROBLEMA:

Se controlarán las siguientes variables para evitar derrames, reproceso y fallas en los equipos:

- Nivel de tolvas de alimentación a extrusores.
- Velocidad de las bandas transportadoras.
- Encendido y paro de extrusores y máquinas de la línea.

2.3.4 DETERMINACION DE LOS RANGOS ADUCUADOS EN QUE DEBE MANTENERSE LAS VARIABLES A CONTROLAR:

2.3.4.1 Nivel de las tolvas: Las tolvas deben de tener al menos 8 pulgadas libres del nivel máximo para evitar rebases de producto. Las 8 pulgadas se identifican de acuerdo a la experiencia. El nivel mínimo se sitúa a 8 pulgadas, también, antes que la tolva se vacíe.

2.3.4.2 Velocidad de los extrusores: La velocidad de los extrusores no se varía porque, aunque es posible, el fabricante recomienda mantener la velocidad de fábrica de los equipos de extrusión. Al variar la velocidad de diseño se puede ocasionar

deficiencias en la compactación del producto y/o ocasionar fallas en los equipos al variar el torque..

2.3.4.3 Velocidad de las bandas transportadoras: Las bandas transportadoras deben desplazar el producto a una velocidad ligeramente más elevada de la que lo manejan los equipos para evitar congestionamiento de producto durante el despacho del mismo.

2.3.4.4 Encendido de los extrusores y bandas transportadoras: Las bandas transportadoras se deben estar encendidas todo el tiempo al igual que los motores de los extrusores. Únicamente, cuando se detecta exceso de producto en tolvas o atoramiento de producto en tornillos, se desactiva los embragues de los tornillos de los extrusores para volver a normalizar el flujo del jabón. Se controla también arranque y paro de cortadora, troqueladora y máquina envolvente.

2.4 LIMITES

2.4.1. LIMITES ESPACIALES:

La elaboración del trabajo se hará en una Planta de jabones. Se involucra la investigación de la línea No. 1 de jabón de Tocador Palmolive y Protex. Esto incluye todo el equipo que pertenece a la línea de terminado de jabón de tocador: el extrusor duplex, las tolvas de alimentación, las bandas transportadoras, la troqueladora y cortadora de jabón.

2.4.2. LIMITES TEMPORALES:

Este es un proyecto que debe realizarse durante el corriente año 2001. Involucra el tiempo requerido para el estudio de la mejor propuesta hasta la planificación de su ejecución.

2.4.3. LIMITES BIBLIOGRAFICOS:

Se utilizará información con una antigüedad máxima de 5 años. Esto se refiere a información propiamente proporcionada por la empresa y cualquiera otra bibliografía requerida para este estudio.

2.5 APORTES

2.5.1 Aportes a la Sociedad: Por medio de esta investigación se pretende lograr que, en general, la sociedad se prepare hacia la competitividad global y se se prepare para tomar el reto de la automatización de los procesos de manufactura.

2.5.2 Aportes a la Industrial guatemalteca: Se pretende dar un ejemplo y estimular la investigación técnica para mejorar sus procesos.

2.5.3 Aportes a la Universidad Rafael Landívar: Se tiene como intención, proporcionar una guía de investigación de la forma en que el profesional de ingeniería mecánica industrial siempre esté en actitud de mejora continua de cualquier equipo o proceso ingenieril, utilizando las herramientas técnicas correspondientes.

2.5.4 Aportes a las Empresas: A la empresa en cuestión significa la búsqueda de ahorros, mejoras en procedimientos y aumento en la productividad del proceso de producción de jabón de tocador.

III EL METODO

3.1 SUJETOS:

3.1.1 La investigación se realiza en una empresa multinacional productora de jabón de tocador. Esta fábrica cuenta con tres líneas de fabricación de jabón, en esta oportunidad se realiza el estudio en únicamente una de las líneas de terminado. La línea cuenta con equipo muy antiguo.

En la Línea No. 2 de jabón se tienen varias fórmulas y presentaciones de jabones. Se manejan tres marcas principales en en la fábrica. Además, se tienen tres tamaños principales: baño de 75 gramos y familiar de 125 gramos y superfamiliar de 150 gramos.

Actualmente, se cuenta con tres líneas de fabricación de jabón de tocador, la línea #1, la línea en cuestión #2 y la #3. Entre las tres líneas se reparten todas las presentaciones de jabón que se producen.

La línea No. 2 produce las siguientes presentaciones:

1. Cinco diferentes marcas en presentación tamaño Familiar (75 g.)
2. Tres diferentes marcas en presentación tamaño de Baño (125 g.)

3. Cuatros diferentes marcas en presentación tamaño superfamiliar (150 g.)

En la tabla se muestra la utilización de la línea de jabones No. 2 y sus niveles de producción calculados para el año 2000.

UTILIZACION DE EQUIPO EN LINEA DE TERMINADO DE JABON
6 DIAS/SEMANA - 3 TURNOS OPERATIVOS (1,320 min. Op. POR DIA)
PRODUCCION PARA CENTROAMERICA Y EL CARIBE

Ene-00 Feb-00 Mar-00 Abr-00 May-00 Jun-00 Jul-00 Ago-00 Sep-00 Oct-00 Nov-00 Dic-00

LINEA DE JABONES No. 2
VEL. 120 JABONES/MIN 75GR, 125 GR, 100 JABONES/MIN 150 GR

10110000 POS VDE FAM	3104	2272	3855	4178	3661	3636	3575	4014	3689	3974	3824	3928
10013000 PALMOLIVE VDE BANO	922	433	770	843	831	881	798	813	799	820	806	818
10033000 PALMOLIVE DNO BANO	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
10693000 PROTEX BCE BANO	51	273	604	812	598	612	517	517	517	517	499	519
10673000 PROTEX FRESH BANO	374	417	740	857	757	673	657	657	657	671	750	657
10640000 PROTEX SUJAVE SUPER	156	183	241	178	177	177	177	177	177	177	234	179
10650000 PROTEX ULTRA SUPER	168	183	241	178	177	177	177	177	177	177	234	179
10660000 PROTEX BCE SUPER	363	411	575	508	498	509	509	509	509	509	568	511
10670000 PROTEX FRESH SUPER	668	736	1025	1033	1150	1056	1033	1033	1033	1049	1268	1033
10014000 PALMOLIVE VDE BANO COSTA RICA												
10047000 PALMOLIVE DZNO BANO COSTA RICA												
10687000 PROTEX BCE BANO COSTA RICA												
10246000 DARLING 75 GR (225 GR) COSTA RICA			1172	1172	1172	1172	1172	1172	1172	1172	1172	1172
10245000 DARLING 125 GR (375 GR) COSTA RICA			600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
10245000 DARLING (225 GR) NCA			523	423	423	423	473	473	473	523	523	523
10246000 DARLING (375 GR) NCA			724	724	1424	1024	1024	1124	1124	1124	1224	1224

TOTAL CASES	6,006	5,108	11,270	11,302	11,868	11,140	10,912	11,466	11,127	11,513	11,710	11,543
TOTAL UDS.	618312	517580	1224384	1227096	1283188	1213512	1185264	1239188	1205952	1246704	1258992	1249152
PRODUCCION MENSUAL 6 DIAS POR SEMANA	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
EFICIENCIA EN LA PRODUCCION 60%:	1,948,320	1,948,32	1,948,32	1,948,32	1,948,32	1,948,32	1,948,32	1,948,32	1,948,32	1,948,32	1,948,32	1,948,32
UTILIZACION DE EQUIPO, LINEA 2	32%	27%	63%	63%	65%	62%	61%	64%	62%	64%	65%	64%
ZPRODUCCION EN TONELADAS	73	63	137	136	141	134	132	138	134	139	142	139

3.1.2 El equipo con que cuenta la fábrica:

Cada uno de estos productos tiene diferente fórmula (aditivos como perfumes, aceites, etc.), lo que causa variación en la viscosidad y densidad de la pasta de jabón. Además, debido a la variación de la presentación en gramos se requiere cambio de molde en la troqueladora, causando variación en la cantidad de unidades por minuto que éstas pueden producir.

De cualquier forma, la línea tiene una secuencia bien definida y funciona como una línea con todas sus actividades consecutivas. Esto implica que, la operación o la máquina más lenta, determinará la capacidad de la línea. De esta manera, al evitar desbalances constantes de línea, se conseguirá, alcanzar la máxima capacidad de la línea al evitar paros constantes.

TABLA DE ESPECIFICACION DE EQUIPO
LINEA DE TERMINADO DE JABON NUMERO 2

LINEA: Jabones Linea 2 PRODUCTO :Protex - Palmolive - Darling Tamaños: 125g.-150g.-75g.

VEL. DE LA LINEA 120 UNITS/MIN AE: 73% AU: 73% OE: 79% RE: 100%

<u>SPECIFICACION:</u>	<u>Mezclador</u>	<u>Ploqae Sim</u>	<u>Plo. Duplex</u>	<u>Cutter</u>	<u>Troqueladora</u>	<u>Envolvedora</u>
FABRICANTE:	N/A	Mazzoni	Mazzoni	Mazzoni	Mazzoni	Carle-Montanari
MODELO:	N/A	Bitra 250-T	m-300	TV-A	STUD-DL	CM-P22
No. De Serie:	N/A	N/A	5286	N/A	15	2206
AÑO:	N/A	1966	1977	1966	1983	1980
CAPACIDAD:	300kg.	1250 kg/hr	1250 kg/hr	250 unids/min	300 unids./min	240 unids./min
VOLTAJE:	440 V	440V	440V	440V	440 V	440V
FRECUENCIA:	60Hz	60Hz	60Hz	60 Hz	60Hz	60Hz
POTENCIA:	30 HP	35 HP			3.5 HP	

La línea puede correr a máxima capacidad nominal, considerando que el mezclador puede hacer 3 mezclas por hora (900 kg/hr), de: 138 unid/min, en presentación de 150g.; a 166 unid/min, en presentación de 125g y a 240 unid./min, en presentación de 75g. Esta última, limitada por la máquina envolvedora. Considerando la capacidad máxima real la línea se sitúa en 120 unidades por minuto. De acuerdo a la eficiencia de la línea en base al comportamiento histórico de la misma se estableció en 60%, de lo cual se identifica una producción máxima de 72 unidades/minuto o 1,948,320 unidades por mes trabajando 3 turnos diarios (1320 min/día), 5 días a la semana.

3.1.3 EL PERSONAL OPERATIVO:

- OPERARIO #1:

Su trabajo consiste en mantener todos los materiales en el mezzanine de carga para la línea de jabón de tocador uno y dos. Los materiales consisten en la viruta del jabón (esta es transportada en bolsas desde la planta de secado de viruta), perfumes, aceites, aditivos y colorantes.

Debe preparar los lotes de producción cada 20 minutos en cada línea de acuerdo a la fórmula en producción.

- OPERARIO #2:
Su labor consiste en operar los plodders simplex y duplex. Debe estar todo el tiempo verificando el correcto funcionamiento de los mismos. Si detecta una falla, debe desactivar los equipos.
- OPERARIO #3:
Trabaja operando la cortadora y la troqueladora de jabón. Debe evitar haya atascamiento y reproceso de producto en las máquinas que están a su cargo.
- OPERARIO #4:
Opera continuamente la envolvedora de jabón. Tiene que revisar constantemente que las pastillas de jabón llegan a la envolvedora cumplen con las características físicas de calidad. Esto significa que deben llevar buena forma y apariencia uniforme.
- OPERARIO #5:
Su operación consiste en colocar las pastillas de jabón ya envueltas dentro de las cajas de cartón corrugado para luego empujar las cajas hacia la selladora que opera con cinta adhesiva.

3.1.4 SE UTILIZARON

3.1.4.1 BIBLIOGRAFIA

1. BENTLY, John P. **“Sistemas de medición, principios y aplicaciones”**.
Editorial CECSA. México, 1993.
2. BEUMEISTER, Theodore. **“Marks Manual del Ingeniero Mecánico”**.
Editorial CECSA. México, 1993.
3. BOYLESTED, Robert **“Electrónica teoría de circuitos”**, Prentice Hall
Hispanoamérica S.A. México, 1992.
4. CREUS S., Antonio. **“Instrumentación Industrial”**. Alfaomega marcombo.
México. 1995. 5a. Edición.

5. FESTO DIDACTIC. “Introducción en la neumática”. Alemania.
6. FLOWTEC AG. “Flow Handbook (E+H flowtec)”. Suiza. 1,989.
7. HOLMAN, Jack P. “Métodos experimentales para Ingenieros”. Libros McGraw-Hill. México. 1,988.
8. KRICK, Edward V. “Ingeniería de Métodos”. LIMUSA. México. 1,992.
Décima edición.
9. LOCKYER, Keith. “La Producción Industrial”. Representaciones y Servicios de Ingeniería. México. 1993.
10. NIEBEL, Benjamin W. “Ingeniería Industrial Métodos, Tiempos y Movimientos”. Alfaomega. México. 1,992. Tercera edición.
11. SOISSON, Harold E. “Instrumentación Industrial”. LIMUSA. México. 1988.
12. TREMBLAY, Jean-Paul “CIENCIA DE LAS COMPUTADORAS ENFOQUE ALGORITMICO” Mc Graw Hill México 1992.

3.2 INSTRUMENTOS

3.2.1 Tasa Interna de Retorno (TIR): Es la tasa de descuento que hace que el valor actual de los ingresos sean iguales al valor actual de los egresos.

Se determina por la fórmula:
$$TIR: \sum_{j=0}^n \frac{R_j}{(1+i)^j} = 0$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} TIR > TMAR: & \text{Acepta} \\ TIR < TMAR: & \text{No se Acepta} \end{array} \right.$$

TMAR: Tasa mínima atractiva de retorno.

3.2.2 Período de Recuperación (PR): Es el período de tiempo en el cual la inversión se recupera consirenando el valor del dinero en el tiempo.

Se determina en forma sencilla por medio del inverso del TIR:

$$1/TIR = PR$$

3.2.3 BALANCEO EN SISTEMAS DE MANUFACTURA

El diseño y operación de una instalación manufacturera sería únicamente una fracción del problema que es en realidad, si no fuera por el desequilibrio o desbalance en la capacidad de producción de hombres, máquinas, departamentos y otros componentes del sistema, y la variación en el desempeño de estos componentes y en las condiciones que rodean al negocio. Estas dos características del sistema son responsables de la capacidad ociosa o mal utilizada, que es tan costosa para la planta manufacturera ordinaria, así como de los inventarios costosos en materias primas, trabajo en proceso y artículos terminados.

En el caso de operaciones de ensamble, cuando el ensamble de un producto debe dividirse en dos o más operaciones sucesivas, bien sea por el diseño del ensamble o por limitaciones del sistema, se presenta el problema de desequilibrio. Debido a que el trabajo consta generalmente de varios elementos manuales o maquinados que pueden combinarse en varias secuencia y dividirse de varias maneras, en contraste con la operación típica de maquinado, la “redistribución de trabajo” puede usarse efectivamente como un medio para lograr el equilibrio mejor entre operaciones.

El problema de determinar el número ideal de obreros o máquinas a asignar a una línea de producción, es análogo al problema de determinar el número de operarios que deberán asignarse a una máquina o instalación de producción. El caso más elemental de equilibrado de líneas, y uno que se encuentra con frecuencia, es aquel en el que varios operarios, que ejecutan cada uno operaciones consecutivas, trabajan como una unidad. En tal circunstancia es obvio que la tasa de producción dependerá del operario más lento.

Si bien es cierto que a menudo los elementos o tareas se pueden dividir, quedando estas mejor equilibradas, es frecuente que el tiempo que se sacrifica llega a ser tan grande,

que la subdivisión posterior de un conjunto de movimientos es impráctica y está fuera de toda consideración; consecuentemente, existen grupos de movimientos, que debido a la imposibilidad práctica o económica, no pueden dividirse con el fin de establecer un equilibrio. El hecho de que estas fracciones de tiempo con las que se tiene libertad de trabajar sean relativamente grandes, y de magnitud variable hace que sea virtualmente imposible alcanzar un balance perfecto.

Por otro lado, una estrategia que se debe considerar al equilibrar una línea de ensamble, es la compartición de elementos de trabajo. Por tanto, dos o más operarios, cuyo ciclo de trabajo comprende algún tiempo de inactividad, pueden compartir el trabajo de otra estación para el propósito de una línea más eficiente.

Otra característica de la tarea ordinaria, hace también difícil establecer el balance; esta característica es el número limitado de la secuencia de elementos que sean física o económicamente factibles. Todas las operaciones deben tomarse en cuenta al combinar y volver a combinar los elementos con el fin de obtener un mejor balance. La existencia de un número limitado de permutaciones factibles de elementos, hace que el límite, debido a la naturaleza discreta de las subdivisiones, sea más severo de lo que sería si otro fuera el caso.

El primer paso de la resolución del problema es la determinación de la secuencia de los elementos de trabajo. Se recomienda elaborar un diagrama de procedencias para la línea de producción.

Una segunda consideración en el problema de asignación de trabajo a una línea de producción es el conocimiento de restricciones de zona. Una zona representa una subdivisión, que puede estar o no identificada o separada físicamente de otras zonas en el sistema. El confinar ciertos elementos de trabajo a una zona dada, se puede justificar a fin de congregarse labores, condiciones de trabajo o tasas de retribución similares. Todos los elementos, o tareas, relacionados con un lado de un componente, se pueden efectuar en una cierta zona, antes de que la pieza o componente se vuelva al otro lado.

3.2.4 DIAGRAMA GANTT

Consiste en una gráfica de barras que muestra relaciones de tiempo entre eventos de un programa de producción o un proyecto. Los eventos son listados de acuerdo a un orden

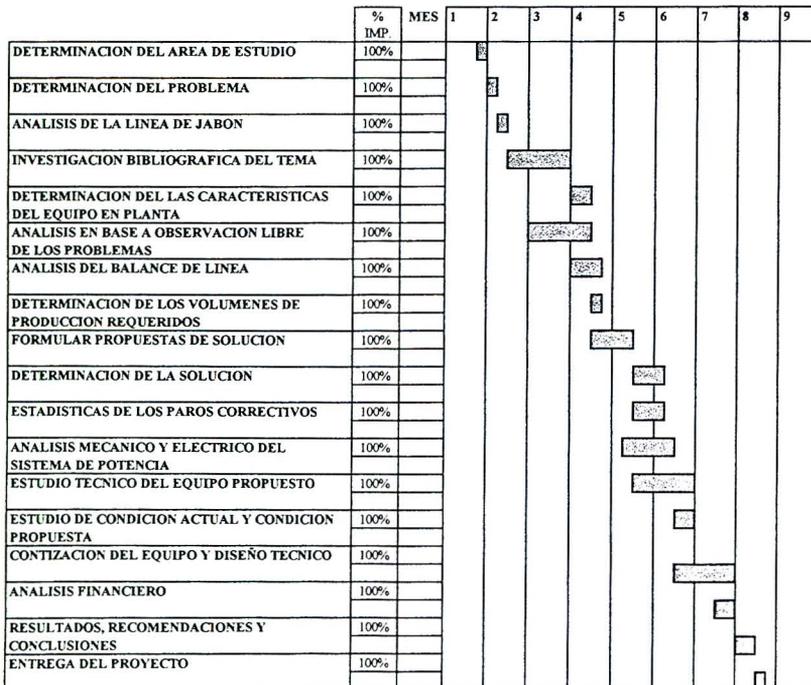
y el tamaño de la barra determina el tiempo de duración de cada evento de acuerdo a la escala utilizada en el diagrama.

3.2.5 DIAGRAMA DE DISTRIBUCION EN PLANTA

El principal objetivo de la distribución efectiva del equipo en la planta es desarrollar un sistema de producción que permita la fabricación del número de productos deseado, con la calidad también deseada y al menor costo posible. Toda distribución corresponde a uno o a la combinación de dos tipos básicos de distribución. Estos son: el rectilíneo, o por producto, y el funcional o por proceso.

3.3 PROCEDIMIENTO:

AUTOMATIZACION DE UNA LINEA DE JABON DE TOCADOR CRONOGRAMA DE ELABORACION DE TESIS 2001



3.3.1. ALTERNATIVAS DE SOLUCION:

Pensando en el problema ocasionado por paros frecuentes por desbalance de la línea debidos a cambio de fórmula y presentación, causan mala alimentación de pasta de jabón hacia las tolvas de los extrusores generando bajo margen de contribución al incrementar la mano de obra directa, al causar pérdidas de tiempo de producción, reprocesos y altos costos de mantenimiento correctivo, el cual tiene efectos directos sobre la producción y considerando la automatización, sólo como una alternativa, se propuso las siguientes posibles soluciones al problema:

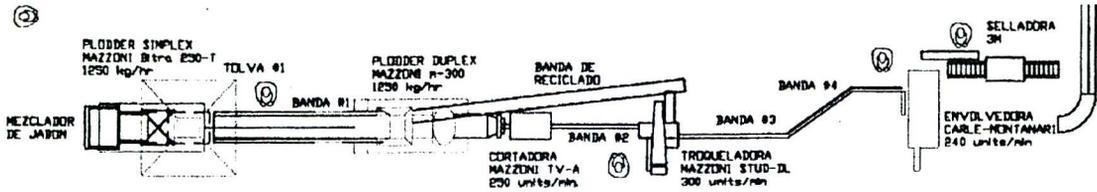
1. Contar con más personal operativo actuando correctivamente para disminuir los paros causados por desbalance del equipo.
2. Automatizar la línea por medio de sensores de nivel de tipo capacitivo o ultrasónico para permitir su arranque y paro automático cuando existe el desbalance.

3.3.2. SOLUCIÓN PROPUESTA (alternativa #2)

La forma más adecuada de solucionar el problema, es tener un sistema automatizado capaz de controlar sin variar la velocidad de los extrusores (pues los fabricantes no recomiendan variar la velocidad de los tornillos por posibles fallas mecánicas y por variaciones negativas en el resultado del producto), esto reducirá el personal necesario en controlar la línea de fabricación y minimizará el paro del equipo eliminando por significativamente rebaleses en las tolvas y atascamiento de los extrusores así como funcionamiento de los mismos en vacío.

3.3.4 ELABORACION DEL ALGORITMO PROPUESTO DEL SISTEMA AUTOMATICO.

PLANO DE LA LINEA DE JABON DE TOCADOR No. 2



Para la elaboración del proceso lógico de la solución del problema de desbalance, se debe analizar cada problema que existe y proponer la solución a continuación se muestra la tabla del estudio:

TABLA DE ANALISIS DE PROBLEMAS DE DESBALANCE DE LINEA
PARA LA SIGUIENTE TABLA REFERIRSE AL DIBUJO

PROBLEMA	CONSECUENCIA	SOLUCION	EQUIPO DE CONTROL	SEÑAL EN EL PANEL DE CONTROL
1 La tolva #1 está vacía	El extrusor simple trabaja en vacío	Desaccionar el embrague del extrusor simple	Sensor capacitivo de nivel mínimo en tolva #1	Luz del embrague del extrusor simple. Luz del sensor de nivel mínimo. Luz/sirena emergencia.
2 No sale producto del extrusor simple.	Se atora el tornillo y requiere manten. Correctivo	Desaccionar el embrague del tornillo 1 del extrusor simple	Sensor fotoeléctrico de presencia de viruta a la salida del tornillo del Extrusor simple	Luz del embrague tornillo 1, duplex Sensor de presencia de viruta. Luz/sirena emergencia
3 La tolva #2 está vacía	El extrusor duplex trabaja en vacío	Desaccionar el embrague del tornillo 1 del extrusor duplex.	Sensor de nivel mínimo en tolva #2	Luz del embrague tornillo 1, duplex Luz del sensor de nivel mínimo en tolva Luz/sirena emergencia
4 La tolva #2 está llena	La tolva 2 se rebalsa Desperdicio de viruta de jabón	Desaccionar el embrague del extrusor simple para que no envíe más material	Sensor de nivel máximo en tolva #2	Luz del embrague extrusor simple Luz del sensor de nivel máximo Luz/sirena emergencia
5 La cámara de vacío se queda vacía y/o se traba el tornillo 2 del extrusor Duplex	El tornillo 2 funciona en vacío	Desaccionar el embrague tornillo 2 del extrusor duplex	Sensor de proximidad a la salida del Extrusor duplex	Luz del embrague tornillo 2, duplex Luz del sensor de proximidad de jabón Luz/sirena emergencia

6	La cámara de vacío se llenó	Se atora el tornillo 2 Del plodder duplex. Paro correctivo	Desaccionar el clutch del tornillo 1 del extrusor duplex.	Sensor de nivel máximo en la cámara de vacío, extrusor duplex	Luz del embrague tornillo 1, duplex Luz del sensor de nivel máximo cámara vacío Luz/sirena emergencia
7	Velocidad de entrega de barra de Jabón del extrusor duplex elevada.	La cortadora se atora Desperdicio de barra de jabón Paro correctivo	Desaccionar el embrague del tornillo 2 del extrusor duplex	Sensor de proximidad a la entrada de La cortadora de jabón.	Luz del embrague tornillo 2, duplex Luz del sensor de proximidad de jabón Luz/sirena emergencia
8	No se está alimentando jabón a la Cortadora	La cortadora de jabón trabaja en vacío.	Desconectar la cortadora de jabón	Sensor de proximidad a la entrada de La cortadora de jabón.	Luz de cortadora Luz del sensor de proximidad de jabón Luz/sirena emergencia
9	No se está alimentado la troqueladora de jabón	La troqueladora trabaja en vacío Deterioro de los Troqueles.	Desconectar el embrague del troquel	Sensor de proximidad a la entrada de la troqueladora de jabón	Luz de troqueladora Luz del sensor de proximidad de jabón Luz/sirena emergencia
10	Mucho jabón en la banda alimentadora de la troqueladora de Jabón.	La banda transportadora se llena de Jabón y la cortadora se atora Desperdicio de jabón.	Desaccionar el embrague del tornillo 2 del extrusor duplex.	Sensor de proximidad en la banda de alimentación de la troqueladora	Luz de troqueladora Luz del sensor de proximidad de la banda alimentadora. Luz/sirena emergencia
11	No hay alimentación de pastilla de jabón en la envolvedora de jabones	La envolvedora trabaja en vacío.	Desconectar la envolvedora de jabón	Sensor de proximidad en la banda de Alimentación de la envolvedora de jabón.	Luz de envolvedora Luz del sensor de proximidad de la banda alimentadora. Luz/sirena emergencia
12	Mucho jabón en la banda alimentadora de la envolvedora de jabón	Se atoran los jabones Hay desperdicio de pastillas de jabón	Desconectar la bomba de vacío en la Troqueladora para generar reciclaje del 100%	Sensor de proximidad en la banda de Alimentación de la envolvedora de jabón.	Luz de bomba de vacío de troqueladora Luz del sensor de proximidad de la banda alimentadora. Luz/sirena emergencia

Adicionalmente se plantea una secuencia de arranque y paro de los equipos para lograr que el sistema automatizado trabaje adecuadamente durante la utilización de la línea.

3.3.5 SECUENCIA DE ARRANQUE:

SECUENCIA DE ARRANQUE, LINEA DE JABON DE TOCADOR # 2

- 1 Posicionar los variadores de velocidad de las diferentes máquinas en su posición, De acuerdo a la presentación de producto que sea:

Variador de la máquina cortadora de jabones
Variador de la máquina troqueladora de jabones

Variador de la máquina envolvente de jabones
Variador de las banda transportadora #2
Variador de las banda transportadora #3
Variador de las banda transportadora #4

- 2 Arranque del motor del plodder simplex sin accionar el embrague.
- 3 Arranque del motor #1 del plodder duplex sin accionar el embrague.
- 4 Arranque del motor #2 del plodder duplex sin accionar el embrague.
- 5 Arranque del motor de la troqueladora sin accionar el embrague.
- 6 Encender la banda transportadora #1
- 7 Encender la banda transportadora #2
- 8 Encender la banda transportadora #3
- 9 Encender la banda transportadora #4
- 10 Encender la banda de reciclado de jabón
- 11 Accionar el embrague neumático del plodder simplex
- 12 Accionar el embrague neumático del motor #1 del plodder duplex
- 13 Accionar el embrague neumático del motor #2 del plodder duplex
- 14 Encender la máquina cortadora de jabón
- 15 Accionar el embrague neumático de la máquina troqueladora
- 16 Encender la máquina envolvente de jabón.
- 17 Encender el sistema automatizado de la línea completa.

3.3.6 SECUENCIA DE PARO DE LINEA:

SECUENCIA DE APAGADO DE LA LINEA DE JABON DE TOCADOR # 2

- 1 Las máquinas se irán desconectando o desaccionando los embragues cuando se vaya terminando el producto y si no es alimentado más jabón en la tolva #1.
- 2 Deconectar el sistema automatizado de la línea de jabones
- 3 Se desconectan las máquinas y los motores en sentido contrario como se Efectuo el arranque.

IV RESULTADOS

4.1 CALCULO DE AHORROS DEL PROYECTO

4.1.1 CONSIDERACIONES:

- La línea de tocador #2 tiene una capacidad máxima teórica de 240 unidades por minuto, esto corresponde a la máxima capacidad teórica de la máquina en la línea la cual es la envolvente de jabón CARLE-MONTANARI.
- Debido a la antigüedad del equipo, se opera en forma eficiente a una velocidad máxima de producción real de 120 unidades por minuto, lo que corresponde a la capacidad máxima teórica real de la envolvente CARLE-MONTANARI
- Adicionalmente a esto, la línea opera con una eficiencia de 60%. Se fundamenta en datos estadísticos históricos los cuales indican paros constantes de la línea. Implica una capacidad real de producción de 72 unidades por minuto.
- Actualmente la línea de jabón de tocador se opera con 4.5 operarios por turno. El primer operario está combinado entre la primera línea de jabón y la segunda.

4.2 AHORROS PROPUESTOS

4.2.1 AHORROS DE MANO DE OBRA OPERATIVA:

AUTOMATIZACION DE UNA LINEA DE PRODUCCION DE JABON DE TOCADOR

REDUCCION DE COSTO OPERATIVO:

CAPACIDAD TEORICA REAL DE LA LINEA	=	120	UNID./MIN
MINUTOS DE PRODUCTIVOS POR DIA	=	1320	MIN/DIA
UTILIZACION DE LA LINEA PARA 1999	=	65%	
SITUACION ACTUAL (4.5 PERSONAS POR TURNO)			
NUMERO DE OPERARIOS	=	4.5	
EFICIENCIA DE LA LINEA DE TOCADOR	=	60%	

4.5 OPERADORES/TURNO x 3 TURNOS/DIA A 24.5 HORAS PAGADAS/DIA	=	110	HORAS-HOMBRE/24 HRS.
120 UNIDADES/MIN. * 1320 MIN/DIA * 60% EFF.	=	95,040	UNIDADES/DIA
110 HORAS-HOMBRE/24 HR. / 95040 UNIDADES/DIA	=	1.16	HORAS-HOMBRE / 000's UNID.
CONDICION PROPUESTA (3.5 PERSONAS POR TURNO)			
NUMERO DE OPERARIOS	=	3.5	
EFICIENCIA DE LA LINEA DE TOCADOR	=	60%	
3.5 OPERADORES/TURNO x 3 TURNOS/DIA A 24.5 HORAS PAGADAS AL DIA	=	86	HORAS-HOMBRE/24 HRS.
120 UNIDADES/MIN. * 1320 MIN/DIA * 60% EFF.	=	95,040	UNIDADES/DIA
86 HORAS-HOMBRE/24 HR. / 95040 UNIDADES/DIA	=	0.90	HORAS-HOMBRE / 000's UNID.
AHORROS GENERADOS	=	0.258	HORAS-HOMBRE / 000's UNID.
PRODUCCION TOTAL DE LA LINEAS DE JABON			
120 UN./M. * 1320 MIN/DIA * 252.5 DIAS/AÑO* 60% EFF. * 65% UTILIZACION	=	15,598,440	UNIDADES/AÑO.
1.46 USD/HRS.-HOMBRE * 1.508 (PRESTACIONES)	=	2.20	USD/HORA-H.
AHORRO OPERATIVO LINEA DE TOCADOR 2			
15,598,440 UNID./AÑO * 0.258 HRS.-H./000's UNID. * 2.202 USD/HRS.-H.	=	\$8,853	
TOTAL DE AHORROS DEL COSTO OPERATIVO	US\$	8,853	

4.2.2 AHORROS POR EL AUMENTO EN LA EFICIENCIA:

AUTOMATIZACION DE UNA LINEA DE PRODUCCION DE JABON DE TOCACOR

AUMENTO EN LA PRODUCTIVIDAD:

CAPACIDAD TEORICA REAL DE LA LINEA	=	120	UNID./MIN
MINUTOS DE PRODUCTIVOS POR DIA	=	1320	MIN/DIA
UTILIZACION DE LA LINEA PARA 1998	=	65%	
REQUERIMIENTO EN PRODUCCION PARA UN AÑO	=	15,600,000	UNID./AÑO
SITUACION ACTUAL (EFICIENCIA 60%)			

NUMERO DE OPERARIOS	=	3.5	
EFICIENCIA DE LA LINEA DE TOCADOR	=	60%	
4.5 OPERADORES/TURNO x 3 TURNOS/DIA A 24.5 HORAS PAGADAS/DIA	=	86	HORAS-HOMBRE/24 HRS.
120 UNIDADES/MIN. * 1320 MIN/DIA * 60% EFF.	=	95,040	UNIDADES/DIA
110 HORAS-HOMBRE/24 HR. / 95040 UNIDADES/DIA	=	0.90	HORAS-HOMBRE / 000's UNID.
120 UN./M. * 1320 MIN/DIA * 252.5 DIAS/AÑO* 60% EFF. * 65% UTILIZACION	=	15,598,440	UNIDADES/AÑO.
CONDICION PROPUESTA (EFICIENCIA 70%)			
NUMERO DE OPERARIOS	=	3.5	
EFICIENCIA DE LA LINEA DE TOCADOR	=	70%	
3.5 OPERADORES/TURNO x 3 TURNOS/DIA A 24.5 HORAS PAGADAS AL DIA	=	86	HORAS-HOMBRE/24 HRS.
120 UNIDADES/MIN. * 1320 MIN/DIA * 60% EFF.	=	110,880	UNIDADES/DIA
86 HORAS-HOMBRE/24 HR. / 95040 UNIDADES/DIA	=	0.77	HORAS-HOMBRE / 000's UNID.
AHORROS GENERADOS	=	0.129	HORAS-HOMBRE / 000's UNID.
PRODUCCION TOTAL DE LA LINEAS DE JABON			
120 UN./M. * 1320 MIN/DIA * 252.5 DIAS/AÑO* 60% EFF. * 65% UTILIZACION	=	18,198,180	UNIDADES/AÑO.
1.46 USD/HRS.-HOMBRE * 1.508 (PRESTACIONES)	=	2.20	USD/HORA-H.
AHORRO OPERATIVO LINEA DE TOCADOR 2			
15,598,440 UNID./AÑO * 0.442 USD/000's UNID. * 2.202 USD/HRS.-H.	=	\$5,164	
TOTAL DE AHORROS POR AUMENTO EN PRODUCTIVIDAD	US\$	5,164	

4.2.3 AHORROS POR MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Ahorros por mantenimiento correctivo. Considerando los cuadros adjuntos de paros durante los meses de agosto y septiembre del 2000.

Ver el anexo 6 para visualizar los cuadros de paradas por equipo al mes, durante los meses

de agosto y septiembre del 2000.

CALCULO DE AHORROS EN EL PROYECTO:

AUTOMATIZACION DE UNA LINEA DE PRODUCCION DE JABON DE TOCADOR

DIMINUCION EN MANTENIMIENTO CORRECTIVO:

	CORRECTIVO HORAS	NO. DE VECES	REDUCCION HORAS	NO. DE VECES
AGO. '00	22.33	11	17.86	9
SEPT. '00	66.17	21	52.94	17
	88.5	32	70.80	26
PROMEDIO MENSUAL		16	35.4	13
COSTO POR MANTENIMIENTO INCLUYENDO REPUESTOS				\$100.00
TOTAL DE AHORROS POR MANTENIMIENTO ANUAL				US\$3,840.00

El ahorro total de acuerdo a los cuadros anteriores corresponden a:

Ahorro por costo operativo:	US\$ 8,853
Ahorro por aumento en productividad:	US\$ 5,164
Ahorro por mantenimiento correctivo (80%):	US\$ 3,840
Total de ahorros anuales:	US\$ 17,857

4.3 REQUERIMIENTO Y DISEÑO DEL PANEL DE CONTROL

CUADRO DE EQUIPOS REQUERIDO EN EL PANEL DE CONTROL

	AMPER.	VARIADOR	EMBRAGUE	REOSTATO	MEDIDOR TEMPERAT.	SENSOR DE NIVEL	SENSOR DE PRESENCIA	START CON LUZ	STOP
TOLVA #1						1			
PLODDER SIMPLEX									
TORNILLO #1	1		1		2		1	1	1
EMBRAGUE #1								1	1
BANDA #1								1	1
TOLVA #2						2			
PLODDER DUPLEX									
TORNILLO #1	1		1		2			1	1
EMBRAGUE #1								1	1
CAMARA VACIO									

TORNILLO #2	1	1	1	1	2		1	1	1
EMBRAGUE #2								1	1
CORTADORA		1		1			2	1	1
BANDA #2		1		1			1	1	1
BANDA DE RECICLO								1	1
TROQUELADORA		1		1			1	1	1
BANDA #3		1		1			1	1	1
BANDA #4		1		1				1	1
ENVOLVEDORA		1		1			1	1	1
TOTAL	3	7	3	7	6	4	8	14	14
						12			

4.4 CONSIDERACIONES MECANICAS DEL EQUIPO

El equipo, en general, deberá estar montado en forma adecuada sin estar expuestos a excesiva temperatura, lluvia de producto y vibraciones mecánicas.

SENSOR CAPACITIVO (ver Anexo No.8):

La utilización de equipo tipo sensor capacitivo otorga grandes ventajas:

- Extremadamente insensible a las adherencias, elevada garantía de operación.
- Montaje simple, reducidos costos de instalación.
- No utiliza partes móviles, sin desgaste, casi libre de mantenimiento, larga duración
- Resistencia a temperaturas hasta 100°C.
- Sistema a prueba de falla, en límite máximo y límite mínimo.
- Trabaja hasta 6 bares de presión.

SENSOR FOTOELECTRICO TIPO PALPADOR (ver Anexo No.8):

- Protección contra inversión de polaridad
- LED testigo de funcionamiento
- Sensibilidad ajustable hasta 400 mm
- Montaje simple y económico.
- Caja metálica.
- Salida protegida contra sobreintensidad.

4.5 MATRIZ DE COTIZACIONES DEL EQUIPO Y SU INSTALACION.

Para ver la distribución propuesta del panel de control ver Anexo 3 y las cotizaciones en el Anexo 4.

	UNIDAD	CANTIDAD	INTEK		PROYECT		
			PRECIO/U	TOTAL	PRECIO/U	TOTAL	
1	Asesoría, diseño técnico, montaje e instalación	1	Q41,500.00	Q41,500.00	Q32,760.00	Q32,760.00	
2	Panel de control	Unidad	1	Q16,252.00	Q16,252.00	Q15,000.00	Q15,000.00
3	Plantilla con dibujo de línea de tocador	Unidad	2	Q795.00	Q1,590.00	Q825.00	Q1,650.00
4	Pedestal de soporte para Panel	Unidad	1	Q1,350.00	Q1,350.00	Q945.00	Q945.00
5	Fuente de poder de 24 Voltios Y Trafo.	Unidad	1	Q4,900.00	Q4,900.00	Q3,500.00	Q3,500.00
6	PLC para control automático	Unidad	1	Q28,536.00	Q28,536.00	Q8,500.00	Q8,500.00
7	Sensores de nivel capacitivo	Unidad	4	Q1,716.00	Q6,864.00	Q8,300.00	Q33,200.00
8	Sensor óptico de proximidad tipo barrera	Unidad	8	Q936.00	Q7,488.00	Q3,174.56	Q25,396.47
9	Sensor óptico de proximidad de distancia	Unidad	1	Q4,256.30	Q4,256.30	Q3,250.00	Q3,250.00
10	Soportería para sensores	Unidad	12	Q1,256.36	Q15,076.32	Q347.00	Q4,164.00
11	Botón "Start" con luz piloto	Unidad	14	Q62.45	Q874.30	Q60.00	Q840.00
12	Botón "Stop" con luz piloto	Unidad	14	Q45.88	Q642.32	Q40.00	Q560.00
13	Amperímetros para empotrar	Unidad	3	Q459.55	Q1,378.65	Q358.00	Q1,074.00
14	Termocopla para medición	Unidad	6	Q266.30	Q1,597.80	Q100.00	Q600.00
15	Display de temperatura	Unidad	6	Q498.53	Q2,991.18	Q286.00	Q1,716.00
16	Reostatos para control de variadores	Unidad	7	Q473.25	Q3,312.75	Q325.00	Q2,275.00
17	Interruptor con llave de seguridad para el panel	Unidad	1	Q225.20	Q225.20	Q150.00	Q150.00
18	Selector Manual/Automático	Unidad	1	Q89.65	Q89.65	Q65.00	Q65.00
19	Luz piloto de posición de Selector	Unidad	2	Q28.98	Q57.96	Q9.56	Q19.12
20	Leds color verde como luz de encendido	Unidad	11	Q12.55	Q138.05	Q5.65	Q62.15
21	Leds color rojo como luz piloto de fallo	Unidad	12	Q12.55	Q150.60	Q5.65	Q67.80
22	Botón de paro de emergencia	Unidad	1	Q36.50	Q36.50	Q32.00	Q32.00
23	Luz estroboscópica de emergencia	Unidad	1	Q365.35	Q365.35	Q160.00	Q160.00
24	Sirena de Alarma	Unidad	1	Q876.32	Q876.32	Q588.00	Q588.00
25	Cable blindado Belden de señal	MI	90	Q32.50	Q2,925.00	Q9.00	Q810.00
26	Cable eléctrico de Conexión	MI	150	Q8.25	Q1,237.50	Q6.00	Q900.00
27	Tubería conduit eléctrica	MI	40	Q45.75	Q1,830.00	Q5.00	Q200.00
TOTAL EN QUETZALES				Q146,541.76		Q136,464.54	
TOTAL EN DOLARES				16,757.40		17,754.45	

En el Anexo 5 se puede ver el diagrama sugerido de conexión del sistema de control.

4.6 ESTUDIO ECONÓMICO DEL PROYECTO (Cálculo de la tasa de retorno de inversión y el período de recuperación).

INFORMACION GENERAL:

NOMBRE DE LA EMPRESA:	XXXX
DIRECCION DE LA EMPRESA:	XXXX
NOMBRE DEL PROYECTO:	AUTOMATIZACION DE UNA LINEA DE JABON DE TOCADOR
NUMERO CORRELATIVO	P-0001-2001

INFORMACION FINANCIERA:

	Q/US\$
TASA CAMBIARIA A DOLAR:	7.85
	%
TASA MINIMA ATRACTIVA DE RETORNO:	20%
TASA DE INFLACION ANUAL:	15%
TASA DE IMPUESTOS:	30%
TASA DE CRECIMIENTO:	0%

DEPRECIACION:

	AÑOS
EQUIPO:	10
EDIFICIOS:	30
OTROS:	5

AUTOMATIZACION DE UNA LINEA DE JABON DE TOCADOR
P-0001-2001

AÑO INICIAL DE GENERACION DE AHORROS:	2001
FRACCION EFECTIVA DEL PRIMER AÑO:	67%

INVERSIONES:

AÑO	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
EQUIPO	0	0	Q138,484.54		0	0	0	0	0
EDIFICIO	0	0		0	0	0	0	0	0
TERRENOS	0	0		0	0	0	0	0	0
GASTO	0	0		0	0	0	0	0	0
TOTAL:	0	0	Q138,484.54		0	0	0	0	0

A.

INVERSIONES

INVERSION CAPITALIZABLE	Q138,485
INVERSION NO CAPITALIZABLE	Q0.00
TOTAL DE INVERSION	Q138,485
TOTAL EN DOLARES	\$17,641

AHORROS ANUALES

LABORAL (USD)	\$ 8,853
MATERIALES (USD)	\$ 5,164
REPARACION Y MANTENIMIENTO (USD)	\$ 3,840
SOBREGASTOS (USD)	\$ -
TOTAL DE AHORROS (USD)	\$17,857

GASTOS ADICIONALES ANUALES

MANTENIMIENTO ADICIONAL	0
PROCESO DE PUESTA EN MARCHA	0
SEGUROS	0
IMPUESTO DE PROPIEDAD	0
INCREMENTO INVENTARIO	0
TOTAL DE GASTOS ADICIONALES	0

AUTOMATIZACION DE UNA LINEA DE JABON DE TOCADOR

P-0001-2001

TASA MINIMA ATRACTIVA DE RETORNO (TMAR) 20%

ESTUDIO A 10 AÑOS

	-3	-2	-1	0	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
A. INVERSIONES														
INVERSION CAPITALIZABLE	0	0	17641		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INVERSION NO CAPITALIZABLE	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL DE INVERSION	0	0	17641		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B. AHORROS														
LABORAL	0	0	0		5902	8853	8853	8853	8853	8853	8853	8853	8853	8853
MATERIALES	0	0	0		3443	5164	5164	5164	5164	5164	5164	5164	5164	5164
REPARACION Y MANTENIMIENTO	0	0	0		2560	3840	3840	3840	3840	3840	3840	3840	3840	3840
SOBREGASTOS	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL DE AHORROS	0	0	0		11905	17857	17857	17857	17857	17857	17857	17857	17857	17857
C. GASTOS														
MANTENIMIENTO ADICIONAL	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PROCESO DE PUESTA EN MARCHA	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SEGUROS	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IMPUESTO DE PROPIEDAD	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INCREMENTO INVENTARIO	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL DE GASTOS ADICIONALES	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D. DEPRECIACIONES														
EQUIPO	0	0	0		-1764	-1764	-1764	-1764	-1764	-1764	-1764	-1764	-1764	-1764
EDIFICIOS	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL DE DEPRECIACIONES	0	0	0		-1764	-1764	-1764	-1764	-1764	-1764	-1764	-1764	-1764	-1764

TOTAL FLUJO DE EFECTIVO ANUAL

0 0 -17641

10141 16093 16093 16093 16093 16093 16093 16093 16093 16093

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

76.3%

PERIODO DE RECUPERACION (PR)

1.31 años

4.6 CRONOGRAMA DE INSTALACION

El proyecto se diseña para ser implementado en 4 meses como máximo, para ver el cronograma de actividades ver Anexo 7.

4.7. RESULTADOS FINALES

Se obtiene un proyecto que se implementa en 4 meses generando un total de U\$17,857 de ahorros anuales con una inversión total de U\$17,641.

Considerando que al resultar una tasa de retorno de 76.3%, pagándose el proyecto en 1.31 años, representa una muy buena oportunidad de inversión para la Compañía en cuestión.

V. CONCLUSIONES

1. La búsqueda de automatización en la industria de hoy es necesaria para poder mantener alto el nivel de competitividad y productividad de los procesos de manufactura. Sólo así se puede avanzar en un mundo hacia la globalización.
2. El ingeniero de planta debe estar siempre dispuesto a buscar formas de hacer más eficiente el proceso. Debe estar preparado para siempre encontrar oportunidades de automatización en la planta industrial, aún cuando el equipo sea antiguo.
3. La tasa bancaria de interés pasiva oscila entre el 12-20%, dependiendo de la institución donde se realice la inversión. Es muy importante que cualquier inversión que se realice se compare con esta “tasa mínima atractiva de retorno” (TMAR).
4. Además del factor financiero, una inversión debe evaluarse por las ventajas competitivas adicionales que le otorga a una industria manufacturera. Estas ventajas,

algunas veces, no son económicamente atractivas aunque ofrecen una ventaja mercadológica muy especial.

5. El balanceo de una línea de producción es esencial para poder tener una producción continua. El verdadero reto consiste en lograr la más alta velocidad de línea en forma predecible.
6. Durante la evaluación de este proyecto de inversión se determinó que las fallas continuas del equipo se deben a problemas de balanceo de línea, pues los equipos antiguos dejan de comportarse en forma predecible y la velocidad de operación de cada máquina, en una línea, varía sin ningún control.
7. En este trabajo, debido a que los equipos son antiguos e impredecibles, se realizó una primera fase de automatización. la cual consiste en el control y prevención de de desbalances en la línea.
8. La tecnología actual es muy variada, pero para cada problema debe determinarse el equipo adecuado para hacer la máxima funcionalidad posible el proceso automático.
9. Se determinó utilizar sensores capacitivos para controlar nivel máximo y mínimo en las tolvas pues éstos se desenvuelven mejor en el producto de jabón.
10. Aunque existen muchos tipos de sensores de presencia, la barrera fotoeléctrica otorgó las mejores ventajas en funcionamiento para este proyecto en particular.
11. Si se realiza una investigación profunda del proceso, se puede encontrar muchas formas de realizar mejoras operativas, ahorros, etc. En este caso, se logró identificar ahorros en mano de obra operativa, aumento en productividad, disminución del reproceso y disminución en gastos por mantenimiento correctivo.
12. Con la implementación de este proyecto, se obtendrá una aumento de por lo menos un 10% en la eficiencia de línea, lo cual provee grandes beneficios al incrementar los niveles de producción.

VI. RECOMENDACIONES.

6.1. RECOMENDACIONES GENERALES:

- Realizar el proyecto de acuerdo al presupuesto de la Compañía.

- Capacitar y entrenar al personal operativo para que comprenda la lógica del funcionamiento del sistema.
- Efectuar una evaluación constante para la verificación de los ahorros esperados.
- Tener a mano los diagramas de funcionamiento del sistema, por si se dan fallas, se pueda identificar la causa rápidamente.
- Una vez establecido el sistema se recomienda evaluar mejoras al mismo manteniendo una filosofía de mejora continua.
- Es importante tomar en cuenta que el sistema se puede implantar en las otras líneas de jabón de tocador, por lo que se sugiere realizar los estudios correspondientes.

6.2 RECOMENDACIONES DE MANTENIMIENTO:

Mantenimiento Diario:

- Revisión visual del sistema completo
- Limpieza de todos los sensores ópticos
- Revisión de posibles cables sueltos o dañados

Mantenimiento Semanal:

- Revisar el montaje de todos los sensores, es decir, que no se encuentren flojos o que presenten problemas por vibración.
- Limpieza manual de los sensores capacitivos
- Limpieza superficial del panel de control

Mantenimiento Mensual:

- Revisión de embragues accionados por el sistema
- Prueba de fallas en el sistema. Se simula falla en cada sensor para verificar su adecuado funcionamiento.
- Se revisa si hay necesidad de recalibración de los sensores ópticos y capacitivos.

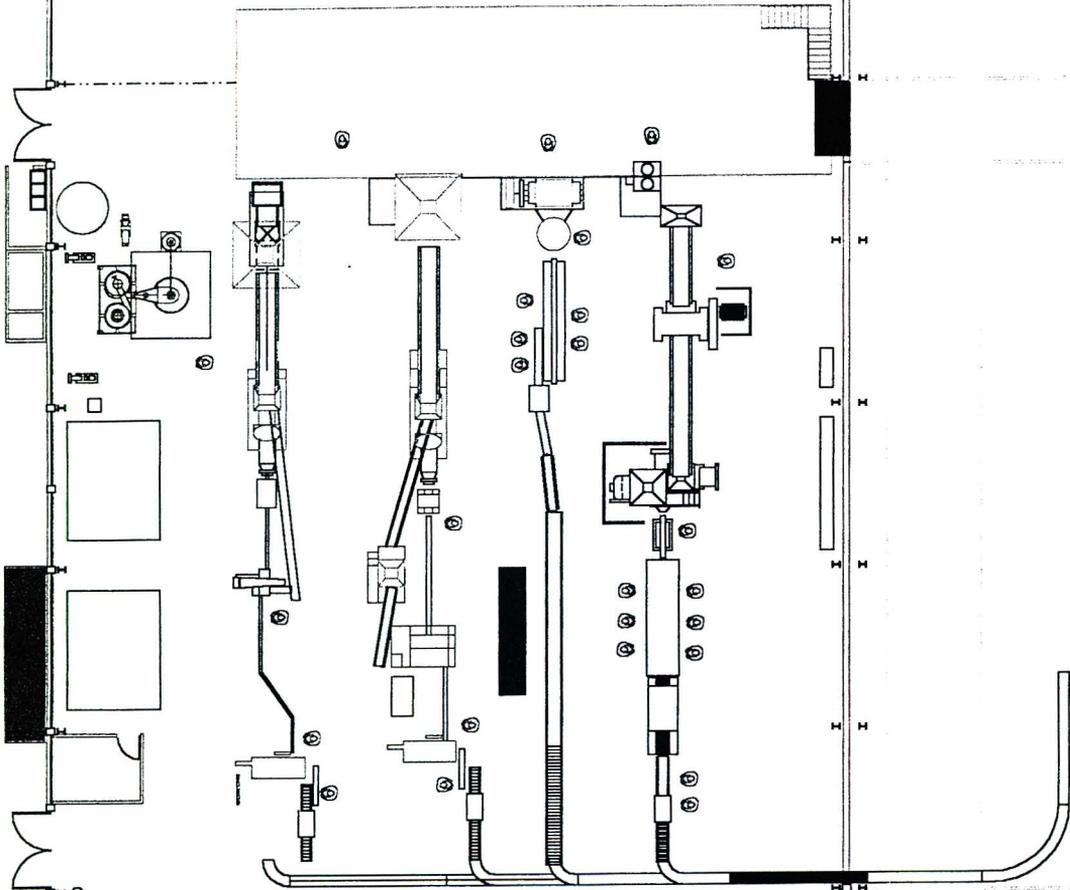
VII. ANEXOS

7.1 ANEXO No. 1

PLANO DE PLANTA DE JABON DE TOCADOR.

ACTUAL LAYOUT

CORREDOR
PRODUCCION



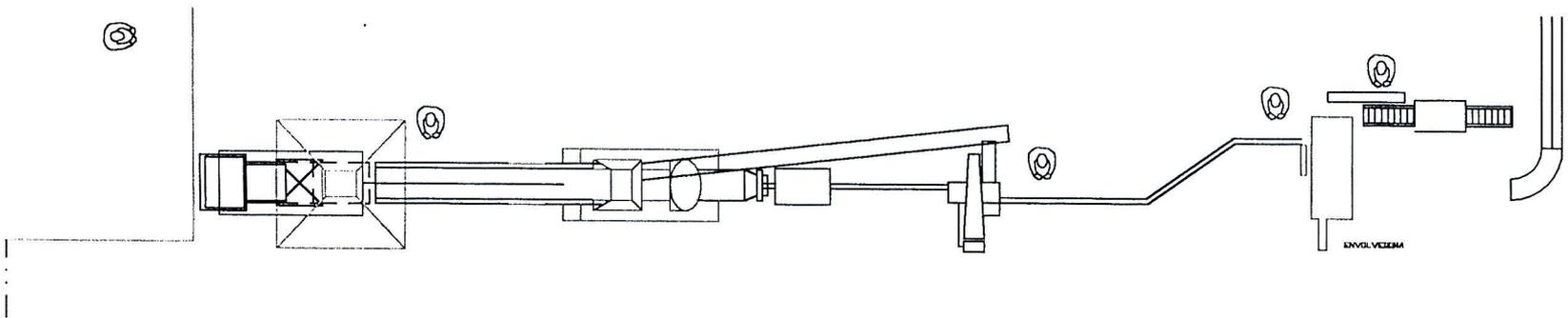
PLANTA DE
PLASTICOS & LIQUIDOS

<p>DENTAL-PALATALVE S.A. SANTA BARBARA, CA</p>	
PROYECTO	PLANTA DE PLASTICOS & LIQUIDOS
CLIENTE	CREMA DENTAL
FECHA	11.11.78
ELABORADO POR	...
REVISADO POR	...
APROBADO POR	...
PROYECTADO POR	...
CONSEJO TECNICO	...
PROYECTO	...
FECHA	...
ELABORADO POR	...
REVISADO POR	...
APROBADO POR	...
PROYECTADO POR	...

1	...	...	...
2	...	...	...
3	...	...	...
4	...	...	...

7.2 ANEXO No. 2

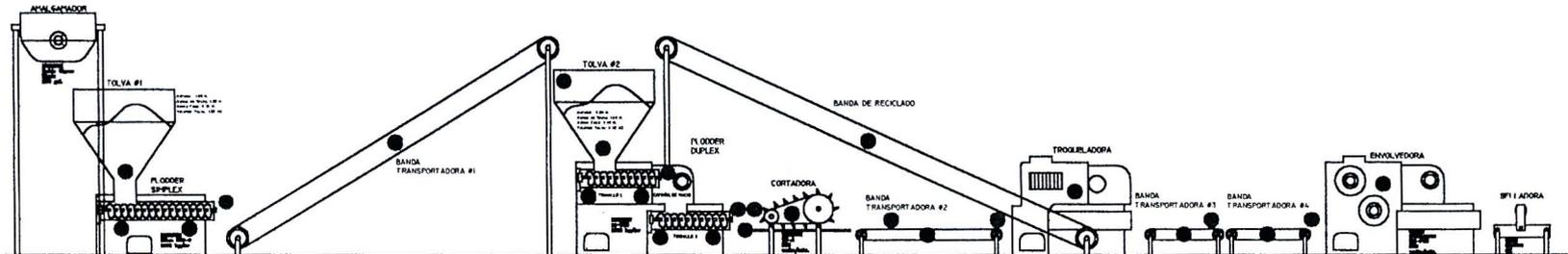
PLANO DE LA LINEA DE JABON DE TOCADOR



7.3 ANEXO No.3

PLANO DEL TABLERO DE CONTROL

LINEA DE JABON DE TOCADOR #2 TABLERO DE OPERACION AUTOMATICA



7.4 ANEXO No. 4

COTIZACIONES DEL SISTEMA

Guatemala, 28 de febrero del 2001
Cotización No.386

Señores
Colgate Palmolive
Ciudad

Atención: Departamento de Ingeniería, Ing. Erick Cordón

Ref. Automatización de máquina de Jabones.

Estimados Señores:

Atendiendo su amable solicitud nos permitimos cotizarles los trabajos en referencia, los cuales consisten en lo siguiente:

TRABAJOS A REALIZAR:

Sensores de nivel Alto y Bajo de Tolva I y II

Suministro e instalación de dos (2) sensores ultrasónicos de nivel, los cuales no tendrán ningún contacto físico con el material, y la medición a realizar se considera muy precisa.

Cámara de Vacío

Para poder medir la cámara de vacío, cuando éste vacía o llena, se realizaran pruebas con distintos sensores hasta encontrar el adecuado.

Funcionamiento

- El funcionamiento será manual y automático, por lo cual tendremos dos opciones para la puesta en operación.
- Se utilizarán lámparas de señalización de control para todo el funcionamiento.
- Se realizara un nuevo cableado para mando y fuerza.
- Todo el sistema eléctrico que se encuentren ligados a los cambios a realizar (contactores, relés, válvulas, etc.), se cambiaran por nuevos.
- El autómeta a utilizar será el adecuado para realizar las maniobras de arranque y paro.
- Programación y puesta en marcha.

Precio de la Oferta

MATERIALES

Sensores **US\$ 7,151.24**

Pulsadores, luces piloto, autómata
Tablero control, cable, varios etc. **US\$ 4,391.88**

MANO DE OBRA US\$ 4,918.92

TOTAL OBRA US\$ 16,462.04

(Dieciséis mil cuatrocientos sesentidós dólares Americanos con cuatro centavos)

Tiempo de entrega:

45 días hábiles.

Forma de Pago

60% de anticipo
30% contra avance de obra
10% contra entrega del proyecto terminado, operando

Validez de la oferta

30 días

Condiciones de la oferta

- Esta cotización tiene una validez de 30 días calendario, a partir de la fecha de su presentación. De no ser aceptada durante dicho plazo, quedará sujeta a nuestra confirmación, excepto en casos que se fije fecha diferente de sostenimiento de oferta.
 - Los materiales a utilizar en los suministros y trabajos especificados, están sujetos a cambio por cualquier variación en los precios de la fábrica, fletes terrestres y marítimos, derechos e impuestos aduanales, otros impuestos y/o paridad del dólar con el quetzal en el mercado de divisas.
 - En el caso de los materiales suministrados, la fecha de entrega estipulada es la ofrecida por el fabricante. PROYECTOS DE GUATEMALA, S.A. no asume ninguna responsabilidad por demora que se deba a circunstancias fuera de su control o de la fábrica.
 - En el caso de instalaciones el tiempo de entrega podrá variar, sin responsabilidad de nuestra parte, por las siguientes razones:
 1. Por causas imputables al cliente.
 2. Por incumplimiento en las condiciones de pago.
 3. Por causas de fuerza mayor.
 4. Atrasos imputables a las causas especificadas en el numeral dos (2) de éstos términos.
- La presente oferta se basa en los datos técnicos proporcionados por el cliente. Cualquier cambio que pueda ocasionar un aumento (tanto en el suministro de material

como en la mano de obra)deberá conducir a un reajuste de precio que será asumido por el cliente. Así mismo, se hará un reajuste de precio en el caso contrario.

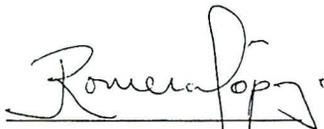
- Una vez firmada de **aceptado** esta cotización el pedido, no podrá ser cancelado sin previa autorización nuestra por escrito. Sí la cancelación fuera permitida, el cliente deberá pagar los recargos de cancelación correspondientes que se determinen por el fabricante y/o PROYECTOS DE GUATEMALA, S.A.
- No se aceptará la devolución de ningún equipo o material ya entregado, sin previa autorización nuestra por escrito y bajo las condiciones que se estipulan en dicha autorización.
- El monto a cancelar será en dólares americanos o en quetzales tomando como referencia la tasa de cambio del día, según el Banco de Guatemala.
- PROYECTOS DE GUATEMALA, S.A. extiende sobre el equipo la garantía máxima que ofrezca el fabricante, en el tiempo y condiciones estipuladas por ellos. La garantía se pierde por usos diferentes para los que fueron diseñados, uso y mantenimiento correcto.

NOTAS

- El precio incluye el IVA
- El 80% de los trabajos se realizarán sin interrumpir la energía eléctrica en la máquina. Se interrumpirá la energía solo para realizar conexiones y pruebas finales.
- El precio de los sensores es un estimado y el valor final puede variar de acuerdo a los requerimientos de ustedes.

Quedando a sus amables órdenes para aclarar cualquier duda y/o ampliar los términos de la presente, les saludamos muy atentamente,

PROYECTOS DE GUATEMALA, S.A.
Asesoría Industrial



Juan Carlos López



Ing. Carlos Mazariegos

Oferta aceptada: _____
Firma y sello

- CC. Archivo



Señores

Ciudad

Atn.: Ing. Erick J. Cordón

Guatemala, 20 de Diciembre de 2000

Su Ref.: Solicitud de cotización

Nuestra Ref.: GT-00-21-0198

ASUNTO: OFERTA

Estimados señores:

Por este medio nos permitimos presentar a ustedes nuestra oferta por el suministro de control de proceso de jabón de baño, según nos fuera solicitado.

Alcance de nuestra oferta:

Pos. 01 1 TABLERO PRINCIPAL

Sistema de control de fabricación de jabón en ejecución de un gabinete modular de lámina de acero con puerta frontal con llave, tapa trasera desmontable, autosoportantes, fondo anticorrosivo, acabado de pintura al horno, marca RITTAL de fabricación alemana, grado de protección IP55 (nema12).

Dimen. Aprox. 1800mmx800mmx400mm + Zocalo 200mm

Alto ancho prof.

Equipado de la siguiente forma:

- 1 Fuente de poder de 24 V
- 1 Transformador de control de 550 VA
- 14 Pulsadores iluminados para arranque
- 14 Pulsadores iluminados para paro
- 7 Reostatos de control para variadores
- 1 Selector de 2 posiciones con llave
- 1 Selector de 2 posiciones (manual/automático)
- 2 Luces piloto verdes





Pos. 03 **8** Sensores opticos relectivos, marca ALLEN BRADLEY, REFLEX, 24VDC, con bases y reflectores de 78mm

Cat. 42GRU-9000 (sensor)
60-1785 (base)
92-39 (reflector)

Precio unitario para Pos.03: US\$ 120.00

PRECIO TOTAL PARA POS.03: US\$ 960.00

Pos. 04 **(OPCIONAL)**

Con el precio adicional mostrado para esta posición se suministra un Panel View 1000, teclado, monocromo 120/240 VAC, evitando el uso de amperímetros empotrables, leds, mimico y se reducen los módulos de SLC a 3 módulos de salida digital y 2 módulos de salida analógica.

PRECIO TOTAL PARA ESTA POS.04: US\$ 1,260.00

PRECIO TOTAL PARA ESTA OFERTA NO INCLUYE POS.04: US\$20,408.00. se entienden netos del equipo puesto en bodega INTEK, 10% de I.V.A. incluido, pagaderos en su equivalente en Quetzales según el tipo de Cambio Bancario de referencia para la venta, del día en que sean realizados los pagos.

CONDICIONES DE PAGO: 70% contra pedido y 30% contra entrega

PLAZO DE ENTREGA: Aprox. 6 a 8 semanas después de recibido el pedido técnica y comercialmente aclarado y el pago inicial.

VALIDEZ DE LA OFERTA: hasta el 20 de Enero de 2001.

Los precios de la presente oferta están sujetos a variación por cambios en derechos de importación, impuestos, etc.

Sin otro particular por el momento, quedamos a la espera de su amable pedido.

Atentamente,

I N T E K



- 1 Pulsador de paro de emergencia
- 1 Mímico con dibujo línea de tocador
 - 11 Leds verdes
 - 12 Leds rojos
- 3 Amperímetros empotrables de 0-50 A de 96x96mm
- 6 Display digitales para temperatura
- 4 Guardamotores de 30 HP y contactos auxiliares
- 2 Guardamotores de 10 HP y contactos auxiliares
- 5 Guardamotores de 1 HP y contactos auxiliares
- 2 Contactores de 43 A
- 2 Contactores de 9 A
- 3 Contactores de 12 A

CONTROL

- 1 Controlador programable ALLEN-BRADLEY, SLC500, equipado con:
 - 01 CPU 5/03 8K de memoria, Eeprom y batería
 - 02 Fuentes de poder P2 5A/5V
 - 05 Módulos de 16 entradas digitales 24VDC
 - 02 Módulos de 8AI
 - 04 Módulos de 4AO
 - 02 Racks de 10 slots para fijación de módulos
 - 01 Cable de comunicación entre racks.

Se proporcionará también externo al gabinete

- 1 Luz estroboscópica roja, marca Federa Signal
- 1 Sirena de alarma de 110dB, marca Federal Signal

PRECIO TOTAL PARA ESTA POS.01: US\$ 18,568.00

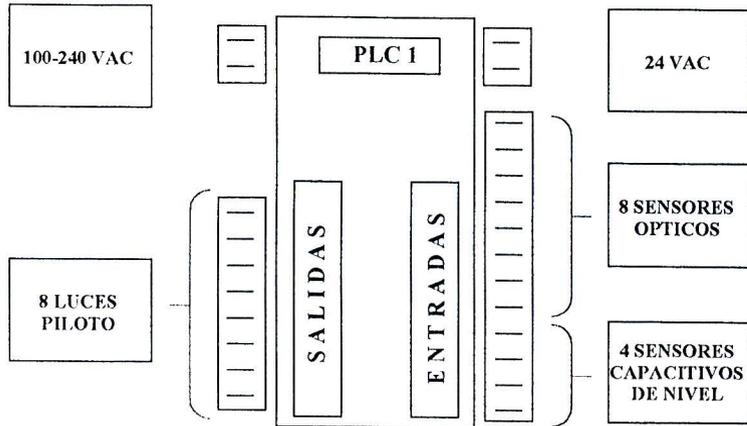
- Pos. 02 4 Sensores de nivel capacitivo MILLTRONICS, POINTEK CLS100 de 24 VDC, 1/4"**
Cat. C100-A1A
 Precio unitario para Pos. 02: US\$ 220.00
PRECIO TOTAL PARA POS.02: US\$ 880.00



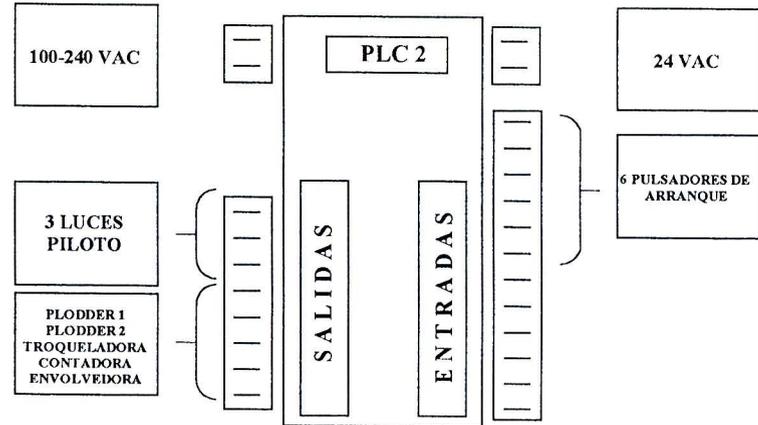
7.5 ANEXO No. 5

DIAGRAMA DE CONTROL

**DIAGRAMA ELECTRICO
PROYECTO LINEA DE
JABONES**



**DIAGRAMA ELECTRICO
PROYECTO LINEA DE
JABONES**



7.6 ANEXO No. 6

PAROS POR MAQUINA EN LINEA DE TOCADOR #2

PLANTA DE JABONES
DETALLE MENSUAL DE PARADAS POR EQUIPO
MEZCLADOR MM (TOC 2)
MES DE AGOSTO DEL 2000

PARTE	PREVENTIVO		CORRECTIVO		OBSERVACION		TOTAL	PORCENTAJE %
	FREC.	HRS	FREC.	HRS	FREC.	HRS	HRS	
REVISION MICROSWITCH	1	0.33	0	0.00	0	0.00	0.333	100.00
TOTAL	1	0.33	0	0	0	0	0.333	100.00
PORCENTAJE MANT	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00		

PLANTA DE JABONES
DETALLE MENSUAL DE PARADAS POR EQUIPO
PLODDER BITRA TOCADOR 2
MES DE AGOSTO DEL 2000

PARTE	PREVENTIVO		CORRECTIVO		OBSERVACION		TOTAL	PORCENTAJE
	FREC.	HRS	FREC.	HRS	FREC.	HRS	HRS	%
REVISION COJINETE FAJA SALIDA	0	0	1	2.00	0	0	2.00	33.33
LIMPIEZA DE CRIBA Y TORNILLOS	0	0	2	4.00	0	0	4.00	66.67
TOTAL	0	0	1	6.00	0	0	6.00	100.00
PORCENTAJE MANT	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	0.00		

PLANTA DE JABONES
DETALLE MENSUAL DE PARADAS POR EQUIPO
PLODDER DUPLEX TOC2
MES DE AGOSTO DEL 2000

PARTE	PREVENTIVO		CORRECTIVO		OBSERVACION		TOTAL	PORCENTAJE %
	FREC.	HRS	FREC.	HRS	FREC.	HRS	HRS	
CAMBIO MOTOR	0	0.00	1	6.00	0	0.00	6.000	40.00
LIMPIEZA TUBERIA Y BOMBA DE VACIO	0	0.00	1	2.50	0	0.00	2.500	16.67
LIMPIEZA DE CRIBA Y TORNILLOS	0	0.00	3	6.50	0	0.00	6.500	43.33
TOTAL	0	0	2	8.5	0	0	15.00	100.00
PORCENTAJE MANT	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	0.00		

PLANTA DE JABONES
DETALLE MENSUAL DE PARADAS POR EQUIPO
TROQUELADORA TOCADOR 2
MES DE AGOSTO DEL 2000

PARTE	PREVENTIVO		CORRECTIVO		OBSERVACION		TOTAL	PORCENTAJE
	FREC.	HRS	FREC.	HRS	FREC.	HRS	HRS	%
REPARACION MICROSWITCH	0	0.00	1	2.00	0	0.0	2.00	47.1
REVISION VENTOSAS	0	0.00	1	1.50	0	0.0	1.50	35.3
REVISION MOTOR Y FAJA SALIDA	0	0.00	1	0.75	0	0.0	0.75	17.6
TOTAL	0	0	3	4.25	0	0	4.25	100.0
PORCENTAJE MANT	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	0.00		

PLANTA DE JABONES
DETALLE MENSUAL DE PARADAS POR EQUIPO
CORTADORA MAZZONI TOC 2
MES DE AGOSTO DEL 2000

PARTE	PREVENTIVO		CORRECTIVO		OBSERVACION		TOTAL	PORCENTAJE %
	FREC.	HRS	FREC.	HRS	FREC.	HRS	HRS	
CAMBIO DE FAJA	1	1	0	0.00	0	0	1.00	100.00
TOTAL	1	1	0	0	0	0	1	100.00
PORCENTAJE MANT	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00		

PLANTA DE JABONES
DETALLE MENSUAL DE PARADAS POR EQUIPO
TROQUELADORA TOCADOR 2
MES DE AGOSTO DEL 2000

PARTE	PREVENTIVO		CORRECTIVO		OBSERVACION		TOTAL	PORCENTAJE %
	FREC.	HRS	FREC.	HRS	FREC.	HRS	HRS	
REPARACION MICROSWITCH	0	0.00	1	2.00	0	0.0	2.00	47.1
REVISION VENTOSAS	0	0.00	1	1.50	0	0.0	1.50	35.3
REVISION MOTOR Y FAJA SALIDA	0	0.00	1	0.75	0	0.0	0.75	17.6
TOTAL	0	0	3	4.25	0	0	4.25	100.0
PORCENTAJE MANT	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	0.00		

PLANTA DE JABONES
DETALLE MENSUAL DE PARADAS POR EQUIPO
CARLE & MONTANARI TOCADOR 2
MES DE AGOSTO DEL 2000

PARTE	PREVENTIVO		CORRECTIVO		OBSERVACION		TOTAL	PORCENTAJE
	FREC.	HRS	FREC.	HRS	FREC.	HRS	HRS	%
REVISION "GRUPO MEMORIA"	0	0	1	0.33	0	0	0.33	9.30
REVISION TRANSPORTADOR CADENA INFERIOR	0	0	1	0.50	0	0	0.50	13.95
CAMBIO LATERALES DE CAIDA	0	0	1	0.33	0	0	0.33	9.30
REPARACION TRANSPORTADOR DESCARGA	0	0	1	2.00	0	0	2.00	55.81
REVISION GUIAS	0	0	1	0.42	0	0	0.42	11.63
TOTAL	0.00	0.00	5.00	3.58	0.00	0.00	3.58	100.00
PORCENTAJE MANT	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	0		

PLANTA DE JABONES

DETALLE MENSUAL DE PARADAS POR EQUIPO

SELLADORA 3M LINEA TOCADOR 2

MES DE AGOSTO DEL 2000

PARTE	PREVENTIVO		CORRECTIVO		OBSERVACION		TOTAL	PORCENTAJE %
	FREC.	HRS	FREC.	HRS	FREC.	HRS	HRS	
SERVICIO COMPLETO	1	2.00	0	0.00	0	0.00	2.000	100.00
TOTAL	1	2	0	0.00	0	0	2.00	100.00
PORCENTAJE MANT	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00		

PLANTA DE JABONES

**DETALLE MENSUAL DE PARADAS EN LA LINEA
DE TOCADOR 2
MES DE AGOSTO DEL 2000**

PARTE	PREVENTIVO		CORRECTIVO		OBSERVACION		TOTAL	PORCENTAJE %
	FREC.	HRS	FREC.	HRS	FREC.	HRS	HRS	
TOTAL DE PARADAS	3.00	3.33	11.00	22.33	0.00	0.00	25.67	100.00
TOTAL	3	3.33	11	22.33	0	0	25.67	100.00
PORCENTAJE MANT	21%	13%	79%	87%	0.00	0.00		

PLANTA DE JABONES
DETALLE MENSUAL DE PARADAS EN LA LINEA
LINEA TOCADOR 2
MES DE SEPTIEMBRE DEL 2000

PARTE	PREVENTIVO		CORRECTIVO		OBSERVACION		TOTAL	PORCENTAJE %
	FREC.	HRS	FREC.	HRS	FREC.	HRS	HRS	
TOTAL DE PARADAS	7.00	13.00	21.00	66.17	2.00	3.50	82.67	100.00
TOTAL	7	13.00	21	66.17	2	3.5	82.67	100.00
PORCENTAJE MANT	23%	16%	70%	80%	6.67	4.23		

PLANTA DE JABONES
DETALLE MENSUAL DE PARADAS POR EQUIPO
CARLE & MONTANARI TOCADOR 2
MES DE SEPTIEMBRE DEL 2000

PARTE	PREVENTIVO		CORRECTIVO		OBSERVACION		TOTAL	PORCENTAJE %
	FREC.	HRS	FREC.	HRS	FREC.	HRS	HRS	
REVISION FAJA REDUCTOR SALIDA JABON	1	0.5	0	0.00	0	0	0.50	1.02
RECTIFICAR CUCHILLAS	0	0	1	2.00	0	0	2.00	4.07
REVISION CONTACTOR DE PAPEL	0	0	1	2.00	0	0	2.00	4.07
REVISION PRESIONADORES DE CADENA	0	0	1	0.25	0	0	0.25	0.51
REPARACION PIEZA DEL TACO DEL TENEDOR	0	0	1	0.67	0	0	0.67	1.36
AJUSTE GUIAS ENTRADA JABON	0	0	1	0.67	0	0	0.67	1.36
CAMBIO CUCHILLA	0	0	1	1.00	0	0	1.00	2.04
CAMBIO COJINETE DE RODILLO DEL PAPEL	0	0	1	41.00	0	0	41.00	83.53
SOLDADURA DE FLAUTA	0	0	1	1.00	0	0	1.00	2.04
TOTAL	1.00	0.50	8.00	48.58	0.00	0.00	49.08	100.00
PORCENTAJE MANT	11.11	1.02	88.89	98.98	0.00	0		

PLANTA DE JABONES

DETALLE MENSUAL DE PARADAS POR EQUIPO

TROQUELADORA TOCADOR 2

MES DE SEPTIEMBRE DEL 2000

PARTE	PREVENTIVO		CORRECTIVO		OBSERVACION		TOTAL	PORCENTAJE %
	FREC.	HRS	FREC.	HRS	FREC.	HRS	HRS	
LIMPIEZA/REVISION ORINGS DE ELECTROVALVULA	1	3.00	0	0.00	0	0.0	3.00	26.7
CAMBIO DE ACOPLER RAPIDOS	0	0.00	0	0.00	1	1.5	1.50	13.3
CAMBIO ESPARRAGOS PARA TROQUELES	0	0.00	0	0.00	1	2.0	2.00	17.8
MACHUELAR BRAZO QUE SOSTIENE VENTOSAS	0	0.00	1	2.50	0	0.0	2.50	22.2
CAMBIO TEFLON INTERNO	0	0.00	1	0.25	0	0.0	0.25	2.2
REPARACION MOTOREDUCTOR FAJA SALIDA	0	0.00	1	2.00	0	0.0	2.00	17.8
TOTAL	1	3	3	4.75	2	3.5	11.25	100.0
PORCENTAJE MANT	16.67	26.67	50.00	42.22	33.33	31.11		

PLANTA DE JABONES
DETALLE MENSUAL DE PARADAS POR EQUIPO
CORTADORA MAZZONI TOC 2
MES DE SEPTIEMBRE DEL 2000

PARTE	PREVENTIVO		CORRECTIVO		OBSERVACION		TOTAL	PORCENTAJE %
	FREC.	HRS	FREC.	HRS	FREC.	HRS	HRS	
LIMPIEZA GENERAL	1	1	0	0.00	0	0	1.00	75.00
FALLAS GENERALES	0	0	1	0.33	0	0	0.33	25.00
TOTAL	1	1	1	0.33	0	0	1.33	100.00
PORCENTAJE MANT	50.00	75.00	50.00	25.00	0.00	0.00		

PLANTA DE JABONES
DETALLE MENSUAL DE PARADAS POR EQUIPO
PLODDER BITRA TOCADOR 2
MES DE SEPTIEMBRE DEL 2000

PARTE	PREVENTIVO		CORRECTIVO		OBSERVACION		TOTAL	PORCENTAJE %
	FREC.	HRS	FREC.	HRS	FREC.	HRS	HRS	
REVISION NIVEL ACEITE SISTEMA CENTRAL	1	3	0	0.00	0	0	3.00	31.58
LIMPIEZA PANEL ELECTRICO	1	0.5	0	0.00	0	0	0.50	5.26
LIMPIEZA DE CRIBA Y TORNILLOS	0	0	4	6	0	0	6	63.16
TOTAL	2	3.5	4	6.00	0	0	9.50	100.00
PORCENTAJE MANT	33.33	36.84	66.67	63.16	0.00	0.00		

PLANTA DE JABONES
DETALLE MENSUAL DE PARADAS POR EQUIPO
PLODDER BITRA TOCADOR 2
MES DE SEPTIEMBRE DEL 2000

PARTE	PREVENTIVO		CORRECTIVO		OBSERVACION		TOTAL	PORCENTAJE %
	FREC.	HRS	FREC.	HRS	FREC.	HRS	HRS	
REVISION NIVELES ACEITE	1	2	0	0	0	0	2	22.22
LIMPIEZA PANEL ELECTRICO	1	0.5	0	0	0	0	1	5.56
LIMPIEZA DE CRIBA Y TORNILLOS	0	0	5	7	0	0	7	72.22
TOTAL	1	2	5	7	0	0	9	100
PORCENTAJE MANT	100.00	22.22	5.00	0.00	0.00	0.00		

PLANTA DE JABONES
DETALLE MENSUAL DE PARADAS POR EQUIPO
MEZCLADOR MM (TOC 2)
MES DE SEPTIEMBRE DEL 2000

PARTE	PREVENTIVO		CORRECTIVO		OBSERVACION		TOTAL	PORCENTAJE %
	FREC.	HRS	FREC.	HRS	FREC.	HRS	HRS	
CAMBIO DE ACEITE SISTEMA HIDRAULICO	1	3.00	0	0.00	0	0.00	3.000	100.00
TOTAL	1	3.00	0	0	0	0	3.000	100.00
PORCENTAJE MANT	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00		

7.7 ANEXO No.7

CRONOGRAMA

7.8 ANEXO No. 8

HOJA TECNICA DE SENSORES A UTILIZAR

Barrera fotoeléctrica reflex WL 27 ASI

WL 27 ASI	-Z 230
Nº de pedido	1013495
Alcance máx. típico/con reflector	13,5 m/PL 80 A
Alcance nominal recomendado	
con reflector PL 80 A	0 ... 10 m
con reflector PL 50 A	0 ... 7 m
con reflector PL 40 A	0 ... 6,2 m
con reflector PL 30 A	0 ... 6,5 m
con reflector PL 20 A	0 ... 4,2 m
con lámina reflectante "Diamond Grade"	0 ... 1,1 m
Tensión de alimentación U_N	26,5 ... 31,6 V c.c.
Corriente absorbida	40 mA
Emisor	LED, luz roja visible, pulsante, vida media 100.000 h ¹⁾
Diámetro del punto de luz	40 mm a una distancia de 2,7 m
Tiempo de reacción ²⁾ ; sec. máx. de señal ³⁾	550 µs, 1000/s
Clase de protección VDE	III
Tipo de protección	IP 65
Circuitos de protección ⁴⁾	A, C
Temperatura ambiente de servicio ⁵⁾	-25 °C ... + 55° C
Temperatura de almacenamiento ⁵⁾	-40 °C ... + 70° C
Peso	aprox. 100 g

1) Con T_a = +25°C

2) del sensor

3) Relación claro/oscuro 1:1

4) A = Entrada U_N protegida contra inversión de polos

C = Supresión de impulsos de interferencia

5) Por debajo de 0°C no deformar el cable, por debajo de -25°C no accionar el potenciómetro

Correlación de los bits de datos (Hostlevel)

D ₀	Estado	0 sin reflexión 1 reflexión	Entrada
D ₁	PAV	0 activo 1 inactivo	Entrada
D ₂	NC	0 1	Entrada
D ₃ *	Prueba	0 emisor conect. 1 emisor desconect.	Salida

Correlación de los bits de parámetros (Hostlevel)

P ₀ *	NC	0 1	Parámetro
P ₁ *	Selector claro/oscuro	0 conexión oscuro 1 conexión claro	Parámetro
P ₂ *	NC	0 1	Parámetro
P ₃ *	NC	0 1	Parámetro

*Programación por defecto = 1



Alcance de detección

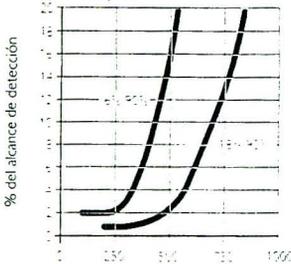
100 ... 800 mm
100 ... 500 mm



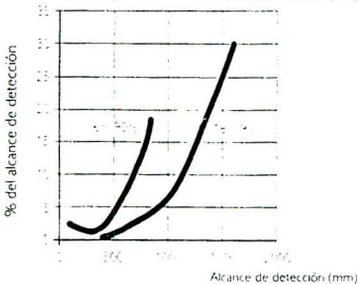
Características:

- Chip ASI integrado
 - Preaviso de fallo
 - Distancia de detección ajustable de forma continua
 - Supresión de fondo
 - Control de suciedad de la óptica y ayuda para el enfoque por testigo de recepción parpadeante
 - Entrada de tensión de alimentación protegida contra cambio de polaridad
 - Insensible a la luz ajena
 - Normalización a la puesta en marcha
 - Caja de plástico reforzado con fibra de vidrio
- **CE**

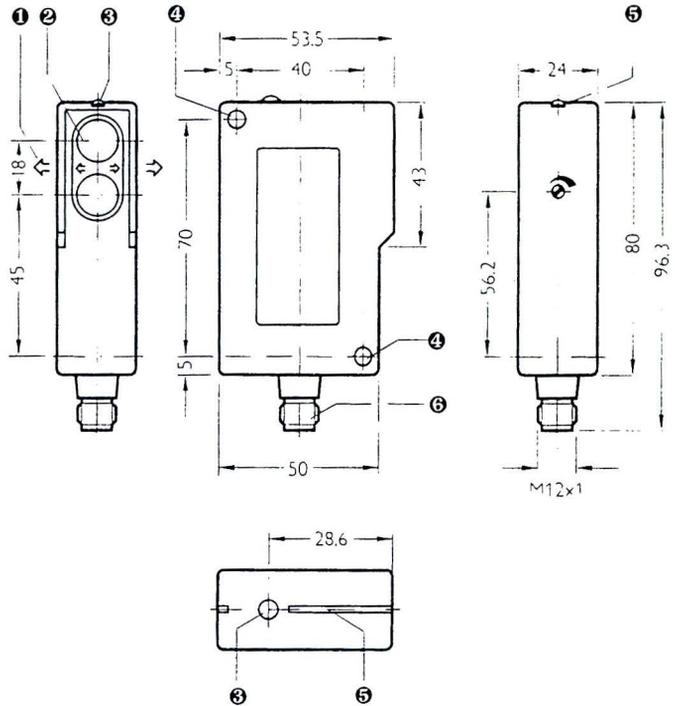
Diagrama del alcance de detección
a) luz IR



b) luz roja



WT 27 ASI

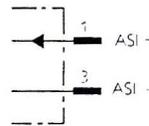


- 1 Sentido de desplazamiento del objeto
- 2 Centro del eje óptico
- 3 Testigo de recepción
- 4 Rosca de fijación 5,2 mm \varnothing
- 5 Ranura de mira
- 6 Conector

Esquadra de fijación (accesorio), nº de pedido 2 009 122, ver pág. 238

Esquema de conexión

WT 27-Z 210/-Z 230



Barrera fotoeléctrica reflex WL 12 ASI

WL 12 ASI	-Z 238 I
Nº de pedido	1013492
Alcance máx. típico/con reflector	5,5 m/PL 80 A
Alcance nominal recomendado	
con reflector PL 80 A	0 ... 4 m
con reflector PL 50 A	0 ... 2,5 m
con reflector PL 40 A	0 ... 2,2 m
con reflector PL 30 A	0 ... 2,3 m
con reflector PL 20 A	0 ... 1,4 m
con lámina reflectante "Diamond Grade"	0 ... 0,5 m
Tensión de alimentación U_N	DC 26,5 ... 31,6 V
Corriente absorbida	≤ 35 mA
Emisor	LED, luz roja visible, pulsante, vida media 100.000 h I)
Angulo de emisión	aprox. 1,2°
Diámetro del punto de luz	60 mm a una distancia de 3 m
Tiempo de reacción ²⁾ ; sec. máx. de señal ³⁾	500 µs, 1000/s
Clase de protección VDE	III
Tipo de protección	IP 67
Circuitos de protección ⁴⁾	A, C
Temperatura ambiente de servicio ⁵⁾	-25 °C ... + 55° C
Temperatura de almacenamiento ⁵⁾	-25 °C ... + 75° C
Peso	aprox. 130 g

1) Con T_a = +25°C

2) del sensor

3) Relación claro/oscuro 1:1

4) A = Entrada U_N protegida contra inversión de polos

C = Supresión de impulsos de interferencia

5) Por debajo de 0°, no deformar el cable; por debajo de -25°C, no accionar el potenciómetro

Correlación de los bits de datos (Hostlevel)

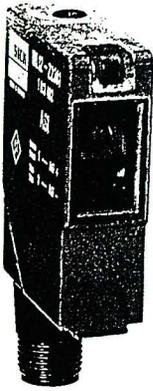
D ₀	Estado	0 sin reflexión 1 reflexión	Entrada
D ₁	VMA	0 activo 1 inactivo	Entrada
D ₂	NC	0 1	Entrada
D ₃ *	Prueba	0 emisor conect. 1 emisor desconect.	Salida

*Programación por defecto = 1

Correlación de los bits de parámetros (Hostlevel)

P ₀ *	NC	0 1	Parámetro
P ₁ *	Selector claro/oscuro	0 conexión oscuro 1 conexión claro	Parámetro
P ₂ *	NC	0 1	Parámetro
P ₃ *	Registro	0 reg. acontecimientos** 1 normal	Parámetro

**Para un ciclo ASI



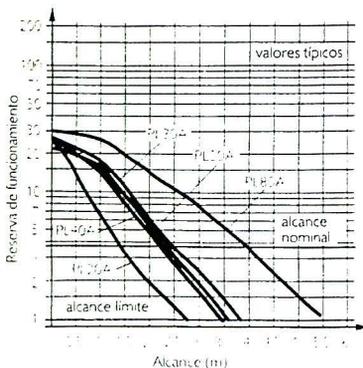
Alcance

0 ... 4 m

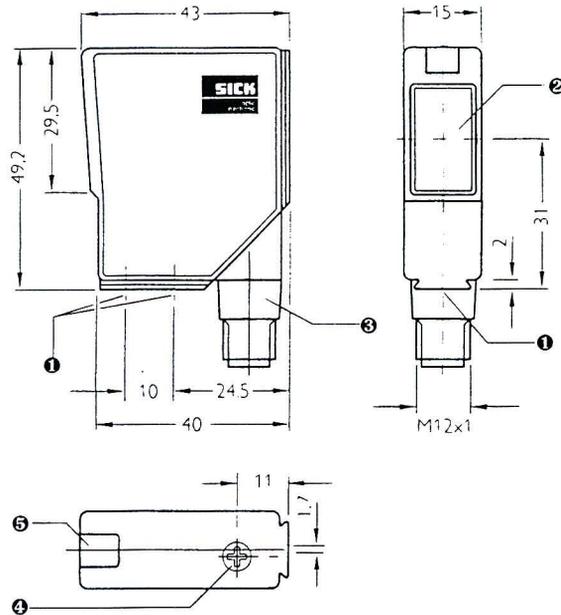


Características:

- Chip ASI integrado
- Registro de acontecimientos, seleccionable
- Función de prueba
- Conmutación claro/oscuro
- Filtro polarizante, por tanto, detección de objetos con superficie reflectante
- Preaviso de fallo y ayuda para el enfoque por testigo de recepción parpadeante
- Entrada de tensión de alimentación protegida contra cambio de polaridad
- Insensible a la luz ajena
- Normalización a la puesta en marcha
- Caja metálica robusta de fundición de zinc
- CE



WL 12 ASI

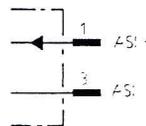


- ❶ Rosca de fijación M4; 4 mm de prof.
- ❷ Centro del eje óptico del receptor
- ❸ Conector
- ❹ Ajuste de sensibilidad
- ❺ Testigo de recepción

Soporte de fijación, reflectores, conectores, ver Accesorios pág. 235

Esquema de conexión

WL 12-Z 2381



Detección capacitiva de nivel nivocompact FTC 731, FTC 831

Interruptor compacto de nivel para áridos
a granel que no requiere calibración.



Aplicación

El Nivocompact FTC...se utiliza para la detección de nivel en silos que almacenen áridos a granel. (Indicación de nivel máximo o mínimo).

Con las versiones de sonda rígida y de cable, se cubren prácticamente todas las aplicaciones de detección.

También puede ser usado en la industria alimentaria.



FTC 731 sonda rígida
para el montaje lateral

Ventajas:

- No necesita calibración; el Nivocompact opera con independencia de las características del material, siempre que tenga una constante dieléctrica $\epsilon_r \geq 2.0$.
 - fácil puesta en marcha.
- Extremadamente insensible a las adherencias:
 - elevada garantía de operación.
- Conjunto unitario formado por sonda con módulo electrónico enchufable:
 - montaje simple
 - reducidos costos de instalación
 - apto para sistemas de control y de automatización (PLC, PCS, PC, relés, contactores, etc.)
- Sin partes móviles en el silo:
 - no hay desgaste
 - larga duración
 - sin mantenimiento



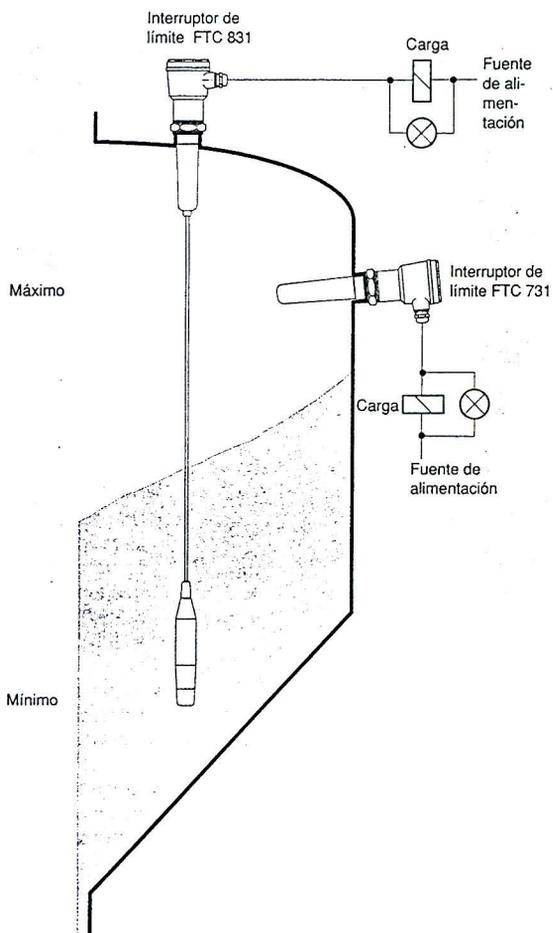
FTC 831 sonda de
cable para montar por
la parte superior

Ejemplos de aplicación

Arena	Arena de moldeo
Grava (fina)	Mineral triturado
Cal	Viruta de aluminio
Yeso	Cereales
Cemento	Harina
Piedra pómez	Espicias
Dolomita	Sémolas
Caolín	Remolacha azuca- rera triturada
Agregados de cristal y áridos similares a granel	Piensos

Nota:
Los áridos a granel deben tener una constante dieléctrica $\epsilon_r \geq 1.6$.

El sistema de medición completo



Detección de límite en silos con áridos a granel

T1134D01

El Nivocompact es un interruptor electrónico
El sistema de medición completo consiste en:

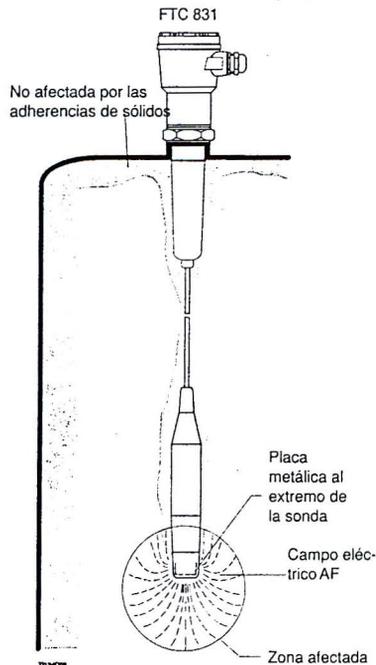
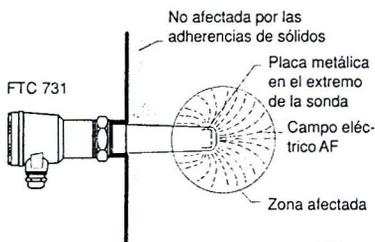
- Nivocompact FTC...
- Fuente de alimentación y
- los sistemas de control a los que está conectado, interruptores, transmisores de señal (p.e. sistemas de control de proceso, PLC, relés, contactores, lámpara, sirenas, etc.)

Funcionamiento

Una placa metálica en el extremo de la sonda, dentro del aislamiento, y la superficie que la rodea p.e. las paredes del silo), constituyen los dos electrodos de un condensador al que se le aplica una tensión de alta frecuencia. El valor límite está basado en el principio de la descarga de un circuito capacitivo. Mientras el extremo de la sonda esté en contacto con el aire de constante dieléctrica $\epsilon_r = 1$, la constante de tiempo de descarga es $\tau = R \times CA$, siendo R la resistencia del circuito y CA la capacidad del condensador formado por la sonda y sus alrededores.

Si un material con una constante dieléctrica $\epsilon_r \geq 2.0$ penetra en el campo eléctrico de alta frecuencia del extremo de la sonda, entonces la capacidad aumenta y con ella, también la constante de tiempo τ . Este cambio es detectado y el Nivocompact actúa de acuerdo con su sistema de interrupción.

La actuación del Nivocompact FTC 731 con sonda rígida no se ve afectada por las adherencias de material, aunque éstas tengan un espesor de varios centímetros



La actuación del Nivocompact FTC 831 con sonda de cable, no se ve en absoluto afectada por las adherencias de material en las paredes del silo.

Funcionamiento a prueba de fallos

La facilidad interna para la detección a prueba de fallos de los límites de nivel mínimo/máximo, permite al Nivocom-pact ser utilizado en todas aquellas aplicaciones que requieran una elevada seguridad de funcionamiento.

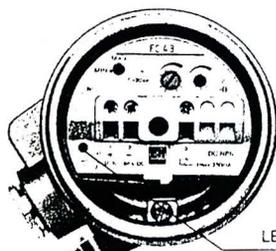
- A prueba de fallo para límite Máximo:
El circuito de corriente queda bloqueado si la sonda está cubierta o falla la fuente de alimentación.
- A prueba de fallo para límite Mínimo:
El circuito de corriente queda bloqueado si la sonda está descubierta o falla la fuente de alimentación.

Un LED rojo en el bloque electrónico indica el estado del interruptor.

Conexión de seguridad	Nivel	Interruptor electrónico
A prueba de fallo para límite Máximo		Conectado (circuito de carga cerrado)
		Desconectado (circuito de carga abierto)
A prueba de fallo para límite Mínimo		Conectado (circuito de carga cerrado)
		Desconectado (circuito de carga abierto)
Fallo alimentación		Desconectado (circuito de carga abierto)

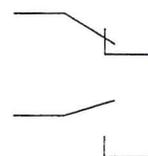
T1124004

El interruptor electrónico actúa según el nivel y la conexión a prueba de fallos



LED

Interruptor electrónico



LED

