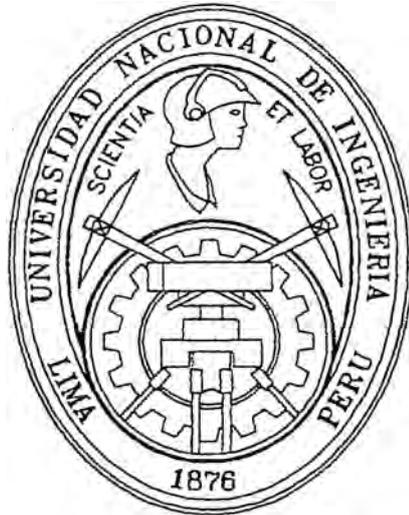


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y MANUFACTURERA



**“AUTOMATIZACIÓN DE UNA PLANTA DE
HARINA DE PESCADO”**

**INFORME DE SUFICIENCIA
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO QUÍMICO**

**POR LA MODALIDAD DE ACTUALIZACIÓN DE
CONOCIMIENTOS**

PRESENTADO POR:

LIDA ELEUTERIA ANAYA GARRO

LIMA – PERÚ

2 002

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, a mis padres, a mi esposo e hijos por haberme apoyado en todo momento.

INDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1: GENERALIDADES	3
1.1 Generalidades	3
1.2 Metodología para modernizar una planta	5
1.3 Estrategias para Estructurar un Sistema de Automatización	6
1.3.1. Sistema Centralizado	6
1.3.2. Sistema Distribuido	6
1.4 Conceptos básicos de estrategias de control	7
1.4.1 Control en cascada	7
1.4.2 Control de relación	7
1.4.3 Control de retroalimentación (feedback)	10
1.4.3 Control de acción adelantada (feed forward)	10
1.5 Sistemas de Control de la planta de harina de pescado	12
1.6 Niveles de control	16

CAPITULO 2:	TECNOLOGIA DEL PROCESO PRODUCTIVO	18
2.1	Tecnología Convencional y Moderna	18
2.2	Características del Producto	19
2.3	Descripción del Proceso Productivo	20
2.4	Descripción de los Principales Equipos del Proceso Productivo	30
	2.4.1 Unidad de Descarga	31
	2.4.2 Unidad de Cocinas	32
	2.4.3 Unidad de Prensas	33
	2.4.4 Unidad de Secadores	33
	2.4.5 Unidad de Molienda y Ensaque	35
	2.4.6 Unidad de Separación y Centrifugación	36
	2.4.7 Unidad de Evaporación	36
CAPITULO 3:	ESTRATEGIAS DE CONTROL EN LAS UNIDADES	
	DEL PROCESO	38
3.1	Unidad de Recepción y Almacenamiento	38
3.2	Unidad de Cocinado	39
3.3	Unidad de Prensado	40
3.4	Unidad de Secado	40
3.5	Unidad de Separación y Centrifugación	41
3.6	Unidad de Evaporación	42
3.7	Unidad de Ensacado	42

CAPITULO 4:	DESCRIPCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE CONTROL UTILIZADOS EN LA AUTOMATIZACIÓN	44
4.1	Instrumentación	44
4.2	Requerimientos operacionales para la instrumentación	45
4.3	Sensores de Temperatura	52
4.3.1	Criterios de Selección	52
4.3.2	Descripción del Instrumento	52
4.3.3	Principio de Funcionamiento	54
4.4	Sensores de Nivel	55
4.4.1	Switch de Nivel para Tolva alimentación de pescado	55
4.4.2	Sensor tipo Ultrasónico	55
4.5	Sensores de Flujo	58
4.5.1	Sensor tipo Magnético	58
4.5.2	Placa Orificio	61
4.6	Sensores de Presión	63
4.6.1	Tubo Bourdon tipo C	63
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
	BIBLIOGRAFIA	68
	ANEXOS	70

ANEXO 1: PLANOS	71
PLANO N° 1 .- Diagrama de flujo de la planta de harina de pescado	72
PLANO N° 2 .- Estrategia de control de la unidad de cocinado	73
PLANO N° 3.- Estrategia de control de la unidad de prensado	74
PLANO N° 4.- Estrategia de control de la unidad de secado	75
PLANO N° 5.- Diagrama de instrumentación de la unidad de separación y centrifugación	76
PLANO N° 6.- Estrategia de control de la unidad de evaporación	77
 ANEXO 2: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS INSTRUMENTOS	 78
 ANEXO 3: CATALOGOS DE SENSORES Y TRANSMISORES	 85

INTRODUCCIÓN

La importancia de la industria de los subproductos del pescado es extraordinaria tanto desde el punto de vista económico como de los elementos que se obtienen de ella útiles al hombre, como son las harinas y los aceites, entre otros. De ahí la necesidad de que la producción de estos subproductos esté sujeta a una serie de procesos de regulación y control para asegurar su calidad e integridad desde la captura del pescado hasta la puesta en el mercado.

La industria de harina de pescado necesita un suministro regular de materias primas, por lo que al planificar la creación de fábricas de harina de pescado se hace necesario conocer el tipo de especies disponibles, la duración de campañas de pesca y la captura probable anual durante un período ininterrumpido de tiempo.

El procedimiento industrial desarrollado en el Perú para el procesamiento de harina de pescado emplea equipos de alta tecnología completamente automáticas y en continuo, para obtener un producto de la más alta calidad.

Por lo anteriormente expresado, se hace necesario tomar en cuenta la ingeniería básica de la planta, lo que permitirá analizar y definir la estandarización de equipos, para implementar estrategias de automatización.

Objetivo:

El presente Informe de Suficiencia cuyo título es “Automatización de una Planta de Harina de Pescado”, tiene por objeto desarrollar y describir los sistemas de control y el grado de automatización requerido en cada una de las operaciones del proceso productivo y a nivel global de la planta, considerando obtener una harina con óptima calidad, homogénea y estable con una operación eficiente de los equipos del proceso, con consumo óptimo de energía y mínimas mermas.

CAPITULO 1

GENERALIDADES

1.1 GENERALIDADES

El incipiente desarrollo de la industria conservera durante la década de los treinta y cuarenta, obstaculizada por diversos factores internos y externos, tuvo como resultado indirecto la promulgación de normas que promovían el aprovechamiento de los residuos que dejaba esta actividad. La industria pesquera entonces tuvo que instalar plantas para la elaboración de subproductos, como la harina de pescado, que eran demandados especialmente en el mercado externo como materia prima para la elaboración de alimentos balanceados.

El rápido desarrollo de la extracción y procesamiento del pescado convirtió al Perú en uno de los principales países pesqueros y productores de harina de pescado, producto que era casi totalmente dedicado a la exportación y que se convirtió en una de las principales fuentes de divisas del país.

Actualmente la industria pesquera ha iniciado un programa de renovación tecnológica, tendiente tanto a mejorar la calidad del producto final para fines de exportación a mercados selectos tal como la *harina prime*, como a la reducción de los costos de producción enfatizando en el ahorro de la energía térmica como consecuencia del incremento de los precios del petróleo.

Así, las plantas de producción de harina de pescado y subproducto asociados (aceite de pescado, fábrica de conservas entre otros) en los últimos años se han modernizado debido a los adelantos tecnológicos en una serie de equipos del proceso, tal que permiten balancear en forma adecuada las plantas desde el punto de vista de balance de materia, esto es, utilización máxima de la materia prima a través de una mejor disposición de los equipos de las líneas de producción. Otro punto importante es el mejor aprovechamiento de la energía térmica o eléctrica, derivando en la reducción del consumo de petróleo, adecuando o implementando a los equipos de la planta nuevas técnicas.

Definitivamente para mejorar los índices de productividad, optimización de los costos de operación y mantenimiento sin reducir la calidad de la harina producida, se han implementado las tecnologías de los sistemas de instrumentación, control y automatización para satisfacer los mercados internacionales.

1.2 METODOLOGÍA PARA MODERNIZAR UNA PLANTA

La modernización de una planta está relacionada directamente con la automatización de los procesos, mediante el uso de nuevos equipos, instrumentos y software.

Como los indicadores claves de la empresa están direccionados a controlar alguno de los siguientes recursos empresariales: materiales, espacio mano de obra y equipos, la modernización de la planta debe tener una correspondencia con todos o algunos de estos recursos que generen ahorros, mejor disponibilidad de los equipos y mayor seguridad.

Las técnicas de automatización consisten en diseñar e implementar sistemas que efectúen determinadas operaciones con la mínima intervención del hombre, sobre en tareas monótonas, de riesgo de vida y tareas con apreciable probabilidad de falla humana.

El proceso de automatización para un equipo, sistema o proceso comprende alguna de las siguientes tareas: Supervisión, Monitoreo, Control y Mandos Secuenciales.

De acuerdo a la aplicación y los objetivos que se planteen para el sistema de automatización, se deben seleccionar una de las siguientes técnicas de automatización: módulos o unidades locales, tarjetas de adquisición de datos o controladores (DCS y PLC)

1.3 ESTRATEGIAS PARA ESTRUCTURAR UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN

Para una planta de regular o gran capacidad de producción existen dos formas de estructurar el sistema de automatización:

1.3.1 SISTEMA CENTRALIZADO

En el que los transductores o sensores provenientes de las diferentes partes de la planta están conectados directamente al sistema central o master, y de él salen directamente las señales de mando o control o indicación en la planta. Tiene la ventaja que un solo sistema realiza todo, lo que permite explotar al máximo al sistema central. La desventaja es el numeroso cableado a realizar y sobre todo en la fragilidad frente a fallas del sistema central.

1.3.2 SISTEMA DISTRIBUIDO

En la cual se colocan unidades locales para automatizar determinados sectores de la planta fundamentalmente, para realizar operaciones de adquisición de datos, control, mando secuencial y monitoreo de los parámetros críticos. Luego dichas unidades se comunican, a través de un canal adecuado, a un sistema central que puede ser un microprocesador o similar; en esta unidad se realiza la supervisión y monitoreo de toda la planta.

1.4 CONCEPTOS BÁSICOS DE ESTRATEGIAS DE CONTROL

1.4.1 CONTROL EN CASCADA

Consiste básicamente en que la señal de salida de un controlador (primario o amo) se introduce como valor deseado o set point de otro controlador (secundario o esclavo). Se especifica con el objeto de aumentar la velocidad de respuesta dinámica del proceso y mejorar la estabilidad. Tiene dos características importantes:

- Reduce el efecto de los cambios de carga, cerca de su fuente.
- Reduce el efecto de los retrasos en el tiempo de respuesta.

El efecto neto del control en cascada será pues minimizar el efecto de las perturbaciones secundarias sobre el proceso, mejorando de esta forma el comportamiento dinámico del sistema.

En la Fig. N° 1 observaremos el diagrama de bloques del sistema de control en cascada.

1.4.2 CONTROL DE RELACIÓN

Es una forma especial del control en cascada en el cual la variable secundaria es puesta en alguna proporción a la variable primaria.

En este sistema de control, la variación controlada es la relación de dos variables medidas. El control se efectúa ajustando una de las variables (variable controlada). La constante de proporcionalidad es la relación de estas dos variables.

FIG. N° 1 . DIAGRAMA DE BLOQUES DEL CONTROL DE CASCADA

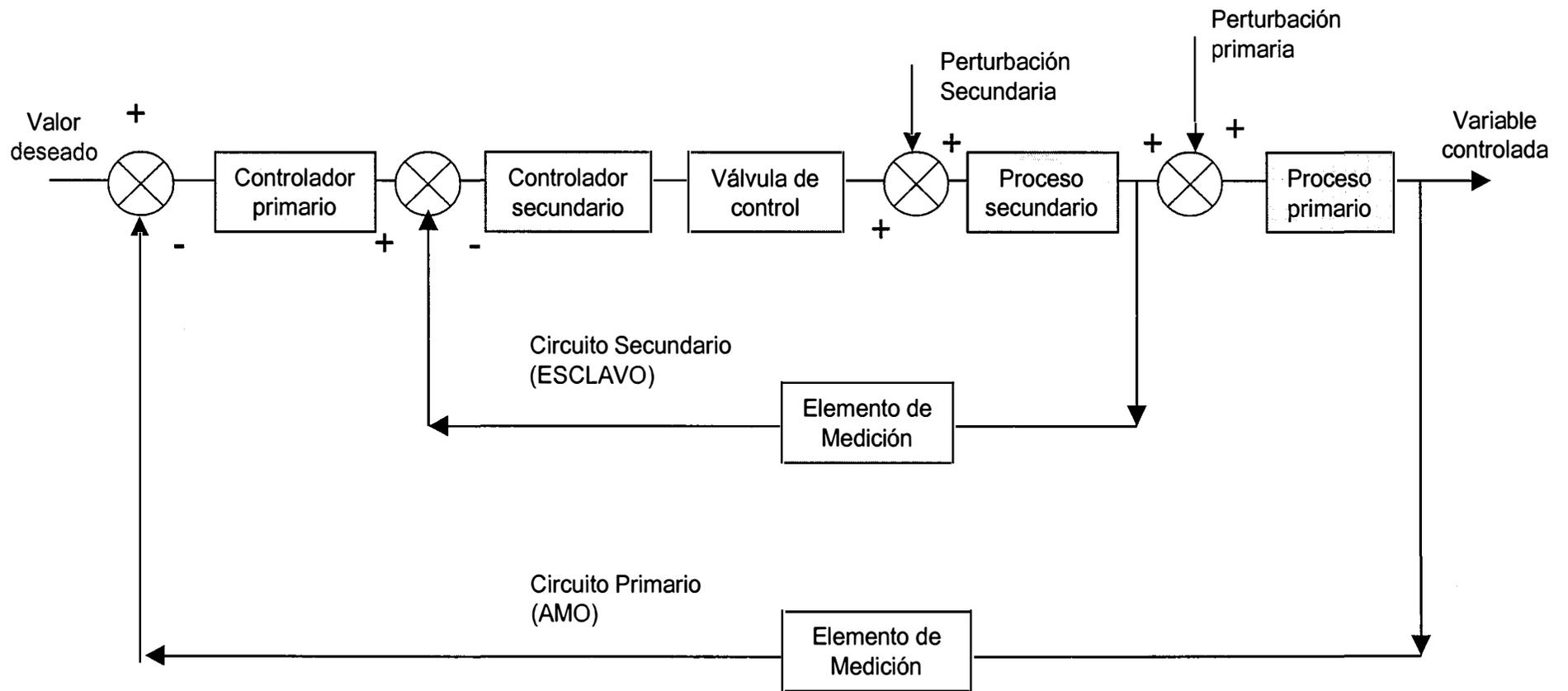
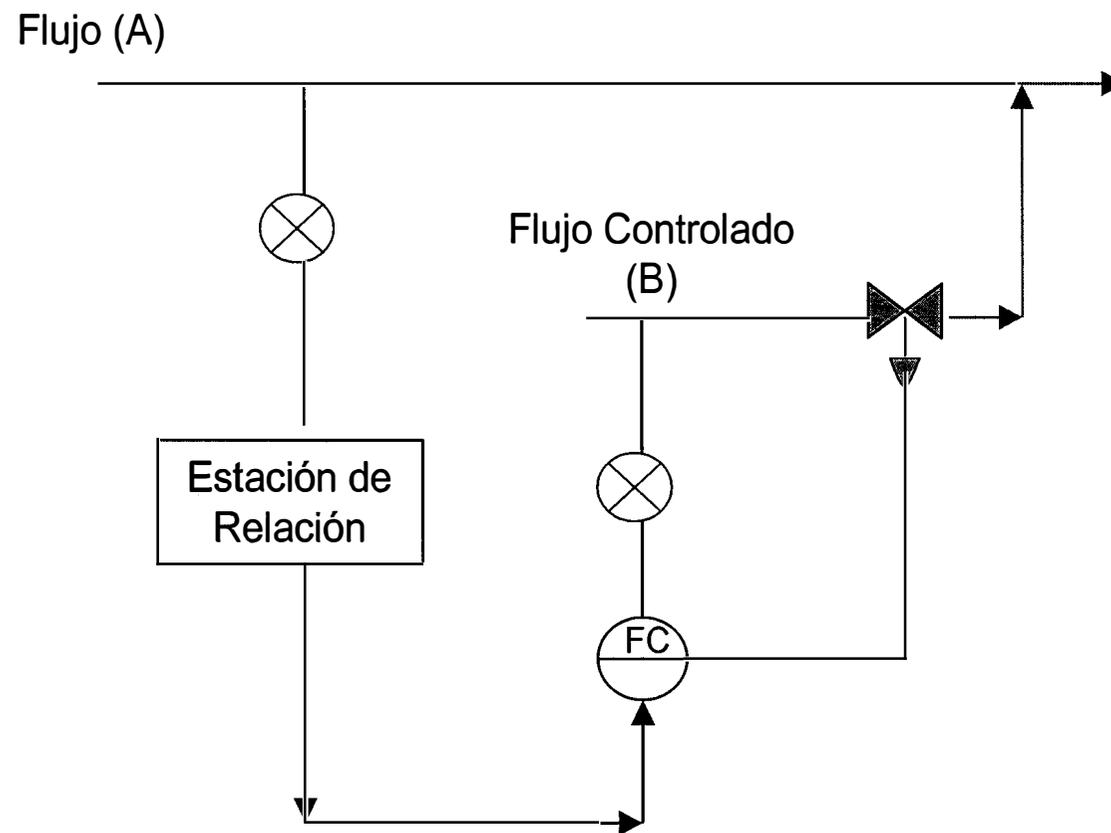


FIG. N° 2 . EJEMPLO DE CONTROL DE RELACIÓN



En la Fig. N° 2 se observa un ejemplo de control de relación.

1.4.3 CONTROL DE RETROALIMENTACIÓN (FEEDBACK)

Es aquel en la cual la variable controlada es una variable de salida del proceso y cuyo valor es comparado con el valor deseado para producir una señal de error, el cual al entrar al controlador genera una señal correctiva que retroalimenta al proceso manipulando una variable de entrada. Esta operación continúa hasta que el error tienda a cero.

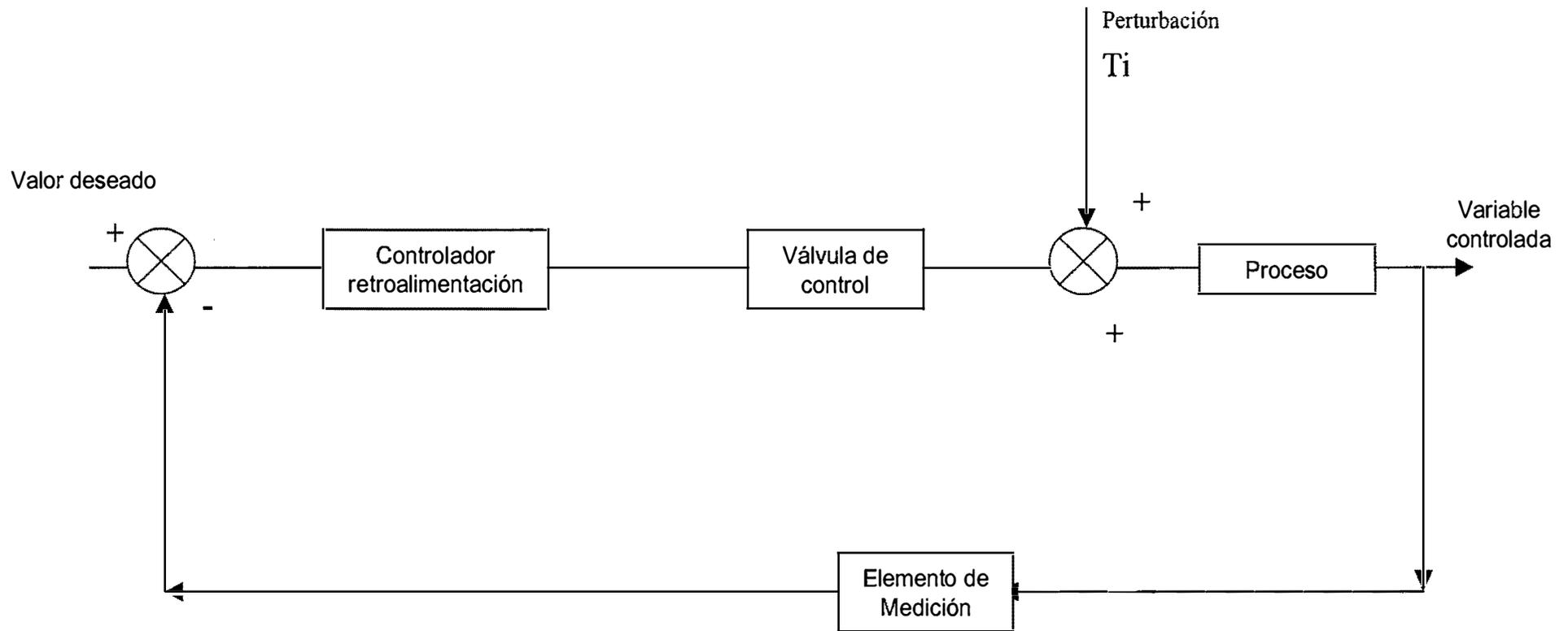
El objetivo del control de retroalimentación es la mantención de una condición de referencia (valor deseado) mediante la medición del valor actual de la variable a controlar, su comparación con el valor deseado y la modificación de la magnitud de la variable manipulada.

En la Fig. N° 3 se presenta el diagrama de bloques del control por retroalimentación.

1.4.4 CONTROL DE ACCIÓN ADELANTADA (FEED FORWARD)

Este control se caracteriza porque la acción correctiva no se genera debido a las variaciones en la variable controlada (variable de salida), sino en las variaciones de la variable perturbante (variable de entrada) que origina que la variable controlada se aparte de su valor inicial.

FIG. N° 3 . DIAGRAMA DE BLOQUES DEL CONTROL POR RETROALIMENTACIÓN



Asimismo, el control no altera el comportamiento del circuito primario, pero modifica el efecto de las perturbaciones sobre el sistema, produciendo un cambio apreciable en la magnitud de la variable controlada.

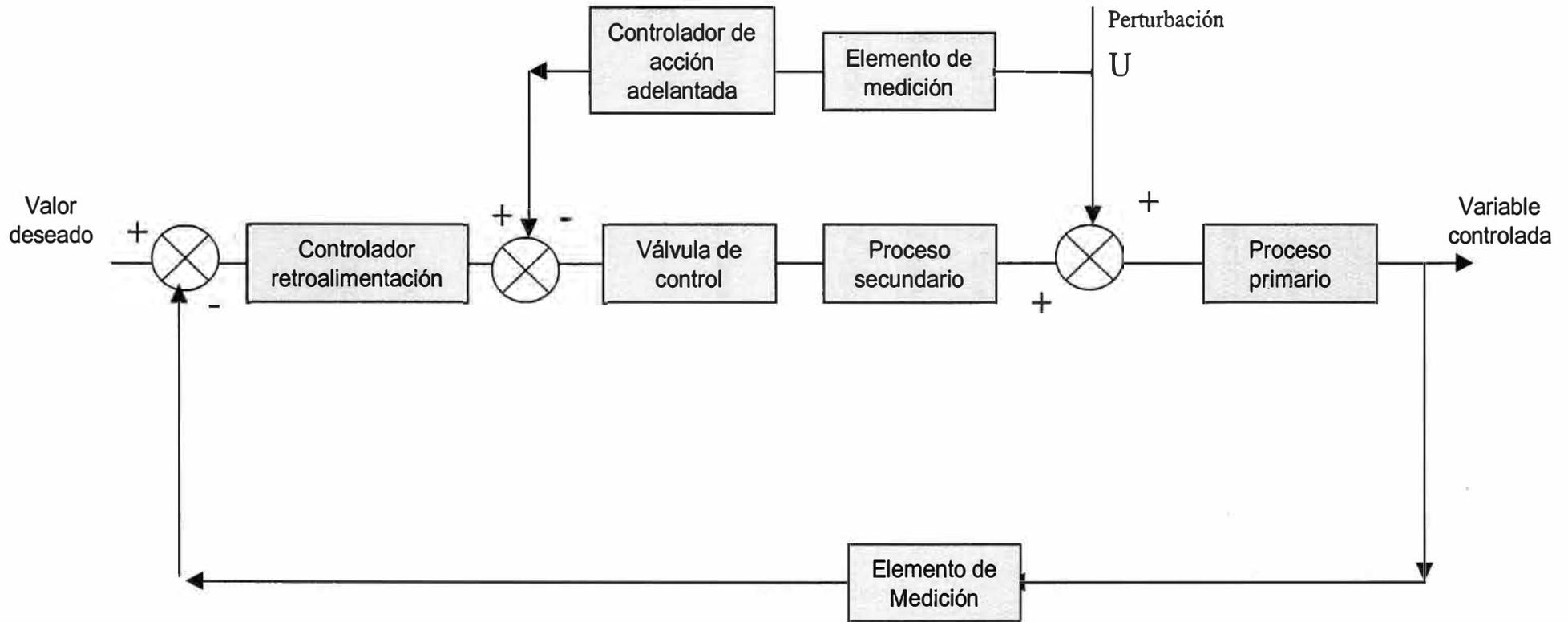
En la Fig. N° 4 se presenta el diagrama de bloques del control por acción adelantada.

1.5 SISTEMAS DE CONTROL DE UNA PLANTA DE HARINA DE PESCADO

Establecer un sistema de control en cada una de las fases del proceso o a nivel integral de toda una planta industrial y en especial la de una planta de producción de harina de pescado, otorga importantes ventajas económicas, técnicas, competitivas de calidad y de mercado.

En plantas de harina de pescado es necesario obtener una harina con un mayor porcentaje de proteínas y digestibilidad, o sea, con una óptima calidad sanitaria. Dicha calidad debe ser tanto homogénea como estable a lo largo de todo el proceso productivo, el que se logra con un control automático del proceso, que permita que todas las variables sean controladas varias veces por minuto, independientemente de las variaciones estacionales o de las especies de materia prima procesada. Igualmente, el control permite operar la mayoría de los equipos eficientemente logrando de esta manera asegurar una productividad elevada con consumos óptimos de

FIG. N° 4 . DIAGRAMA DE BLOQUES DEL CONTROL DE ACCION ADELANTADA



energía y mínimas mermas en cada una de las etapas intermedias u operaciones del proceso.

Un sistema de control asociado a un sistema de adquisición de datos y monitoreo del proceso permite llevar adelante una administración eficiente de los siguientes operaciones o procesos:

- Descarga, pesaje, almacenamiento y manipuleo de materia prima a la planta.
- Conversión de materia prima en producto final.
- Tratamiento y recuperación de sólidos de sanguaza.
- Tratamiento y recuperación de sólidos del agua de bombeo.
- Recuperación de agua de cola en planta evaporadora.
- Dosificación, control de calidad, ensaque, despacho y productividad de la harina.

Asimismo, el sistema de control automático puede desempeñar las siguientes funciones:

- Poner en funcionamiento, detener o indicar el estado en que se encuentra cualquier motor de la planta y seguir secuencias programadas de puesta en marcha y parada.
- Operar las principales válvulas del proceso, ya sea, abriendo, cerrando o modificando el grado de apertura, e indica el estado en que se encuentran las mismas.

- Indicar, registrar y controlar las principales operaciones y variables del proceso productivo a través de una unidad de funcionamiento que recibe señales de los sensores instalados en diversos puntos de la planta.
- Indicar los niveles de todos los tanques de fluidos del proceso y emitir alarmas en caso de llegar a niveles críticos.
- Emitir informes sobre el estado de cada uno de los sistemas y variables en un determinado momento o las variaciones que han experimentado en un periodo de tiempo.
- Contabilizar todos los insumos y materia prima consumida en la planta con el fin de efectuar un control de costos.

1.6 NIVELES DE CONTROL

Los objetivos se basan en las estrategias de control considerando los objetivos de producción, operación y control de los procesos u operaciones de transformación a lo largo de la línea de producción de la materia prima y derivados.

Para la planta de harina de pescado se recomienda tres niveles o sistemas de control del proceso productivo, los que pueden integrarse hasta lograr una automatización completa. Dichos niveles se denominan en orden creciente al grado de control del proceso:

NIVEL I: MEDICIÓN Y CONTROL DE LAS OPERACIONES PRINCIPALES

Este nivel de control, permite obtener indicadores o registrar los principales parámetros de la materia o producto a lo largo del proceso y un

control automático en los principales equipos de la planta, asegurando en todo momento una operación eficiente y garantizando las condiciones de transformación o estado de la materia prima.

NIVEL II: CONTROL ENTRE ZONAS DEL PROCESO

En este nivel de control se considera la interrelación entre las zonas, sistemas o etapas del proceso productivo, con el fin de garantizar la productividad diseñada; principalmente en las zonas de alimentación a los equipos principales del proceso.

Así, tenemos un control de operación entre las zonas de descarga, cocinas y prensa. Para mantener constante la alimentación de la materia prima en las cocinas y prensa se controla las velocidades del gusano de pozas, tornillo de alimentación a las cocinas.

La misma estrategia de control se puede emplear entre la zona de prensa, molino, alimentación de concentrado de la planta de agua de cola y la zona de secado

Asimismo, se puede implementar un sistema de control entre las zonas del secador enfriador como alimentación a los molinos secos y a la tolva de dosificación de antioxidante y zona de ensaque, a través de reguladores de velocidad.

NIVEL III: AUTOMATIZACIÓN INTEGRAL DE LA PLANTA

En este nivel de automatización, la planta opera automáticamente, realizando las funciones de monitoreo o supervisión de todos los dispositivos de control y sensores de cada zona del proceso, a través de estaciones locales; estableciendo comunicación entre todas las estaciones a través de redes de supervisión y control con una estación central de control del proceso y de la planta. Este sistema permitiría obtener en tiempo real las mediciones de todas las variables del proceso y equipos; datos estadísticos de consumo de los diversos insumos que intervienen como: materia prima, energía combustible, vapor y otros.

En este nivel existirá una unidad de control final (dado por una estación de trabajo industrial o Workstation), la cual recibe las señales de los todos los transmisores y mediante programas específicos controla, según sea el caso, cada equipo, cada zona o todo el proceso en general con una adecuada confiabilidad, respuesta instantánea y precisa; asegurando que el proceso productivo sea estable y de acuerdo a las condiciones de diseño y operación de la planta.

CAPITULO 2

TECNOLOGÍA DEL PROCESO PRODUCTIVO

2.1 TECNOLOGÍA CONVENCIONAL Y MODERNA

En los últimos años la necesidad de mejorar la calidad de la harina ha llevado a establecer modificaciones en el proceso productivo, sustituyendo lo que se conocía como tecnología convencional por una tecnología más eficiente y moderna.

Esta se caracteriza principalmente por:

- Lograr una cocción más homogénea con una buena separación sólido - líquido y una mejor coagulación de las proteínas, así como un menor tiempo de residencia del producto.
- Se utiliza secado indirecto a vapor con lo cual se evita el daño térmico al operarse a regímenes de temperatura bajos. Se reducen además las pérdidas de harina por arrastre en incineración que se producía en el secado directo.
- El proceso de evaporación en la planta de agua de cola se realiza a baja temperatura (máximo 65 °C) y se tiene un tiempo menor de residencia del producto (menor a 15 minutos). Además los vapores fruto del secado

pueden ser utilizados en este proceso con el consiguiente ahorro de vapor.

- La utilización en las distintas etapas del proceso de sistemas de control automático ha permitido realizar las correcciones más adecuadas al proceso en el menor tiempo posible, con la mejora de la calidad del producto que esto trae.
- Los sistemas de recuperación de sólidos se han perfeccionado y han permitido incrementar la producción de harina en márgenes que justifican la inversión en ellos.

2.2 CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

La harina de pescado es una fuente proteica animal que presenta una adecuada composición de aminoácido (metionina y lisina) para su eficiente uso en dietas para animales. Se obtiene a base de especies como la anchoveta, sardina, caballa, jurel etc., las cuales son tratadas con operaciones básicas de cocinado, prensado y secado.

Existe una clasificación que los define como harinas estándares y harinas especiales o harina prime, cuya diferencia radica en las mejores características de esta última, determinada por el proceso de elaboración empleado (principalmente por el uso del secado a vapor) y la utilización de tecnología moderna, que se dirige a elevar el nivel de proteínas y digestibilidad del pescado.

La **harina prime** a obtener debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Debe tener un alto contenido de proteínas (superior al 68%).
- Alta digestibilidad en los animales y el valor biológico de las mismas, con un buen porcentaje de aminoácidos azufrados, tales como la Metionina, Cistina y Lisina con valores superiores al 6%.
- Porcentaje de humedad entre 6 y 10%.
- Porcentaje de materia grasa menor al 12%.
- Bajo nivel de cloruros (menor al 3%), lo que es recomendable para alimento de aves.
- Ausencia de microorganismos patógenos (salmonelas, shigela, hongos, etc.).
- Bajo porcentaje de aminas biogénicas tóxicas. Hasta ahora se considera sólo a la histamina, cuya cantidad no debe exceder las 1000 ppm.
- Homogeneidad en sus propiedades.
- El producto debe autooxidarse en forma homogénea y en cantidad adecuada.
- Granulación uniforme.
- Olor y color menor que las harinas convencionales.

2.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

En el Plano N° 1 del Anexo 1, se presenta el Diagrama de Flujo de la Planta de Harina de Pescado.

En el proceso de elaboración de la harina de pescado se pueden distinguir las siguientes operaciones unitarias:

a) Descarga y Recepción del Pescado

El pescado capturado es bombeado junto con agua de mar en la proporción de 1:2 desde la chata hacia los desagües (uno estático y otro vibratorio), donde se escurre el agua de mar.

Luego es transportado mediante un elevador de rastras hasta la tolva de pesaje para luego ser almacenado en las pozas (Fig. N° 5):

b) Almacenamiento

El pescado es almacenado en pozas que pueden ser de fondo inclinado o contar con gusanos transportadores en la parte inferior. Algunas pozas cuentan con sistemas de refrigeración que permiten la conservación y almacenamiento del pescado por un mayor tiempo.

c) Cocinado

El pescado que sale de las pozas es transportado mediante un elevador de rastras a la tolva de cocinas para finalmente ingresar a los cocederos donde es calentado hasta temperaturas cercanas a 95 °C (con vapor indirecto) (Fig. N° 6).

Esta operación tiene como objetivo:

- Coagular las proteínas.



FIG. N° 5
UNIDAD DE RECEPCIÓN



FIG. N° 6
UNIDAD DE COCINADO

- Esterilizar el pescado, con la finalidad de detener la actividad enzimática y microbiana.
- Liberar el agua y la grasa de las células adiposas.

El pescado cocinado se dirige al drenador o prestainer, en donde se logra escurrir el caldo proveniente del cocinado.

d) Prensado

Luego del prestainer el pescado es prensado, obteniéndose dos productos: la torta de prensa con una humedad cercana al 55% y el licor o caldo de prensa. De este modo se logra comprimir la masa de pescado liberando parcialmente agua, aceite y sólidos muy finos. Esto forma el licor de prensa que es llevado luego a las separadoras (Fig. N° 7).

La torta de prensa pasa luego a un tornillo que lo transporta a un molino húmedo que lo desmenuza para luego ir al secador.

e) Secado

En el secado se busca que la torta de prensa reduzca su humedad a 8 ó 10%, donde no sea posible el crecimiento microbiano, ni se produzcan reacciones químicas que puedan deteriorar el producto. Esta etapa del proceso define en gran medida la calidad final de la harina, habiéndose desarrollado en la actualidad sistemas de secado indirecto (a



FIG. N° 7
UNIDAD DE PRENSADO

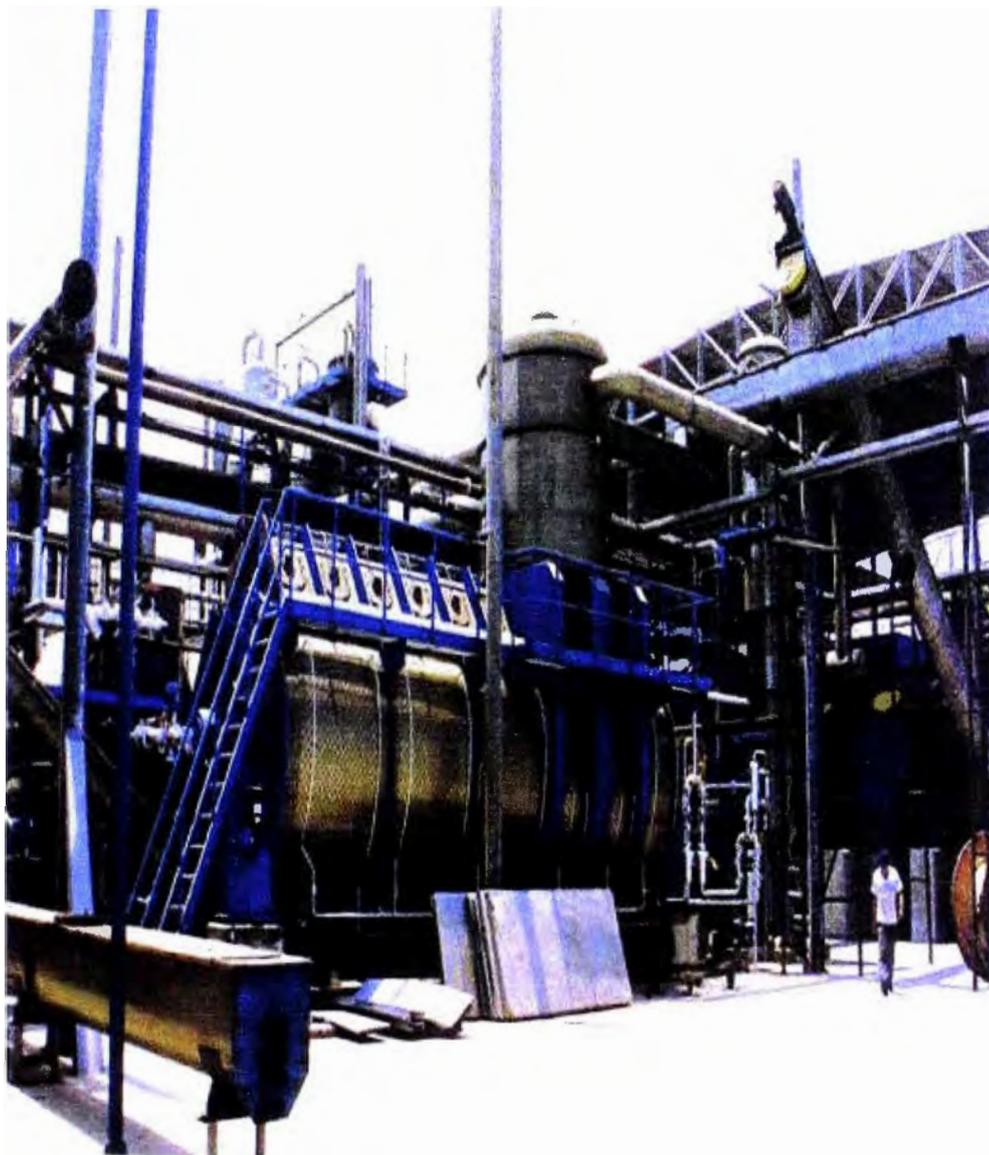


FIG. N° 8
UNIDAD DE SECADO

vapor o a aire caliente) que no causan daño térmico en la harina como se ocasionaba en el proceso convencional (Fig. N° 8).

f) Molienda

La harina proveniente del secado es transportada a unos molinos de martillos donde es desmenuzada, para su posterior ensaque.

g) Ensaque

La harina previa al ensaque recibe la adición de antioxidante con la finalidad de inhibir la oxidación de la grasa y evitar así su combustión espontánea.

Luego es pesada y colocada en sacos de polipropileno para luego ser almacenado en rumas antes de su transporte al lugar de venta.

h) Recuperación de Sólidos

Es un proceso complementario que permite reincorporar los sólidos finos al proceso de producción de harina y obtener el aceite de pescado.

El licor de prensa es calentado a temperaturas entre 80 y 85 °C y es llevado a los equipos separadores, donde se recuperan los sólidos en suspensión mediante un movimiento rotatorio continuo. Estos sólidos son añadidos a la torta de prensa, mientras que el producto restante obtenido - conocido como licor de separadoras - se dirige a centrifugas. Este

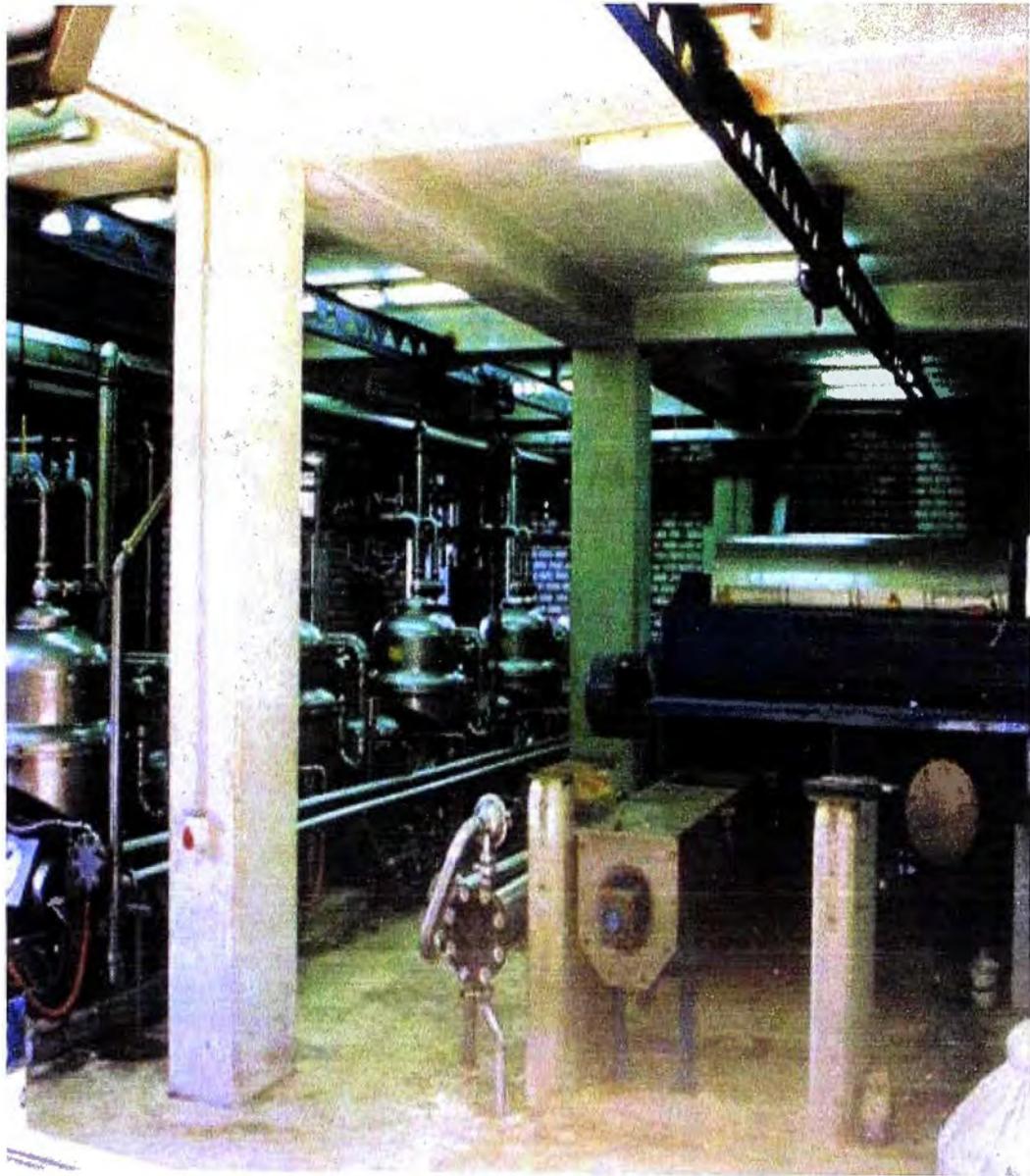


FIG. N° 9
UNIDAD DE SEPARACIÓN Y
CENTRIFUGACIÓN



FIG. N° 10
UNIDAD DE EVAPORACIÓN

contiene partículas más finas de sólidos y gotas de aceite los cuales son recuperados allí. El aceite es luego almacenado, mientras que los lodos obtenidos en las separadoras son añadidos al agua de cola o simplemente son desechados. En este proceso se recuperan aproximadamente el 7,8% de los sólidos totales (Fig. N° 9).

El remanente que sale de las centrífugas se conoce como agua de cola y es enviado a la planta evaporadora donde es calentado a temperaturas entre 45 y 65 °C dependiendo de la presión, evaporándose parcialmente el agua que contiene y obteniéndose un concentrado con aproximadamente un 35% de los sólidos totales y con un aporte de 11,9% de sólidos al producto final (Fig. N° 10).

2.4 DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES EQUIPOS DEL PROCESO PRODUCTIVO

Los equipos utilizados en una planta de harina de pescado está en función a criterios técnicos y económicos. De este modo se detalla a continuación el tipo, el número y las características generales de los mismos, considerando que el producto a obtener es *harina prime* de buena calidad, en una planta de Harina de Pescado con capacidad nominal de 50 Ton/h.

2.4.1 UNIDAD DE DESCARGA

Se tiene una línea de descarga con capacidad de 200 TM/h cada una. Esta capacidad de descarga está en función de la capacidad de la bomba absorbente. Se indican a continuación los equipos que conforman esta zona.

Desaguador Estático

Se utiliza un desaguador estático del tipo caracol con capacidad de descarga de 200 TM/h.

Desaguador Vibratorio

Se utiliza un desaguador vibratorio de 200 TM/h de capacidad, montado sobre resortes de acero al carbono, con mecanismo vibratorio y volantes con contrapesos.

Elevador de Rastras

Se utiliza para el transporte del pescado desde los desaguadores a la tolva de pesaje con un elevador de rastras con capacidad de descarga de 200 TM/h. Este elevador complementa el desaguado principalmente por el tiempo de escurrimiento que se da en él.

Tolva de Pesaje

Se requiere de una tolva de pesaje de 250 TM/h, totalmente automática, con sistema de pesaje electrónico, tolva pulmón para 1 500 Kg,

tolva de pesaje de 1 250 Kg con celdas de carga de 500 Kg de capacidad c/u (4 en total), y accionamiento neumático.

Transportadores de Banda

Se utilizan transportadores de banda de PVC que permiten la descarga del pescado en las pozas de almacenamiento. La capacidad de estos transportadores es de 200 TM/h.

Pozas de almacenamiento de pescado

Dentro del sistema de descarga se incluyen las pozas de almacenamiento de pescado, que son de concreto armado, techadas, de 250 m³ de capacidad cada una.

2.4.2 UNIDAD DE COCINAS

Cocinas

Se utilizan cocinadores indirectos a vapor, en los cuales al evitarse el contacto entre el producto y el vapor (como se da en el cocinador directo y en el mixto), se evita el incremento de la humedad y al aumentar el tiempo de cocimiento se permite una cocción más homogénea.

Características Generales:

- Capacidad 50 TM/Hora
- Consumo de Vapor 8 500 Kg de vapor/hora a 6 bar

Drenador o Prestainer

Ubicado a la salida de las cocinas, el drenador utilizado es de tambor rotatorio con capacidad de proceso de 50 TM/hora de doble rotor.

2.4.3 UNIDAD DE PRENSAS

Prensas

Se utiliza una prensa de doble tornillo de 50 TM/hora de capacidad, cuyos datos técnicos son:

- Capacidad : 50 TM/hora
- Potencia de Motor : 132 kW

Molino Húmedo

A la salida de prensas se ubica un molino húmedo de martillos de 50 TM/hora de capacidad.

2.4.4 UNIDAD DE SECADORES

Secadores

El tipo de secador a seleccionar normalmente determina el tipo de harina a producir y es el punto más importante del proceso de producción de harina de pescado. Los secadores cubren en promedio una capacidad de evaporación de agua de 12 700 Kg/h para una planta de 50 TM/h.

Se utilizan secadores indirectos a vapor del tipo Rotatubos, dadas sus ventajas frente a los secadores de fuego directo, pudiéndose destacar:

- Se evita el daño térmico del producto al operar el régimen de baja temperatura.
- Baja velocidad del fluido, lo que evita el arrastre de partículas a la atmósfera.
- El vapor de estos secadores puede ser utilizado en la planta de agua de cola.
- Se evita la contaminación de la harina con cenizas como se producía con el secado directo.

Secador Rotatubos

Tipo	:	Secador a vapor Rotatubos
Superficie total de		
Calefacción	:	768 m ² (c/u)
Capacidad de		
Evaporación	:	3 800 a 4 500 Kg agua evaporada Por hora (aprox. 16 a 18 TM/h de materia prima)
Presión de Trabajo	:	4,5 bar
Consumo de Vapor	:	6 000 Kg/h (saturado)

2.4.5 UNIDAD DE MOLIENDA Y ENSAQUE

Molino Seco

La capacidad de molienda de un molino está determinada por las condiciones de ingreso de la harina (humedad, grasa y temperatura).

El molino está ubicado luego del secador con una capacidad de 10 TM/h. Sus características generales son:

Tipo	:	Martillos
Peso aprox.	:	2 000 Kg
Capacidad	:	10 TM/harina por hora
Motor	:	100 HP

Dosificador de antioxidante

El dosificador es una tolva de recepción de 2,0 m x 1,80 m x 1,80 m de altura, con dosificador en la parte inferior de la tolva y control de nivel alto y bajo. Se considerará un dosificador para la planta en general.

Datos Generales:

Capacidad	:	100 TM/h
Capacidad Motorreductor	:	
Eléctrico	:	6,6 HP
Bomba	:	1,2 HP

Balanza de Pesaje Automático

Se tiene una balanza automática completa de ensaque con capacidad para 20 TM/h de harina en sacos de 50 Kg.

Incluye tolva de recepción, tolva con mecanismo automático de pesaje, tablero eléctrico y compactador vibroactivo de bolsa abierta.

2.4.6 UNIDAD DE SEPARACION Y CENTRIFUGACION

Separadoras o Decantadoras

Las decantadoras procesan 27 970 Kg/h de licor de prensa según el balance de materia para la planta de 50 TM/h.

Centrífugas

En este caso se procesan 24 380 Kg/h de licor de separadoras.

2.4.7 UNIDAD DE EVAPORACIÓN

Planta Evaporadora

La planta de agua de cola prevista es del tipo de película descendente, que frente a las de circulación natural tiene las siguientes ventajas:

- Baja temperatura de operación (máximo 65 °C)
- Tiempo de residencia menor a 15 minutos
- Al contar con control automático se logra un eficiente control de proceso.

La capacidad de evaporación requerida para la planta de 50 TM/hora es de 21 800 Kg de agua evaporada por hora.

Se utilizará para el proceso el vapor proveniente de las calderas, es decir vapor saturado a 4.5 bar que ingresa al primer efecto, que servirá como medio de calefacción para alimentar sucesivamente los otros efectos. Las características generales de esta planta se indican a continuación:

Tipo : Planta Evaporadora de Película descendente
Capacidad de
Evaporación : 26 000 Kg de agua evaporada/h
Consumo de vapor : 6000 Kg/h.

Incluye: Bomba centrífuga para alimentación de agua de cola, extracción y recirculación de concentrado y extracción de condensador, bomba de vacío y otros elementos de control y de operación.

CAPITULO 3

ESTRATEGIA DE CONTROL EN LAS UNIDADES DEL PROCESO

A continuación se describe el sistema de medición y control en de la planta.

3.1 UNIDAD DE RECEPCION Y ALMACENAMIENTO

Control y registro automático del peso de la masa de pescado que ingresa a la planta, vía dos tolvas de pescado, antes de su ingreso a las pozas de almacenamiento.

El control permite una alimentación prácticamente continua a las pozas de almacenamiento y continua en la descarga del buque sin disminuir la velocidad normal de descarga. Debe estar provisto de un sistema de seguridad por enclavamiento basado en interruptores de nivel, que actúan sobre el elevador a rastras o sobre las compuertas de las tolvas.

3.2 UNIDAD DE COCINADO

El objetivo es la obtención de un grado de cocimiento adecuado y homogéneo en el pescado que sale del cocedor. Ver Plano N° 2 del Anexo 1

La idea central de esta estrategia es determinar la temperatura a la cual debe salir el pescado. Para lo cual en el cocedor se debe asegurar una alimentación continua de pescado, lo cual se realiza mediante una tolva de alimentación, con interruptores de nivel de mínimo y máximo que actúan sobre el elevador de rastras que alimenta a la tolva indicada. Las condiciones de operación del elevador a rastras hace operar los transportadores de pescado aguas arriba.

La operación de cocinado se garantiza mediante un control de relación, teniendo como variable controlada la temperatura del pescado a la salida del cocedor. Para lograrlo, se necesita dos lazos de control: el primero de ellos relaciona la temperatura de ingreso del pescado y la velocidad de rotación del cocedor y el flujo de vapor que ingresa a la camiseta del cocedor. Una adecuada velocidad de rotación garantizará una adecuada transferencia de calor hacia el pescado de manera uniforme en todo el recorrido del pescado en el interior del cocedor, mientras que el flujo de vapor permitirá lograr la temperatura deseada.

El segundo es un lazo cerrado que mantiene la velocidad de rotación del cocedor con el set point remoto del controlador de temperatura.

3.3 UNIDAD DE PRENSADO

El objetivo es minimizar el contenido de agua de la torta de prensa. Ver Plano N° 3 del Anexo 1.

La variable a controlar es la humedad de la torta de prensa. Para lograr esto se actúa sobre la velocidad de rotación de la prensa, debido a que relacionamos inversamente la humedad con la potencia mecánica y eléctrica de la prensa de tornillo, es decir, es un lazo de control en cascada, que tiene como controlador maestro la potencia y un controlador esclavo que es la velocidad. El equipo actuador es un variador de frecuencia que opera con un torque constante.

Sobre la base de la información de la humedad de la torta de prensa, a través de un algoritmo o tabla, se fija el punto de operación de la potencia del motor eléctrico de la Prensa.

La regulación de potencia se realiza a través de la velocidad del motor de la Prensa.

3.4 UNIDAD DE SECADO

El objetivo del control es regular la temperatura de la harina, y a través de esta variable en forma indirecta la humedad de la harina.

La estrategia de control del secador se presenta en el Plano N° 4 del Anexo 1. La estrategia de control es similar a la de la unidad de cocinado ya que el elemento central de esta estrategia es la regulación de la temperatura de salida de la harina por medio del flujo de vapor a los tubos. En el caso que el flujo de vapor no sea suficiente para lograr la temperatura de operación, definida por el operador, se controla la velocidad de rotación del secador, mediante un lazo de control de cascada.

La velocidad de rotación del secador no solo se regula considerando la temperatura de salida de la harina, sino que también se considera la potencia del motor eléctrico. Se supone que la potencia del motor es un índice del llenado del secador.

3.5 UNIDAD DE SEPARACION Y CENTRIFUGADO

El objetivo del control es la obtención de la mayor cantidad de concentrados del licor de prensa entre los grupos de separadoras y centrifugas con el sistema de vapor y la obtención de subproductos como el aceite de pescado y del agua de cola, la cual en el proceso de evaporación se vuelve a obtener concentrados.

Dada las características de estos dos procesos de transformación, la regulación se efectúa mediante el empleo de bombas y niveles en los tanques de almacenamiento temporal o de trasegado.

La instrumentación utilizada se muestra en el Plano N° 5 del Anexo 1.

3.6 UNIDAD DE EVAPORACION.

El elemento central es la regulación del flujo de vapor a una presión constante desde el secador mediante un damper y de la cantidad de concentrado a extraer del último efecto, manteniendo una concentración estable a la salida del evaporador.

El arranque y parada de las bombas de la planta de agua de cola es automática de acuerdo a los sensores de nivel por rayos gamma, indicando igualmente alarmas en caso de anomalías.

El control automático y programado de limpieza de los evaporadores, interrumpirá momentáneamente la alimentación de agua de cola al evaporador y procederá a la limpieza de acuerdo a una secuencia que permita al operador el uso de los siguientes disolventes: agua, soda cáustica y ácido nítrico. Ver Plano N° 6 del Anexo 1.

3.7 UNIDAD DE ENSACADO

El antioxidante se inyecta a presión y pulverizado a la harina en una tolva aguas abajo del molino seco. La operación de la bomba dosificadora se realiza por medición del nivel en un tiempo determinado.

Se utilizará un sistema de ensacado automático, electrónico con un control y registro automático del peso de la harina y número de sacos, lo cual nos indicará la productividad y rendimiento de la planta.

CAPITULO 4

DESCRIPCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN LA AUTOMATIZACIÓN

4.1 INSTRUMENTACION

A continuación se indica la totalidad de la instrumentación requerida para la realización de las funciones definidas para el sistema de control automático:

SENSORES/TRANSMISORES	57
ACTUADORES	9
TOTAL	66 INSTRUMENTOS

Definición de los Puntos de Medición

Se presenta en el Cuadro N° 4.1 el listado de todos los puntos de medición por proceso u operación de la Planta. A cada punto se ha asociado su número de identificación (TAG), la FUNCION más relevante para lo que fueron definidos, y el tipo de indicación que deberán tener la FUNCION se señala de la siguiente forma:

C: CONTROL

S: SUPERVISION

A: ANALISIS

El tipo de indicación se señala de la siguiente forma:

L: LOCAL (en terreno)

R: REMOTO (en sala de operaciones)

4.2 REQUERIMIENTOS OPERACIONALES PARA LA INSTRUMENTACION

El incorporar instrumentación a la planta de harina de pescado, trae como consecuencia algunos requerimientos.

Básicamente se pueden considerar dos requerimientos para la operación óptima de la instrumentación:

- a. Energía eléctrica
- b. Aire de instrumentación

Ambas deben ser de buena calidad, es decir:

- a. La energía eléctrica debe ser de alta disponibilidad y el nivel de tensión debe estar en un rango de $\pm 10\%$. Se recomienda que exista un alimentador especial para la instrumentación
- b. El aire de instrumentación también debe ser de alta disponibilidad (el compresor debe contar con un tanque de capacidad adecuada), además

se debe considerar un secador de aire para evitar acumulación de agua en la red de instrumentación neumática

De acuerdo al listado de instrumentos para la planta de harina de pescado, los requerimientos son los siguientes:

Energía Eléctrica

- TENSION : 110 Vac ó 220 Vac, +- 10%
- FRECUENCIA : 60 Hz
- CONSUMO : 8 – 10 KVA

Aire de Instrumentación

- PRESION 60 á 80 psi (salida del compresor)
- CONSUMO: 50 á 100 pie³/min

Al igual que la instrumentación, los equipos del sistema de automatización también crean algunos requerimientos adicionales. Básicamente estos requerimientos tienen relación con la alimentación eléctrica y las condiciones ambientales. Se deben considerar los siguientes aspectos:

- La alimentación eléctrica puede ser de 110 Vac o 220 Vac, $\pm 10\%$, 60 Hz.
- La tensión tierra neutro no debe exceder de 0,5 V, por lo que es necesario contar con un pozo de tierra apropiado.

- Es recomendable tener un alimentador exclusivo para los equipos de cómputo, de manera que la alimentación esté libre de perturbaciones provocadas por equipos de potencia, principalmente motores. Además con esto se evita una mala regulación de la línea de alimentación
- En caso de no ser posible lo anterior se puede instalar estabilizadores de tensión para evitar posibles daños a los equipos. También es recomendable instalar un UPS (fuente de energía interrumpible) para alimentar al menos una parte del sistema que se considere la más importante. Esto dará tiempo de tomar las acciones correspondientes frente a una falla de la energía eléctrica.

Para el caso de la planta de harina de pescado, el sistema de automatización (computador central, estaciones de trabajo, interfaces y periféricos) tendrá un consumo estimado de 2,5 á 3 Kw

Las condiciones ambientales también son importantes de considerar para obtener una operación correcta de los equipos antes mencionados, debe considerarse:

- La temperatura
- La humedad relativa
- El porcentaje y granulometria en polvo
- Las vibraciones

CUADRO N° 4.1

LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

COCEDOR

TAG	DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN	INDIC.
SENSORES/TRANSMISORES			
LSH-100.1	Switch nivel alto en tolva de alimentación	C/S	R
LSH-100.2	Switch nivel bajo en tolva de alimentación	C/S	R
TT-101	Temperatura entrada pescado	C	R
FT-104	Flujo de vapor a cocedor	C	R
TT-103	Temperatura licor vibrado y preestruje	C/S	L/R
ST-102	Velocidad del cocedor	C	R
ACTUADORES			
FV-104	Válvula control vapor del cocedor	C	

PRENSA

TAG	DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN	INDIC.
SENSORES/TRANSMISORES			
JT-201	Potencia consumida por prensa	C/S/A	L/R
ST-202	Velocidad de la prensa	C	R
MT-203	Humedad torta de prensa	C/S	L/R

(continuación)

SECADORES A VAPOR

TAG	DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN	INDIC.
SENSORES/TRANSMISORES			
TT-300	Temperatura entrada torta	A	R
FT-301.1	Flujo de vapor a secador 1	C/S/A	L/R
FT-301.2	Flujo de vapor a secador 2	C/S/A	L/R
ST-302.1	Velocidad del secador 1	C	R
ST-302.2	Velocidad del secador 2	C	R
MT-303.1	Humedad de harina a la salida sec. 1	C/S	L/R
MT-303.2	Humedad de harina a la salida sec. 2	C/S	L/R
TT-304.1	Temperatura harina de salida sec. 1	C/S	L/R
TT-304.2	Temperatura harina de salida sec. 2	C/S	L/R
ACTUADORES			
FV-301.1	Válvula Control Vapor alim. Sec. 1	C	
FV-301.2	Válvula Control Vapor alim. Sec. 2	C	

SEPARADORES

TAG	DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN	INDIC.
SENSORES/TRANSMISORES			
TT-700	Temp. licor de prensa alim Separadora	S/A	L/R
FT-701	Flujo licor prensa alim. Separadora	A	R
LT-702	Nivel estanque licor de prensa	S	L/R
JT-703.1	Potencia consumida Separadora 1	S/A	L/R
JT-703.2	Potencia consumida Separadora 2	S/A	L/R
JT-703.3	Potencia consumida Separadora 3	C/S	L/R
MT - 704	Humedad sólidos de separadoras	A	L/R
LT - 705	Nivel estanque licor de separadoras	S	L/R

(continuación)

CENTRÍFUGAS

TAG	DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN	INDIC.
SENSORES/TRANSMISORES			
TT-800	Temp. licor de separadora alim Centrífuga	S/A	L/R
FT-801	Flujo de entrada a Centrífuga	A	R
LT-803	Nivel estanque agua de cola	S/A	L/R
JT-802.1	Potencia consumida Centrífuga 1	S/A	L/R
JT-802.2	Potencia consumida Centrífuga 2	S	L/R
FT-804	Flujo de agua de cola a evaporadora	S/A	L/R
LT - 805	Nivel estanque de aceite	S	L/R
FT-806	Flujo de aceite a almacenamiento final	A	R
LT - 807	Nivel estanque almacenamiento aceite	S	L/R

EVAPORADORES

TAG	DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN	INDIC.
SENSORES/TRANSMISORES			
PT-900	Presión de vapor vivo a efecto 1		
PT-900.1	Presión lado vapor efecto 1	S/A	L/R
PT-900.2	Presión lado vapor efecto 2	S/A	L/R
PT-900.3	Presión lado vapor efecto 3	S/A	L/R
PT-900.4	Presión lado vapor efecto 4	S/A	L/R
LT-901.1	Nivel agua de cola efecto 1	S/A	L/R
LT-901.2	Nivel agua de cola efecto 2	S/A	L/R
LT-901.3	Nivel agua de cola efecto 3	S/A	L/R
LT-901.4	Nivel agua de cola efecto 4	S/A	L/R
FT-902	Flujo condensado sucio	A	R
TT-903.1	Temperatura condensado efecto 1	S/A	L/R
TT-903.2	Temperatura condensado efecto 2	S/A	L/R
TT-903.3	Temperatura condensado efecto 3	S/A	L/R
TT-903.4	Temperatura condensado efecto 4	S/A	L/R
FT-904	Flujo de vapor vivo a efecto 1	C/S/A	L/R

(continuación)

EVAPORADORES

TAG	DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN	INDIC.
SENSORES/TRANSMISORES			
TT-905.1	Temperatura Agua de Cola efecto 1	A	L/R
TT-905.2	Temperatura Agua de Cola efecto 2	A	L/R
TT-905.3	Temperatura Agua de Cola efecto 3	A	L/R
TT-905.4	Temperatura Agua de Cola efecto 4	A	L/R
TT-906	Temperatura del concentrado	S/A	R
AT-907	Indice de refracción concentrado	S/A	L/R
LT-909	Nivel estanque concentrado	S	L/R
ACTUADORES			
PCV-812	Válvula reguladora presión vapor	C	
FV-812	Válvula de control de vapor a efecto 1	C	
LV-913.1	Válvula de control nivel evaporador 1	C	
LV-913.2	Válvula de control nivel evaporador 2	C	
LV-913.3	Válvula de control nivel evaporador 3	C	
LV-913.4	Válvula de control nivel evaporador 4	C	

Dentro de la sala de operaciones donde estén los equipos, estas variables deberán estar dentro de un cierto rango, el cual está dado por el proveedor de los equipos.

4.3 SENSORES DE TEMPERATURA

4.3.1 CRITERIO DE SELECCIÓN

El control de temperatura durante el proceso de fabricación de la harina de pescado prime es uno de los parámetros principales que se debe tener en cuenta, ya que define la calidad de la harina. Es por esta razón que se ha elegido un sensor tipo RTD (Resistance Temperature Detector) de platino, porque ofrece una excelente precisión, amplio rango de utilización, buena linealidad y buena resistencia a la oxidación, además posee una gran inercia química y es fácil de obtener en forma pura.

4.3.2 DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO

El elemento sensor consiste usualmente de un enrollamiento de hilo muy fino del conductor adecuado, bobinado entre capa del material aislante y protegido de un revestimiento de vidrio o cerámica. Ver Fig. N° 11.

Las bobinas que llevan arrollando el hilo de resistencia están encapsuladas y situadas dentro de un tubo de protección de material adecuado al fluido del proceso, en este caso acero inoxidable.

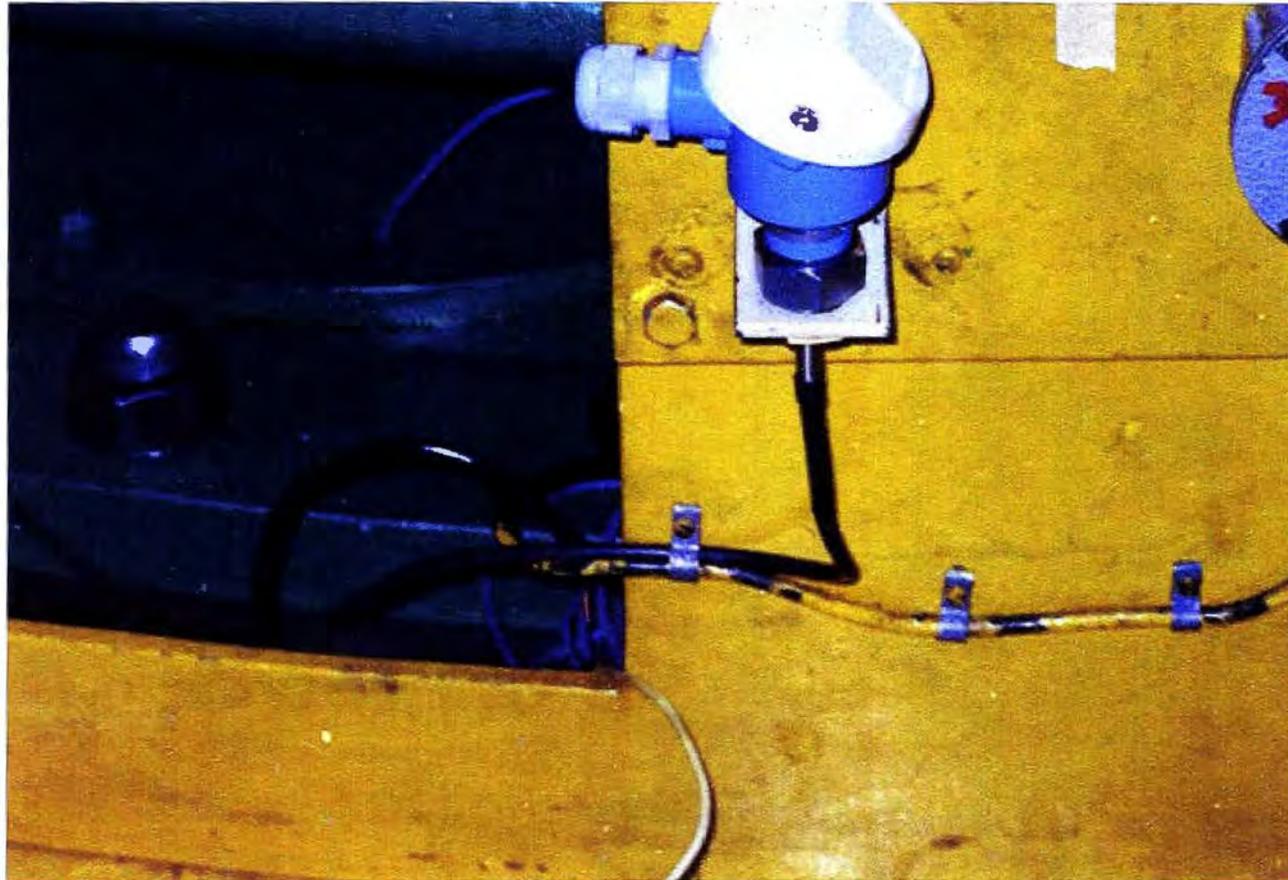


FIG. N° 11

SENSOR DE TEMPERATURA TIPO RTD

La variación de resistencia de las sondas es medida con un Puente Wheastone dispuestos en varios montajes, según sean los hilos de conexión de la sonda de resistencia al puente.

En el montaje de tres hilos la sonda está conectada mediante tres hilos al puente. De este modo, la medida no es afectada por la longitud de los conductores, ni por la temperatura, ya que esta influye a la vez en dos brazos adyacentes del puente, siendo la única condición que la resistencia de los hilos “a” y “b” sea exactamente la misma.

4.3.3 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El principio de funcionamiento se basa en una variación del valor de la resistencia de un conductor metálico en función de la temperatura. Así que una pequeña corriente de excitación estable por el RTD producirá un voltaje medible que es proporcional a la resistencia en función de la temperatura que son propias del elemento de resistencia.

La relación aproximada de la temperatura-resistencia para el platino está dada por la siguiente ecuación:

$$R(t) = R_0(1 + At + Bt^2 + C(t - 100)t^3)$$

Donde: R_0 = Resistencia en ohmios a 0°C del conductor

$R(t)$ = Resistencia en ohmios a t°C

A, B, C = Coeficientes de termoresistencia de la resistencia

4.4 SENSORES DE NIVEL

4.4.1 SWITCH DE NIVEL PARA TOLVA DE ALIMENTACIÓN DE PESCADO

Criterio de Selección

Para la detección del nivel en tolvas con productos sólidos, se ha seleccionado switches de alto y bajo nivel del tipo diafragma por tener buena linealidad y permitir altas sobrecargas, durante la alimentación del pescado.

Descripción del Instrumento

El diafragma es un elemento elástico formado por un disco metálico con superficie plana. El material del diafragma puede ser de acero inoxidable o un elastómero. Ver Fig. N° 12.

Principio de Funcionamiento

Los switches de alto y bajo nivel son del tipo diafragma en combinación con un dispositivo magnético, ya que al perturbarse el campo magnético acciona un contacto eléctrico.

4.4.2 SENSOR TIPO ULTRASÓNICO

Criterio de Selección

Se ha elegido este tipo de instrumento porque son adecuados para todo tipo de tanques y de líquidos o fangos pudiendo construirse a prueba de explosión. Ver Fig. N° 13. Presentan el inconveniente de ser sensibles a la



FIG. N° 12
SWITCH DE NIVEL



FIG. N° 13
SENSOR DE NIVEL
ULTRASONICO

densidad de los fluidos y de dar señales erróneas cuando la superficie del nivel del líquido no es nítida como es el caso de un líquido que forme espuma, ya que se producen falsos ecos de los ultrasonidos.

Descripción del Instrumento

Son instrumentos compactos que operan con voltajes desde 22 a 264 V AC o DC.

El sensor emisor dispone de un oscilador excitador para enviar un impulso ultrasónico a la superficie del fluido y el sensor receptor recibe esta señal reflejada enviando una señal función del tiempo transcurrido, y por lo tanto del nivel a un indicador o a un oscilógrafo.

Principio de Funcionamiento

Se basa en la emisión de un impulso ultrasónico a una superficie reflectante y la recepción del eco del mismo en un receptor. El retardo en la captación del eco depende del nivel del tanque.

Los sensores trabajan a una frecuencia de unos 20 kHz. Estas ondas atraviesan con cierto amortiguamiento o reflexión el medio ambiente de gases o vapores y se reflejan en la superficie del sólido o del líquido.

4.5 SENSORES DE FLUJO

4.5.1 SENSOR TIPO MAGNÉTICO

Criterio de Selección

Se ha seleccionado este tipo de sensor debido a que es ideal para trabajar con líquidos viscosos y corrosivos, así como para aquellos con sólidos en suspensión y sustancias pastosas que tengan materiales eléctricamente conductivos, desde 5 $\mu\text{s/cm}$. Además son fáciles de configurar y aptos para cualquier lugar.

Descripción del Instrumento

Consiste esencialmente de un transmisor de flujo conectado eléctricamente a un receptor que normalmente es un potenciómetro de corriente alterna que puede proporcionar indicación, registro, integración o control de flujo. Ver Fig. N° 14.

El transmisor de flujo consiste en un tubo no magnético a través del cual fluye el líquido, un electroimán que induce un campo magnético a través del tubo y dos electrodos metálicos que están al ras con la superficie interior del tubo y en contacto con la superficie que fluye.

Los medidores magnéticos son medidores de velocidad, por lo tanto la exactitud no está modificada por la presión, densidad, viscosidad o carácter del flujo.



FIG. N° 14
SENSOR DE FLUJO
MAGNÉTICO

Principio de Funcionamiento

La teoría de operación está basada en la Ley de Faraday sobre la inducción electromagnética, que dice:

“Cuando un campo magnético es cortado por un conductor, se produce un voltaje cuya dirección es proporcional a la dirección del conductor y a la dirección del campo magnético”.

Un líquido que fluye a través del tubo no magnético sujeto al campo magnético, induce un voltaje en el fluido que es proporcional a la velocidad de flujo y a la intensidad de campo.

En un tubo de tamaño dado, el régimen de volumen de flujo es proporcional a la velocidad promedio de éste, según la Ley de Faraday.

El campo magnético es inducido a través de una porción del tubo de flujo, siendo el líquido que fluye el conductor que se mueve a través del campo magnético a través del campo magnético y considerando que una sección transversal a través de una columna de líquido es como un disco plano, cuando el disco plano de líquido se mueve a través del campo magnético, se desarrollará un voltaje en concordancia con la Ley de Faraday.

4.5.2 PLACA ORIFICIO

Criterio de Selección

Se eligió como medidor del flujo de vapor una placa orificio, por las siguientes razones:

- Máxima pérdida de presión permanente
- Es el más comúnmente usado.
- Más fácil de instalar
- Fácilmente reproducible
- Es el de más bajo costo

Descripción del Instrumento

Es una pieza lisa de metal en la cual se ha hecho un agujero de tamaño especificado. La mayoría de los orificios son del tipo concéntrico, pero los diseños excéntricos, cónicos y segmentados también están disponibles. Ver Fig. N° 15. La placa es instalada entre dos bridas en la tubería.

Principio de Operación

El orificio actúa como elemento primario, contrayendo el flujo del líquido y produciendo una diferencia de presión a través de la placa, las tomas de presión sobre los lados de la placa son usadas para detectar la diferencia.



FIG. N° 15
PLACA ORIFICIO

4.6 SENSORES DE PRESIÓN

4.6.1. SENSOR DE TUBO BOURDON TIPO C

Criterio de Selección

Se ha seleccionado este instrumento para poder registrar la presión del vapor.

Descripción del Instrumento

Consisten de un tubo ovalado en sección, rolado para formar un arco de un círculo, estando sujeto un extremo a un cuadrante o “sector” que se engrana con un piñón sobre el eje del puntero indicador. El extremo del tubo Bourdon fijado al árbol de conexión está abierto para admitir fluido y el otro extremo está cerrado. Un aumento de presión del fluido en el tubo tiende a desdoblarse el tubo, moviéndose en esta forma el extremo libre. El movimiento del extremo libre se transmite al sector, el cual hace girar el piñón y el puntero.

El metal tradicional con que se construyen los tubos Bourdon es de bronce fosforoso, pero actualmente se han introducido otras muchas aleaciones para lograr límites elásticos más elevados, mayor resistencia a altas presiones, menor error de histéresis o mejor comportamiento en cuanto a corrosión.

Principio de Funcionamiento

Se fundamenta en la Ley de Hooke, que dice que por debajo del límite elástico la deformación de un cuerpo es proporcional al esfuerzo aplicado al mismo.

Una vez que el esfuerzo a desaparecido, el cuerpo deformado recupera su posición inicial.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El proceso productivo conceptualizado y planteado permite la utilización máxima del recurso pescado, es decir con altos índices de rendimiento de producción de harina y aceite lográndose un alto porcentaje de recuperación de sólidos y aceite. Además permite obtener una harina de pescado de mejor calidad frente a una planta con tecnología convencional.
2. Para los equipos Prensa doble tornillo y Secadores Rotatubos se especifica la operación, protección, mando y control mediante el uso de equipos variadores de velocidad, debido a que por la alta inercia mecánica y de operación se requiere que el arranque y parada de estos equipos se efectúe a una aceleración moderada. A su vez, el uso de los variadores de velocidad permite ejecutar las estrategias de control referidas a los procesos de cocinado de pescado, prensa de la torta húmeda y secado de la harina de pescado.
3. La estrategia de control de relación en la operación de cocinado permitirá controlar la temperatura del pescado a la salida del cocedor que no sea

mayor de 95°C, relacionando para ello la temperatura de entrada del pescado, la velocidad de rotación del cocedor y el flujo del vapor que ingresa a la camiseta del cocedor.

4. En las unidades de prensado y secado se utilizan la estrategia de control en cascada, lo que permitirá controlar la humedad de la torta y la temperatura mediante el uso de variadores de velocidad tanto de la prensa como del secador.
5. Las unidades de separación y centrifugación utilizan transmisores que envían sus señales a un panel de control para supervisar el funcionamiento adecuado de los equipos.
6. El control y automatización de la planta de Harina de Pescado propuesto establece como standard un sistema de control automático en cada una de las operaciones o procesos (nivel I) y también el nivel inmediato superior (nivel II) entre las zona del proceso, con los cuales se garantiza la productividad y calidad de la harina de pescado.

El nivel integral (nivel III) puede implementarse en la medida que se implemente una ampliación del proyecto, o los costos de los diversos insumos sufran un aumento considerable, o si la planta implementa otras unidades de producción asociados como fábrica de conservas, planta de aceite, o si esta planta sea integrante de todo un Complejo Pesquero del

Propietario, con la finalidad que la disponibilidad y confiabilidad del proceso productivo justifique económicamente su implementación.

7. Los beneficios de implementar la automatización en este tipo de plantas de harina de pescado residen principalmente en mejorar los índices de productividad, reducir las mermas o pérdidas en el proceso productivo, mejorar la calidad del producto e igualmente ahorros energéticos en forma de vapor y energía eléctrica, consumo de petróleo, agua; traduciéndose en una reducción de los costos de operación y mantenimiento y en optimizar la capacidad de producción con los volúmenes de materia prima, permitiendo ofrecer al mercado un producto competitivo técnica y económicamente.

BIBLIOGRAFÍA

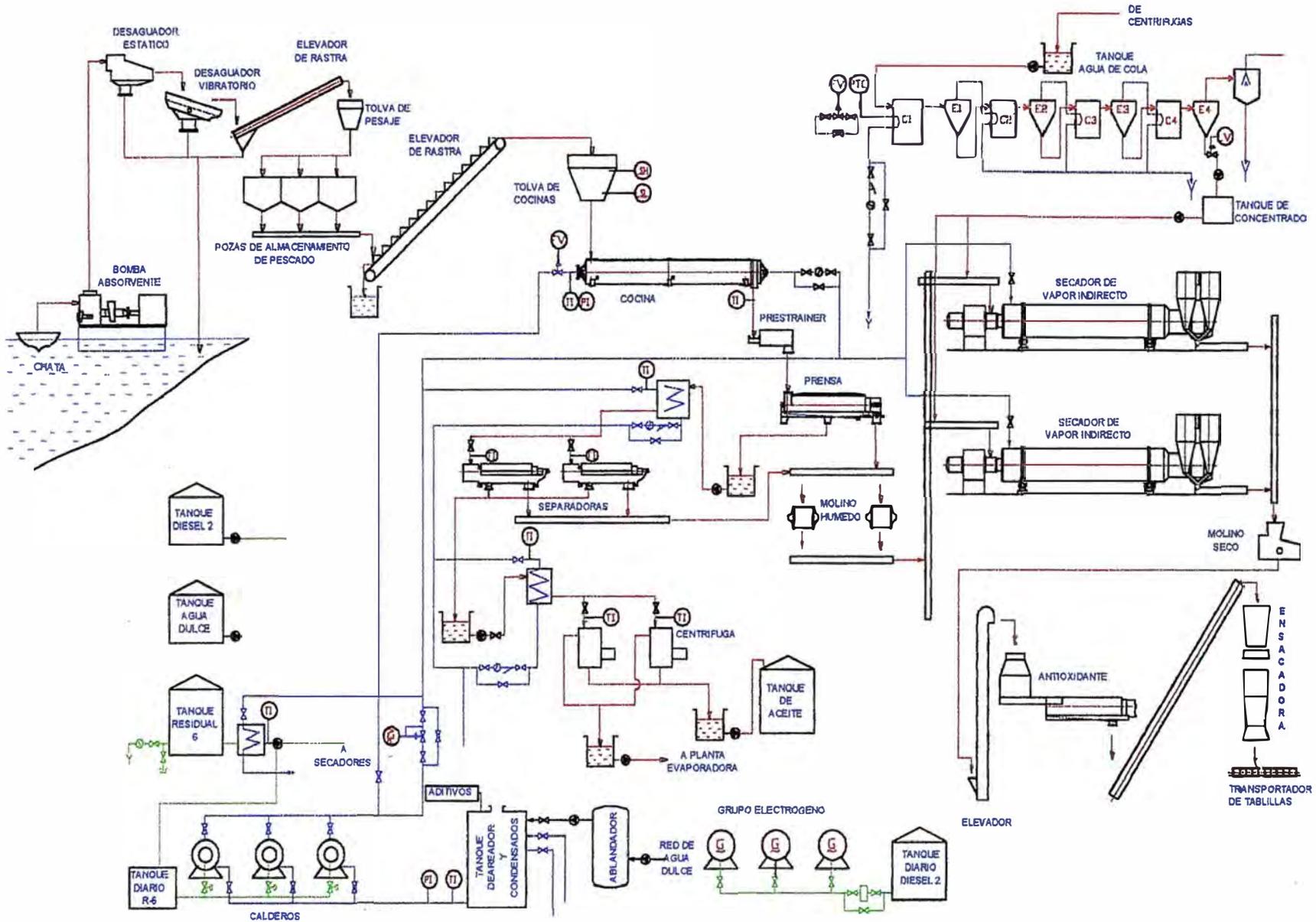
1. COLLADO D., Emerson, "*Automatización de Procesos Industriales*", Lima, 2001
2. DEXTRE J., Edwin, "*Introducción a la Instrumentación Industrial y Control Automático de Procesos*", Lima , 2001.
3. Centro Cultural de Ingeniería Eléctrica "Santiago Antunez de Mayolo", "*Tecnología de Avanzada en Sistemas de Control automático aplicado a la Industria*", Lima, 1992.
4. NACIF N., José, "*Ingeniería de Control Automático*" , Primera Edición, Costa Amic Editores S.A., México, 1981, Tomo I
5. NACIF N., José, "*Ingeniería de Control Automático*" , Primera Edición, Costa Amic Editores S.A., México, 1981, Tomo II

6. PAJARES, Victor, "*Metodología para Modernizar una Planta*",
TECNOVOX - IV Simposio Internacional de Automatización , Año III, Nov.
2001, N° 11.
7. CONSIDINE, Douglas "*Manual De Instrumentación Aplicada*",
Compañía Editorial Continental S.A., 1971
8. MONOGRAFIAS:COM, "*Industria Pesquera y su Contaminación*", [en
línea], [www.monografias.com/trabajos6/peco/peco.shtml], [consulta:
10/10/01]
9. "*VII. Derivados De Los Productos Pesqueros. La Harina, El Aceite De
Pescado y Otros*",[en línea],
[[www/omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/081/htm/s
ec_11.htm](http://www/omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/081/htm/sec_11.htm)], [consulta: 15/12/01]
10. GUY CARBAJAL, "*Informe técnico sobre harina de pescado y
adulteraciones*", [en línea], [[http.www.lista-
oannes.rcp.net.pe/hpescado.htm](http://www.lista-oannes.rcp.net.pe/hpescado.htm)] , [consulta: 25 /02/02]
11. Dywer Instruments Inc., "*Controls & Gages Catalog*", 1998

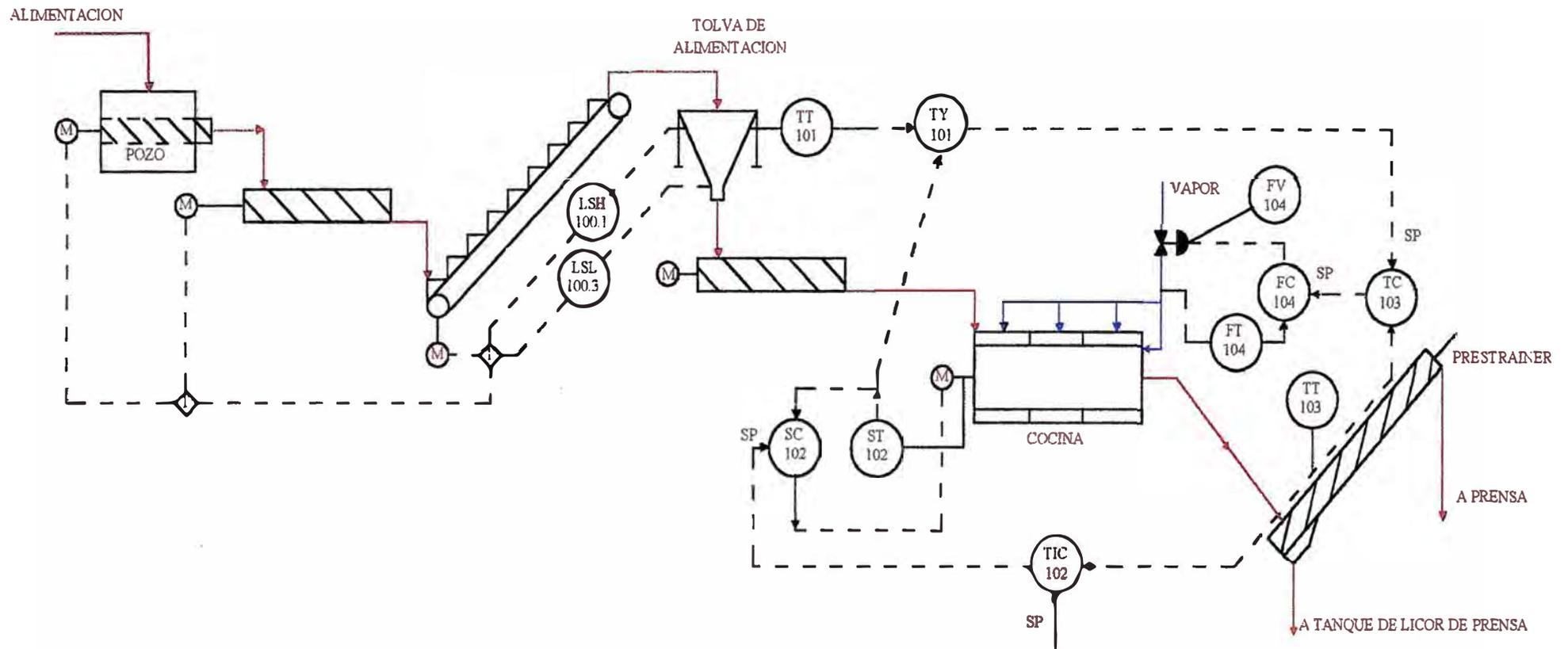
ANEXOS

ANEXO 1

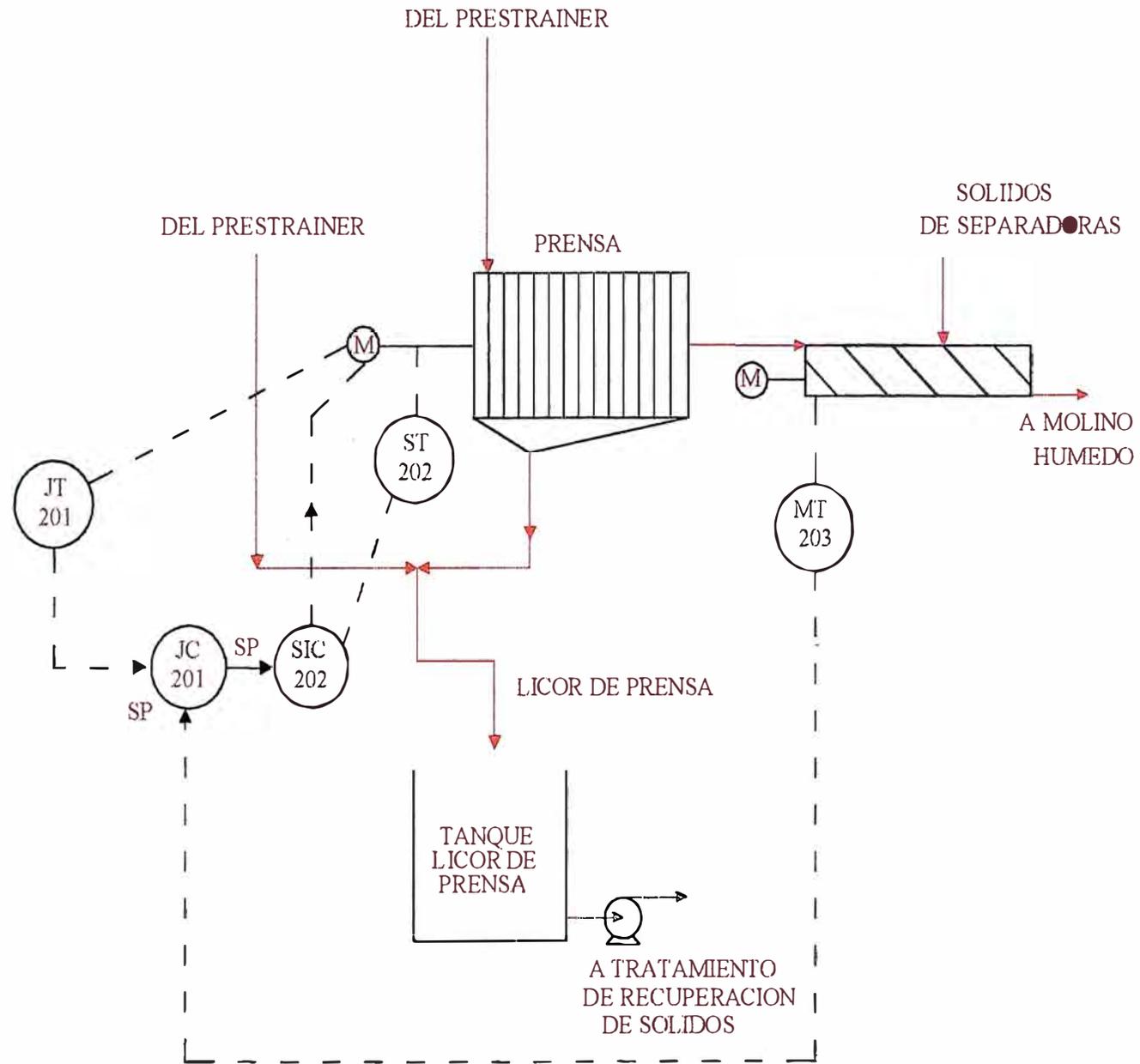
“PLANOS”



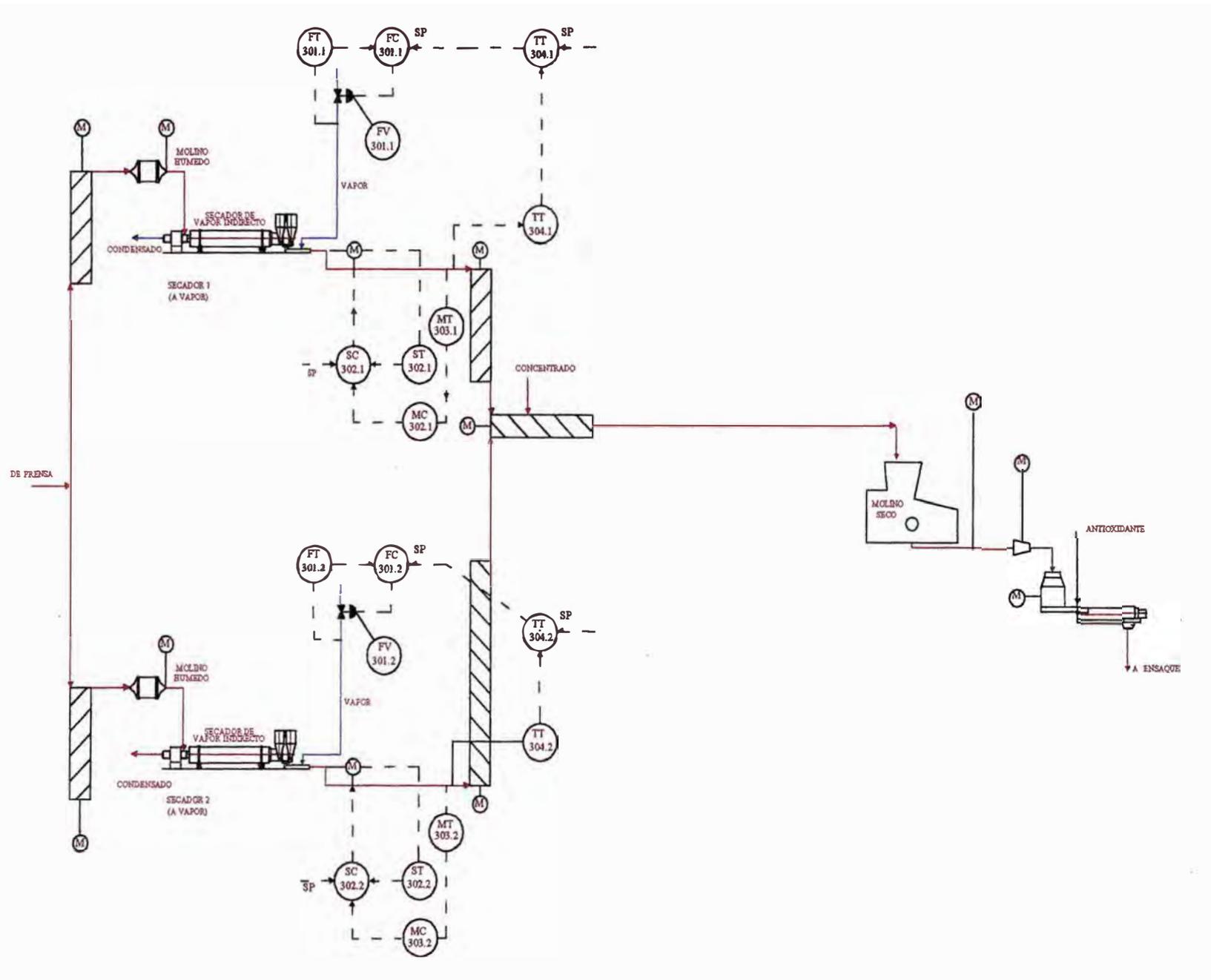
PLANO N°1 : DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLANTA DE HARINA DE PESCADO



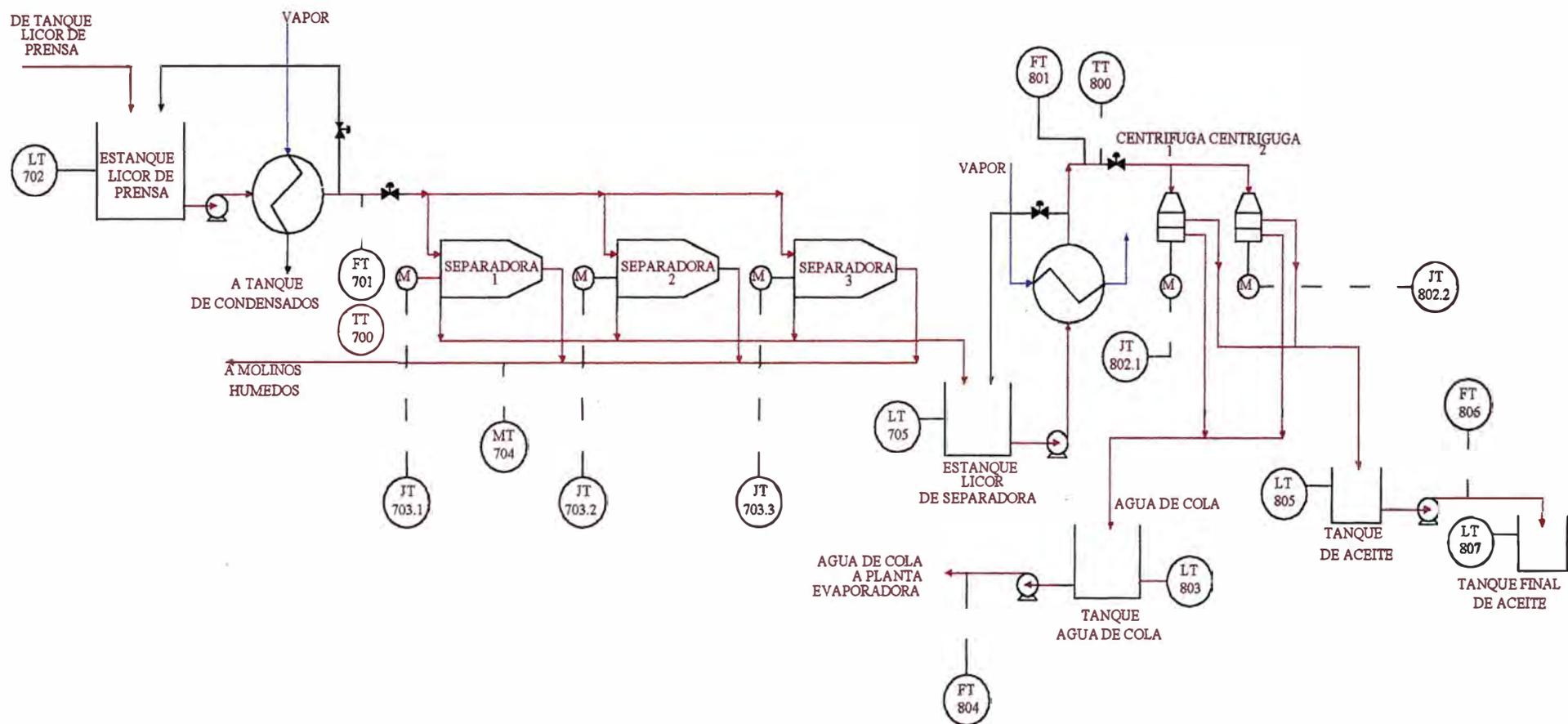
PLANO N° 2 ESTRATEGIA DE CONTROL DE LA UNIDAD DE COCINADO



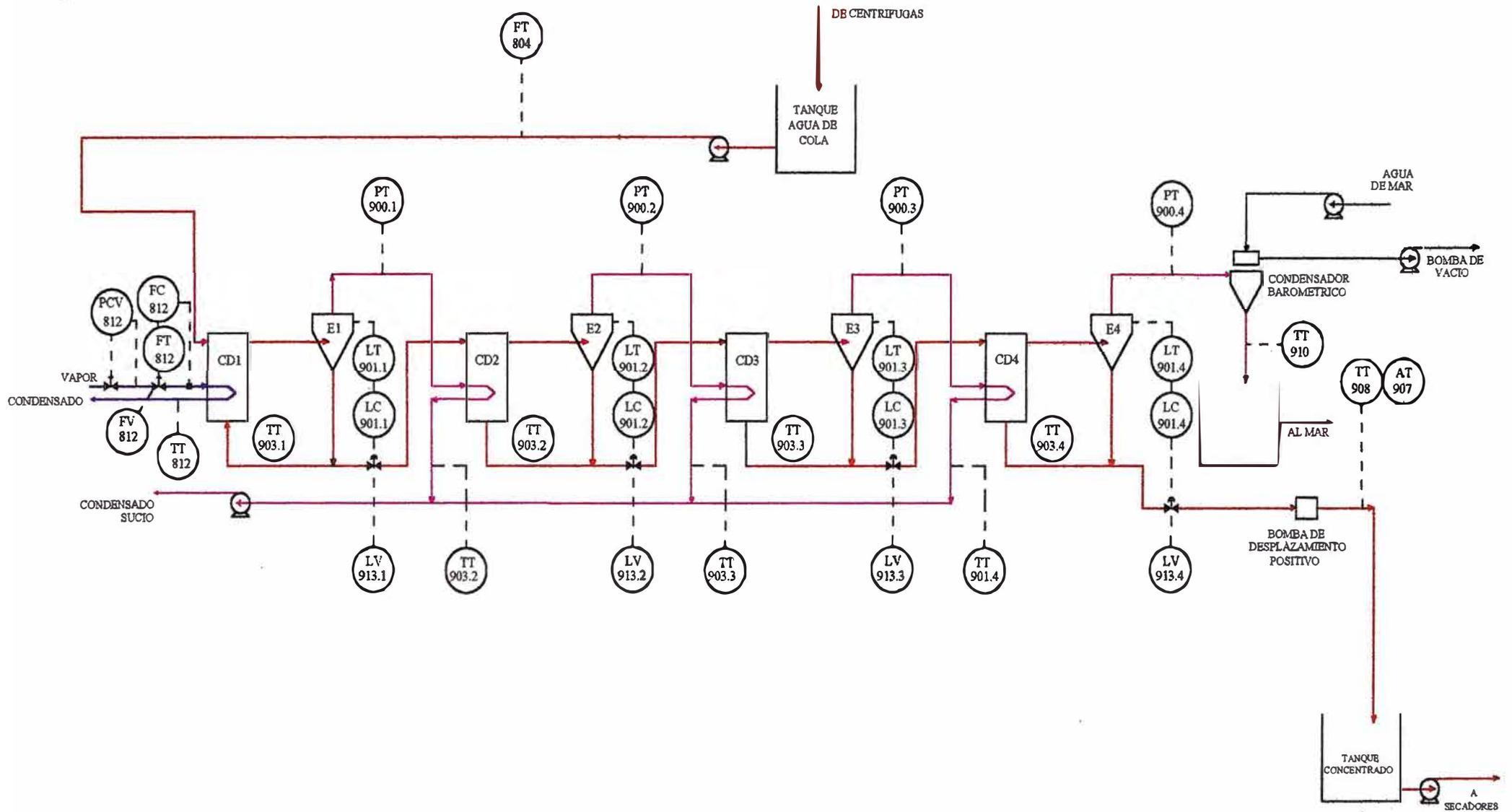
PLANO N° 03: ESTRATEGIA DE CONTROL DE LA UNIDAD DE PRENSADO



PLANO N° 4: ESTRATEGIA DE CONTROL DE LA UNIDAD DE SECADO



PLANO Nº 5: DIAGRAMA DE INSTRUMENTACION DE LA UNIDAD DE SEPARACION Y CENTRIFUGACION



PLANO N° 06 ESTRATEGIA DE CONTROL DE LA UNIDAD DE EVAPORACION

ANEXO 2

“ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS INSTRUMENTOS”

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

T.A.G. : LSH - 100.1	
Tipo de Instrumento	Switch de nivel alto
Servicio	Tanque de alimentación de pescado
Material	Pescado
Presión de operación	Atmosférica
Caudal de operación	
Temp. de operación	15 °C
SENSOR	
	Diafragma magnético
Rango:	
Montaje:	pared de tanque
Material del cuerpo	Aluminio
Salida	contacto eléctrico 5 Amp.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

T.A.G. : LSH - 100.2	
Tipo de Instrumento	Switch de nivel bajo
Servicio	Tanque de alimentación de pescado
Material	Pescado
Presión de operación	Atmosférica
Caudal de operación	
Temp. de operación	15 °C
SENSOR	
Tipo	Diafragma magnético
Rango:	
Montaje	pared de tanque
Material del cuerpo	Aluminio
Salida	contacto eléctrico 5 Amp.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

T.A.G. : TT - 101	
Servicio	Temperatura de pescado a la entrada del cocedor
Material	Pescado
Presión de operación	Atmosférica
Caudal de operación	
Temp. de operación	15 °C
SENSOR	
Tipo	RTD Pt100
Rango:	"-50 °C a 400 °C"
Montaje:	en línea
Material del cuerpo	Acero inoxidable
Salida	
TRANSMISOR	
Tipo	ohmios a corriente
Rango de calibración	0 °C a 50°C
Indicador local	
Salida	4 - 20 mA
Voltaje	24 V DC
Precisión	0,25% del rango

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

T.A.G. : TT - 103	
Servicio	Tanque de alimentación de pescado
Material	Pescado
Presión de operación	Atmosférica
Caudal de operación	
Temp. de operación	95 °C
SENSOR	
	RTD Pt100
Rango:	"-50 °C a 400 °C"
Montaje:	en línea
Material del cuerpo	Acero inoxidable
Salida	
TRANSMISOR	
Tipo	ohmios a corriente
Rango de calibración	0 °C a 50°C
Indicador local	
Salida	4 - 20 mA
Voltaje	24 V DC
Precisión	0,25% del rango

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

T.A.G. : FT - 104	
Servicio	Flujo de vapor a cocedor
Fluido	Vapor de agua
Presión de operación	6 Bar
Caudal de operación	8 500 kg de vapor/hora
Temp. de operación	
SENSOR	
Tipo	Placa de orificio
Rango:	0 a 10 000 kg/h
Montaje:	en línea
Material del cuerpo	acero inoxidable
Salida	0,1 bar por 10 000 kg/h
TRANSMISOR	
Tipo	Presión diferencial a corriente
Rango de calibración	0 a 10 000 kg/h
Indicador local	LCD
Salida	4 - 20 mA
Voltaje	24 V DC
Precisión	0,25 %del rango

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

T.A.G. : ST - 102	
Servicio	Velocidad del cocedor
Presión de operación	Atmosférica
Caudal de operación	
Temp. de operación	T. Ambiental
SENSOR	
Tipo	Óptico
Rango:	
Montaje:	exterior
Material del cuerpo	acero inoxidable
Salida	pulsos
TRANSMISOR	
Tipo	Frecuencia a corriente
Rango de calibración	0 - 100 rpm
Indicador local	
Salida	4 a 20 mA
Voltaje	24 V DC
Precisión	025% del rango

ANEXO 3

**“CATALOGOS DE SENSORES Y
TRANSMISORES”**



APPROVED

■ Description

When remote mounting of an ultrasonic sensor is desired, UC/UT series controller/sensor combinations provide a reliable yet simple solution for a wide range of applications. Models are available with program options which allow the controllers to display distance, level, volume (for five standard tank shapes), differential and open channel flow.

Controller output options include four trip points which are NPN transistors or mechanical relays. These can be configured to control pumps, alarms and valves or serve as input to PLCs and computer interfaces. Analog output options are also available including 4-20 mA, 0-20 mA, 0-5 VDC, and 0-10 VDC. They are available with an LCD or LED display and powered by either 110/220 VAC or 12-24 VDC.

UC/UT Series

Ultrasonic Controller/Transducer Systems

- Maximum range to 50 ft. (15 m)
- Built in keypad on controller for programming
- Works on solids or liquids
- Analog and trip point outputs
- AutoSense software available
- Available with FM Class I, Div. 1, hazardous location ratings
- Microprocessor with E² memory retains settings on power loss
- Temperature compensated to maintain accuracy
- Controller and sensor can be separated up to 2000 ft. (650 m)
- Maintenance free
- Temperature compensation can be on or off

E To Assist Your Selection Process

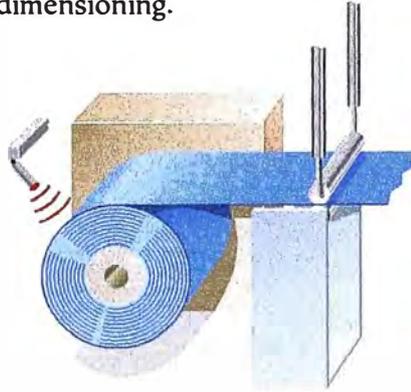
See the ultrasonic engineering form located at www.automationsensors.com/6261 (or fax back #6261).

■ Applications

The UC/UT series ultrasonic sensor systems are targeted at four major markets where ultrasonic technology provides a competitive edge. These applications include industrial automation, tank measurement and control, collision avoidance and environmental monitoring.

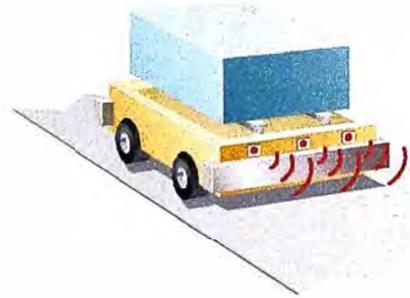
Industrial Automation

These are applications that monitor, control, or automate a repetitive process. Examples include measuring roll diameter, loop control, positioning, conveyors and product dimensioning.



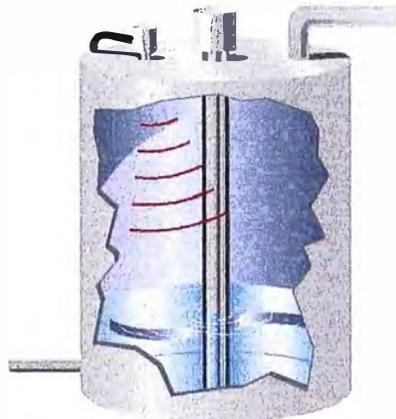
Collision Avoidance

These applications involve detection of objects or structures in the path of mobile equipment to avoid collisions or accidents. The trip distance of the sensor is adjustable to allow for slowing or stopping at preset distances. Examples include automated guided vehicles (AGVs), overhead cranes and fleet vehicles backing to loading docks or with restricted rear viewing.



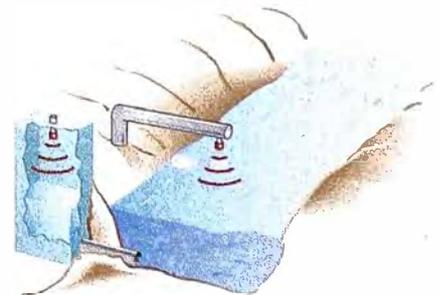
Tank Measurement and Control

These are applications where level control is required for liquid or bulk solid level and continuous indication or set point control is desired. In many applications, the output is interfaced to pumps, alarms, drives and other devices used to control level. Examples include tanks, feed bins and sand or gravel bins.



Environmental Monitoring

Environmental monitoring applications are those where a level sensor is used to monitor the level of water or snow, and interfaced with a data collection platform. Examples include fresh or wastewater flow monitoring on flumes and weirs, stream staging, reservoir level and snow level.



ultrasonic sensing

For the Latest Information

Try Our Fax Back System at **1/916/431-6544**

On the Internet: www.stiautomationproducts.com E-mail: sales@stiautomationproducts.com

Scientific Technologies Inc.
Automation Products Group ... Providing
tailored solutions for measurement applications.



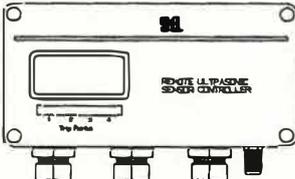
11

Tel: 1/888/525-7300 • Fax: 1/435/753-7490
www.stiautomationproducts.com • E-mail: sales@stiautomationproducts.com

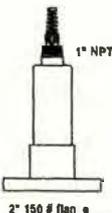
UC/UT Series – Ultrasonic Controller/Transducer Systems

ultrasonic sensing

■ Controller Specifications & Dimensions

Model	UC-A-FG-4X-S-R4-K	UC-A-FG-4X-S-A4R4-K	UC-AD-PC-4X-S-R4-K
Part Number	DCR1003	DCR1004	DCR1005
Outputs	4 form "A" relays (5 A 240 VAC)	4 form "A" relays (5 A 240 VAC) and 0-10 V	4 relays (10 A 110 VAC)
Supply Voltage	110/220 VAC	110/220 VAC	24 VDC and 110 or 220 VAC
Total Current Draw	0.10 A	0.10 A	0.10 A
Housing	fiberglass	fiberglass	polycarbonate
Ratings	NEMA 4X, IP65	NEMA 4X, IP65	NEMA 4X, IP65
Response Time	programmable	programmable	programmable
Resolution	0.1 in. (2.5 mm)	0.1 in. (2.5 mm)	0.1 in. (2.5 mm)
Display	4 character, 1 in. LED	4 character, 1 in. LED	4 character digital LCD
Adjustments	50 programmable modes	50 programmable modes	42 programmable modes
Operating Temperature	-30 to 60°C	-30 to 60°C	-30 to 60°C
Sample Rate	programmable (80 m sec. to 1 sec.)	programmable (80 m sec. to 10 secs.)	programmable (80 m sec. to 10 secs.)
Sensor Connector	coaxial "F" connector	coaxial "F" connector	coaxial "F" connector
Connector	terminal strip	terminal strip	terminal strip
Dimensions	$\frac{4.6}{216} \times \frac{4.4}{108} \times \frac{4.25}{108}$ 	$\frac{4.6}{216} \times \frac{4.4}{108} \times \frac{4.25}{108}$ 	6.3"W x 3.15"H x 2.2" D 

■ Transducer Specifications, Dimensions & Wiring

Model (with AutoSense)	UT16-PV-4X-CP-2N-A-H0	UT16-PV-4X-CT-2F-A-H0	UT35-SS-12-E-B-A-H0
Part Number	DST2007	DST2008	DST2001
Application	wet corrosive	wet corrosive	dry stable
Operating Range	1 to 16 ft. (0.3 to 5 m)	1 to 16 ft. (0.3 to 5 m)	0.6 to 35 ft. (0.2 to 11 m)
Housing	PVC	PVC	polished stainless steel
Transducer Type	ceramic, PVC faced	ceramic, Teflon® faced	electrostatic
Ratings	NEMA 6P, IP65	NEMA 6P, IP65	NEMA 12, IP53
Approvals	n/a	n/a	n/a
Operating Temperature	-30 to 60°C	-30 to 60°C	-30 to 60°C
Temperature Compensation	internal	internal	internal
Accuracy (with no temperature gradient)	0.25% of range	0.25% of range	0.25% of range
Beam Pattern	9° off axis	9° off axis	8° off axis
Cable	coaxial RG-6, 10 ft. (3 m)	coaxial RG-6, 10 ft. (3 m)	coaxial RG-6, 6 ft. (1.8 m)
Dimensions	2.35" dia. x 7" 	2.35" dia. x 7" 	2.35" dia. x 3.5" 

$\frac{\text{in.}}{\text{mm}}$

Wiring

All transducers have 'F' style coaxial connector. Specify cable length when ordering.

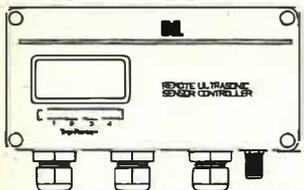
UC/UT Series – Ultrasonic Controller/Transducer Systems

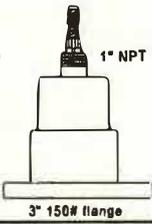
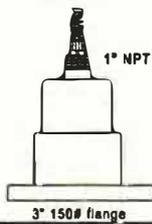
■ Ordering Information

Please order by part number, as shown in specification charts on the previous pages.



ultrasonic sensing

UC-AD-PC-4X-S-A2R4-K	UC-AD-PC-4X-DR-A2R4-K
DCR1006	DCR1008
4 relays (10 A 110 VAC) and 4-20 mA	4 relays (10 A 110 VAC) and 4-20 mA
24 VDC and 110 or 220 VAC	24 VDC and 110 or 200 VAC
0.10 A	0.10 A
polycarbonate	polycarbonate
NEMA 4X, IP65	NEMA 41, IP1Ø
programmable	programmable
0.1 in. (2.5 mm)	0.1 in. (2.5 mm)
4 character digital LCD	4 character digital LCD
42 programmable modes	42 programmable modes
-30 to 60°C	-30 to 60°C
programmable (80 m sec. to 10 secs.)	programmable (80 m sec. to 10 secs.)
coaxial "F" connector	coaxial "F" connector
terminal strip	screw terminal
6.3"W x 3.15"H x 2.2" D	
	Drawing not available at this time.

UT35-PV-4X-CP-3N-A-H1	UT35-PV-4X-CT-3F-A-H1	UT50-PV-4X-CP-3N-A-H0	UT50-PV-4X-CT-3F-A-H0
DST2002	DST2004	DST1006	DST1006-F
wet corrosive	wet corrosive	wet corrosive	wet corrosive
1.5 to 35 ft. (0.4 to 11 m)	1.5 to 35 ft. (0.4 to 11 m)	2 to 50 ft. (0.6 to 16 m)	2 to 50 ft. (0.6 to 16 m)
PVC	PVC	PVC	PVC
ceramic, PVC faced	ceramic, Teflon® faced	ceramic, PVC face	ceramic, Teflon® faced
NEMA 6P, IP65	NEMA 6P, IP65	NEMA 6P, IP65	NEMA 6P, IP65
FM Class I, Div. 1	FM Class I, Div. 1	FM Class I, Div. 1	FM Class I, Div. 1
-30 to 60°C	-30 to 60°C	-30 to 60°C	-30 to 60°C
internal	internal	internal	internal
0.25% of range	0.25% of range	0.25% of range	0.25% of range
9° off axis	9° off axis	9° off axis	9° off axis
coaxial RG-6, 10 ft. (3 m)	coaxial RG-6, 10 ft. (3 m)	coaxial, RG-6, 10 ft. (3 m) standard	coaxial, RG-6, 10 ft. (3 m) standard
3.6" dia. x 7" 	3.5" dia. x 7" 	3.6" dia. x 7" 	3.5" dia. x 7" 

Digital Signal Conditioner

ELECTRO SENSORS

SA420

4-20 mA • 0-10 Vdc



Converts Shaft Speed to Analog Signals

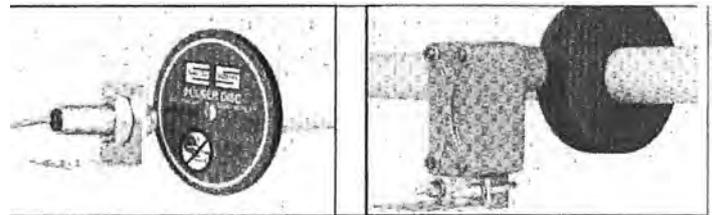
Features:

- DIN Rail Mount Enclosure
- 0-10 Vdc and 4-20 mA Outputs
- Accurate at Slow Speeds
- Interfaces with a Variety of Sensors
- Input Frequencies to 10 kHz
- 115 Vac Standard, 220 Vac 12/24 Vdc Optional
- LCD Display
- Field Adjustable Calibration

Description:

The Electro-Sensor's SA420 Signal Conditioner provides an analog signal directly proportional to the speed of a monitored shaft. The 0-10 Vdc and 4-20 mA outputs can be sent to a chart recorder, digital display, PLC, loop controller, drive speed controller, or other control or monitoring devices. The wide voltage range and wave shape flexibility of the SA420's sensor input circuitry allow it to translate signals from Hall-Effect Sensors, proximity switches, magnetic sensors, and a wide variety of other pulse generator devices into analog outputs.

The standard SA420 system includes the electronic circuitry housed in a DIN Rail mountable enclosure, a Hall Effect sensor, and an end of shaft magnetic pulser disc. An optional split collar magnetic pulser wrap that clamps around the monitored shaft, and an explosion-proof version of the Hall Effect sensor are also available. Other options include: NEMA 12, NEMA 4, or other enclosures, alternative power supplies, and a variety of sensing methods designed to fit specific needs. Contact an Electro-Sensors Application Specialist for more information on customized systems.



Sensing Head and Pulser Disc

Optional Explosion-proof Sensor and Pulser Wrap

Pulser Disc:

The end of the shaft to be monitored must be center drilled to a depth of 1/2-inch with a No. 21 drill and tapped for 10-32UNF. After applying Loctite or a similar adhesive on the threads to keep the pulser disc tight, the pulser disc should be attached, decal side out, with the supplied 10-32UNF machine screw and lock washer.

Pulser Wrap (optional):

Pulser Wraps are custom manufactured to fit the shaft they will be mounted on. When the wrap is shipped, four Allen-head cap screws hold the two halves of the wrap together. These screws must be removed so that the wrap is in two halves. Place the halves around the shaft, reinsert the screws and torque them to 8 foot pounds.

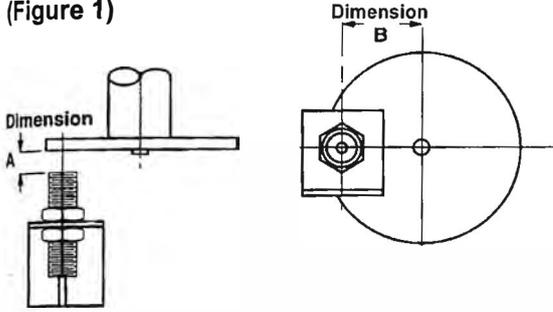


Sensor Installation:

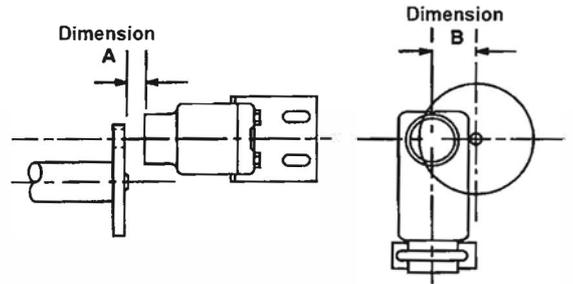
The standard sensor is supplied with a mounting bracket and two jam nuts. The explosion-proof sensor is supplied with a slotted mounting bracket. Sensors should be installed so the center line of the magnets pass in front of the center of the sensor as the disc or wrap rotates. When using the pulser disc, the center of the magnetized area of the disc, shown as Dimension B in figures 1 and 3, is 1-3/4 inches from the center hole of the disc.

The gap distance between the sensor and the disc or wrap, Dimension A in the diagrams, is 3/8 inch ±1/8 inch. To achieve the proper gap distance, adjust the jam nuts holding the standard sensor in the mounting bracket, or adjust the position of the explosion-proof sensor using the slots on its mounting bracket.

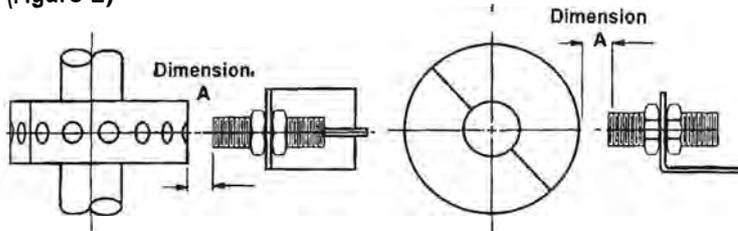
Standard Sensor and Disc (Figure 1)



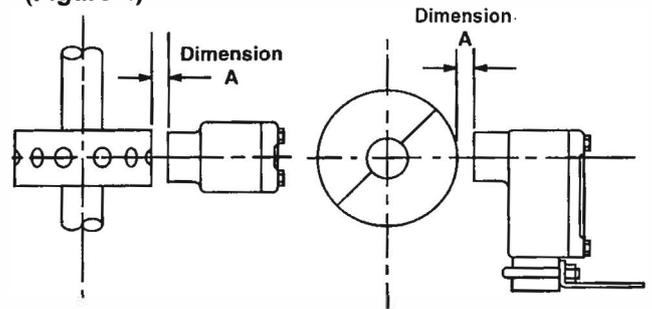
Explosion-proof Sensor and Disc (Figure 3)



Standard Sensor and Wrap (Figure 2)



Explosion-proof Sensor and Wrap (Figure 4)



Wiring Connections:

The sensor connections are made via Terminal Strip 1. Refer to the table below for the proper connections.

Sensor Wire Connections:

Terminal	Description- Sensor Model 906 - 907	All Other ESI Sensor Models	Mag. Pick Up	Logic Level
5	Supply Red	Red	N/C	N/C
6	Signal Black	Clear	t	Signal
7	Ground Clear/Shield	Black/Shield	-	Common

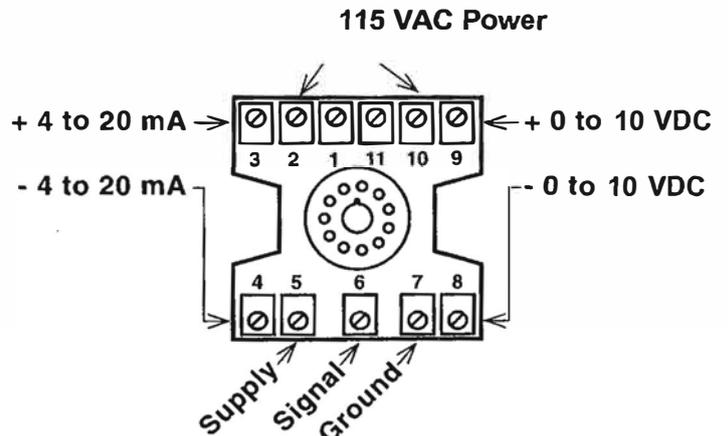
Input Power Connections:

Terminal	115 Vac Standard	230 Vac Optional	12/24 Vdc Optional
2	Hot	L1 Hot	(+) Positive
10	Neutral	L2 Hot	(-) Negative

Analog Output Connections:

4 to 20 mA	Terminal	0 to 10Vdc	Terminal
(+) High	3	(+) Positive	8
(-) Low	4	(-) Negative	9

Terminal Locations:

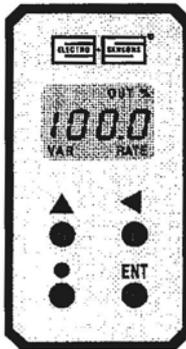


Calibration:

There are four buttons on the front panel used for calibration:

▲ **Up Arrow Button** is used to change the value of the position in focus (flashing), while in the calibration mode. While in standard mode, this button will toggle the display between frequency input (hertz) and output percentage of 4-20 mA or 0-10 Vdc.

◦ **Decimal Point Button** is used to change the position of the decimal point while in calibration mode.



◀ **Left Arrow Button** is used to move the focus to the next position when in the calibration mode.

Enter Button is used to enter or exit the calibration mode.

To enter the calibration mode, push the ENT button once. PRI will be displayed for one second, then the value of variable 1 is displayed. The right most digit of variable 1 will be flashing, which indicates that this digit has the focus and can be changed. Pressing the A button will increment the flashing digit. The ◀ button will advance the focus to the next digit to be changed. The ◦ button will scroll the decimal point across the display from right to left. When the correct value is programmed into the variable, press the ENT button to store the variable in memory and access variable 2. You can now change the sensor output type if necessary or press the ENT button to return to standard mode.

Variable 1 - is used to set the frequency, which will equal 100% output (10 Vdc or 20 mA); 4 mA or 0 Vdc is always equal to .01 Hz. The default value for variable 1 is 240.0 Hz. With the standard sensor and disc, this is equal to 1800 rpm at 8 pulses per revolution

Variable 2 - is used to select your sensor output type. The default is set to 0, which is our NPN open collector output.

Variable 2 Selections:

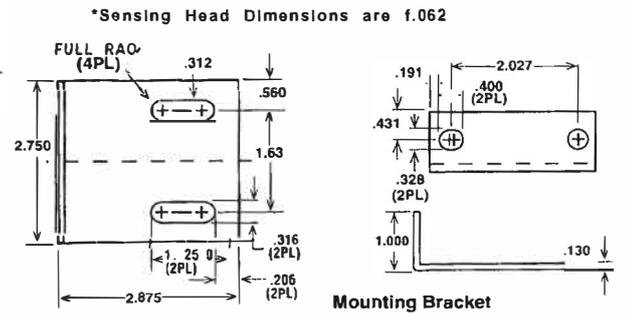
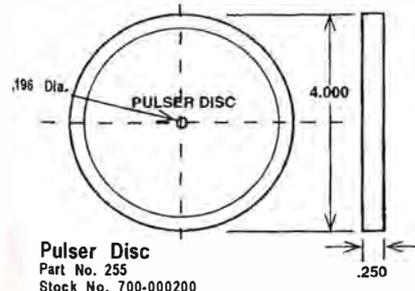
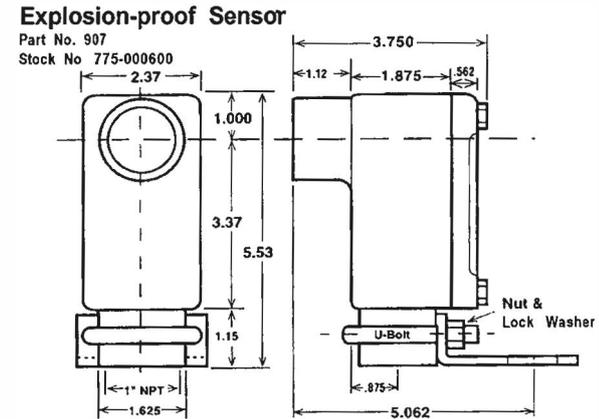
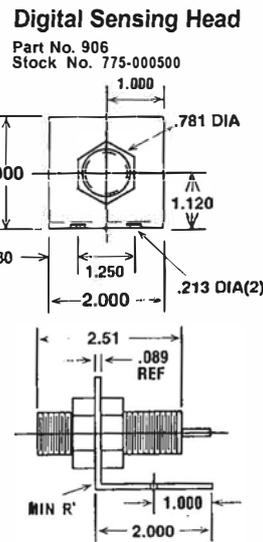
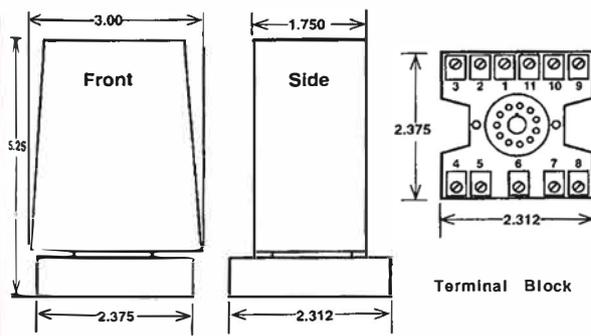
0	NPN
1	PNP
2	Magnetic Pickup
3	Logic Level

Variable 3 - is used to select output filtering. Output filtering will limit the amount of change per update cycle on the Analog outputs. When set to 0, there is no filtering. The higher the value is set, the longer the response will be to changes in input frequency. Maximum value = 100 = 2 seconds to go from 10% to 90%.

Troubleshooting Guide:

Problem:	Possible Solutions:
No 0-10 Vdc or 4-20mA Output	<ol style="list-style-type: none"> 1. Is Power Present on Terminals 2 and 10? 2. Check Sensor Supply "Approx. 13.6 Vdc" on Terminals. 3. Check Square Wave Frequency Input on Terminal 6 and 7 "Approx. 13.6 Vdc Square Wave" NPN and PNP Sensors Only. 4. If No Frequency is Present, Check Sensor Alignment and Gap.

SA420 Dimensional Drawings:
Dimensions in Inches



SA420 General Specifications:

Power:

Voltage 115 Vac ±10% Standard,
12/24 Vdc, Optional
230 Vac ±10 % Optional
Frequency 50-60 Hz
Wattage, 2.5 VA

input Signal:

Type Open Collector NPN and PNP
Logic Level 5 V Nominal, 3 V
Minimum Magnetic Sensor ±50 MV
Sensor Supply 12 Vdc (Unregulated) at 50 mA Max
Amplitude 25 Vp-p Maximum
Frequency .01 Hz Minimum, 10 kHz Maximum
Minimum Input for Full Scale Output 2.5 Hz = 19 rpm at 8 PPR,
Lower Full Scale Range Is Available
(Consult Factory)

Output Signal:

Type 0-10 Vdc 4-20 mA
500Ω Load Maximum
Accuracy 0-10 Vdc and 4-20 mA
.1 % Linearity
Step Response Time 10 to 90% at 50 Hz Input and Above,
50ms or 30ms + 1/50 Hz Below
50 Hz Input 30ms + 1/Hz Input

Physical/Environmental:

Mounting DIN Rail Mount or Stand Alone
Operating Temperature 0°C to +60°C*
Storage Temperature. -65°C to +125°C*
Electrical Connections 11 Position DIN Rail Terminal Block
DIN Rail Endosure Rating NEMA 1

Pulser Disc:

Material Nylon[®] 12 (Standard)
Dimensions 4 inch Diameter x 1/4-inch Thick
Operating Temperature. -40°C to +60°C*
Maximum Speed Range. Consult Factory

Sensor:

Material (Sensor Body). Aluminum
Material (Mounting Bracket). Steel
Thread Size (Std. Sensor) 3/4-16 UNF
Output Type . Open Collector, Current Sinking,
20 mA Maximum
Signal Cable . 3-Conductor Shielded, 10-feet
Supplied
Maximum Cable Length. 1500 Feet
Operating Temperature. -40°C to +60°C*
Air Gap 3/8 ±1/8 Inch
NEMA Rating. 4

Optional Explosionpro

Signal Cable. 3-Conductor Shield,10-feet
Included
Housing and Cover. Cast Aluminum, C.S.A. Approved
U.L. Rated: Class I Group D;
Class II Group E, F, G; Class III

**Higher Temperature Ranges Available. Consult Factory*

Spare Parts List	Stock No.	Part No.
Pulser Disc (Nylon 12)	700-000200	255
Pulser Disc (Aluminum)	700-001500	255A
Standard Digital Sensing Head	775-000500	906
XP Digital Sensing Head	775-000600	907
SA420 Module	800-084-000	SA420
Pulser Wraps	Consult Factory	
Sensor Cable	610-000200	213-A
Male Conduit Adapter for Sensor	271-000100	259-M
NEMA 4 Endosure	285-000900	
NEMA 12 Endosure	287-001200	

Specifications Subject to Change Without Notice.

CALL TOLL FREE FOR MORE INFORMATION

ELECTRO SENSORS **Electra-Sensors: Inc.**
6111 Blue Circle Drive • Minnetonka, MN • 55343 USA

1-800-328-6170
96-800-328-6170-MEXICO
IN MINNESOTA: 612/930-0100
FAX. NO.

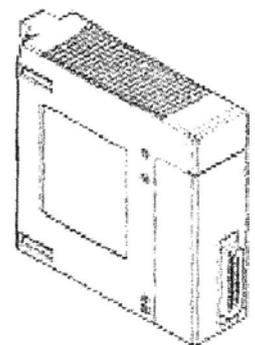
Product Overview

The Series 90-30™ Power Transducer (PTM) is an intelligent system for measuring electrical power consumption or for monitoring voltages between an electrical generator and the electrical power grid. The PTM module is not intended to provide a protective relay function or be used for energy billing purposes.

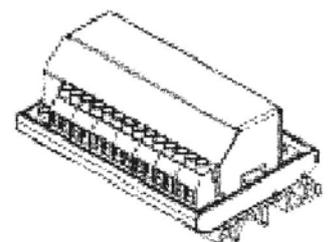
The PTM connects to users-supplied current and potential transformers, which furnish the input signals the PTM uses to calculate its data. The Processing module, which mounts in a Series 9030 PLC, transfers the data it gathers to the PLC where it can be used for a wide variety of purposes. The PTM can be used with a wye or delta type three-phase power system or with a single-phase power system.

The PTM consists of three parts, which are all included under one catalog number:

- **Processing Module** – a module that mounts in a Series 9030 Rack.
- **Interface Board** – a panel-mounted circuit board. This board interfaces between the Processing module and the input transformers (current and potential).
- **Interface cable** – connects the Processing module to the Interface board.



Processing Module



Interface Board

Features and Applications

- Uses standard, users-supplied current and potential transformers as its input devices
- Accurately measures RMS voltage and current, power, power factor, frequency, energy, and total 3-phase 15-minute power demand
- Data reporting applications

Interface Cable

™ Series 90-30 is a trademark of GE Fanuc North America

- Fault monitoring applications
- Generator control features for generator to power grid synchronizing applications
- Demand penalty cost reduction/load shedding applications
- The Processing module mounts in a standard Series 90-30 baseplate slot. The matching Interface board is DIN-rail mounted. It is compatible with standard GE Fanuc PLC programming software.
- The generic design of the PTM has one 3-phase voltage input, one 1-phase voltage input, one 3-phase current input and one single phase neutral-current input. The module digitizes these inputs and analyzes them to calculate all of the generator synchronization and power monitoring data.

PTM Product Ordering Information

The Processing module and its Interface board are considered to be a matched set and, therefore, are not sold separately. The two PTM cables, however, may be ordered as separate items. There are four catalog numbers in the PTM product line:

Table 1-1. PTM Catalog Numbers

IC693PTM100	Contains the Processing module, its matched Interface board, and the 19" (0.5 meter) interface cable
IC693PTM101	Contains the Processing module, its matched Interface board, and the 39" (1 meter) interface cable.
IC693CBL340	19" (0.5-meter) interface cable.
IC693CBL341	39" (1-meter) interface cable

Difference Between IC693PTM100 and IC693PTM101

The only difference between the IC693PTM100 and IC693PTM101 is in the length of interface cable supplied with each system. The PTM100 comes with a 19" (0.5 meter) cable, and the PTM101 comes with a 39" (1 meter) cable.

Operating Modes

The PTM operates in one of the two following modes, which are selectable by a %Q bit in the user's PLC application program:

Power Monitor Mode

In this mode, the PTM samples AC voltage and current and calculates the RMS values of these waveforms. There are several sub-modes that are selected via %Q bits in the PLC ladder logic program. These are:

1. **Single Mode.** This sub-mode has two options:

- Three single phases
 - One 3-wire single phase (120/240)
2. **3-Phase Mode.** In this sub-mode, complex power, complex energy consumption, and power factor are calculated. This sub-mode has two options:
- Wye
 - Delta.

Synchro Monitor Mode

In this mode, the PTM samples three AC voltages (produced by a generator) and one voltage from the power grid. The module then provides information on the voltages, frequencies and relative phase.

Processing Module

The PLC CPU controls the PTM Processing module by sending it several %Q bits and %AQ words during each PLC sweep. These %Q bits and %AQ words represent commands such as Enabled/Disabled, Power/Synchro Mode, Display Mode, and Gain values.

In return, the Processing module provides information to the PLC CPU by sending it several %I bits and %AI words each PLC sweep. The information sent by the Processing module includes voltage, current, power, and phase values, as well as discrete fault status.

Interface Board

The PTM Interface board has one 3-phase voltage and one 3-phase current input, one 1-phase neutral current input and one additional 1-phase voltage input. The Interface Board has 8 separate input terminals for these voltage and current inputs. Its terminal block accepts the 10AWG size wire commonly used in power utility applications. The Interface board uses a DB-25 connector and is connected to the Processing module via one of the IC693CBL340/341 shielded cables.

The Interface board translates the 0 to 5 A current transformer (CT) signals and the 120V potential transformer (PT) signals to 0 to 1 VAC signals for use by the Processing module. The Interface board is not equipped with CT shorting-bars. These must be provided separately by the user.

Data Reported to the PLC for Power & General Monitoring Purposes

Common Functions (All configurations)

- Module Status Word
- Fault Condition Reporting

Power Synchronization Functions

- Data calculation rate: 20ms @ 50hz, 16.67 ms @ 60Hz.

- Data latency of less than 5ms plus $\frac{1}{2}$ of line frequency period
- RMS voltage of phase A grid (in volts x 10)
- RMS voltage of phase A, B, and C generator (in volts x 10)
- Phase angle between phase A grid and phase A generator (in degrees x 10)
- Frequency of phase A grid and phase A generator (in Hz x 100)

Power Monitoring Functions

- Data calculation rate for monitoring functions: 20ms @ 50hz, 16.67 ms @ 60Hz
- RMS voltages of phase A, B, and C (in volts x 10)
- DC component of measured RMS voltages (in volts x 10)
- RMS currents of phase A, B, C, and Neutral (in Amperes x 1000)
- Real and reactive power reported per phase and total in Watts, Volt-Amperes-Reactive
- Real and reactive total energy consumption in Watt-Seconds and Volt-Amperes-Reactive-Seconds (updated once per second), re-settable by the user
- Total power factor
- Average real and reactive power consumption (sliding 15 minute window updated once per second)
- Line frequency (in Hz x 100)

Series 90-30 PLC Compatibility

The PTM is compatible with all Series 90-30 CPUs. The Processing module may be installed in any type of Series 90-30 baseplate (CPU, Expansion, or Remote). There are no restrictions as to the maximum number of Processing modules per PLC system, or per PLC baseplate, as long as the PLC power supply has sufficient capacity and there is sufficient %I, %Q, %AI, and %AQ memory available. However, as noted in Chapter 3, "Installation," it is beneficial to keep the Interface module power wiring physically separated from PLC signal wiring in order to reduce noise coupling; this can have a bearing on which baseplate slots to choose when mounting Processing modules.

Warning

DO NOT TOUCH the connectors or wiring after powering up the PTM system. Hazardous voltages exist, and death or injury may result.

The PTM Interface board frame ground connection must always be installed and must be installed before any other wiring is attached.

To reduce risk of electric shock, always open or disconnect all circuits connected to the PTM Interface board from the power distribution system before installing or servicing current-sensing transformers used with the the Interface board.

Specifications

Table 1-2. Specifications

Processing Module Power Requirements	
Backplane Power Consumption	5V @ 400mA max. (from 90-30 backplane)
Total Power Dissipation:	4W max.
Isolation from Backplane	1500V
Measurement Specifications	
MONITOR Mode	
1 x 3-phase voltage (PT):	
Impedance:	>200k ohms
Range:	10 -- 150 VAC RMS (120VAC nominal)
Frequency:	35-70 Hz
1 x 3-phase current (CT) and neutral current	
Impedance:	<50mΩ
Range:	0 – 7.5A RMS (5A nominal)
Frequency:	35-70 Hz
SYNCHRO Mode:	
1 x 3-phase voltage + 1 x 1-phase voltage (generator + grid)	
Impedance:	>200k ohms
Range:	10 -- 150 VAC RMS (120VAC nominal)
Frequency:	35-70 Hz
Phase:	+/- 180 ^o
1 x 3-phase current + 1 neutral current	
Impedance:	<50mΩ
Range:	0 – 7.5A RMS (5A nominal)
Frequency:	35-70 Hz

Table 1-2, Continued

Measurement Accuracy	
Voltage	0.2%
Current	0.2%
kW, kVAR, kVA	0.4%
kWH, kVARH, kVAH	0.4%
Power factor	1%
Frequency	0.05 Hz
Phase	1.0°
Resolution	14-bit A/D converter
Interface Board Input Terminal Ratings	
Current	15 Amps maximum
Voltage	150 volts maximum.
PTM Measurement Ranges	
Voltage inputs	10 to 150Vrms (120Vrms nominal)
Current inputs	0 to 7.5 Amps. rms (5A rms nominal)
Frequency	35Hz to 70Hz
Measurement Data Scaling	
All data is scaled to range from 0 to 32,767 (left justified) or in engineering units (user selected).	
Automatic Data Exchange PLC Memory Requirement	
%I	16 bits
%Q	16 bits
%AI	25 words
%AQ	2 words
Data Exchange Time Between PLC & PTM	
A complete data exchange between the PTM and PLC occurs during each PLC scan.	

Table 1-2, Continued

Operating Environment	
Enclosure Mounting	Required
Operating Temperature	0 to 55°C
Storage Temperature	-40 to 85°C
Humidity	5 to 95% non-condensing
Vibration	3.5mm, 5-9Hz: 1G @9 to 150Hz
Mechanical Shock	15 G's for 11ms
Agency Approvals and Listings	
<ul style="list-style-type: none">• CE Mark• CISPR 11• UL/CUL• ANSI C37.90A-1989	
Power Measurement Configurations	
<ul style="list-style-type: none">• 3-phase WYE• 3-phase delta• 3 independent phases• 120/240 3-wire connection	
Protection Feature	
Watchdog circuitry continuously checks that the PTM is following its normal pattern of operation.	