

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**



**SISTEMA AUTOMATIZADO DE DOSIFICACION PARA MEZCLA**  
**DE RECUBRIMIENTO DE ELECTRODOS DE SOLDADURA**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**ULISES ESPIRITU JUAN DE DIOS**

**LIMA – PERU**

**2009**

5/2009  
23506

A mis queridos padres Laureano y  
Juliana, a mis hermanos Ingrid, Betsie y  
Josef; por creer en mi y apoyarme  
siempre

## **AGRADECIMIENTOS**

Un sincero e imperecedero agradecimiento a todas aquellas personas que me ayudaron e inspiraron en el logro de este trabajo, a mi asesor, a mis amigos de siempre por su constante aliento.

## INDICE

DESCRIPTORES TEMATICOS.....	5
RESUMEN EJECUTIVO.....	6
INTRODUCCION.....	7
ANTECEDENTES.....	8
<b>CAPITULO I: DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA.....</b>	<b>12</b>
1.1 DESCRIPCION GENERAL.....	12
1.2 VISION Y MISION.....	12
1.2.1 Visión.....	12
1.2.2 Misión.....	13
1.3 DIAGNOSTICO ESTRATEGICO.....	13
1.3.1 Diagnostico Estratégico de la Empresa.....	13
1.3.2 Diagnostico Estratégico del Proceso.....	14
1.4 DIAGNOSTICO FUNCIONAL.....	15
1.4.1 Productos, Clientes y Proveedores.....	15
1.4.2 Organización de la Empresa.....	16
1.5 DESCRIPCION DEL PROCESO INICIAL.....	17
<b>CAPITULO II: MARCO TEORICO.....</b>	<b>20</b>
2.1 DEFINICIONES.....	20
2.1.1 AUTOMATIZACION.....	20
2.1.2 AUTOMATIZACION INDUSTRIAL.....	20
2.1.3 AUTOMATA.....	21
2.1.4 TIPOS DE AUTOMATIZACIÓN.....	22
2.1.4.1 Automatización Fija.....	22
2.1.4.2 Automatización Programable.....	22
2.1.4.3 Automatización Flexible.....	22
2.2 SISTEMA AUTOMATIZADO DE PESAJE.....	22
2.2.1 SENSORES.....	23
2.2.1.1 Caja Sumatoria.....	25
2.2.1.2 Otros Elementos Generadores de Señales de Entradas... 26	
2.2.2 ACTUADORES.....	26
2.2.2.1 Motor.....	26
2.2.2.2 Electroválvula.....	26
2.2.2.3 Válvulas de Control Eléctrico.....	27
2.2.2.4 Relé.....	28



2.2.3	CONTROLADOR.....	29
2.2.3.1	PLC.....	29
2.2.3.2	Controlador de Pesaje.....	30
2.2.4	PERIFERICOS.....	30
2.3	INDICADOR DE PESO.....	31
2.4	SOLDADURA.....	31
2.4.1	Soldadura por Arco Eléctrico.....	32
2.4.2	Electrodo Recubierto.....	33
	CAPITULO III: PROCESO DE TOMA DE DECISIONES.....	34
3.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	34
3.2	PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCION.....	35
3.2.1	Selección del Controlador del Proceso.....	37
3.2.2	Selección de las Válvulas.....	39
3.2.3	Selección de Relés.....	40
3.3	SELECCION DEL CONTROLADOR DEL PROCESO.....	41
3.3.1	Controlador de Pesaje RICE LAKE WS, Modelo 920i.....	42
3.3.2	Controlador de Pesaje Mettler Toledo., Modelo IND690.....	42
3.4	IMPLEMENTACION DE LA SOLUCION.....	44
3.5	EQUIPO HUMANO Y CRONOGRAMA.....	47
	CAPITULO IV: EVALUACION DE RESULTADOS.....	48
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	53
	Conclusiones.....	53
	Recomendaciones.....	54
	BIBLIOGRAFIA.....	55
	ANEXOS.....	56
	Anexo 1: Manual de Usuario del Sistema de Dosificación.....	56
	Anexo 2: Planos del Sistema de Dosificación.....	64
	Anexo 3. Especificaciones Técnicas.....	66

## **DESCRIPTORES TEMATICOS**

- Automatización
- Autómata
- Sistema Automatizado de Pesaje
- Controlador Lógico Programable o PLC
- Controlador de Pesaje
- Indicador de Peso
- Electrodo Recubierto

## **RESUMEN EJECUTIVO**

La empresa EXSA S.A. tiene centrada su perspectiva de crecimiento para los próximos años en el fortalecimiento de su posición en la exportación de sus productos; ello requiere de mejoras en los procesos productivos, para obtener productos competitivos en los mercados en los que participa.

En este marco que la empresa PESACON, quien se encarga del desarrollo de soluciones en el campo del pesaje; propone una mejora significativa en el proceso de elaboración de uno de los productos de EXSA S.A.: los electrodos de soldadura.

Los mencionados electrodos están formados por una varilla metálica y su respectivo recubrimiento, la mejora se da en el proceso de obtención de este recubrimiento, dado que ello incide directamente en la calidad del electrodo. El proceso es mejorado al implementar un sistema automatizado de dosificación de los componentes del recubrimiento, debido a que inicialmente la dosificación era un proceso manual, lento y deficiente.

No solo se obtiene una mejora considerable en los estándares de calidad, sino también en el incremento de la productividad.

## **INTRODUCCION**

Dado que el proceso de dosificación para la obtención del recubrimiento de los electrodos, era manual y requería una mejora considerable, se pensó en la automatización de este proceso como la opción más viable.

La aplicación de la automatización a los procesos productivos, requiere de un análisis previo no solo del proceso en si, sino también de la empresa, para saber si es la mejor solución a sus requerimientos. Una vez que se este convencido de los beneficios que traerá la automatización se procederá con el análisis que derive en la obtención de la mejor solución.

Por lo tanto en el presente trabajo se analizaran: las necesidades de la empresa, el proceso que se desea mejorar y el producto que se obtenía en este, el marco teórico de automatización y sistemas de pesaje, y las tecnologías que lo hacen posible; con el fin de definir el sistema mas adecuado para el logro de la mejora requerida.

## **ANTECEDENTES**

La empresa EXSA S.A. es una empresa líder en los mercados de explosivos y soldaduras. Dado que la línea de soldaduras ha sido la última en implementarse, hace unos años los cambios y mejoras en los procesos aun no cubrían los requerimientos para la elaboración de los electrodos de soldadura, los cuales son los principales productos de la línea de soldadura. Por lo tanto en el año 1995 se implementa una línea completa de producción de electrodos para soldadura (Ver Fig. 1) ante el incremento de la demanda y la calidad; parte de este sistema es el dosificado de componentes para la obtención de una mezcla para el recubrimiento de los electrodos, dado que inicialmente no se contaba con muchos tipos de electrodos, un proceso manual para la obtención del recubrimiento es suficiente; pero luego se incrementa la variedad de electrodos y por ende se requiere muchos más tipos de recubrimientos, ante ello el sistema de dosificación manual se vuelve un proceso lento y con mucho margen de error, lo cual no favorece ni a la calidad, ni a la productividad. El resto de pasos en el sistema de fabricación de los electrodos esta automatizado; solamente se tiene un proceso controlado de forma manual: el dosificado de los componentes para la obtención de la mezcla de recubrimiento (Ver Fig. 2).

En el proceso de dosificación manual se añaden cada uno de los componentes que conforman el recubrimiento de forma manual, dependiendo del tipo de recubrimiento que se desee obtener, para ello previamente se pesa cada componente o en algunos casos se utilizan pesos aproximados, todos los componentes se añaden en un tanque donde son mezclados, para dar paso a la obtención del recubrimiento. Además en el

tanque de mezcla hay un agitador movido por un motor eléctrico, el cual también era accionado de forma manual, para homogeneizar la mezcla.

Dado que la mezcla para recubrimiento de los electrodos, tiene varios componentes cuya cantidad en la mezcla varia dependiendo de la formula o tipo de recubrimiento, se requiere automatizar el proceso de tal forma que primero se introduzca la formula y en función a esta se realice el control de dosificado, basándose en la variable peso de cada componente.

Es así que se implementa el sistema automatizado de dosificación para obtención del recubrimiento, lo que conlleva a las mejoras requeridas para el sistema, es decir, se reducen considerablemente los errores en la cantidad de cada componente, lo cual conlleva a una mejor calidad de cada tipo de recubrimiento.

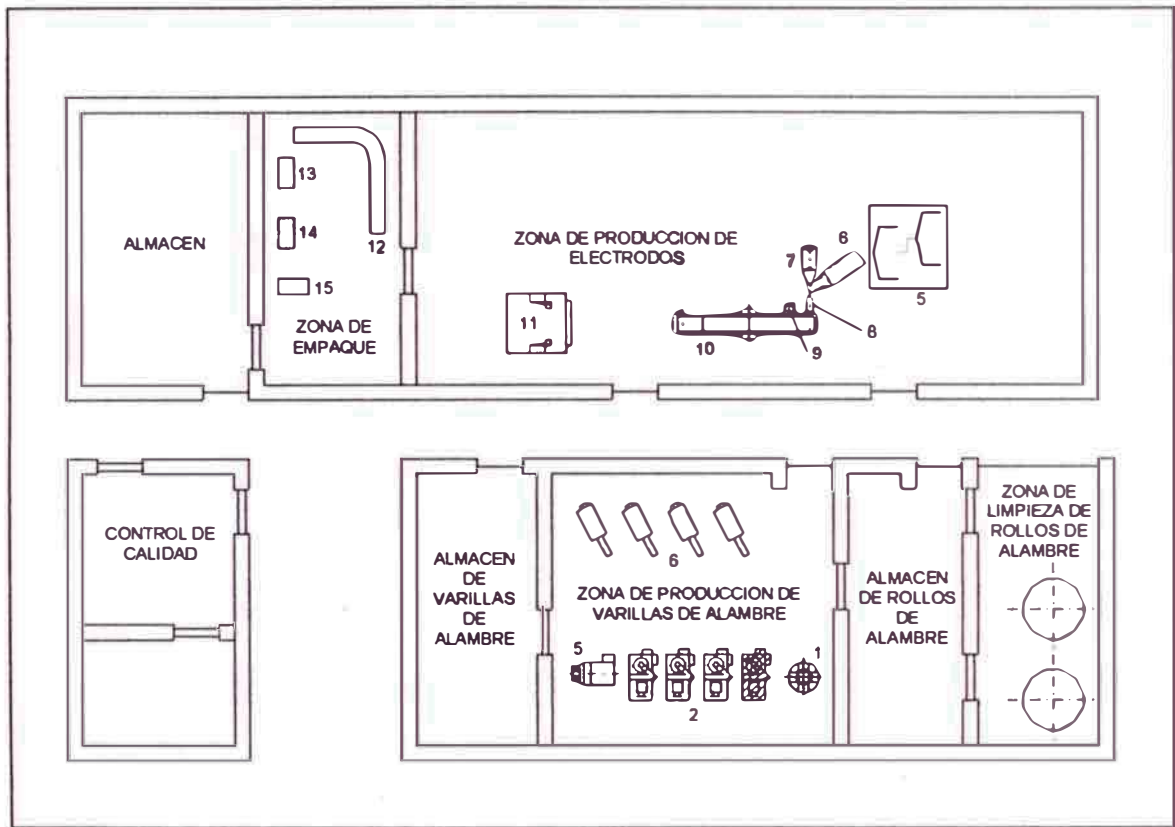


Fig. 1 Distribución de planta de producción de electrodos

1. Plataforma de alimentación de rollos de alambre
2. Máquina de estirado de alambres.
3. Máquina bobinadora.
4. Máquina de enderezado y corte de alambres.
5. Sistema de dosificación de recubrimiento.
6. Estrujador de recubrimiento (máquina recubridora)
7. Alimentador de alambres.
8. Transportador.
9. Examinador excéntrico.
10. Transportador de cepillos.
11. Horno de secado.
12. Máquina atadora.
13. Máquina engrapadora.
14. Máquina de sellado plástico.
15. Transportador de rodillos.

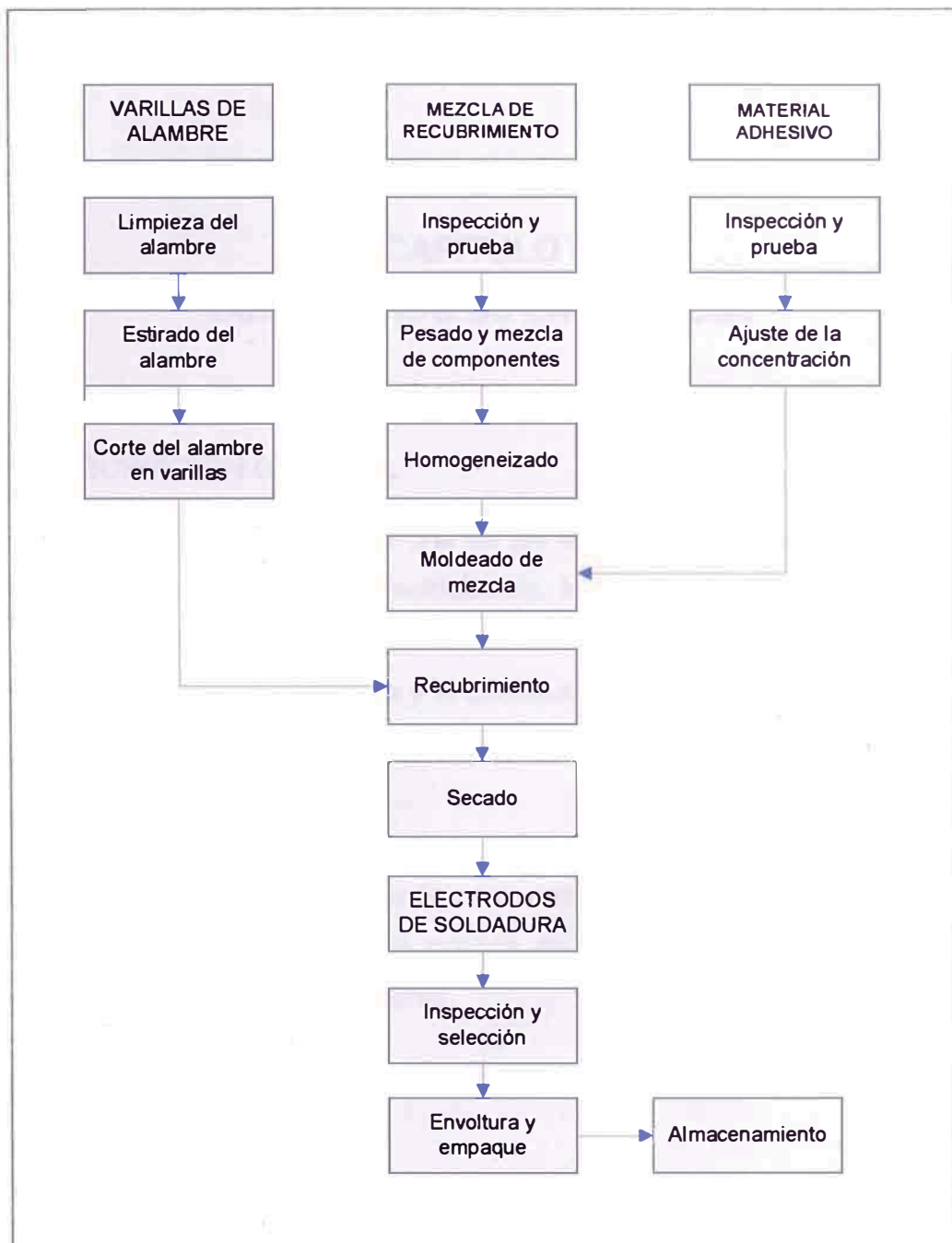


Fig. 2 Proceso de elaboración de electrodos



# **CAPITULO I**

## **DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA**

### **1.1 DESCRIPCION GENERAL**

La empresa EXSA S.A. es una de las empresas líderes en el mercado peruano de explosivos y soldaduras. Inicio sus operaciones en 1954 bajo el nombre de Explosivos S.A. con el objetivo de fabricar explosivos industriales para la minería y la construcción, para posteriormente en el año 1960 ingresar al negocio de las soldaduras.

Su desarrollo se ha basado en la calidad de sus productos, respaldados por un permanente servicio de post-venta y asistencia técnica, todo ello enmarcado dentro de una política de seguridad, mejora continua y protección del medio ambiente.

### **1.2 VISION Y MISION**

#### **1.2.1 VISION**

Ser una empresa reconocida por su excelencia en los negocios en los que participe.

## 1.2.2 MISION

Brindar a sus clientes soluciones integrales a sus necesidades de voladura, soldadura y negocios relacionados, cumpliendo con los más exigentes estándares de seguridad, calidad y cuidado del medio ambiente.

## 1.3 DIAGNOSTICO ESTRATEGICO

A continuación obtendremos, a través del análisis FODA, el diagnostico tanto de la empresa, como del proceso en estudio (elaboración de recubrimiento para electrodos de soldadura).

### 1.3.1 DIAGNOSTICO ESTRATEGICO DE LA EMPRESA

Se pudo identificar lo siguiente:

<b>FORTALEZAS</b>	Cuenta con los recursos adecuados para la mejora continua de sus procesos.
	Ser una empresa líder en el medio en los rubros que participa.
<b>DEBILIDADES</b>	Lenta renovación tecnológica en sus procesos productivos.
	Inadecuada reacción frente a las innovaciones de los competidores.
<b>OPORTUNIDADES</b>	Posibilidades de incrementar sus ventas
	Acuerdos estratégicos, que le den mayor presencia en mercados internacionales.
<b>AMENAZAS</b>	Incremento de competidores.
	Productos de la competencia con precios menores.

*Para nuestro caso luego del análisis FODA de la empresa y acorde con su misión y visión; se debería optar por la innovación tecnológica en los procesos que lo requieran con el fin de lograr no solo la mejora de la calidad de sus productos sino también una optimización de sus actuales procesos.*

### 1.3.2 DIAGNOSTICO ESTRATEGICO DEL PROCESO

En el análisis del proceso de producción del recubrimiento para electrodos, se pudo identificar lo siguiente:

<b>FORTALEZAS</b>	Se cuenta con recursos para la mejora de procesos.
	Se conocen todas las operaciones del proceso al detalle.
<b>DEBILIDADES</b>	Proceso lento y con errores considerables en las diferentes operaciones.
	No existe estandarización de calidad entre los diferentes lotes de producción.
<b>OPORTUNIDADES</b>	Uso de la automatización para la mejora de procesos.
	Incrementar los niveles de producción y calidad.
<b>AMENAZAS</b>	No poder abastecer la demanda creciente.
	No lograr los estándares de calidad requeridos

*Según el análisis FODA del proceso de dosificación para obtención del recubrimiento para electrodos, se concluye que el proceso debe ser automatizado, ya que hay deficiencia en la calidad y nivel de producción, con el proceso manual; pudiendo la automatización mejorar ese panorama.*

## **1.4 DIAGNOSTICO FUNCIONAL**

### **1.4.1 PRODUCTOS, CLIENTES Y PROVEEDORES**

Los productos que brinda EXSA S.A. son:

#### **DIVISION EXPLOSIVOS**

- Dinamitas
- Emulsiones Encartuchadas
- ANFO
- Emulsión a Granel
- Accesorios de Voladura
- Nitrato de Amonio

#### **DIVISION SOLDADURAS**

- Convencionales
- Especiales
- Autógenas
- Automáticas
- Máquinas y Accesorios

Asimismo cabe mencionar que de estos EXSA S.A. elabora en sus instalaciones:

#### **Productos de la División Explosivos**

- Accesorios de voladura
- Dinamitas y otros explosivos encartuchados
- Emulsiones a granel y otros agentes de voladura

#### **Productos de la División Soldaduras**

- Electrodos revestidos para soldadura
- Alambres y otros consumibles para soldadura

Los clientes de EXSA S.A. en el ámbito nacional son las empresas del sector productivo de nuestro país. Asimismo exporta sus productos a distintos países del mundo.

Para la elaboración de productos tienen proveedores de materia prima e insumos, tanto nacionales como extranjeros. Asimismo tiene proveedores de productos terminados, como es el caso de OERLIKON para la línea de soldaduras.

#### **1.4.2 ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA**

Debido a que cuenta con dos divisiones cada una de estas cuenta con las siguientes áreas funcionales:

- Gerencia General.
- Producción.
- Administración y Finanzas.
- Comercialización.

Las áreas funcionales comunes a las dos divisiones son:

- Recursos Humanos
- Seguridad, Calidad y Medio Ambiente

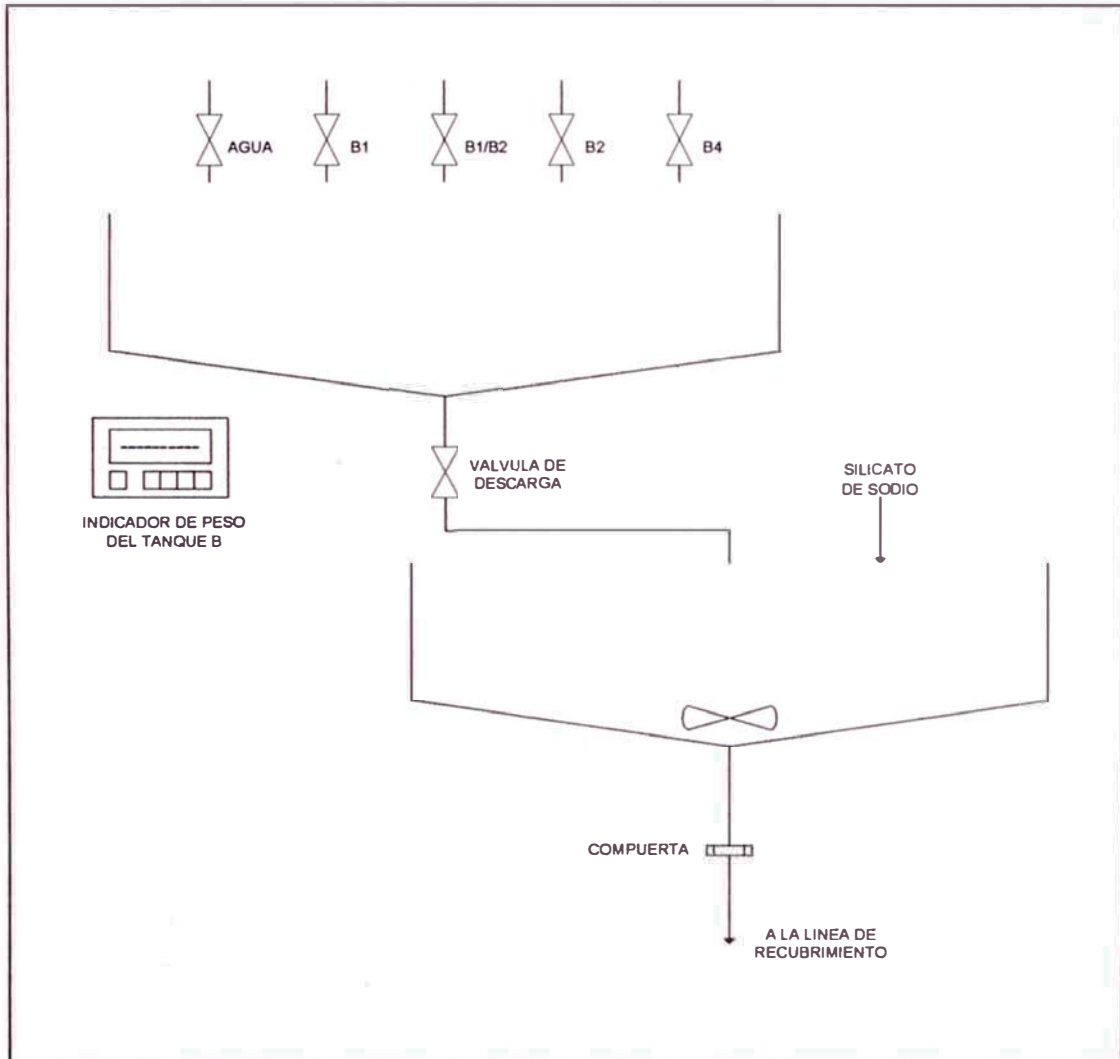
## 1.5 DESCRIPCION DEL PROCESO INICIAL (MANUAL)

Para la elaboración de los electrodos recubiertos, se emplean varillas de alambre las cual están cubiertas por un recubrimiento especial que le brinda características específicas. Este recubrimiento es una mezcla de varios componentes que están presentes en una cantidad definida por la formula dada para el tipo de recubrimiento a producir.

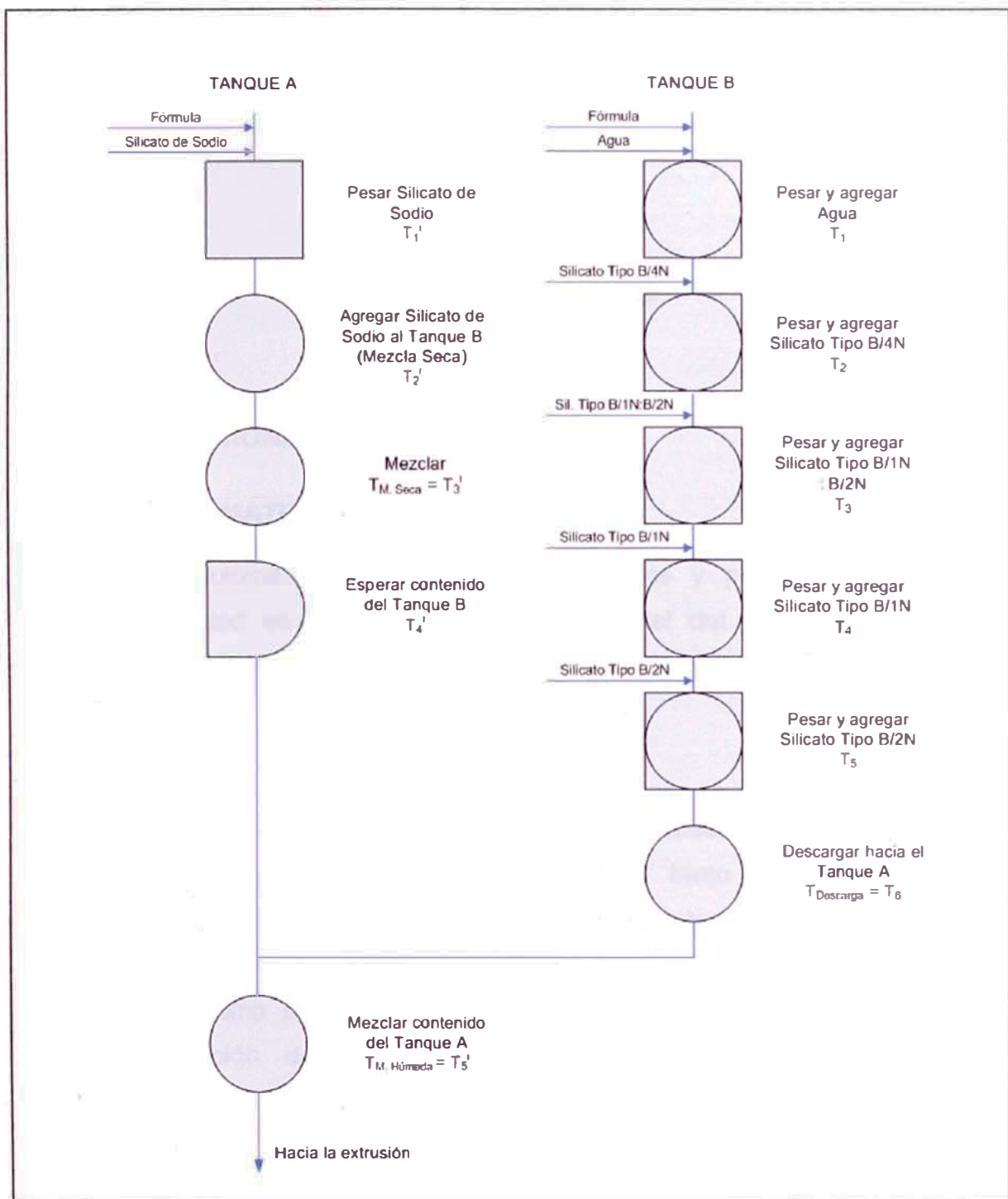
La elaboración de esta mezcla en EXSA se daba de la siguiente forma:

- En un tanque A se agregaba silicato de sodio, componente aglomerante, el cual había sido previamente pesado; el contenido tomaba el nombre de “Mezcla Seca”, un motor era accionado para homogeneizar el contenido por un tiempo definido.
- En un tanque B, del cual se podía saber el peso total del tanque, ya que tenia instalado un sistema de pesaje (formado por 04 celdas de carga de tipo S, de las cuales se encontraba suspendido el tanque, sus señales llegaban a una caja suma y luego a un indicador electrónico de peso), se añadían agua y dos o mas tipos de silicatos según el peso requerido, para ello se ingresaban uno a uno los componentes a través de tuberías reguladas con válvulas mecánicas que se cerraban por un operario cuando se tenia el peso aproximado, el peso de cada componente dependía de la formula requerida. La capacidad máxima del tanque B era de 300 Kg.
- Luego el contenido del tanque B pasaba al tanque A, a través de una válvula de descarga; la mezcla total tomaba el nombre de “Mezcla Húmeda”; luego se accionaba manualmente un motor para homogeneizar la mezcla total por un tiempo determinado según el tipo de recubrimiento que se requería (Ver Diagramas 1 y 2). Luego ya se tenía la mezcla para recubrimiento lista, pudiendo así ser descargada por una compuerta accionada manualmente hacia la etapa de extrusión.

Tan solo se tenía un sistema de pesaje en el tanque B, pues aquí se pesaban los componentes críticos para la obtención del recubrimiento.



**Diagrama 1: Proceso inicial de dosificación para obtención de mezcla para recubrimiento de electrodos (Proceso manual)**



**Diagrama 2: Diagrama de Operaciones del proceso inicial de dosificación para obtención de mezcla para recubrimiento de electrodos (Proceso Manual)**



## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1 DEFINICIONES**

##### **2.1.1 AUTOMATIZACION**

La automatización trata de los métodos y procedimientos cuya finalidad es la sustitución parcial o total del ser humano en la ejecución de una tarea física o mental previamente programada.

##### **2.1.2 AUTOMATIZACION INDUSTRIAL**

Es la aplicación de la automatización a procesos industriales. Por lo tanto requiere del uso de sistemas tanto mecánicos, como electrónicos para el control y la ejecución de tareas en la industria. La ejecución automatizada de tareas exige se logre un flujo de trabajo autónomo programado previamente. Los entes encargados de la ejecución de un proceso automatizado son los denominados autómatas.

Además la automatización industrial implica no solo el control sino también el procesado automático de la información de los procesos industriales.

### 2.1.3 AUTOMATA

Un autómata es un sistema artificial que puede seguir de forma autónoma las instrucciones de un programa. Basándose en el programa, el sistema toma decisiones que se apoyan en la información de los estados del sistema (entradas) y que originan ciertas órdenes o acciones (salidas). Las señales de entrada se obtienen a través de los denominados "sensores"; las señales de salida llegan a los "actuadores" que no son otra cosa que los elementos que realizan los trabajos o acciones requeridos para el autómata; el ente o dispositivo que realice la labor de controlar el sistema será el controlador. Además existen elementos secundarios para el adecuado funcionamiento de un autómata, como son las interfases de comunicación entre los sensores y actuadores con el controlador del autómata; entre otros (Ver Fig. 3).

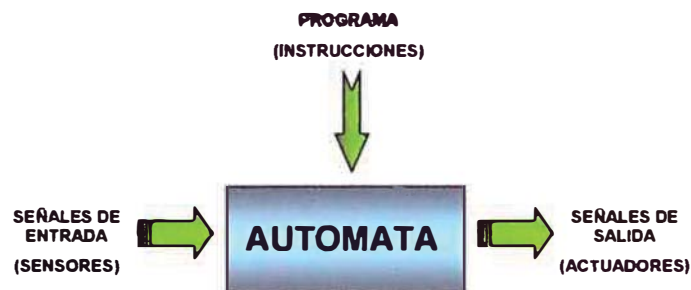


Fig. 3 Autómata

Un autómata se caracteriza por la existencia de al menos una bifurcación, es decir, de una decisión lógica ejecutada con medios técnicos, en un programa de tareas con distintas posibilidades de trayectoria, otras características son:

- Funcionamiento de modo independiente.
- Se hacen cargo de la regulación y el control del proceso.

## **2.1.4 TIPOS DE AUTOMATIZACION**

- Para automatizar un proceso industrial dos puntos muy importantes a considerar son el volumen de producción y la variedad de productos que se requieren; es así que se puede hablar de tres tipos de automatización: Fija, programable y flexible

### **2.1.4.1 Automatización Fija**

Este tipo de automatización se da cuando la variación entre producto y producto es mínima o nula, y cuando se tienen altos niveles de producción.

### **2.1.4.2 Automatización Programable**

El sistema automatizado se diseña de acuerdo con la capacidad de cambio del producto, por lo tanto hay varios tipos de productos; mas los niveles de producción son mucho menores al anterior. La secuencia de operaciones es susceptible de cambio, al variar el programa de control. Hay tiempos de parada, cuando el sistema se reconfigura para un producto diferente.

### **2.1.4.3 Automatización Flexible**

Es una extensión de la anterior, con esta es posible producir una gran variedad de productos sin perder tiempo de intercambio entre un producto y otro. Al no haber tiempos muertos el volumen de producción se incrementa.

## **2.2 SISTEMA AUTOMATIZADO DE PESAJE**

Un sistema de pesaje tiene por finalidad la obtención de la variable peso, un ejemplo de este es una balanza.

En el caso de un sistema automatizado de pesaje, se realizara el control y la ejecución de un proceso, teniendo como variable principal

para el control de un proceso al peso. Estamos hablando de automatizar basándonos en el peso, por lo tanto hablaremos de un autómeta, con los componentes que lo conforman, como son: Sensores, actuadores, controlador, etc.

A continuación mencionaremos los componentes principales de un sistema automatizado de pesaje:

### 2.2.1 SENSORES

En el caso de los sistemas de pesaje el sensor o sensores más importantes son las **celdas de carga**, la cual es un transductor mecánico-eléctrico que genera una señal eléctrica que depende de la deformación generada por el objeto cuyo peso incide directamente en el cuerpo de la misma.

Existen varios tipos de celdas de carga para diferentes aplicaciones en la industria, entre ellos tenemos:

- **Celda de Punto Único (Single Point):** Se utiliza en estructuras diseñadas de tal forma que el peso tanto de la estructura de apoyo, como del cuerpo a pesar, inciden en un solo punto. Se utiliza para áreas de pesaje pequeñas que pueden ir de 30 x 30 cm hasta 80 x 80 cm y para pesos no mayores a 500 Kg, pueden ser elaboradas de distintos materiales metálicos (Ver Fig. 4).

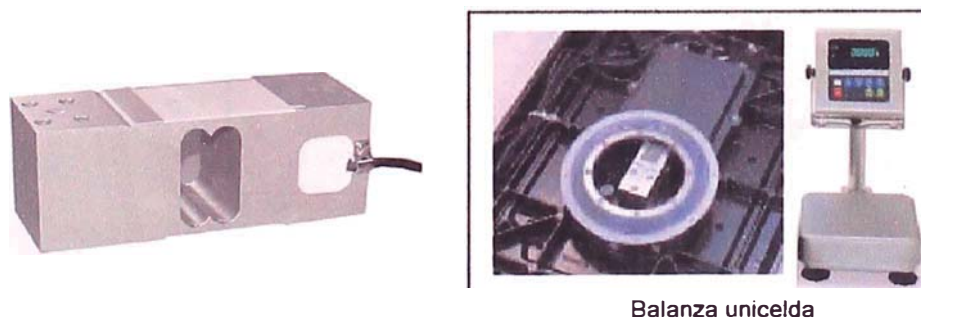
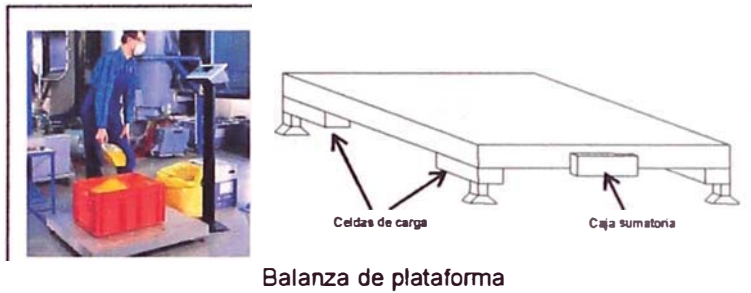


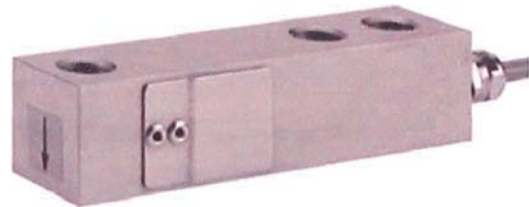
Fig.4 Celda de Carga Tipo Single Point y su aplicación

- Celda de Carga Tipo Shear Beam: Para estructuras apoyadas en dos o más puntos, el peso total se distribuye entre estos. Se usan para áreas que van desde 1 x 1 m hasta 5 x 5 m y pesos de hasta más de 10 TN (Ver Fig. 5).



Balanza de plataforma

Fig.5 Celda de Carga Tipo Shear Beam y su aplicación



- Celda de Carga Tipo S: Se utilizan para sistemas de pesaje colgantes, como es el caso de las tanques o silos, dependiendo de la estructura a pesar se utilizan de dos a más de estas celdas. Para pesos de más de 20 TN (Ver Fig. 6).

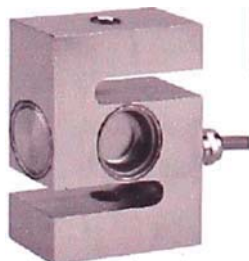
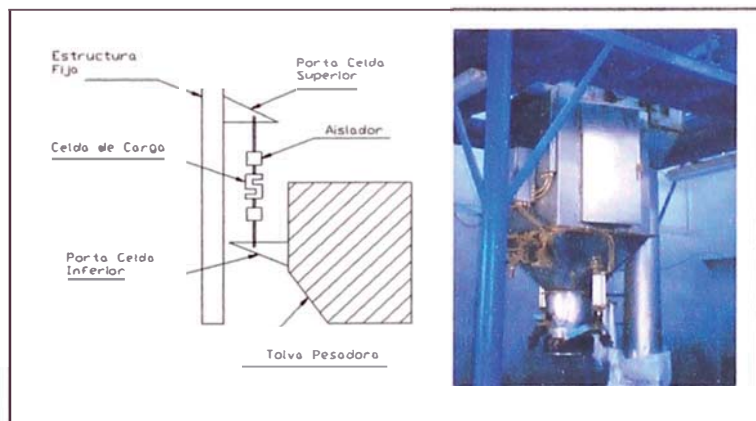


Fig.6 Celda de Carga Tipo S y su aplicación

- Celda de Carga Tipo Canister (Compresión): Se aplica para sistemas de pesaje de compresión de alto tonelaje. Se emplean de dos a más celdas. Para pesos mayores de hasta más de 80 TN (Ver Fig.7).



Fig.7 Celda de Carga Tipo Canister y su aplicación

### 2.2.1.1 CAJA SUMATORIA

Si un sistema de pesaje esta formado por más de dos celdas de carga, se requiere un componente denominado caja sumatoria para recoger las señales de todas las celdas de carga, promediarlas y emitir una única señal como dato de la variable peso hacia el controlador del sistema. Dependiendo de la cantidad de celdas que puede operar, se dice que es de 2, 4, 6, etc. canales (Ver Fig. 8).

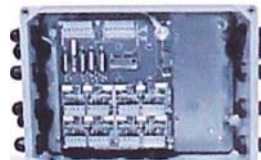


Fig.8 Caja sumatoria de 8 canales

### **2.2.1.2 OTROS ELEMENTOS GENERADORES DE SEÑALES DE ENTRADAS**

Además de las celdas de carga, otros elementos que generen las señales de entrada en un sistema de pesaje pueden ser:

- Selectores, pulsadores de tipo eléctricos.
- Sensores de proximidad.
- Otros.

### **2.2.2 ACTUADORES**

Para la ejecución del control del sistema el controlador opera sobre unos elementos denominados actuadores quienes ejecutan acciones en base a las entradas y el programa que se maneja, para el caso de los sistemas de pesaje algunos de los actuadores más comunes son:

#### **2.2.2.1 MOTOR**

Es un componente el cual ofrece un movimiento rotativo o de pivote, dependiendo de su diseño (Ver Fig. 9).



Fig. 9 Motor a 220 Vac.

#### **2.2.2.2 ELECTROVALVULA**

Es un componente electromecánico, el cual opera cuando se energiza una bobina, por una señal eléctrica, este genera un campo magnético el cual acciona un pasador interno que permite la apertura, cierre o direccionado del paso de un fluido como el aire, según el diseño de la electroválvula (Ver Fig. 10).

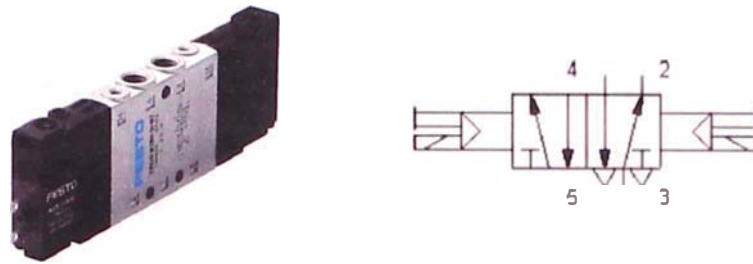


Fig. 10 Electroválvula de 5/2 vías, y su simbología respectiva

### 2.2.2.3 VALVULAS DE CONTROL ELECTRICO

Permiten controlar el flujo de algún fluido al abrirse, total o parcialmente, o cerrarse. Un ejemplo de estas es la válvulas de 03 posiciones la cual controla el flujo bajo 02 puntos de referencia para lograr una mayor precisión, el principio de accionamiento es el siguiente:

- Al inicio la apertura de la válvula es completa.
- Con el primer punto de corte, se cierra la válvula, en cierto porcentaje.
- Y el segundo punto de corte permite el cierre total de la válvula.

Para el accionamiento de la válvula de 03 posiciones se necesitan dos electroválvulas.



Fig. 11 Válvula de 03 posiciones.



#### 2.2.2.4 RELE

Al ser alimentado por un voltaje de entrada ya sea DC o AC, se energiza y hace que en su extremo se cierre un contacto para el paso de voltaje, hacia el elemento conectado a este contacto, por ejemplo un actuador. La gran ventaja de los relés es la completa separación eléctrica entre la corriente de accionamiento y los circuitos controlados por los contactos, lo que hace que se puedan manejar altos voltajes o elevadas potencias con pequeñas tensiones de control (Ver Fig. 12).

Existen gran variedad de relés, los más empleados en sistemas de pesaje son los que se muestran en el siguiente cuadro:

TIPO	PRINCIPIO	DURABILIDAD
<b>RELE CONVENCIONAL (Electromecánico)</b>	Estos relés tienen el principio de accionamiento por campo magnético, el cual es generado por el voltaje de excitación, cerrando el contacto o los contactos de este.	Permite desde 100000 repeticiones hasta 500000 repeticiones. Estos relés son bastante comerciales y de costo relativamente bajo.
<b>RELE DE ESTADO SOLIDO (Electrónico)</b>	El accionamiento del contacto se da a través de un circuito electrónico especial que permite la continuidad hacia la salida de este tipo de relé.	Por el principio permite hasta 5 millones de repeticiones. Estos relés no son muy comerciales y su costo es mayor al anterior.

Tabla 1. Cuadro comparativo de Relés  
Elaboración propia, Octubre 2008



Fig. 12 Tipos de relés, convencional (izquierda) y de estado sólido (derecha)

### 2.2.3 CONTROLADOR

Es el elemento encargado de recibir la información de los sensores y procesarla en base a las instrucciones o programa de funcionamiento del autómeta, para la obtención de las señales de salida hacia los actuadores. Existen varios tipos de controladores empleados en los sistemas de pesaje, los podemos agrupar en dos clases:

PLC (Controlador Lógico Programable)  
Controlador de Pesaje

#### 2.2.3.1 PLC

El PLC o Controlador Lógico Programable realiza el control de un sistema automatizado en base a una secuencia almacenada en memoria, de instrucciones lógicas. Se distingue de otros controladores automáticos en que puede ser programado para controlar cualquier tipo de máquina, en donde existan una o más variables; como peso, temperatura, etc. Las instrucciones almacenadas en memoria permiten realizar modificaciones así como su monitoreo externo.

Hace unos años un sistema de pesaje controlado por PLC tenía como mayor desventaja el no poder lograr altas precisiones en el pesaje, hoy en día este panorama ha cambiado ya que se ha integrado a los PLC's convencionales, módulos específicamente diseñados para el control de peso denominados "Módulos de Pesaje". Con ello los sistemas controlados por PLC han logrado alcanzar mayor exactitud en el control de peso (Ver Fig. 13).

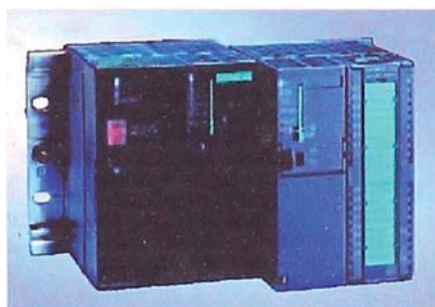


Fig. 13 PLC Siemens modelo S7 300, con modulo SIWAREX FTA, para control de sistemas de pesaje

### 2.2.3.2 CONTROLADOR DE PESAJE

Realiza el control de la misma forma que lo hace un PLC, la gran diferencia radica en que este tipo de controlador esta especialmente diseñado para trabajar con sistemas que tienen como variable principal el peso. Por lo tanto orienta todo su potencial a lograr una mayor eficiencia en el control del pesaje, incidiendo en la precisión del pesaje. Para brindar facilidad de operación ya incluye tiene una interfase hombre maquina, para la supervisión y manipulación de parámetros (Ver Fig. 14).

Fig. 14 Controlador de pesaje  
RICE LAKE WS, modelo 920i



### 2.2.4 PERIFERICOS

Los periféricos son elementos electrónicos, que se conectan al sistema automatizado, a través del controlador, con el fin de brindarle ventajas operativas. Un ejemplo de periférico es una impresora que permite la emisión de reportes de los datos de mayor relevancia para el proceso; otro ejemplo de periférico es una PC, la cual puede ser empleada para almacenar la información generada por el proceso (Ver Fig. 15).



Fig. 15 Controlador de pesaje y  
periféricos (impresora, lector de  
código de barras)

### 2.3 INDICADOR DE PESO

Cuando un sistema de pesaje tan solo obtiene el valor de la variable peso de un proceso, pero no incide sobre el funcionamiento del proceso, el elemento encargado de obtener el dato de peso es el indicador de peso, que es un dispositivo electrónico que convierte la señal obtenida de las celdas de carga en el dato de peso, para ser mostrado al usuario (Ver Fig. 16).



Fig. 16 Indicador de peso Sartorius modelo Midrics

### 2.4 SOLDADURA

Se denomina soldadura al proceso en el cual se realiza la unión de dos materiales, generalmente metales, lo más común es que se obtenga a través de fusión. En la soldadura por fusión se emplea calor para fundir los extremos de la piezas, pudiendo haber o no material de relleno o aporte; cuando enfrían, las partes soldadas solidifican logrando la unión permanente (Ver Fig. 17).



Fig. 17 Soldadura por arco eléctrico

### 2.4.1 SOLDADURA POR ARCO ELECTRICO

Es un tipo de soldadura por fusión, el calor para fundir el metal se genera por un arco eléctrico, cuyo circuito se puede ver en la Fig.18, que consiste de una fuente de poder, un cable de "tierra" que se conecta a la pieza de trabajo, y un cable "vivo" que se conecta al portaelectrodo, y a su vez este al electrodo. El arco se forma entre el metal base y un electrodo que se desplaza en forma manual o automática a lo largo de la zona a ser unida.

El electrodo puede ser una varilla de carbono o tungsteno, en cuyo caso su única función es conducir la corriente y mantener el arco eléctrico entre su punta y la pieza de trabajo. Otro tipo son los electrodos metálicos, que además se funden para proveer metal de relleno a la unión. En la mayoría de los procesos de soldadura se utiliza el segundo tipo de electrodos, pudiendo contar estos con recubrimiento.

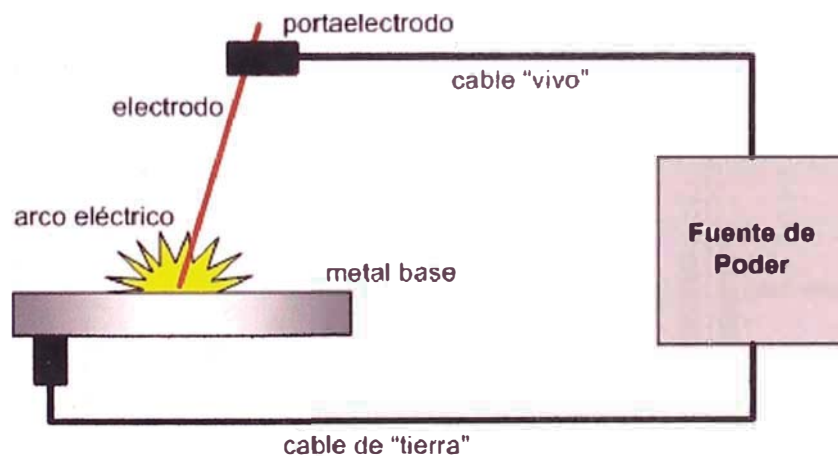


Fig. 18 Circuito de soldadura por arco eléctrico

## 2.4.2 ELECTRODO RECUBIERTO

En la unión de metales por un arco eléctrico se generan altas temperaturas, en estas condiciones los metales son sumamente reactivos químicamente con los principales constituyentes del aire (oxígeno y nitrógeno). Si el metal líquido en la zona de unión entrara en contacto con estos, se formarían óxidos y nitratos, los cuales al solidificarse disminuirían la resistencia mecánica y la tenacidad de la unión. Por esta razón, en los procesos de soldadura con arco se debe contar con un mecanismo de protección para el arco y la zona de unión, por medio de un gas protector o recubrimientos adecuados. A esto se le llama soldadura con arco protegido. La protección del arco puede lograrse por medio de varias técnicas, una de ellas es utilizar electrodos recubiertos (Ver Fig.19), los cuales son los electrodos metálicos a los cuales se les ha recubierto con una mezcla especial, este recubrimiento al fundirse provee una atmósfera de gas inerte, vapor, o escoria que evita o minimiza el contacto del metal fundido o caliente con el medio ambiente.

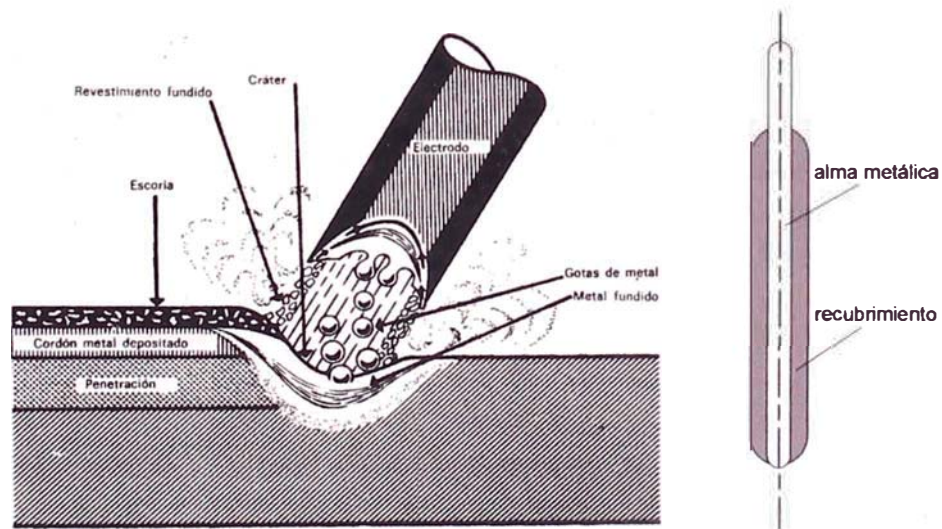


Fig. 19 Soldadura por arco eléctrico con electrodo recubierto (izq.) y sección de electrodo recubierto (der.)



## CAPITULO III

### PROCESO DE TOMA DE DECISIONES

#### 3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El proceso se ejecutaba en su totalidad de forma manual (adición, pesaje de componentes y control de actuadores), por dos operarios con los siguientes tiempos:

Tiempo total en el Tanque A (operario 01):

$$\{(T_1' + T_2' + T_3') + T_4'\} + T_5' = \{\alpha + T_4'\} + T_5'$$

Tiempo total en el Tanque B (operario 02):

$$(T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6) = \beta$$

Dado que  $\beta$  es igual que  $(\alpha + T_4')$  para todos los tipos de recubrimiento y al darse los procesos de forma paralela (ya que cada tanque estaba controlado por un operario), y siendo  $T_5'$  un tiempo que se da luego de del tiempo  $\beta$ , el tiempo total del proceso sería (Ver Diagrama 2):

$$\beta + T_5' = (T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6) + T_5'$$

Ante esta situación, en este sistema se presentaban las siguientes deficiencias:

- El proceso de elaboración era lento.
- Había diferencia entre lotes producidos, para un mismo tipo de formula, lo cual influía en la calidad del recubrimiento de los electrodos. Esto se debía a la cantidad de formulas que se trabajaban y en lo inexacto que era realizar la mezcla de forma manual.

- Por más que se tenía un sistema electrónico de pesaje no había un adecuado control de los componentes, dado que la alimentación de estos era manual.
- Dado que el tiempo de Mezcla Húmeda ( $T_5^1$ ) en el tanque A es el más largo del proceso no se podía utilizar este tanque hasta terminar, por lo tanto había un tiempo ocioso en el tanque B; lo que podía permitir aprovechar este tiempo para disminuir aun más el tiempo total del proceso. Lo cual no se hacía para evitar errores (Ver Diagrama 6).

Para la mejora de este proceso se requería:

- Uniformizar la producción de las diferentes mezclas por fórmulas.
- Reducir los errores en las cantidades de componentes de la formulación.
- Reducir el tiempo de producción del recubrimiento.

### **3.2 PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCION**

Para la mejora del proceso de elaboración del recubrimiento, se requería un sistema que permitiera reducir los tiempos de producción y la calidad del producto, por lo cual se optó por implementar un sistema automatizado, dados los niveles de producción, el cual debería controlar la cantidad de cada componente, con la mayor precisión posible, además se debía controlar los tiempos de mezcla. Al realizar un análisis de la importancia de cada componente en la mezcla se decidió no involucrar el pesaje del silicato de sodio en la automatización del sistema, ya que al ser un elemento aglomerante no era crítico su control.

Otra consideración a tomar en cuenta era aprovechar las instalaciones existentes para ahorrar costos. Por lo tanto se usó el sistema de pesaje instalado en el tanque B, como parte de la solución de mejora.



La solución que se proponía era utilizar un controlador que trabajara el control de la cantidad de los componentes y de los tiempos de mezclado. Para lo cual era necesario desarrollar un programa principal de formulación, el cual variaría la cantidad de componentes según la fórmula introducida, una vez ingresada la fórmula se iniciaría el proceso de añadir los componentes en el tanque B, a través de la apertura y cierre de válvulas, la cantidad sería medida por el peso requerido, apenas se obtuviese lo necesario se cerraría la válvula respectiva; luego de tener lo requerido se descargaría, en un lapso de tiempo definido (Tiempo de Descarga) el contenido del tanque B hacia el tanque A, en este último ya se habría añadido previamente de forma manual el silicato de sodio (Mezcla Seca) y homogeneizado con ayuda de un motor por un tiempo definido (Tiempo de Mezcla Seca).

Con todos los componentes en el tanque A se tendría la "Mezcla Húmeda", la cual sería homogeneizada por el accionamiento de un motor en un tiempo prefijado (Tiempo de Mezcla Húmeda). Finalmente el producto sería descargado hacia la etapa de extrusión para recubrir la varilla de alambre.

El programa principal de formulación debería instalarse en una PC, por la cantidad de fórmulas a manejar (alrededor de 900), además se requería área adicional para los reportes de lote producción emitidos por el sistema; además toda modificación de la formulación solo se manejaría desde la PC, el controlador estaría conectado a esta para la actualización constante de las fórmulas. La PC se encontrará a unos 100 m del sistema de pesaje, por lo tanto el controlador requería de comunicación vía Ethernet (ya que este tipo de comunicación soporta la distancia indicada).

Dado que ya se tiene un sistema de pesaje el cual generara la señal de entrada principal para el control del proceso, a través de las celdas de carga, la labor se centrara en la elección de:

- Controlador del proceso
- Válvulas (para el control de la alimentación de los componentes)
- Relés (para el accionamiento tanto de las válvulas como del motor)
- Periféricos

### 3.2.1 SELECCION DEL CONTROLADOR DEL PROCESO

Para la seleccionar el controlador más adecuado, se deberán tener en cuenta las siguientes características:

- **Facilidad de operación;** no solo para el proceso, sino también de las modificaciones a realizar en la formulación.
- **Velocidad de procesamiento;** que asegure la confiabilidad y rapidez del proceso de control.
- **Estabilidad;** para tener información confiable de la variable peso.
- **Precisión;** para trabajar con el mínimo error en las lecturas de peso, logrando así un proceso más eficiente.
- **Flexibilidad;** que me permita realizar cambios y mejoras de forma fácil, de ser necesario.
- **Conectividad;** con diversos periféricos y en el futuro con otros sistemas de control similares.
- **Costo;** costo menor no solo en lo que al equipo se refiere, sino también en futuras expansiones, capacitación del personal en su uso, modificaciones en el programa de control.

En base a estas características se analizaran a continuación dos opciones:

#### **Opción 1: CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE – PLC**

Los PLC's, son los controladores más empleados para la automatización de procesos industriales, pueden operar sobre una

gran variedad de elementos de entrada y salida, más la gran desventaja que tienen la mayoría en lo que respecta al control de sistemas que tengan como variable principal el peso, es que no alcanzan la alta precisión, requerida por este tipo de sistemas. Pero hay en el mercado PLC's que han desarrollado módulos específicos para el control de pesaje, alcanzando con ello las altas precisiones deseadas, se destaca mucho en este desarrollo la marca Siemens, por lo cual la tomaremos para la comparación de los tipos de controlador, primero que nada debemos elegir el tipo de modulo (módulos de pesaje SIWAREX) para el tipo de pesaje requerido y el PLC que trabajará con este:

Aplicación	Ejemplos	Selección
Medida de pesos estáticos de alta precisión	Balanzas de plataforma, balanzas de depósito, balanzas puente	SIWAREX FTA* (resolución máx. 16 mill. de divisiones)
Medida de pesos estáticos, precisión mediana	Balanzas de depósito, silos	SIWAREX U para S7 300 y ET 200M SIWAREX CS* para ET 200S
Medida de fuerzas y pares estáticos con alta precisión	Trenes de laminación	SIWAREX FTA (unidireccional) SIWAREX FTC (bidireccional)
Medida de fuerzas y pares estáticos, precisión mediana	Trenes de laminación	SIWAREX U para S7 300 y ET200M SIWAREX CS para ET 200S Ambos módulos (unidireccional)
Dosificación	Sistemas de dosificación de mezclas, procesos por lotes, recetas de dosificación, sistemas con una o varias balanzas	SIWAREX FTA* (CIML R-51)
Envasado, envasado rápido	Envasadoras, ensacadoras, Saco grande	SIWAREX FTA* (CIML R-61)
Carga, carga rápida	Balanzas de carga para los modos de recepción y carga	SIWAREX FTA* (CIML R-107)
Control de volumen estático	Control de peso automático en modo estático p.ej. después del envasado	SIWAREX FTA* (CIML R-51)
Pesadora de cinta	Captación de la carga de la cinta, de la cantidad transportada, carga según valor de consigna	SIWAREX FTC en modo de una pesadora de cinta
Software de aplicación STEP 7	"Guía de iniciación" SIWAREX para los primeros pasos SIWAREX MULTISCALE para sistemas de dosificación de mezclas, mezcladores SIWAREX MULTIFILL para envasado/ensacado en sistemas con varias cabezas	Especialmente para las aplicaciones basadas en SIWAREX FTA, SIWAREX FTC y SIWAREX CS, se ofrecen unos paquetes de software STEP 7 preconfigurados.

Como tenemos que controlar un proceso de dosificación, el modulo recomendado es el modulo SIWAREX FTA, que trabaja con el PLC Siemens modelo S7 300 (Ver ficha técnica en el anexo respectivo).

### **Opción 2: CONTROLADOR DE PESAJE**

Es un equipo diseñado específicamente para el control de sistemas que tengan como variable principal el peso, por lo tanto cuenta con una serie de características que le permiten mejorar el proceso de

control de pesaje, como: Lograr altas precisiones en los sistemas de pesaje; le brinda gran estabilidad al sistema; la reproducibilidad es muy alta; es de fácil configuración y operación.

Para la comparación del controlador de peso con el PLC, se ha elegido el controlador de peso modelo 920i de la marca RICE LAKE WS (Ver numeral 3.4, selección del controlador de pesaje).

De acuerdo a las características técnicas (Ver fichas técnicas en el anexo respectivo) y funcionalidad de cada una de las alternativas se elaboro un cuadro comparativo, en el cual a su vez se asignaron puntajes, para poder definir la mejor opción:

PLC	Peso (1-10)	Controlador de Peso Dedicado	Peso (1-10)
Facilidad de operación	7	Facilidad de operación	9
Velocidad de procesamiento	10	Velocidad de procesamiento	9
Estabilidad	7	Estabilidad	9
Precisión	9	Precisión	9
Flexibilidad	9	Flexibilidad	9
Conectividad	7	Conectividad	6
Costo	6	Costo	8
<b>TOTAL</b>	<b>55</b>	<b>TOTAL</b>	<b>59</b>

Tabla 3. Cuadro comparativo de tipos de controladores  
Elaboración propia 2008

Por lo tanto la opción elegida para controlar el sistema es el Controlador de Pesaje.

### 3.2.2 SELECCION DE LAS VALVULAS

Para la selección de las válvulas de alimentación de los componentes se debe tener en consideración que como serán utilizadas para la dosificación de los componentes, no pueden ser del tipo 02 posiciones (totalmente abierto y totalmente cerrado) pues ello no permitirá un control de la alimentación adecuado. Por lo tanto se elijen las válvulas de tres posiciones operadas por dos electroválvulas instaladas en el

actuador de la válvula, las cuales permitirán dos tipos de alimentación: fina y gruesa, con ello se lograra una mayor precisión en el pesaje de los componentes. Las válvulas elegidas fueron:

- Válvulas de alimentación:
  - 01 Válvula para alimentación de agua: Válvula automática marca Omal, modelo: D434H064, para dosificación en grueso 90° grados y dosificación fina 45° grados, de 1/2" en el paso de fluido (Ver ficha técnica). Accionado por dos electroválvulas monoestables de 220 V.
  - 04 Válvulas para alimentación de silicatos: Válvula automática marca Omal, modelo: D434A068, para dosificación en grueso 90° grados y dosificación fina 45° grados, de 1 1/2" en el paso de fluido (Ver ficha técnica). Accionado por dos electroválvulas monoestables de 220 V.

- Válvula de descarga de Mezcla Húmeda:
  - 01 Válvula para alimentación de agua: Válvula automática marca Omal, modelo: D434H069, para dosificación en grueso 90° grados y dosificación fina 45° grados, de 2" en el paso de fluido (Ver ficha técnica). Accionado por dos electroválvulas monoestables de 220 V.

### **3.2.3 SELECCION DE LOS RELÉS**

Dado que para este proceso de dosificación se requiere una gran cantidad de repeticiones para los relés se eligen los relés de tipo estado sólido. La cantidad de relés a trabajar dependerá de los elementos que queremos accionar, en este caso los elementos conectados a los relés serán los actuadores del proceso, que son los siguientes:

- 06 Válvulas controladas cada una por dos electroválvulas monoestables de 220 Vac, aquí se requieren 12 relés.
- 01 Motor eléctrico de 220 Vac, para el accionamiento de este se requiere un relé.

Por lo tanto se requieren 13 relés de tipo salida digital. Dado que el controlador elegido (RLWS, modelo 920i) emite señales de 5 Vdc para las salidas digitales los relés elegidos son los de la marca OPTO 22, el modelo es G4 OAC5A, de 5 Vdc de entrada y salida de 240 Vac (Ver ficha técnica y Fig. 20).



Fig. 20 Relés Opto 22 modelo G4 OAC5A

La instalación de estos relés se realiza en una tarjeta electrónica denominada Rack de montaje (Ver Fig. 21), la cual se conecta al controlador.

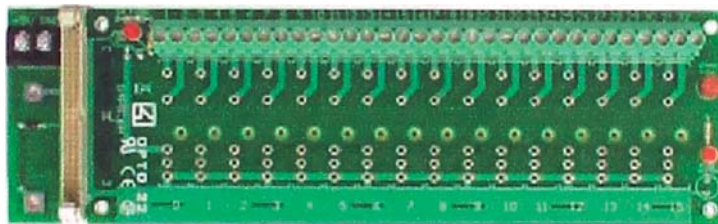


Fig. 21 Rack de montaje para relés Opto 22

### 3.3 SELECCION DEL CONTROLADOR DEL PROCESO

Según se indico en el capítulo II, existen controladores especializados en el control de pesaje, estos son los denominados “controladores de pesaje”. Veremos a continuación los controladores más potentes del mercado, dada las características de control requerido para nuestro caso.



### 3.3.1 CONTROLADOR DE PESAJE RICE LAKE WS, MODELO 920i

Desarrollado especialmente para el control de sistemas de pesaje, se puede programar según los requerimientos del usuario en todo tipo de aplicaciones de control de pesaje, aun las más complejas. Cuenta con un interfase hombre maquina simplificado y totalmente configurable; posee alta velocidad de procesamiento de lectura y conversión de señales. Es susceptible de ampliación para manejo de más entradas o salidas. Puede conectarse sin problemas a través de puertos seriales o de tipo Ethernet, y así poder comunicarse con periféricos u otras estaciones de trabajo (Ver Fig.22 y ficha técnica).



Fig. 22 Controlador de pesaje RLWS, modelo 920i

### 3.3.2 CONTROLADOR DE PESAJE METTLER TOLEDO, MODELO IND690

Controlador para sistemas de pesaje, puede programarse para el control de diversas aplicaciones, para ello cuenta con módulos de software especializados para cada tipo de aplicación.

Cuenta con una serie de funciones propias del pesaje integradas. Tiene una alta conectividad con diversos elementos, como otras balanzas, periféricos, PLC's, etc.



Fig. 23 Controlador de pesaje Mettler Toledo, modelo IND 690

Dado que estamos comparando dos equipos de tecnología orientada específicamente al control de peso, las características de: *Facilidad de operación, estabilidad, precisión, flexibilidad, conectividad*; son muy similares (Ver fichas técnicas respectivas). Por lo tanto para la elección del mejor controlador nos centraremos en el análisis de las siguientes características: *Interfase hombre maquina, entradas/salidas digitales que puede tener, velocidad de procesamiento, conectividad y costo*. Se le asignará un peso a cada una para obtener la puntuación para cada tipo de controlador:

CONTROLADOR DE PESAJE RICELAKE WS 920i	Peso (1-10)	CONTROLADOR DE PESAJE METTLER TOLEDO IND 690	Peso (1-10)
Interfase hombre maquina	9	Interfase hombre maquina	7
Entradas/salidas digitales (hasta 24)	9	Entradas/salidas digitales (hasta 16)	8
Velocidad de procesamiento	9	Velocidad de procesamiento	8
Conectividad	8	Conectividad	9
Costo	9	Costo	7
<b>TOTAL</b>	<b>44</b>	<b>TOTAL</b>	<b>39</b>

Tabla 4. Cuadro comparativo de controladores de pesaje  
Elaboración propia 2008

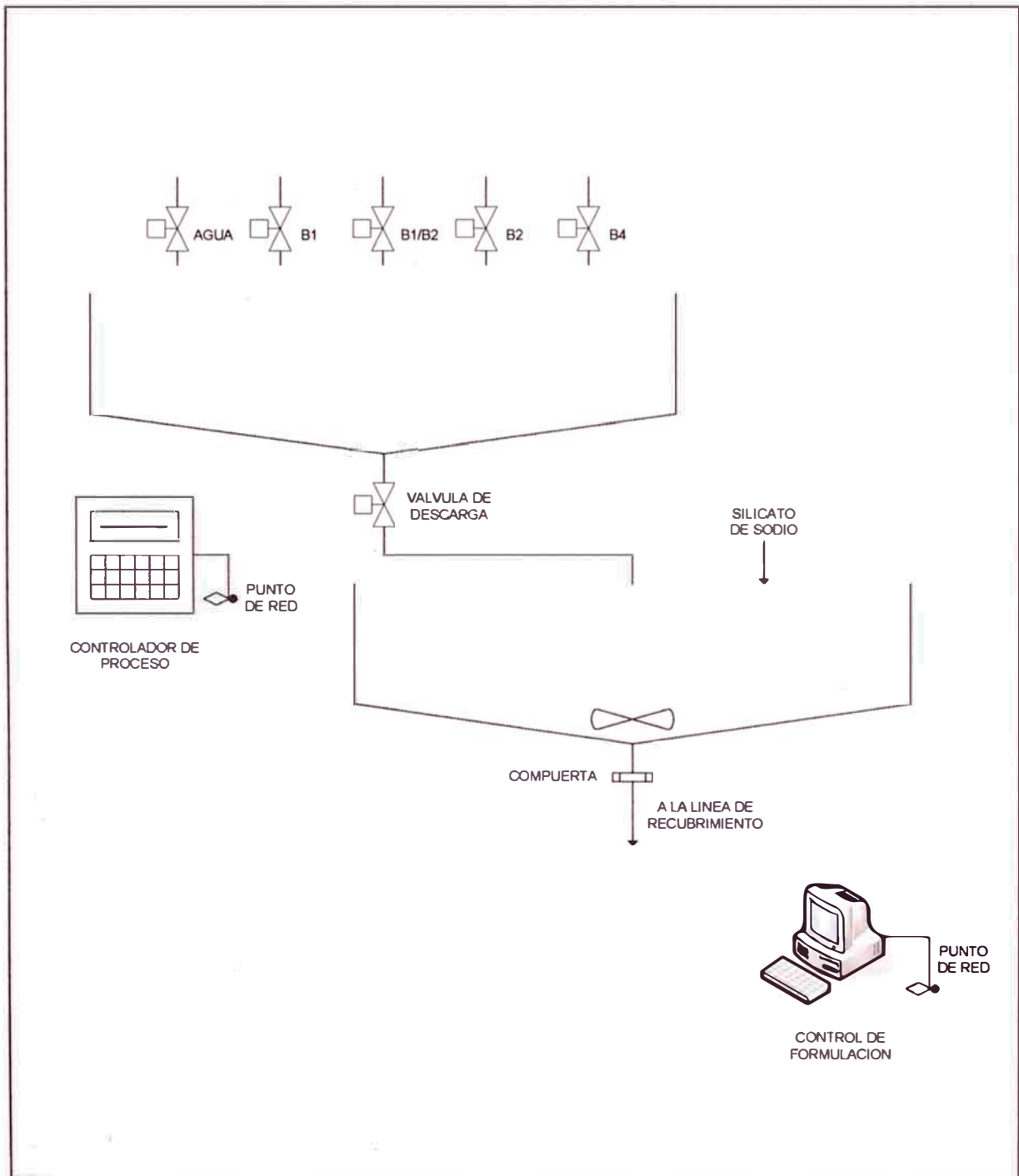


Por lo tanto el controlador elegido es el de marca RICE LAKE WS, modelo 920i.

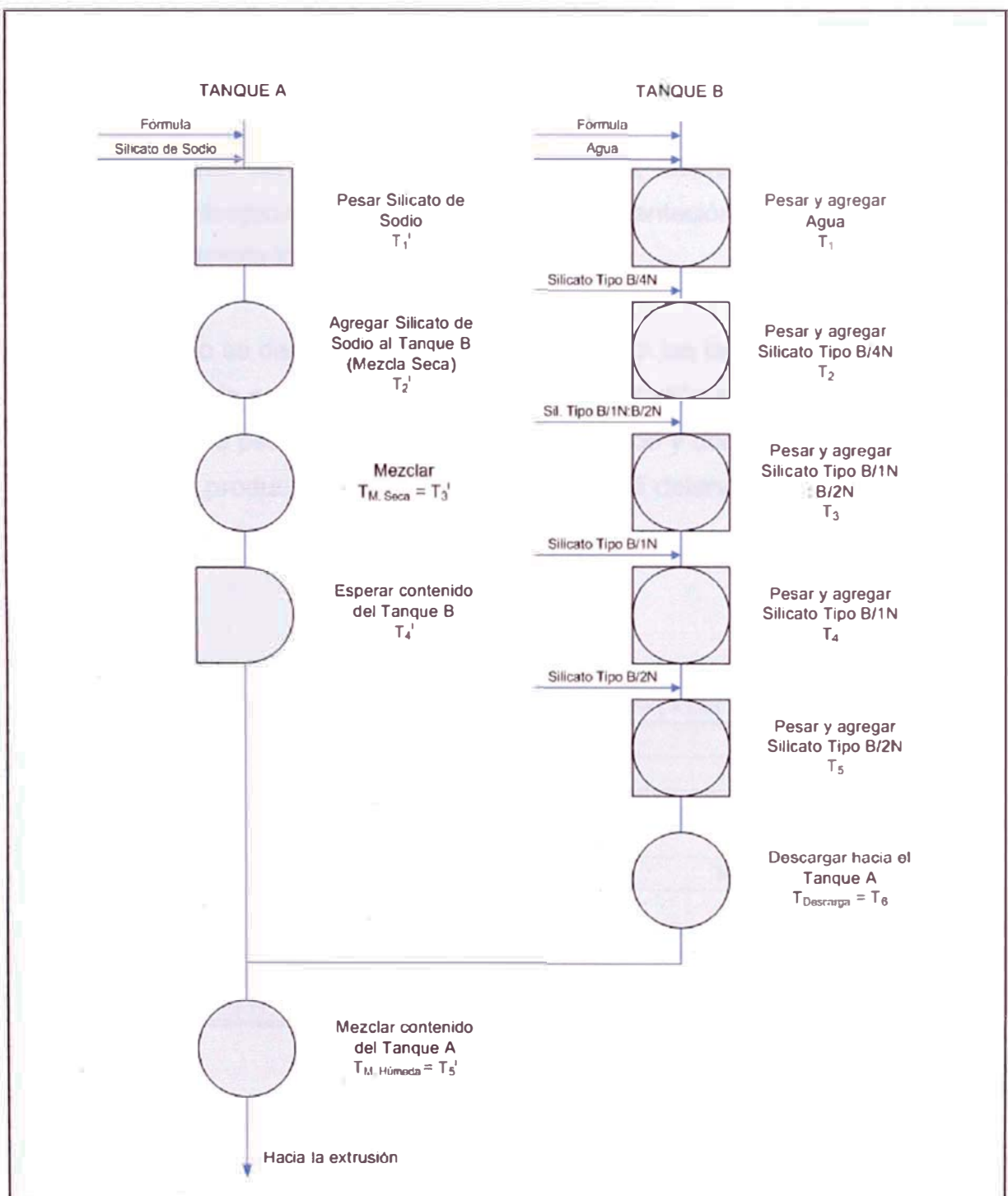
### **3.4 IMPLEMENTACION DE LA SOLUCION**

Dado que ya se han definido los componentes del sistema automatizado el paso siguiente es la implementación de la solución, la cual se puede resumir en lo siguiente:

- Cambio del indicador de peso del tanque B por el controlador de pesaje.
- Instalación de válvulas de control (las de alimentación del tanque B y la de descarga del tanque A) y de relés.
- Desarrollo e instalación del software de control del proceso, comprende dos software: Software de administración de formulación, el cual será instalado en la PC y el software de control del proceso de dosificación, el cual será instalado en el controlador teniendo acceso a las formulas emitidas por el software de administración de formulación.
- Conexión de los componentes del sistema automatizado, pruebas de funcionamiento y ajustes.



**Diagrama 3: Proceso implementado de dosificación para obtención de mezcla para recubrimiento de electrodos (Proceso automatizado)**



**Diagrama 4: Diagrama de Operaciones del proceso implementado de dosificación para obtención de mezcla para recubrimiento de electrodos (Proceso Automatizado)**



## CAPITULO IV

### EVALUACION DE RESULTADOS

Luego de implementada la solución, los beneficios que se obtuvieron fueron los siguientes:

1. Si consideramos los siguientes tiempos (Ver Diagrama 4):

$$\text{Tanque A: } \{ (T_1' + T_2' + T_3') + T_4' \} + T_5' = \{ \alpha + T_4' \} + T_5'$$

$$\text{Tanque B: } (T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6) = \beta$$

En el análisis realizado en el Diagrama 6, para 4 ciclos de una cierta formula, podemos ver que los tiempos para los procesos eran los siguientes:

#### PROCESO INICIAL

Tiempo de los 4 lotes iniciales: 128 minutos

Tiempo por lote adicional: 32 minutos

En un total de 8 horas por turno (480 minutos) se podían ejecutar:

En los primeros 128 minutos: 4 lotes

Lotes restantes:  $(480 - 128)/32 = 11$  lotes

**Producción total por turno: 15 lotes**

## PROCESO IMPLEMENTADO

Tiempo de los 4 lotes iniciales: 100 minutos

Tiempo por lote adicional: 24 minutos

En un total de 8 horas por turno (480 minutos) se podían ejecutar:

En los primeros 100 minutos: 4 lotes

Lotes restantes:  $(480 - 100)/24 = 15.8 \approx 15$  lotes

**Producción total por turno: 19 lotes**

Para determinar el ahorro de tiempo, consideraremos el tiempo de producción de los 15 lotes, para ambos procesos:

Proceso Inicial: 480 minutos por 15 lotes

Proceso implementado:  $100 + (11 \cdot 24) = 364$  minutos por 15 lotes

**Por lo tanto el ahorro de tiempo es de:  $(1 - (364/480)) \times 100\% = 24\%$**

El ahorro de tiempos se debe a que se eliminaron los retrasos del control manual en la alimentación de los componentes (reducción de  $\beta$ ); además se ha eliminado la demora en el tanque A ( $T_4$ ), aprovechando el tiempo ocioso en el tanque B a partir del segundo ciclo.

El incremento de la producción se determina en base al incremento de lotes producidos por turno:

$$((19 \text{ lotes}/15 \text{ lotes}) - 1) \times 100\% = 26.67\%$$

**Por lo tanto el incremento de la producción es de: 26.67 %**

2. Mejora de la precisión del sistema: de un error de +/- 500 g para el pesaje de cada lote producido, a un error de +/- 100 g; ya que se eliminó el inexacto control de peso de forma manual, se muestra datos de lotes similares producidos en un inicio y luego de la implementación:

**TIPO DE RECUBRIMIENTO: FORMULA 0015**

PROCESO INICIAL			PROCESO IMPLEMENTADO		
Cantidad a Producir (Kg)	Cantidad Producida (Kg)	Error (Kg)	Cantidad a Producir (Kg)	Cantidad Producida (Kg)	Error (Kg)
250.00	250.40	0.40	250.00	250.08	0.08
250.00	250.60	0.60	250.00	250.10	0.10
250.00	250.70	0.70	250.00	250.09	0.09
250.00	250.40	0.40	250.00	250.07	0.07
250.00	250.20	0.20	250.00	250.09	0.09
Total		2.30	Total		0.43
Error Promedio		0.46	Error Promedio		0.09

**Por lo tanto la precisión mejora en:  $(1 - (100g/500g)) \times 100\% = 80\%$**

3. Mayor facilidad de operación: dada la funcionalidad de la interfase hombre maquina del controlador y la reducción de las tareas a realizar por el operario. Inicialmente se requerían dos operarios para el proceso, luego de la implementación solo se necesitaba un operario (Ver Manual de Usuario del Sistema de Dosificación en el Anexo).
4. Mejora en el manejo de la formulación: en la PC de almacenamiento de formulas se pueden realizar las modificaciones de forma rápida y actualizarlas de inmediato en el controlador (zona de trabajo), a través de la comunicación por red.
5. Producción uniforme de los tipos de mezcla de recubrimiento: ya que se tienen formulas definidas para cada tipo de recubrimiento y el control del proceso de obtención de estas se ha mejorado, las variaciones entre lote y lote de recubrimiento producido, para una formula dada tienen una variación mínima, a diferencia del proceso anterior.
6. Se redujo el personal en el proceso, de dos operarios a un solo operario, dado que la labor de uno de ellos la realiza ahora el sistema automatizado.

7. Luego de la implementación se identifican los siguientes ahorros:

- Ahorro promedio en recubrimiento por día, a un costo de \$ 0.45/100 g; para un total de 38 lotes en dos turnos (16 horas), se tiene un ahorro de:

$$(400\text{g/lote}) \times (\$0.45 / 100\text{g}) \times (38\text{lote}) = \$ 68.40 \text{ por día}$$

- Ahorro en el pago de un operario por dos turnos:

$$(\$10 \text{ por turno}) \times (2 \text{ turnos}) = \$ 20 \text{ por día}$$

Tan solo ello significa un ahorro de \$ 88.40 por día, considerando 20 días de trabajo en un mes se ahorraría:

$$(\$ 88.40/\text{día} \times 20 \text{ días}) = \$1768.00 \text{ al mes}$$

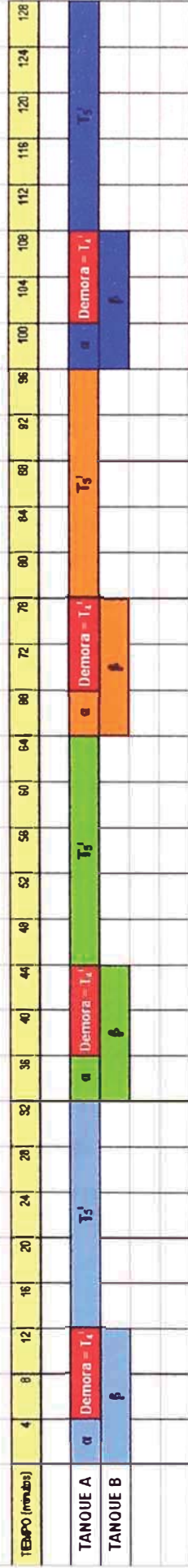
Con ello se puede recuperar la inversión hecha de \$ 18,290.00 en:

$$\mathbf{\$ 18,290 / \$1768 = 10.35 \text{ meses} \approx 11 \text{ meses}}$$



**ANALISIS DE TIEMPOS DEL PROCESO DE PRODUCCION DE RECUBRIMIENTO  
 PROCESO INICIAL VS. PROCESO IMPLEMENTADO**

ANALISIS DE TIEMPO DEL PROCESO DE PRODUCCION INICIAL (MANUAL)



ANALISIS DE TIEMPO DEL PROCESO DE PRODUCCION IMPLEMENTADO (AUTOMATIZADO)

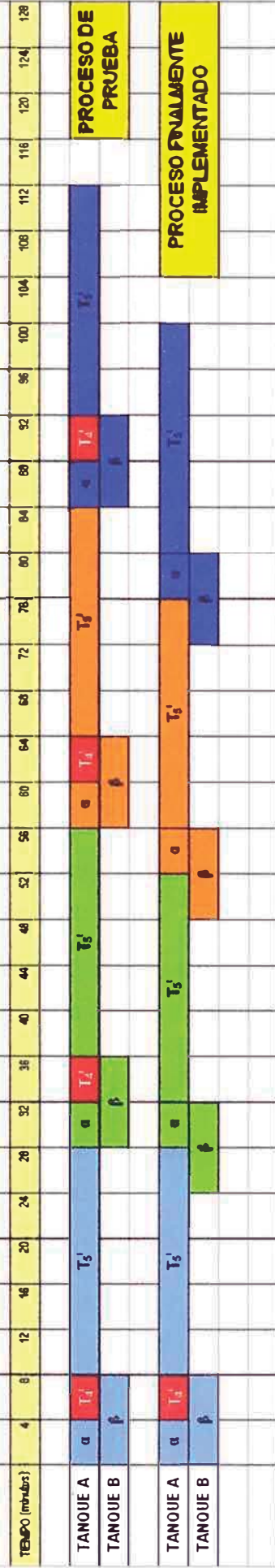


Diagrama 6: Diagrama de Análisis de Tiempos de Tiempos del Proceso de  
 Producción de Recubrimiento  
 (Proceso Inicial VS Proceso Implementado)

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

- El implementar el sistema de pesaje automatizado redujo los errores que se daban en los procesos manuales, además se mejoro la calidad del producto.
- Se obtienen una serie de mejoras luego de implementado el proceso:
  - Se reduce el tiempo de producción en un 24%.
  - Se incrementa la producción en un 26.67%.
  - Se da una mejora de la precisión en un 80%.
- Se tiene ahorro no solo de los componentes del recubrimiento sino también en mano de obra. Gracias a ello la inversión realizada podrá ser recuperada en un período de 11 meses.
- Debido a que el sistema de control es flexible se pueden realizar modificaciones y mejoras en el futuro.

## **RECOMENDACIONES**

- Integrar el pesaje de silicato de sodio dentro del proceso productivo, para automatizarlo totalmente y lograr así un control total del proceso de dosificación.
- Se recomienda tomar datos de las mezclas producidas con las formulas actuales, luego realizar variaciones en las formulas que permitan obtener cada vez un producto de mejor calidad.
- Capacitar al personal encargado del proceso, en el mantenimiento de los componentes del sistema; con el fin de que puedan ejecutar un mantenimiento periódico del sistema y se encuentren preparados de suscitarse alguna falla.

## BIBLIOGRAFIA

- Batten, G.L., "Controladores Programables: Hardware, Software, y Aplicaciones", Segunda Edición, McGraw-Hill, 1994
- Webb, J.W., Reis, R.A., "Controladores Lógico Programables, Principios y Aplicaciones", Prentice Hall, 1995
- Características de los tipos de celdas de carga, obtenida de la dirección: <http://www.vishay.com/test-measurements/transducers/tedea-huntleigh/> el 12/05/2008
- Características de la celda de carga Tedeo Huntleigh modelo 1263, obtenida de la dirección: <http://www.vishay.com/docs/12020/1263.pdf> el 12/05/2008
- Características de la celda de carga Tedeo Huntleigh modelo 3411, obtenida de la dirección: <http://www.vishay.com/docs/12032/34103411.pdf> el 12/05/2008
- Características de la celda de carga Tedeo Huntleigh modelo 620, obtenida de la dirección: <http://www.vishay.com/docs/12059/620.pdf> el 12/05/2008
- Características de la celda de carga Tedeo Huntleigh modelo 120, obtenida de la dirección: <http://www.vishay.com/docs/12013/120.pdf> el 12/05/2008  
Características del modulo de pesaje marca SIEMENS modelo SIWAREX FTA, obtenida del catálogo WT 01.2005 (SIWAREX - Sistemas de pesaje)
- Características del controlador de pesaje marca RICE LAKE WS modelo 920i, obtenida de la dirección: <http://www.ricelake.com/docs/browse.php?categoryID=76> el 15/05/2008
- Características del controlador de pesaje marca METTLER TOLEDO modelo IND690, obtenida de la dirección: [http://es.mt.com/mt\\_ext\\_files/Editorial/Generic/7/IND690\\_DB\\_Editorial-Generic\\_1133359064705\\_files/22012874\\_esp\\_IND690\\_Applik.pdf](http://es.mt.com/mt_ext_files/Editorial/Generic/7/IND690_DB_Editorial-Generic_1133359064705_files/22012874_esp_IND690_Applik.pdf) el 12/06/2008
- Características de las válvulas de control marca Omal, obtenida de la dirección: [http://www.omal.it/admin/moduli/m003\\_web/file//pag\\_1ART.434.pdf](http://www.omal.it/admin/moduli/m003_web/file//pag_1ART.434.pdf) el 15/05/2008
- Características de los relés OPTO 22, obtenida de la dirección: [http://www.opto22.com/site/pr\\_cat\\_sc.aspx?qs=100310071003](http://www.opto22.com/site/pr_cat_sc.aspx?qs=100310071003) el 12/06/2008
- Características de los relés OPTO 22 modelo G4, obtenida de la dirección: [http://www.opto22.com/documents/0252\\_G4\\_Digital\\_AC\\_Outputs\\_data\\_sheet.pdf](http://www.opto22.com/documents/0252_G4_Digital_AC_Outputs_data_sheet.pdf) el 12/06/2008

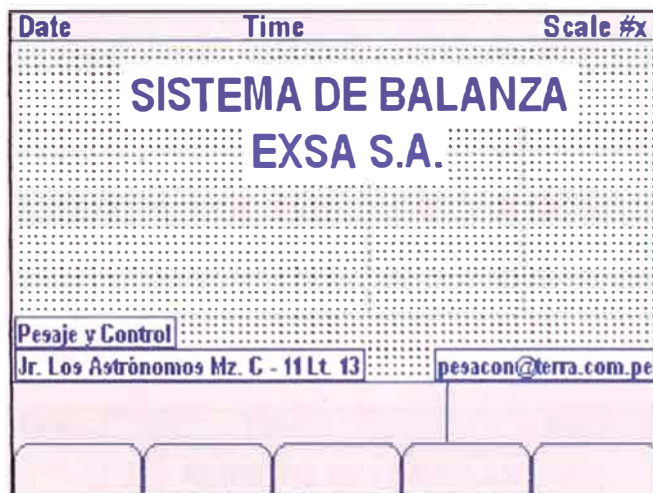
## ANEXOS

Anexo 1.

### MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA DE DOSIFICACION

#### I.- Descripción de las pantallas del sistema

1.- Al iniciar el encendido la balanza se mostrara la siguiente pantalla por unos segundos.



2.- Luego de ese tiempo se mostrar las siguientes 2 pantallas en el cual se mostrara las opciones de este sistema:



Date	Time	Scale #x
<b>MENU DE CONTROLES</b>		
<b>PESAJE Y CONTROL</b>		
No puede iniciar Proceso Pesaje por estar en manual		
Setup Pesos	Fecha y Hora	< =

El mensaje (No puede iniciar el Proceso Pesaje por estar en manual) solo indica que cuando en el tablero el operario selecciona el pesaje de manera manual en el indicador no puede acceder al proceso automático o viceversa.

3.- En el menú de controles al oprimir la opción Seleccionar Formula se obtendrá la siguiente pantalla en el cual se deberá seleccionar la formula a pesar, estas formulas serán enviadas desde una PC remota a la balanza por lo cual no podrán ser modificadas solo desde la PC mencionada.

Date	Time	Scale #x
<b>REGISTRO DE FORMULAS</b>		
Codigo	Formula	
→ F0001	FORMULA 01	✓
→ F0002	FORMULA 02	✓
→ F0003	FORMULA 03	✓
→ F0004	FORMULA 04	✓
→ F0005	FORMULA 05	✓
Caption		
Seleccionar	Bajar	Subir
		Salir

4.- En el menú de controles al oprimir la opción Formula Seleccionada se obtendrá la siguiente pantalla en el cual podemos visualizar los detalles de formula que se selecciono en la pantalla anterior.



Date	Time	Scale #x
<b>FORMULA SELECCIONADA</b>		
Formula:		
1.- AGUA :	999.00 Kg	
2.- B4N :		T. de Mezcla Seca : [ ] min
3.- B11N : B12N :		T. Descarga Reg. : [ ] min
4.- B11N :		T. Mezcla Humeda : [ ] min
5.- B12N :		
Salir		

5.- En el menú de controles al oprimir la opción Balanza se obtendrá la siguiente pantalla en el cual podemos visualizar el peso que muestra la balanza, esta pantalla solo estará disponible si en el tablero se selecciona el proceso en manual.

En la pantalla se muestra un botón de Enviar Peso este se usara cuando en un proceso automático se haya cambiado a proceso manual, si el proceso se empezó en manual no deberá de ser usado.

Date	Time	Scale #x
<b>-888.8888</b>		Scale #1
Mode		Units
<b>PESACON</b>		
Calidad a su Servicio		
Enviar Peso		Salir

6.- En el menú de controles al oprimir la opción Setup Pesos se obtendrá la siguiente pantalla en el cual podemos visualizar los detalles de los cortes de los silicatos y la descarga, adicional se mostrara la última modificación.

Date	Time	Scale #x
	<b>Valvulas</b>	<b>Reducir Flujo</b> <b>Cerrar Valvula</b>
→	Aqua	0.10 kg    0.05 kg
→	B4 N	0.20 kg    0.07 kg
→	B1 N - B2 N	0.30 kg    0.09 kg
→	B1 N	0.22 kg    0.05 kg
→	B2 N	0.30 kg    0.02 kg
→	Valvula Descarga	0.10 kg
Ultima Calibracion		2007/2007 13:30
Valor Reducir Flujo....		
Cambiar Valores	Bajar	Subir
		Salir

7.- En el menú de controles al oprimir la opción Fecha y Hora se obtendrá la siguiente pantalla en el cual podemos actualizar la fecha y hora del indicador.

Date	Time	Scale #x
<b>FECHA Y HORA DEL INDICADOR</b>		
FECHA : 03/09/2007		
HORA : 19:03		
Caption		
Nueva Fecha	Nueva Hora	Salir



## I.- Descripción del proceso de pesaje en forma automática

Al seleccionar en el tablero la opción de modo automático en el menú del indicador se habilitara el botón Proceso Automático, el cual al oprimirlo se visualizar la siguiente pantalla:

Date		Time			Scale #x	
Formula XXXX		Lote : XXXXX			00	
Agua	B/MN	B/1N : B/2N	B/1N	B/2N		
000.00	000.00	000.00	000.00	000.00		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
0000.00						
T. Mezcla Seca		T. Descarga			T. Mezcla Hum	
0 min	60 seg				20 min	60 seg
Iniciar M. Seca			Salir			

En la pantalla anterior se mostrara el proceso de pesaje de los silicatos en forma automática y según la formula seleccionada anteriormente.

Para dar inicio a este proceso en el tablero se deberá de oprimir un botón de color verde de nombre Star el cual dará inicio de este pesaje, luego en la figura anterior se oprimirá el botón que dice Iniciar M. Seca el cual activara el motor para la mezcla seca el mismo que estará activo durante unos minutos según la fórmula seleccionada.

En el momento de oprimir el botón que da inicio el mezclado seco se cambiara las opciones de la pantalla anterior de la siguiente forma:

Date		Time			Scale #x	
Formula XXXX		Lote : XXXXX			00	
Agua	B/MN	B/1N : B/2N	B/1N	B/2N		
000.00	000.00	000.00	000.00	000.00		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
0000.00						
T. Mezcla Seca		T. Descarga			T. Mezcla Hum	
0 min	60 seg				20 min	60 se
Detener M. Seca						

En la pantalla anterior se tiene la opción de detener el motor de mezclado seco en cualquier momento y de reanudar este mismo.

Al momento de terminar el llenado de los silicatos y el tiempo de mezclado de la mezcla seca se empezara la descarga de estos mismos y nuevamente se activara el motor para el mezclado húmedo durante el tiempo programado según la formula, y cuando se termine totalmente la descarga en la pantalla se visualizara las siguientes opciones:

Date		Time			Scale #x	
Formula XXXXX		Lote : XXXXXX			00	
Agua	B/MN	B/1N : B/2N	B/1N	B/2N		
000.00	000.00	000.00	000.00	000.00		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
0000.00						
T. Mezcla Seca		T. Descarga			T. Mezcla Hum.	
0 min	60 seg				20 min	60 seg
Detener M. Humeda		Agregar Agua		No mas Agua		

En la pantalla anterior si se desea agregar agua a la mezcla tiene la opción de agregar apretando el botón que indique este mismo, de no desear mas agua se oprimirá el botón que indique este.

Al oprimir el botón de no más agua se habilitara nuevamente el llenado de los silicatos en cualquier momento.

Luego que se concluya con el tiempo de mezclado húmedo las opciones del indicador cambiaran de la siguiente manera:

Date		Time			Scale #x
Formula XXXX		Lote : XXXXX			00
Agua	B/MN	B/1N : B/2N	B/1N	B/2N	
000.00	000.00	000.00	000.00	000.00	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
0000.00					
T. Descarga <input type="checkbox"/>					
T. Mezcla Seca				T. Mezcla Hum	
0 min	60 seg			20 min	60 se
Mezcla Lista					

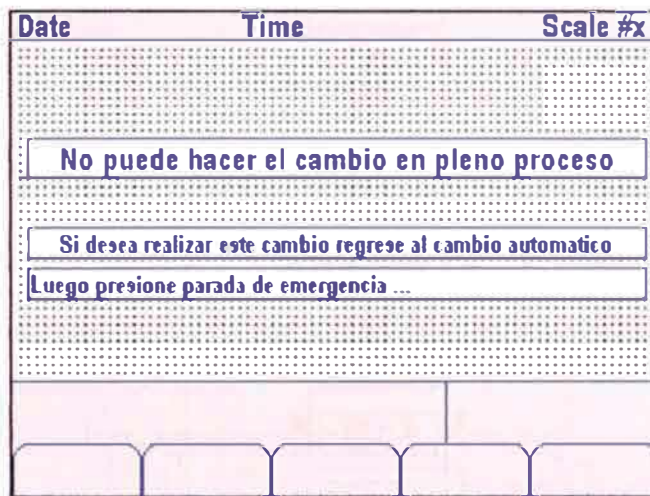
En la pantalla anterior se muestra una opción de Mezcla lista el cual indica que el proceso de un pesado de una formula concluyo y al oprimirlo se enviara automáticamente todos los datos como cantidad usada de los silicatos de forma real, agua adicional, tiempos de mezclados y tiempos adicionales.

Luego de oprimir dicho botón mencionado anteriormente se obtendrá la siguiente pantalla con las siguientes opciones:

Date		Time			Scale #x
Formula XXXX		Lote : XXXXX			00
Agua	B/MN	B/1N : B/2N	B/1N	B/2N	
000.00	000.00	000.00	000.00	000.00	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
0000.00					
T. Descarga <input type="checkbox"/>					
T. Mezcla Seca				T. Mezcla Hum	
0 min	60 seg			20 min	60 se
Iniciar M. Seca		Activar Motor			

En la pantalla anterior se visualiza un botón de Activar Motor el cual es usado para el vaciado de la mezcla de la tolva donde esta el motor.

En el caso que el sistema este en funcionamiento y a su vez se intente cambiar a la forma manual, se mostrara una pantalla el cual avisara al usuario que esta operación no es posible, la pantalla que se visualizara será la siguiente:



Esta pantalla desaparecerá hasta que regrese a la forma automática.

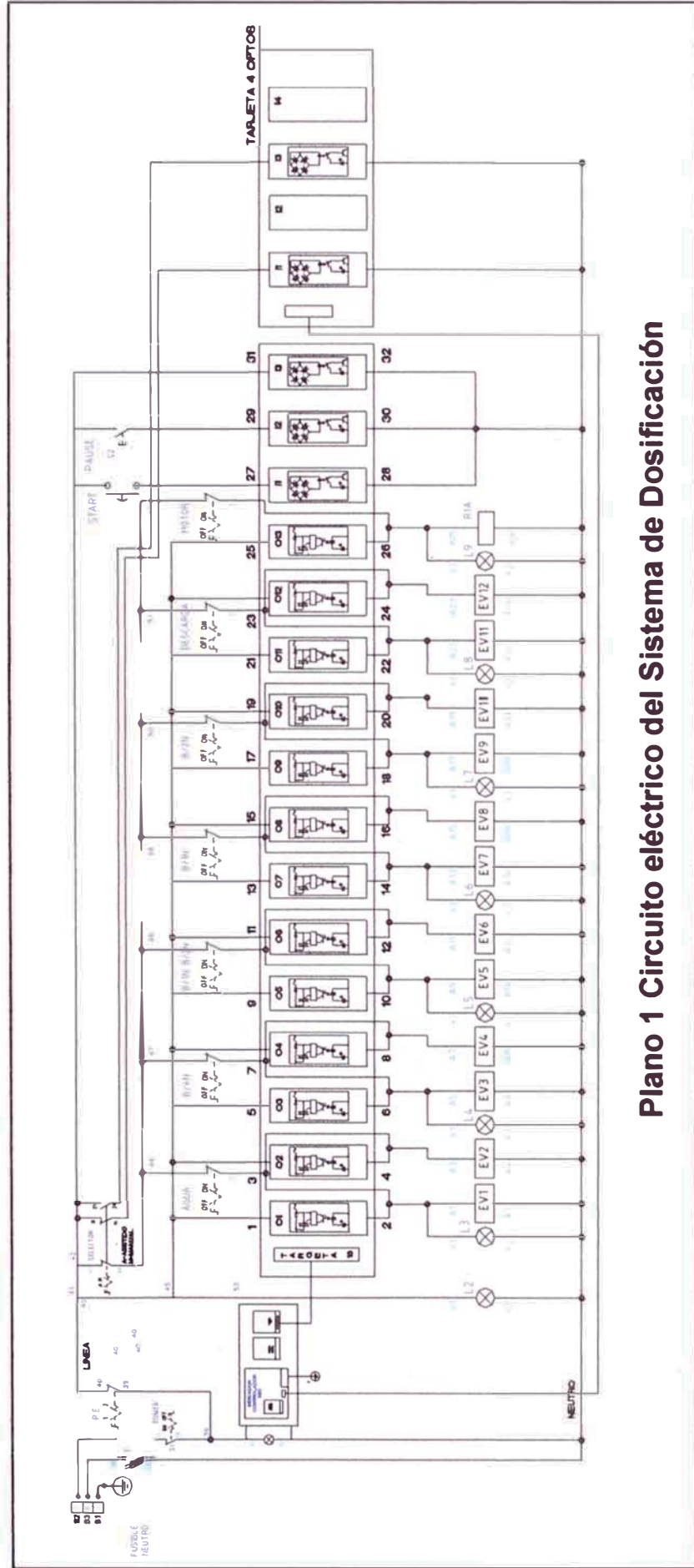
En el caso que se este trabajando en forma manual y se quiera pasar a la forma automática también aparecerá otro mensaje indicando que esto no es posible.

Si en la forma automática el sistema fallara, se tiene la opción de pasar a la forma manual de la siguiente manera:

- 1.- Oprimir el botón de parada de Emergencia
- 2.- Pasar a la forma manual
- 3.- continuar el proceso de pesaje de la forma manual
- 4.- Una vez terminado presionar el botón Enviar Peso

Anexo 2.

PLANOS DEL SISTEMA DE DOSIFICACION



Plano 1 Circuito eléctrico del Sistema de Dosificación





Anexo 3.

## **ESPECIFICACIONES TECNICAS**

**Especificaciones técnicas del Módulo de Pesaje SIEMENS,  
SIWAREX modelo FTA**



## Módulos electrónicos de pesaje

### Módulos de pesaje

#### SIWAREX FTA

#### Síntesis



Módulo de pesaje SIWAREX FTA

El SIWAREX FTA (Flexible Technology, Automatic Weighing Instrument) es un módulo de pesaje muy flexible de gran versatilidad para el uso en aplicaciones industriales. Puede utilizarse tanto para operaciones de pesaje no automáticas como automáticas, como p.ej. para aplicaciones de preparación de mezclas, llenado, carga, supervisión y ensacado.

Posee las correspondientes homologaciones de balanzas y es apto para el uso con plantas sujetas a verificación.

El módulo de función SIWAREX FTA está integrado en SIMATIC S7/PCS7 y aprovecha las características de este moderno automata programable, tales como la comunicación integrada, las facilidades de diagnóstico y las herramientas de configuración.

**certified Quality** ver Anexo

#### Beneficios

- Sistema de construcción homogéneo y comunicación coherente en SIMATIC S7 y SIMATIC PCS 7
- Configuración homogénea con SIMATIC
- Aplicación directa en los automatismos SIMATIC
- Aplicación en el sistema distribuido gracias a la conexión al PROFIBUS DP via ET 200M
- Medida de pesos o fuerzas con una alta resolución equivalente a 16 millones de divisiones
- Alta precisión 3 x 6000 d, apto para verificación
- Visualizador apto para verificación con los Standard Operator Panels de SIMATIC
- Control de dosificación continuo o escalonado
- Conexión exacta de las señales de dosificación (< 1 ms)
- Entradas y salidas parametrizables
- Posibilidad de parametrización para las más diversas aplicaciones
- Adaptación flexible a las diversas exigencias con SIMATIC
- Fácil ajuste de la balanza con el programa SIWATool FTA
- Tarado teórico sin necesidad de usar pesas patrón
- Cambio del módulo sin necesidad de volver a tarar la balanza
- Registro de las secuencias de pesaje

- Memoria Alibi apta para verificación
- Puede usarse con aplicaciones en áreas clasificadas

#### Gama de aplicación

El módulo de pesaje SIWAREX FTA es la solución óptima en todas las aplicaciones con altos requisitos de precisión y rapidez.

Gracias a sus excelentes propiedades de medida pueden medirse pesos en tres márgenes de medida con una alta precisión. SIWAREX FTA permite construir equipos de dosificación aptos para verificación, tales como envasadoras, estaciones de carga, estaciones ensacadoras, equipos Rotopacker, mezcladores o estaciones de control.

Entre los típicos campos de aplicación figuran:

- envasado de líquidos
- ensacado de sólidos
- dosificación como pesaje con vaciado o pesaje con llenado
- comprobación de volúmenes
- carga o recepción de material

#### Construcción

SIWAREX FTA es un módulo de función de la gama SIMATIC S7-300 que se abrecha directamente al bus posterior SIMATIC S7-300 ó ET 200M. Las tareas de montaje y cableado del módulo de pesaje de 80 mm de ancho resultan notablemente simplificadas gracias al montaje en perfiles soporte (fijación por abroche).

La conexión de las células de carga, del puerto serie RS 485, de la salida analógica y de las entradas y salidas digitales se efectúa por medio del conector frontal estándar de 40 polos, la conexión del PC (RS 232) por medio de un conector sub-D de 9 polos y la alimentación por medio de un conector separado de 2 polos.

El funcionamiento del SIWAREX FTA en SIMATIC garantiza la integración total de la tecnología de pesaje en el automata programable.

#### Funciones

Las principales tareas del SIWAREX FTA consisten en medir con alta precisión el valor de peso actual en hasta tres márgenes de medida y el control exacto de las operaciones de pesaje.

El módulo de pesaje controla las operaciones de pesaje de manera totalmente autónoma. Pero, gracias a la integración en SIMATIC, existe la posibilidad de influir de manera directa en las operaciones de pesaje por medio de un programa PLC. Esto proporciona una distribución razonable de las tareas: Las funciones de pesaje sumamente rápidas están realizadas en SIWAREX FTA, los bloqueos y los enlaces de señales en la CPU SIMATIC.

#### Funciones de pesaje

SIWAREX FTA es parametrizable con facilidad para las diversas funciones de pesaje automáticas.

Las siguientes funciones de pesaje son parametrizables:

- Balanza no automática según OIML R76
- Balanza automática para envasado según OIML R61
- Balanza automática para pesaje individual según OIML R51
- Balanza automática para totalización discontinua según OIML R107

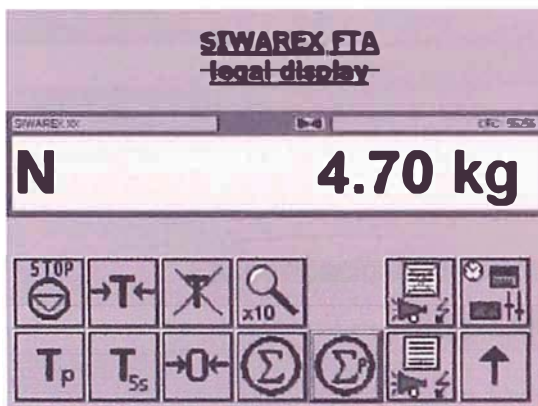
## Módulos electrónicos de pesaje

### Módulos de pesaje

#### SIWAREX FTA – Fácil configuración

La integración en SIMATIC permite configurar unos sistemas de pesaje de estructura modular y libre programación, los cuales pueden adaptarse a los requisitos internos de cada empresa.

Para facilitar los pasos iniciales en la integración del módulo en el programa STEP 7 y como base para la programación de aplicaciones, además del paquete de configuración se ofrece gratuitamente el software SIWAREX FTA "Guía de iniciación". Este permite realizar una balanza SIWAREX FTA con gran facilidad como panel de operador en SIMATIC, en combinación con un panel táctil (TPOP 170/270/370), también para aplicaciones que requieren verificación.



Vista de una balanza con el software SIWAREX FTA 'Guía de iniciación'

Además, los programas STEP 7 SIWAREX FTA Multiscale y SIWAREX FTA Multifill constituyen una base profesional para realizar sistemas de dosificación de mezclas y de envasado.

#### Datos técnicos

SIWAREX FTA	
Aplicación en automatismos programables	
• S7-300	en directo o vía ET 200M
• S7-400 (H)	vía ET 200M
• PCS 7 (H)	vía ET 200M
Interfases de comunicación	SIMATIC S7, RS 232, RS 485
Parametrización del módulo	vía SIMATIC S7 vía el software SIWATOOL FTA (RS 232)
Propiedades de medida	
• Homologación de tipo CE como balanza no automática de la categoría III	3 x 6000 d ≥ 0,5 µV/e
• Resolución interna	16 millones de divisiones
• Tasa de actualización interna / externa	400/100 Hz
Varios filtros digitales parametrizables	Amortiguación crítica, Bessel, Butterworth (0,05 ... 20 Hz), filtro de valor medio
Funciones de bascula	
• balanza no automática	CIML R76
• balanza automática	CIML R51, R61, R107
Células de carga	galga extensométrica (GEX) en conexión a 4 o a 6 hilos

SIWAREX FTA	
• 3 márgenes de valores característicos	1, 2 o 4 mV/V
Alimentación de las células de carga	
• Tensión de alimentación $U_s$ (valor nominal)	10,3 V DC
• Intensidad de alimentación máx.	184 mA
• Resistencia admisible de la célula de carga	
- $R_{lmin}$	> 56 Ω
- $R_{lmax}$	> 87 Ω con interface Ex ≤ 4010 Ω
Distancia máx. de las células de carga	
Utilizando el cable recomendado:	
• estándar	1000 m (500 m apto para verificación)
• en área Ex <sup>1)</sup>	
- para gases del grupo IIC	300 m
- para gases del grupo IIB	1000 m
Conexión a células de carga en la zona Ex 1	opcionalmente por interface Ex SIWAREX IS
Homologaciones Ex para zona 2 y seguridad	ATEX 100a, FM, UL, cUL, IIS, Haz, Loc
Alimentación	
• Tensión nominal	24 VDC
• Consumo máx.	500 mA
• Consumo de corriente por bus posterior	tip. 55 mA
Entradas/salidas	
• Entradas digitales	7 ED con aislamiento galvánico
• Salidas digitales	8 SD con aislamiento galvánico
• Entrada de conteo	hasta 10 kHz
• Salida analógica	
- Rango de corriente	0/4 a 20 mA
- Tasa de actualización	100 Hz
Homologaciones	homologación de tipo CE (CE, CIML R76) CIML R51, R61, R107
Grado de protección según DIN EN 60529; IEC 60529	IP20
Requisitos climáticos ( $T_{min}(RH) ... T_{max}(RH)$ ) (temperatura de servicio)	
• montaje vertical	-10 ... 60 °C
• montaje horizontal	-10 ... 40 °C
Requisitos de CEM	EN 61326, EN 45501, NAMUR NE21, parte 1
Dimensiones en mm	80 x 125 x 130
Peso	600 g

<sup>1)</sup> Los detalles pueden verse en la hoja de datos SIWAREX IS

**Especificaciones técnicas del controlador de pesaje marca  
RICE LAKE WS modelo 920i**

# 920i<sup>®</sup> Programmable HMI Indicator/Controller



## Standard Features

- Large (4.6" W x 3.4" H, 320 x 240 pixel) back-lit LCD graphical display
- Selectable character sizes from .25" to 1.2"
- 60 configurable operator prompts
- Display up to four scale channels per screen with required legal-for-trade information
- 32 scale accumulators
- Five soft keys with 10 user-defined, 14 preset functions per screen
- Ten programmable display screens
- Millivolt calibration, 5-point linearization and geographical calibration
- NEMA 4X/IP66 stainless steel enclosure
- Selectable A/D measurement rate up to 960/second
- 100 setpoints, 30 configurable setpoint types
- Two slots for option cards
- 1,000-ID truck register for in/out weighing
- 64K user on-board NV RAM
- User programmable 128K flash memory
- Refresh memory to upgrade firmware
- Power for 16, 3500 load cells per A/D board
- Local-remote indicators
- Multi range/interval
- Alibi storage
- Audit trail tracking
- Peak hold
- Rate of change

## Approvals



## Specifications

### POWER:

Line voltages: 115 or 230 VAC,  
Frequency: 50 or 60 Hz  
Power consumption:  
340 mA, maximum @ 115 VAC (26 W)  
240 mA @ 230 VAC (26 W)

### EXCITATION VOLTAGE:

10 ± VDC, 16 x 350Ω or 32 x 700Ω  
load cells per A/D card

### ANALOG SIGNAL INPUT RANGE:

-10 mV to +45 mV

### ANALOG SIGNAL SENSITIVITY:

0.3 μV/graduation minimum @ 7.5 Hz  
1.0 μV/graduation typical @ 120 Hz  
4.0 μV/graduation typical @ 960 Hz

### A/D SAMPLE RATE:

7.5 to 960 Hz, software selectable

### RESOLUTION:

Internal resolution:  
8 million counts  
Weight display resolution:  
9,999,999

### SYSTEM LINEARITY:

± 0.01% full scale

### DIGITAL I/O:

Four I/O channels on CPU board;  
optional 24-channel I/O expansion  
boards available

### CIRCUIT PROTECTION:

RFI, EMI, ESD protection

### SERIAL PORTS:

Four ports on CPU board support up  
to 115,200 bps; optional dual-channel  
serial expansion boards available  
Port 1: Full duplex RS-232  
Port 2: RS-232 with CTS/RTS; PS/2  
keyboard interface  
via DB-9 connector  
Port 3: Full duplex RS-232, 20 mA  
output  
Port 4: Full duplex RS-232, 2-wire RS-  
485, 20 mA output

### DISPLAY:

4.6" W x 3.4" H (116 W x 86 mm H), 320 x  
240 pixel VGA Liquid Crystal Display (LCD)  
module with adjustable contrast

### KEYBOARD:

27-key membrane panel, tactile  
feel, PS/2 port for external keyboard  
connection

### OPERATING TEMPERATURE:

Legal: 14°F to 104°F  
(-10°C to +40°C)  
Industrial: 14°F to 122°F  
(-10°C to +50°C)

### DIMENSIONS:

Universal: 10.5" W x 11.2" H x 4.5" D  
(266 W x 217 H x 114 mm D)  
Wall Mount: 14.3" W x 18.0" H x 6.75" D  
(355 W x 457 H x 171 mm D)  
Panel Mount: 11.6" W x 9.2" H x 5.2" D  
(294 W x 231 H x 127 mm D)  
Deep Universal: 10.75" W x 10.75" H x 5.4" D  
(273 W x 273 H x 137 mm D)

### WEIGHT:

Universal enclosure: 9.5 lb (4.3 kg)  
Wall Mount enclosure: 23.0 lb (10.4 kg)  
Panel Mount enclosure: 8.5 lb (3.9 kg)  
Deep Universal: 11 lb (5.0 kg)

### RATING/MATERIAL:

NEMA 4X/IP66, stainless steel

### APPROVALS:

NTEP - at 10,000 Divisions, Class  
III/III.L, CC# 01-088;  
Measurement Canada at 10,000  
Divisions, Class III/III HD AM-5426;  
OIML approved 6,000/10,000, UK  
2658;  
CE marked;  
UL & C-UL listed (Universal, Deep &  
Wall Mount Enclosure)  
Custom Wall Mount approved for  
508A (Optional)  
Panel Mount UL recognized

### WARRANTY:

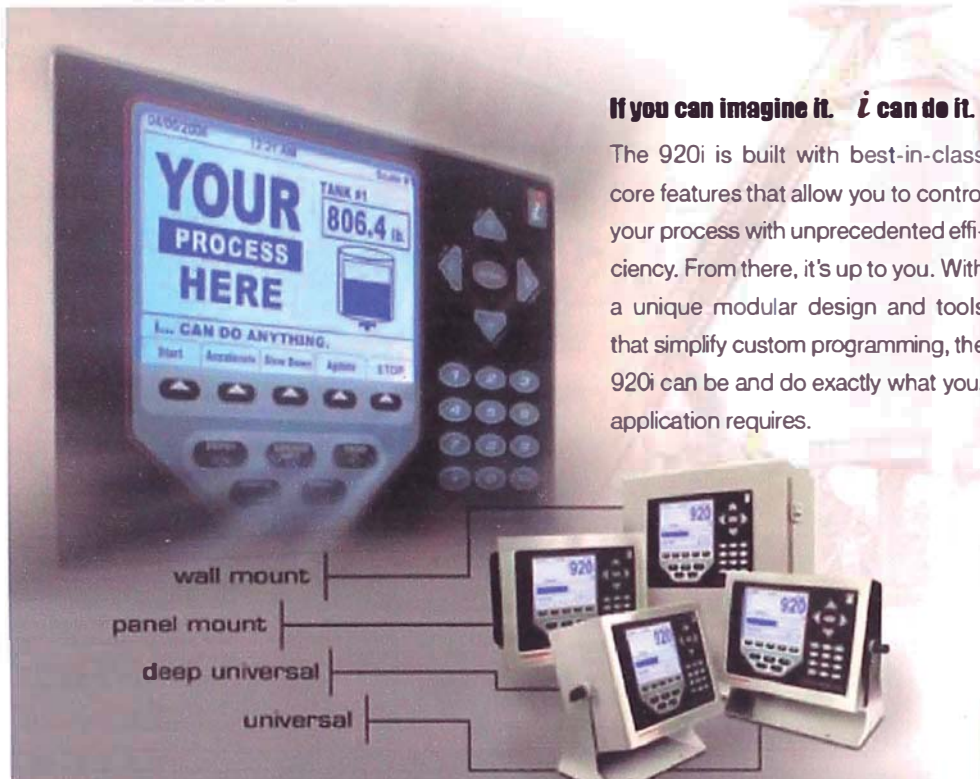
Two-year limited warranty

Specifications subject to change without notice

**RICE LAKE**  
WEIGHING SYSTEMS  
Conventional Beyond Measurement<sup>®</sup>







**If you can imagine it. *i* can do it.**

The 920i is built with best-in-class core features that allow you to control your process with unprecedented efficiency. From there, it's up to you. With a unique modular design and tools that simplify custom programming, the 920i can be and do exactly what your application requires.



data management • in-motion checkweighing • batching • tank/hopper weighing



high speed • vehicle scale automation • custom process control • bulk processing



***i* am everywhere. All of the time.**

Add advanced diagnostics to the 920i with the optional iQUBE digital diagnostic junction box. When the iQUBE detects an unstable system, it automatically sends a signal to the indicator. The 920i alerts the operator to potential inaccuracies, and will even email findings to your service provider.





The ultimate user-interface!  
Character sizes are selectable from .25 up to 1.2 inches to tailor the display to the information required.

Bar Graphs  
Real-time bar graphs show filling and batching.

Prompting  
Customized scrolling prompts guide operators through functions.

Soft keys  
Multiple user-defined and preset functions are available simultaneously through five convenient soft keys with easy-to-read scrolling tabs.

Nav-pad  
Convenient navigation pad increases efficiency and accuracy.

Graphic icons and messages  
Alerts operators to setpoint and function status.

Stainless steel domed switches  
Heavy-duty tactile fool keys feature stainless domes tested to over five million actuations!

Event Sequential Protocol  
The most advanced processing technology in the industry.

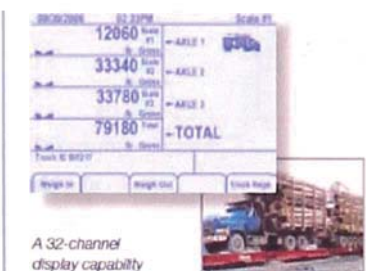
NEMA 4X/IP66  
Heavy-duty, stainless steel enclosure for enhanced protection in harsh environments.

## Your window of opportunity to a new dimension in process efficiency.

- Real-time bar graphs show filling and batching
- Simultaneously view up to 32 sensor inputs, or up to 4 legal-for-trade scales
- Up to 10 different screens can be programmed to change with your process
- Graphic icons and messages show setpoint and function status



Bar graphs and visual messages inform you at a glance when a batch or fill is in process and when it's approaching target weights.



A 32-channel display capability allows viewing of weight on an individual scale and a combination of totalized scales.



Customized database programs allow you to store, access and analyze critical production information.

# 920i PROGRAMMABLE HMI INDICATOR/CONTROLLER

## Standard Features

- Large 4.6" W x 3.4" H, 320 x 240 pixel back-lit LCD graphical display
- Selectable character sizes from .25" to 1.2"
- Display up to four scale channels with required legal-for-trade information per screen
- Five displayed soft keys with 10 user-defined and 14 preset functions per screen
- Selectable A/D measurement rate up to 960/second
- Power for (16) 350Ω load cells per A/D option card
- Peak hold, rate of change
- Audit Trail Tracking and Alibi storage
- Multiple range/internal weighing
- Four bidirectional communication ports
- Operator prompts/256 widgets
- Multiple screens (program control)
- Eight onboard data bases
- Four onboard digital I/O
- 100 configurable setpoints
- Two onboard option card slots
- 1,000-ID truck registers for in/out weighing
- Programmable ticket formats - 20 auxiliary print formats
- ESP event-driven processing
- User programmable 512K flash memory
- iQUBE connectivity
- 32 individual scale accumulators
- Front panel or serial configuration/calibration
- NEMA 4X/IP66 stainless steel enclosure

## Options/Accessories

- Digital I/O, 24 channel
- A/D dual or single channel
- 0-4 kHz pulse input
- Analog output selectable (0-10V, 0-20mA)
- Analog input (-/+ 5VDC, 0-10V, 0-20mA)
- Thermocouple (E, J, K, N, T)
- Memory, 1MB
- Two channel serial (RS-232, RS-485 and 20mA)
- Two- and six-card expansion boards

RS-232  
RS-485

20mA

DeviceNet

ENCOMPASS

PROFIBUS

Ethernet

## Communication protocol cards

- DeviceNet™
- Allen-Bradley® Remote I/O
- EtherNet/IP™
- Profibus® DP
- Ethernet TCP/IP 10/100 Base-T

## Approvals



CC #01-088  
P= 10,000  
Class B/VTL



Desktop/Universal listed  
Wall Mount listed (SOBA control panel)  
Panel Mount recognized



Measurement  
Canada  
Approved



PRODUCT SERVICE



0000/10,000  
UK 2006

Your Rice Lake Weighing Systems distributor is:

## Enclosure Options

### Universal Mount

#### Common Applications

- General purpose indoor/outdoor
- Confined space
- Data entry

#### Model-Specific Features

- 360° mounting configuration
- Accommodates two option cards internally (up to 14 total)



A = 10.5" B = 4.5" C = 11.5"

### Wall Mount

#### Common Applications

- Control systems
- Industrial indoor/outdoor
- Material handling

#### Model-Specific Features

- Space for manual overrides
- Accommodates eight option cards internally (up to 14 total)
- Accommodates internal relays



A = 14.3" B = 18" C = 6.75"

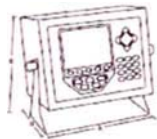
### Deep Universal Mount

#### Common Applications

- General purpose indoor/outdoor
- Four option cards

#### Model-Specific Features

- Ergonomically efficient
- Accommodates four option cards internally (up to 14 total)



A = 11" B = 5.8" C = 10.8"

### Panel Mount

#### Common Applications

- Process control
- Retrofit existing panels
- Custom consoles

#### Model-Specific Features

- Optimizes panel space
- Accommodates four option cards internally (up to 14 total)



A = 9.1" B = 5" C = 11.6"

**RICELAKE**  
WEIGHING SYSTEMS

Commitment Beyond Measurement®

230 W. Coleman St. • Rice Lake, WI 54968 • USA  
TEL: 715-234-9171 • FAX: 715-234-6967 • [www.ricelake.com](http://www.ricelake.com)

© 2006 Rice Lake Weighing Systems PN 69119 8/06  
Specifications subject to change without notice

**Especificaciones técnicas del controlador de pesaje marca  
METTLER TOLEDO modelo IND690**



# Controlador IND 690

## Cajas/Condiciones ambientales

Equipo de sobremesa	
Modelo	Caja inclinada
Material	Acero al cromo-níquel DIN X5 CrNi1810
Instalación sobre pared mediante el soporte de pared	
Equipo empotrado	
Modelo	Caja compacta para su incorporación en paneles frontales
Material de la parte frontal	Acero al cromo-níquel DIN X5 CrNi1810
Condiciones ambientales	
Grado de protección	IP69K (DIN 40050): resistente frente a limpieza de alta presión o con chorro de vapor
Temp. ambiente permisible	-10 ... +40 °C en la clase de precisión III, 0 ... 40 °C en la clase de precisión II
Sobre las dimensiones de todos los tipos de caja del IND690, vea los croquis dimensionales.	

## Pantallas y manejo

Pantalla	
Tamaño de la pantalla	Campo de la pantalla 195 x 46 mm
Tecnología	Pantalla VFD de matriz de puntos activa, gráfica y luminosa, verde
Datos en pantalla	Datos de pesada e identificación, información en texto claro (instrucciones para el operador, mensajes de error), información gráfica, leyendas de las teclas de función F1... F6.
Pantalla <b>BIG WEIGHT</b> **	Indicador de gran tamaño patentado para los valores ponderales y otros datos; altura de los dígitos de hasta 35 mm.
Cubierta de la pantalla	Cristal de seguridad endurecido, resistente al rayado. Para Reino Unido y EE. UU.: policarbonato.
Teclado	
Tecnología	Teclado sensible con altura de tecla apreciable y confirmación acústica de la introducción del dato
Superficie	Cerrada y plana, de poliéster duradero; con impresión elevada de las teclas, adecuada para su manejo táctil
Diseño y leyenda de las teclas	Letras y símbolos rotulados a prueba de rayado, en varios colores, y con las teclas importantes amplificadas
Funciones de tecla	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 teclas A...F para los datos de identificación</li> <li>• 6 teclas de función F1... F6, con teclas de cambio de función y de información</li> <li>• 4 teclas de función de la balanza</li> <li>• Bloque de introducción de datos numéricos</li> </ul>
Vida útil	≥ 1 millón de pulsaciones
Alfanumérico	Con teclas F1... F6, selección controlada por el operador
Introducción de datos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conexión para teclado externo (MFI/PS2) opcional</li> </ul>

## Funciones básicas

Funciones de pesada	
Tarado	Por pulsación de tecla, sustractivo
Tarado automático	Desconectable
Preajuste de tara	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediante el teclado:</li> <li>• Mediante interfaz, p. ej., PC o lector de códigos de barras</li> <li>• Memoria permanente de 999 taras para los valores más usados</li> </ul>
Cálculos con taras	Adición de taras, multiplicación de taras, taras intermedias
Selección del bruto	Indicación del bruto pulsando una tecla
Puesta a cero	Automática o manual
Cambio de unidades	Pulsando una tecla se puede cambiar entre las siguientes unidades de peso: kg, g, lb, oz, ozl, dwf
Pesada dinámica	Para objetos de pesada inestables, como animales, con duración del ciclo e impresión automática seleccionables
Control de la estabilidad	4 niveles regulables, con indicador de inestabilidad
Adaptador del proceso de pesada	Adapta la balanza al proceso de pesada, 3 niveles seleccionables
Adaptador de vibración	Amortigua los efectos de las vibraciones, 3 niveles seleccionables
Tecla de test	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicación del código de identidad (pre-ciclo de verificación)</li> <li>• En las plataformas de pesada de la línea K, comprobación de la precisión de medida (calibración interna automática)</li> </ul>
Modo de control	Indicación del valor ponderal con mayor resolución
Puntos de conexión	8 puntos de conexión independientes, de libre definición, para las aplicaciones de software 690 Base, Form, Count, Sum y Com

## Conexiones de plataformas

Se puede conectar un máximo de 4 plataformas de los tipos IDNet, SICS o analógicas.

### Conexión IDNet

- Para todas las plataformas de pesada con conexión IDNet
- Módulos de pesoje con solución de sistema Point

### Conexión SICS

- Balanzas de precisión con interfaz serie RS232
- Bascúlas industriales BBA/BBK

### Conexión analógica

Tipo de conexión	Conexión a presión interna
Bascúlas analógicas conectables	Bascúlas de METTLER TOLEDO de tipos D...T, PFA, IND, PBA, módulos de pesaje RWM con solución de sistema analógica
Otras marcas conectables	Número 1-4 (células de 360 Ω) Células de pesada 1-12 (células de 1000 Ω) Sensibilidad 0.4... 3 mV/V

### Convertidor analógico-digital

Resolución máx. (admisible a la verificación) 7500e  
Resolución máx. (no admisible a la verificación) 450 000d  
Tensión de alimentación extensométrica 8,75 V  
Escalón numérico mín. (admisible a la verificación) 0,58  $\mu$ V/e  
Escalón numérico mín. (no admisible a la verificación) 0,058  $\mu$ V/d  
Longitud funcional máx. 100 m  
Tipo de tiempo de estabilización  $\geq$  0,6 s  
Cambio de valores medidos regulable a máx. 20/s

### Funciones de la pantalla

Texto de conexión	Texto de 20 caracteres que aparecerá brevemente en pantalla tras la conexión, de libre configuración
Indicador de tara DeltaTrac	Se ilumina un HET cuando se memoriza una tara dinámica, con marcas ópticas para el valor teórico y las tolerancias mínima y máxima. Aplicaciones: dosificación, clasificación, control.
Fecha/Hora	Indicador de 12 ó 24 horas, controlado por cristal; función de calendario automática; formato europeo, estadounidense o de libre elección
Funciones de información	Posibilidad de llamada de todos los datos de pesada actuales; datos de identificación y de memoria; el idioma de todos los textos de información e indicación de datos se puede seleccionar entre alemán, inglés, francés, español, italiano, neerlandés y polaco. Otros idiomas a petición.

### Datos de identificación

Números/Dígitos	6 valores alfanuméricos, con un máx. de 30 dígitos
Introducción	Mediante el teclado táctil, un teclado externo MFI/PS2 de PC o un interface (p. ej., un lector de códigos de barras)
Designación	Teclas A...F con campo de designación variable
Textos fijos	Memoria de 999 valores fijos para datos de identificación o textos más usados, de 20 caracteres
Módulos de aplicación	Consulte los accesorios

### Interfaces de datos

#### Conexión de interfaces COM1: RS232

Modos de trabajo	- Modo de diálogo Modo de trabajo para equipos DV con posibilidad de diálogo; juego de instrucciones completo para el intercambio de datos con la balanza; posibilidad de recepción de software y datos, p. ej., para actualización de software o copia de seguridad de datos
	- Modo de impresión Modo de trabajo que permite formatear libremente una impresora de rollo (GA46) externa y una impresora de formularios
Códigos de barras	Posibilidad de conexión de un lector de códigos de barras con suministro de corriente
GA46	Posibilidad de conexión de una impresora GA46

### Otras conexiones de interfaces

COM2 ... COM9	Posibilidad de ampliación hasta un máx. de 9 interfaces (accesorios)
---------------	--

### Datos generales

#### Conexión a la red

Tensión	100 ... 240 V, +10/-15%, 50/60 Hz
Consumo de energía	ca. 60 aprox.
Cable de alimentación	2,5 m de longitud

#### Verificaciones y normas

Conformidad CE	Marca de conformidad europea con declaración de conformidad
Verificación	Conforme a las directivas CE 90/384/CEE; 93/68/CEE; EN 45 501; OIML R76; NTEP
Seguridad eléctrica	Verificadas las directivas CE 73/23/CEE; 93/68/CEE; EN 60 950, UL, CSA
Compatibilidad electromagnética	Directivas CE 89/336/CEE; 92/31/CEE; 93/68/CEE; EN 50 081-1, EN 50 082-2, EN 61 000-3-2

### Información de entrega

Modelo	N.º de pedido
Equipo de sobremesa IND690	22 011 901
Equipo empotrado IND690	22 011 902
Embalaje	Caja de cartón, 440 x 330 x 260 mm aprox. (sobremesa) Caja de cartón, 550 x 450 x 280 mm aprox. (empotrado)
Peso	Bruto 5 kg aprox., neto 4,2 kg aprox. (sobremesa) Bruto 7 kg aprox., neto 4,7 kg aprox. (empotrado)
Documentación suministrada	Instrucciones detalladas de instalación y manejo en formato CD-ROM

#### Módulos de aplicación

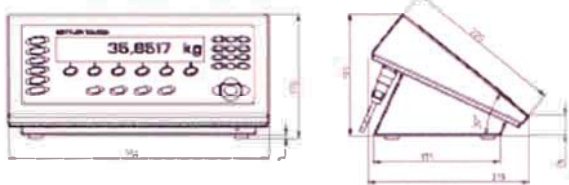
Existen módulos de aplicación de alto rendimiento para tareas de pesada especializadas.

Nombre del módulo	Función	N.º de pedido
690count	Contaje de piezas, totalización	22 011 941
690form	Formulación, totalización	22 011 942
690com	Diálogo con el ordenador	22 011 943
690sum	Totalización en 3 planos	22 011 944
690mi	Dosificación	22 011 945
690batch	Dosificación de varios componentes	22 011 946
690control	Control, clasificación	22 011 947
690formXP	Formulación cómoda	22 011 948
	Conexión a PC	

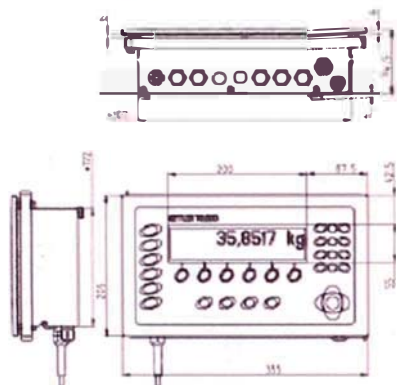
Sobre la descripción de las características funcionales, vea las datasheets de los módulos.

### Croquis dimensionales (dimensiones en mm)

Equipo de sobremesa IND690



Equipo empotrado IND690



### Accesorios para el terminal de pesaje IND690

Conexiones a plataformas		N.º de pedido
IDNet-690	Conexión de plataforma para plataformas IDNet	22 011 951
Balanza analógica 690	Conexión de balanza para plataformas de pesada analógicas	22 011 952
Balanza SICS 690	Conexión de balanza para balanzas SICS	22 011 953
	Cable de unión para balanzas SICS, 3 m	22 006 795
<b>Interfases serie</b>		
CL20mA-690	Interfase CL20mA Cable CL de 3 m con toma de 7 polos	22 011 954 00 503 749
	Enchufe de 7 polos	00 503 745
RS232-690	Interfase RS232 Con toma de 8 polos:	22 011 955
	Cable/DTE RS232 de 3 m	00 503 754
	Cable/DCE RS232 de 3 m	00 503 755
	Cable/PC RS232 de 3 m	00 504 374
	Cable/9p RS232 de 3 m	00 504 376
	Enchufe de 8 polos	00 503 756
RS485/422-690	Interfase RS485/422 Cable RS422/485 de 3 m, aislado galvanicamente, con toma de 6 polos y extremo abierto	22 011 956 00 204 933
	Cable de prolongación de 10 m para RS422/485	00 204 847
	Enchufe de 6 polos	00 204 866
Bluetooth-690	Serie sin cable con antena integrada	22 011 958
USB-690	Esclavo USB	22 011 959
	Cable adaptador para USB, de 0,2 m	22 006 268
	Cable adaptador para USB, de 3 m	22 007 713
PS2-690	Conexión para teclado MFI/PS2	22 011 960
<b>Interfases de red</b>		
Ethernet-690	Tarjeta Ethernet 10/100 Base T	22 011 961
	Cable de par trenzado con toma de 8 polos	
	Cable de par trenzado con 8 pines RJ45 de 5 m	00 205 247
	Cable de par trenzado con 8 pines RJ45 de 20 m	00 208 152
WLAN-690	Red de radio con antena estabilizadora	22 011 962
ProfibusDP-690	2 pasos de cable PG11 para enclave interno directo	22 011 963
<b>Interfases E/S digitales</b>		
I/O-690	Interfase con 4 entradas y 4 salidas, con toma de 19 polos	22 011 965
Interfase a relés 4-690	Interfase a relés con 4 entra- das y 4 salidas para conectar a un I/O-690	22 011 967
	Cable de 10 m para conectar conectar el interfase a relés con el I/O-690	00 504 458
	Enchufe de 19 polos	00 504 461
Interfase a relés 8-690	Interfase a relés con 8 entra- das y 8 salidas para conectar a un RS485/422-690	22 011 968

<b>Salida analógica</b>		<b>Bestell-Nr.</b>
Salida analógica 690	Salida analógica de 0-10 V, 0-20 mA, 4-20 mA, con toma de 5 polos	22 011 966
	Cable para salida analógica, con extremo abierto, de 3 m	00 204 930
	Enchufe digital-analógico de 5 polos	00 205 538
<b>Memoria verificable</b>		
Memoria de Justificación 690	Memoria para 675 500 conjuntos de datos metrologicos relevantes, sustituida por las aplicaciones verificables de la memoria de justificación	22 011 950
<b>Accesorios mecánicos</b>		
Soporte de pared	para equipo de sobremesa, inoxidable	22 011 980
Soporte de mesa	para equipo de sobremesa, inoxidable	22 011 981
Zócalo de columna	Inoxidable	22 011 982
Funda protectora, para el equipo de sobremesa de PVC transparente, juego de 3		22 011 983

**Ventas y Servicio:**

**Referencia**



**Certificados de Calidad**



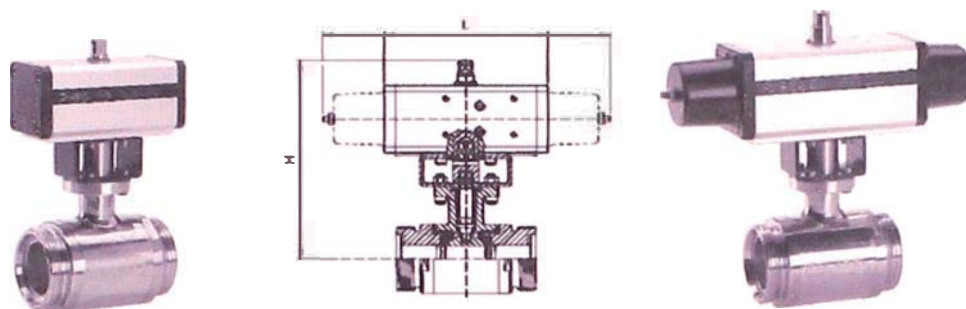
**ServiceXXL**  
Tailored Services

**www.mt.com**

**Especificaciones técnicas de las válvulas de control marca  
OMAL modelo 434**



## VALVOLA 434 ATTUATA AUTOMATED VALVE TYPE 434



ATTUATORE PNEUMATICO DOPPIO EFFETTO DOUBLE ACTING PNEUMATIC ACTUATOR							ATTUATORE PNEUMATICO SEMPLICE EFFETTO SPRING RETURN PNEUMATIC ACTUATOR						
Articolo Model	Attuatore Actuator	Kit di montaggio Mounting kit	DN mm	L mm	H mm	Peso Kg Weight Kg	Articolo Model	Attuatore Actuator	Kit di montaggio Mounting kit	DN mm	L mm	H mm	Peso Kg Weight Kg
D434H063	DA015401S	-----	10	114	111	1.1	S434H063	SR015401S	-----	10	221	116	1.8
D434H064	DA015401S	-----	15	114	113.5	1.3	S434H064	SR015401S	-----	15	221	121.5	2
D434H065	DA015401S	-----	20	114	117	1.6	S434H065	SR015401S	-----	20	221	125	2.3
D434H066	DA030401S	-----	25	130	161.5	2.3	S434H066	SR030402S	-----	25	240	141.5	3.6
D434H067	DA030401S	-----	32	130	166.5	2.7	S434H067	SR030402S	-----	32	240	146.5	3.9
D434A068	DA045402S	KCF042619	40	144	190	4.1	S434A068	SR045401S	-----	40	294	172	5.8
D434H069	DA060402S	KCF042619	50	152	202	5.7	S434H069	SR060401S	-----	50	320	198	8.2
D434H070	DA120401S	KCF052622	65	184	238.5	9.4	S434H070	SR120401S	-----	65	372	228.5	13.3
D434A071	DA180401S	-----	80	212	230	15.4	S434A071	SR180401S	-----	80	436	282	21.8
D434H072	DA240401S	-----	100	242	286	22.4	S434H072	SR240401S	-----	100	460	280	29.6

A RICHIESTA VALVOLE AUTOMATIZZATE CON ATTUATORI ELETTRICI

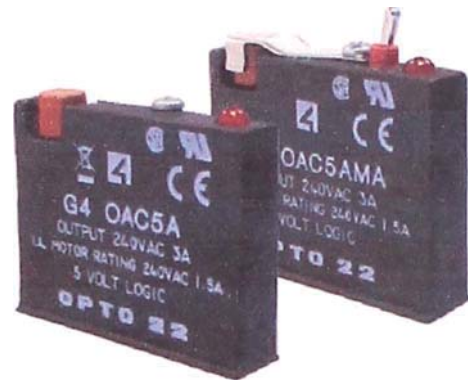
VALVE WITH ELECTRIC ACTUATORS ON REQUEST

**Especificaciones técnicas de los relés OPTO 22,  
modelo G4**

## G4 Digital AC Output Modules

### Features

- ▶ 4,000 V<sub>m</sub> optical-isolation
- ▶ Built-in LED status indicator
- ▶ Logic levels of 5, 15, and 24 VDC
- ▶ Removable fuse
- ▶ Current rating: 3 amps at 45°C
- ▶ UL Motor Load rating: 1.5 amps
- ▶ Ability to withstand one-cycle surge of 80 amps
- ▶ Operating temperature: -30 °C to 70 °C



G4OAC5A and  
G4OAC5AMA Modules

### Description

Opto 22's G4 AC output modules are used to control or switch AC loads. Each module provides up to 4,000 V<sub>m</sub> of optical-isolation between field outputs and the control side of the circuit, and each features zero voltage turn-on and zero current turn-off. All AC output modules are equivalent to single-pole, single-throw, normally open contacts (Form A, SPST-NO) except the G4OAC5A5, which is equivalent to a single-pole, single-throw, normally closed contact (Form B, SPST-NC).

The G4OAC5MA and the G4OAC5AMA are special modules featuring a manual-on/manual-off/automatic switch, ideal for diagnostic testing of control applications.

Typical applications for AC output modules include switching loads such as AC relays, solenoids, motor starters, heaters, lamps, and indicators.

### Part Numbers

Part	Description
G4OAC5	G4 AC Output 12-140 VAC, 5 VDC Logic
G4OAC5A	G4 AC Output 24-280 VAC, 5 VDC Logic
G4OAC5A5	G4 AC Output 24-280 VAC, 5 VDC Logic NC
G4OAC5MA	G4 AC Output 12-140 VAC, 5 VDC Logic With Manual/Auto Switch
G4OAC5AMA	G4 AC Output 24-280 VAC, 5 VDC Logic With Manual/Auto Switch
G4OAC15	G4 AC Output 12-140 VAC, 15 VDC Logic
G4OAC15A	G4 AC Output 24-280 VAC, 15 VDC Logic
G4OAC24	G4 AC Output 12-140 VAC, 24 VDC Logic
G4OAC24A	G4 AC Output 24-280 VAC, 24 VDC Logic



## G4 Digital AC Output Modules

### Specifications

	Units	G4OAC5*	G4OAC5A*	G4OAC5A5*	G4OAC5MA*	G4OAC5AMA*
Nominal line voltage	VAC	120	120/240	120/240	120	120/240
Output voltage range	VAC	12–140	24–280	24–280	12–140	24–280
Key feature	—	—	—	Normally closed	Diagnostic switch	Diagnostic switch
Current rating: At 45 °C ambient At 70 °C ambient	A A	3 2	3 2	3 2	3 2	3 2
UL Motor Load Rating	A	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Isolation input-to-output	V <sub>RMS</sub>	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Off-state leakage at nominal voltage (60 Hz)	mA <sub>RMS</sub>	5	1.25/2.5	1.25/2.5	5	1.25/2.5
Nominal logic voltage	VDC	5	5	5	5	5
Logic voltage range	VDC	4–8	4–8	4–8	4–8	4–8
Logic pickup voltage	VDC	4	4	4	4	4
Logic dropout voltage	VDC	1	1	1	1	1
Logic input current at nominal logic voltage	mA	12	12	12	12	12
Control resistance (R <sub>c</sub> in schematic)	Ω	220	220	220	220	220
One-cycle surge	A peak	80	80	80	80	80
Turn-on time @ 60 Hz	ms	≤8.3**	≤8.3**	≤8.3**	≤8.3**	≤8.3**
Turn-off time @ 60 Hz	ms	≤8.3***	≤8.3***	≤8.3***	≤8.3***	≤8.3***
Peak repetitive voltage	VAC	500	500	500	500	500
Minimum load current	mA	20	20	20	20	20
Output voltage drop maximum peak	V	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
Operating frequency	Hz	25–65	25–65	25–65	25–65	25–65
dV/dT-off-state	V/μs	200	200	200	200	200
dV/dT-commutating	--	snubbed for 0.5 power factor load	snubbed for 0.5 power factor load	snubbed for 0.5 power factor load	snubbed for 0.5 power factor load	snubbed for 0.5 power factor load
Temperature Operating:	°C	-30 to +70	-30 to +70	-30 to +70	-30 to +70	-30 to +70
Storage:	°C	-30 to +85	-30 to +85	-30 to +85	-30 to +85	-30 to +85

\* Also available with an FM rating; add FM to the part number (example: G4OAC5FM).

\*\* One-half cycle maximum. Module turns on at the zero volt crossing of the AC sine wave.

\*\*\* One-half cycle maximum. Module turns off at the zero current crossing of the AC sine wave.

## G4 Digital AC Output Modules

### Specifications (cont.)

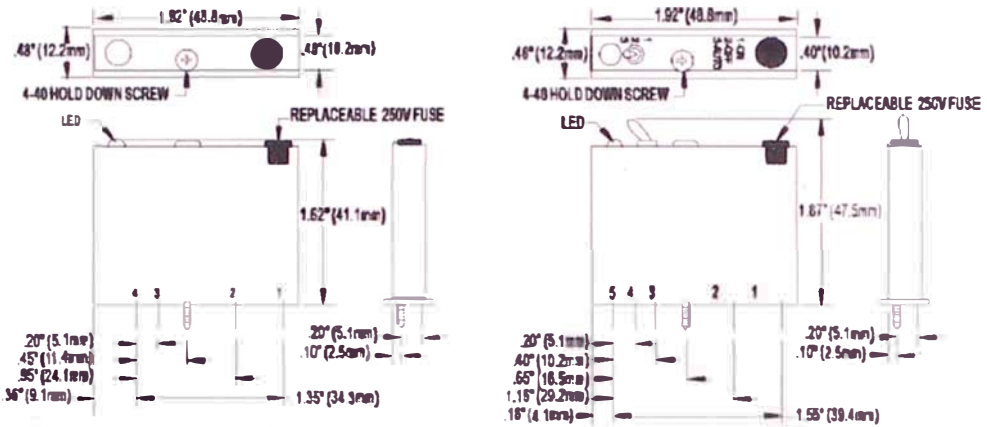
	Units	G4OAC15	G4OAC15A	G4OAC24	G4OAC24A
Nominal line voltage	VAC	120	120/240	120	120/240
Output voltage range	VAC	12–140	24–280	12–140	24–280
Key feature	—	—	—	—	—
Current rating: At 45 °C ambient	A	3	3	3	3
At 70 °C ambient	A	2	2	2	2
UL Motor Load Rating	A	1.5	1.5	1.5	1.5
Isolation Input-to-output	V <sub>RMS</sub>	4,000	4,000	4,000	4,000
Off-state leakage at nominal voltage (60 Hz)	mA <sub>RMS</sub>	5	1.25/2.5	5	1.25/2.5
Logic voltage range	VDC	10.5–16	10.5–16	19.5–32	19.5–32
Logic pickup voltage	VDC	10.5	10.5	19.5	19.5
Logic dropout voltage	VDC	1	1	1	1
Logic input current at nominal logic voltage	mA	15	15	18	18
Control resistance (Rc in schematic)	Ω	1K	1K	2.2K	2.2K
One-cycle surge	A peak	80	80	80	80
Turn-on time @ 60 Hz	ms	≤8.3*	≤8.3*	≤8.3*	≤8.3*
Turn-off time @ 60 Hz	ms	≤8.3**	≤8.3**	≤8.3**	≤8.3**
Peak repetitive voltage	VAC	500	500	500	500
Minimum load current	mA	20	20	20	20
Output voltage drop maximum peak	V	1.6	1.6	1.6	1.6
Operating frequency	Hz	25–65	25–65	25–65	25–65
dV/dT-off-state	V/μs	200	200	200	200
dV/dT-commutating	**	snubbed for 0.5 power factor load	snubbed for 0.5 power factor load	snubbed for 0.5 power factor load	snubbed for 0.5 power factor load
Temperature Operating:	°C	-30 to +70	-30 to +70	-30 to +70	-30 to +70
Storage:	°C	-30 to +85	-30 to +85	-30 to +85	-30 to +85

\* One-half cycle maximum. Module turns on at the zero volt crossing of the AC sine wave.

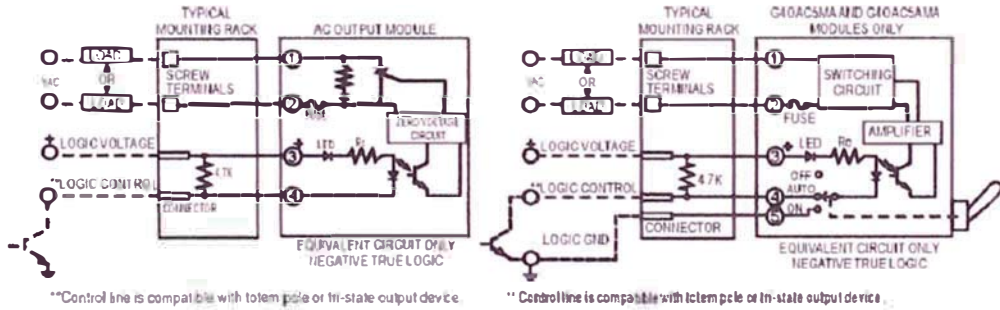
\*\* One-half cycle maximum. Module turns off at the zero current crossing of the AC sine wave.

# G4 Digital AC Output Modules

## Dimensions



## Schematics



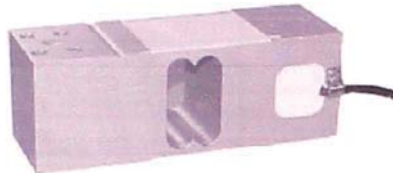
**Especificaciones técnicas de la celda de carga Tedeá Huntleigh,  
modelo 1263**

## Model 1263

Vishay Tedea-Huntleigh



### Aluminum High Capacity Single Point Load Cell



#### FEATURES

- Capacities 50 - 635kg
- Aluminum construction
- Single point 600 x 600mm platform
- OIML R60 approved
- IP66 protection
- Available with metric threads

#### OPTIONAL FEATURES

- EEx ia IIC T4 hazardous area approval

#### DESCRIPTION

Model 1263 is a high performance, high capacity single point load cell designed for direct mounting of large weighing platforms.

The rugged construction offers high immunity to side forces making it suitable for a wide range of weighing applications, including bench scales, check weighing and process weighing.

A special humidity resistant protective coating assures long term stability over the entire compensated temperature range.

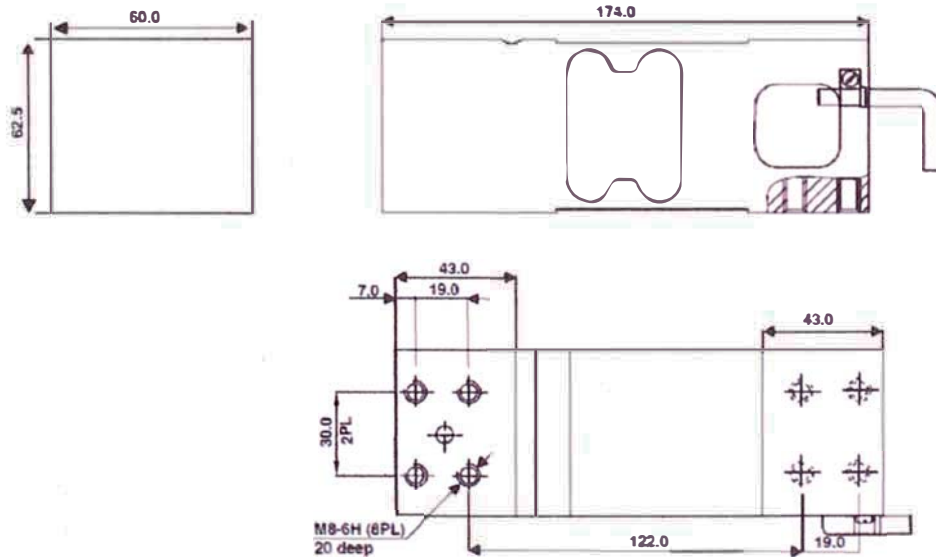
The 1263 provides scale manufacturers with a high accuracy low cost sensor to meet today's needs.

#### APPLICATIONS

- Large platform scales
- Hanging scales
- Check weighing

#### OUTLINE DIMENSIONS in mm

All dimensions in mm





# Model 1263

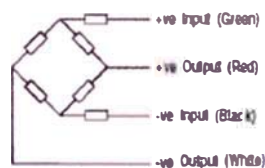
Aluminum High Capacity Single Point Load Cell Vishay Tedea-Huntleigh

## SPECIFICATIONS

PARAMETER	VALUE		UNIT
Rated capacity-R.C. ( $E_{max}$ )	50, 100, 150, 200, 250, 300, 500, 635		kg
NTEP/OIML Accuracy class	Non-Approved	C3*	
Maximum no. of Intervals (n)	1000	3000	
$Y = E_{max}/V_{min}$	2000	15000	Maximum available
Rated output-R.O.	2.0		mV/V
Rated output tolerance	0.2		±mV/V
Zero balance	0.2		±mV/V
Zero Return, 30 min.	0.050	0.0170	±% of applied load
Total Error	0.0300	0.0200	±% of rated output
Temperature effect on zero	0.0100	0.0023	±% of rated output/°C
Temperature effect on output	0.0030	0.0010	±% of applied load/°C
Eccentric loading error	0.0050	0.0033	±% of rated load/cm
Temperature range, compensated	-10 to +40		°C
Temperature range, safe	-20 to +70		°C
Maximum safe central overload	150		% of R.C.
Ultimate central overload	300		% of R.C.
Excitation, recommended	10		Vdc or Vac rms
Excitation, maximum	15		Vdc or Vac rms
Input Impedance	≥15±15		Ohms
Output Impedance	350±3		Ohms
Insulation resistance	>2000		Mega-Ohms
Cable length	1.5		m
Cable type	4 wire, PVC, single floating screen		Standard
Construction	aluminum		
Environmental protection	IP66		
Platform size (max)	600 x 600		mm
Recommended torque	Up to 300kg: 25.0 Above 300kg: 30.0		N*m

\* 50% utilization

Wiring Schematic Diagram



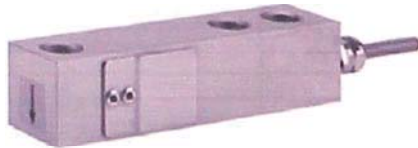
**Especificaciones técnicas de la celda de carga Tedeá Huntleigh,  
modelo 3411**

# Model 3410/3411

Vishay Tedea-Huntleigh



## Shear Beam Load Cell



### FEATURES

- Capacities 250 - 2000kg and 1000 - 4000lbs
- Steel and stainless steel construction
- OIML R60 and NTEP approved
- IP67 protection

### OPTIONAL FEATURES

- EEx Ia IIC T6 hazardous area approval
- FM approval available

### DESCRIPTION

Model 3410 is a low profile shear beam load cell designed for high accuracy platform scales, pallet scales and process weighing applications.

It has high immunity to shock or side loading and is available in 2 or 3mV/V sensitivity. Approved to OIML, NTEP standards. For hazardous environments this load cell is available with EEx Ia IIC T6 level of European approval.

Nickel plating and full environmental sealing assures long term reliability. A

stainless steel option is available for the lb versions for use in harsh or corrosive environments.

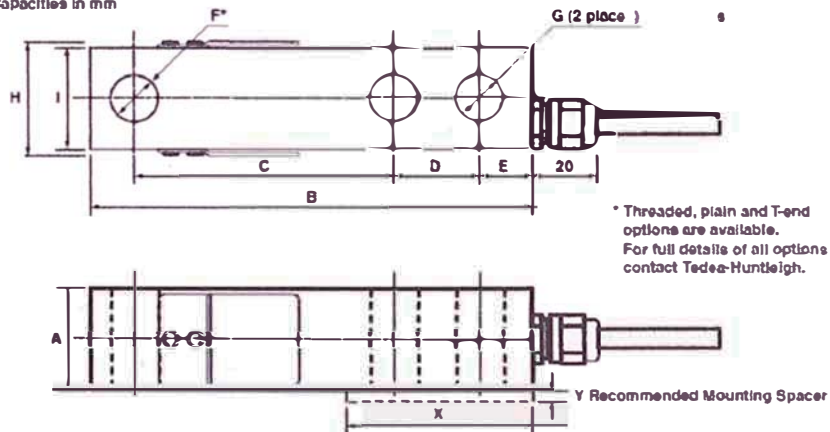
The two additional sense wires feed back the voltage reaching the load cell. Complete compensation of changes in lead resistance due to temperature change and/or cable extension is achieved by feeding this voltage into the appropriate electronics.

### APPLICATIONS

- Low profile platforms
- Pallet truck weighing
- Tank and silo weighing

### OUTLINE DIMENSIONS in millimeters

Outline Dimensions All Capacities in mm



\* Threaded, plain and T-end options are available. For full details of all options contact Tedea-Huntleigh.

CAPACITY	A	B	C	D	E	OF	OG	H	I	X	Y
1000, 1500, 2500, 4000lb	30.5	130	76.2	25.4	16	Ø13.5	Ø13.5	34.0	30.5	57	4
250, 500, 1000kg	30.5	130	76.2	25.4	16	M12*	Ø13.5	34.0	30.5	57	4
2000kg	36	130	76.2	25.4	16	M12*	Ø13.5	34.0	30.5	57	4

\* Tapped M12 X 1.75 & counterbored Ø13.5 X 14.5 Deep





# Model 3410/3411

Shear Beam Load Cell

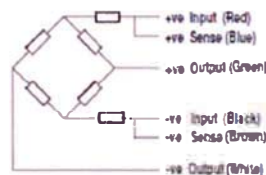
Vishay Tedea-Huntleigh

## SPECIFICATIONS

PARAMETER	VALUE			UNIT
Rated capacity-R.C. ( $E_{max}$ )	250, 500, 1000, 2000			kg
Rated capacity-R.C. ( $E_{max}$ )	1000, 1500, 2500, 4000			lbs
NTEP/OIML Accuracy class	NTEP	Non-Approved	C3	
Maximum no. of intervals (n)	3000 single 5000 multiple	1000	3000*	
$Y = E_{max}/V_{min}$	6666	1400	10000	Max available
Rated output-R.O.	2.0 for kg and 3.0 for lbs			mV/V
Rated output tolerance	0.1			±% of rated output
Zero balance	2			±% of rated output
Zero Return, 30 min.	0.0250	0.0300	0.0170	±% of applied load
Total Error (per OIML R60)	0.0200	0.0500	0.0200	±% of rated output
Temperature effect on zero	0.0023	0.0100	0.0023	±% of rated output/°C
Temperature effect on output	0.0010	0.0030	0.0010	±% of applied load/°C
Temperature range, compensated	-10 to +40			°C
Temperature range, safe	-20 to +70			°C
Maximum safe central overload	150			% of R.C.
Ultimate central overload	300			% of R.C.
Excitation, recommended	10			Vdc or Vac rms
Excitation, maximum	15			Vdc or Vac rms
Input Impedance	385±10			Ohms
Output Impedance	351±5			Ohms
Insulation resistance	>2000			Mega-Ohms
Cable length	3.0 - 3410, 6.0 - 3411			m
Cable type	6 wire, braided, Polyurethane, floating screen			Standard
Construction	Nickel plated alloy steel and stainless steel			
Environmental protection	IP67			
Recommended torque	136			N*m

\* 50% utilization

### Wiring Schematic Diagram



## VISHAY TRANSDUCERS (VT) SALES OFFICES

**VT Americas**  
City of Industry, CA  
PH: +1-626-858-8899  
FAX: +1-626-332-3418  
vt.us@vishaymg.com

**VT Netherlands**  
Breda  
PH: +31-76-548-0700  
FAX: +31-76-541-2854  
vt.nl@vishaymg.com

**VMG UK**  
Basingstoke  
PH: +44-125-646-2131  
FAX: +44-125-647-1441  
vt.uk@vishaymg.com

**VMG Israel**  
Netanya  
PH: +972-9-863-8888  
FAX: +972-9-863-8800  
vt.il@vishaymg.com

**VMG Germany**  
Heilbronn  
PH: +49-7131-3901-260  
FAX: +49-7131-3901-2666  
vt.de@vishaymg.com

**VT China**  
Tianjin  
PH: +86-22-2838-3503  
FAX: +86-22-2835-7261  
vt.prc@vishaymg.com

**VMG France**  
Chartres  
PH: +33-2-37-33-31-20  
FAX: +33-2-37-33-31-29  
vt.fr@vishaymg.com

**VT Taiwan\***  
Taipei  
PH: +886-2-2696-0168  
FAX: +886-2-2696-4565  
vt.roe@vishaymg.com  
\*Asia except China

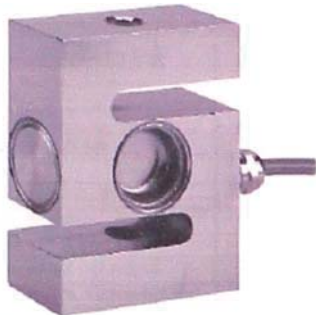
**Especificaciones técnicas de la celda de carga Tedeo Huntleigh,  
modelo 620**

# Model 620

Vishay Tedea-Huntleigh



## S-Type Stainless Steel Load Cell



### FEATURES

- Capacity range: 500 to 5000kg
- Stainless Steel construction
- sealed by welding to IP68
- S-Type design for use in tension and compression
- OIML approved to 3000d (500-5000kg)
- NTEP approved to 5000d (500-2000kg)
- Choice of mounting threads Metric or Unified systems
- Six Wire Cable (sense circuit)

### OPTIONAL FEATURES

- EEx ia IIC T6-ATEX hazardous area approval
- Class I, II, III Division 1 – FM hazardous area approval

### DESCRIPTION

Model 620 is a Stainless Steel S-Type Load Cell. Its Welded Sealing combined with high accuracy, make this Load Cell ideally suited for a wide range of applications of Process Weighing and Force Measurements.

Approvals Include OIML C3 (3000d); NTEP 3000d single and NTEP 5000d Multiple.

Also available are versions approved for hazardous areas – ATEX II 1 GD EEx ia T6

for Europe and FM I, II, III Division 1 for the USA.

The six-wire cable includes two sense wires that compensate for changes in lead resistance due to temperature changes and cable extension.

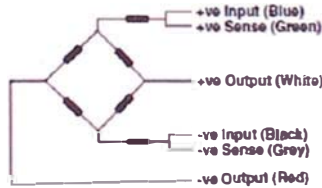
Model 620 offers a choice of bolt threads in Metric or Unified systems – see table below.

### APPLICATIONS

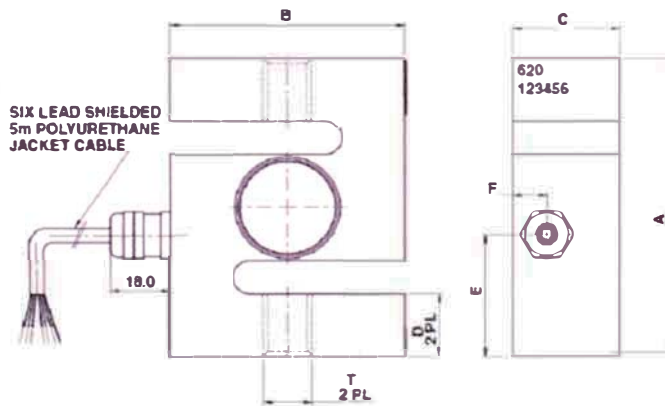
- Hopper (Tank Weighing)
- Hybrid Scales
- Belt Weighing
- Lever arm conversions
- Material testing machines
- Vibrations filling equipment
- Dynamometers

### OUTLINE DIMENSIONS in mm

Wiring Schematic Diagram



Thread Type "T" By Capacity		
Capacity	Metric	Unified
500 kg	M12 x 1.75	1/2-20 UNF
1000 kg	M16 x 2.0	1/2-20 UNF
2000 kg	M16 x 2.0	3/4-16 UNF
5000 kg	M24 x 2.0	1 - 12 UNF



Optional Rod End Bearings for use with all Vishay Transducers S-Type load cells are available - consult VT Sales office

Capacity	A	B	C	D	E	F
500, 1000, 2000 kg	90	70	32	19	36.8	10.4
5000 kg	120	100	45	26	60	13.8



## Model 620

S-Type Stainless Steel Load Cell

Vishay Tedea-Huntleigh

### SPECIFICATIONS

PARAMETER	VALUE				UNIT
	NTEP	Non-Approved	C2/50	C3/50	
Rated capacity-R.C. ( $E_{max}$ )	500, 1000, 2000, 5000*				kg
NTEP/OIML Accuracy class	NTEP	Non-Approved	C2/50	C3/50	
Maximum no. of Intervals (n)	class IIIIL	1000	2000*	OIML 3000	
$Y = E_{max}/V_{min}$	5000	2000	4000	6000	
Rated output-R.O.	2.0				mV/V
Rated output tolerance	0.0035				$\pm$ mV/V
Zero balance	0.04				$\pm$ mV/V
Total Error (per OIML R60)	0.0200	0.0500	0.0300	0.0200	$\pm$ % of R.O.
Zero Return, 30 min.	0.0250	0.0500	0.0250	0.0170	$\pm$ % of applied load
Temperature effect on zero	(0.0010)	0.0070	0.0020	0.0023	$\pm$ % of R.O./°C (°F)
Temperature effect on output	(0.0008)	0.0400	0.0014	0.0012	$\pm$ % of applied load/°C (°F)
Temperature range, compensated	-10 to +40				°C
Temperature range, safe	-30 to +90				°C
Maximum safe static overload	150				% of R.C.
Excitation, recommended	10				Vdc or Vac rms
Excitation, maximum	15				Vdc or Vac rms
Input Impedance	400 $\pm$ 20				Ohms
Output Impedance	350 $\pm$ 3				Ohms
Insulation resistance	>5000				Mega-Ohms
Construction	Stainless steel				
Environmental protection	IP68				

\* 5000kg capacity is not approved by NTEP

### VISHAY TRANSDUCERS (VT) SALES OFFICES

VT Americas  
City of Industry, CA  
PH: +1-626-858-8899  
FAX: +1-626-332-3418  
vt.us@vishaymg.com

VT Netherlands  
Breda  
PH: +31-76-548-0700  
FAX: +31-76-541-2854  
vt.nl@vishaymg.com

VMG UK  
Basingstoke  
PH: +44-125-646-2131  
FAX: +44-125-647-1441  
vt.uk@vishaymg.com

VMG Israel  
Netanya  
PH: +972-9-863-8888  
FAX: +972-9-863-8800  
vt.il@vishaymg.com

VMG Germany  
Heilbronn  
PH: +49-7131-3901-260  
FAX: +49-7131-3901-2666  
vt.de@vishaymg.com

VT China  
Tianjin  
PH: +86-22-2835-3503  
FAX: +86-22-2835-7251  
vt.prc@vishaymg.com

VMG France  
Chartres  
PH: +33-2-37-33-31-20  
FAX: +33-2-37-33-31-29  
vt.fr@vishaymg.com

VT Taiwan\*  
Taipei  
PH: +886-2-2636-0168  
FAX: +886-2-2636-4965  
vt.roc@vishaymg.com  
\*Asia, except China

**Especificaciones técnicas de la celda de carga Tedeo Huntleigh,  
modelo 120**

## Model 120

Vishay Tedea-Huntleigh



### High Capacity Compression Load Cell



ATEX

#### FEATURES

- Capacities 5 - 50 ton
- Stainless steel housing
- Surge arrestors fitted
- Simple to install
- 0.02% total error
- 6 wire sense circuit
- Output tolerance 0.1%

#### OPTIONAL FEATURE

- EEx ia IIC T4 - hazardous area approval
- Model 121 with anti rotation groove

#### DESCRIPTION

Model 120 is a high capacity truck scale and silo load cell which is supplied complete with its own unique rocker mounting components.

Suitable for all heavy duty weighing applications the 120 gives the user high accuracy and low installation cost

The 120 has a stainless steel housing to protect against corrosion. The alloy steel compression element is nickel plated, and

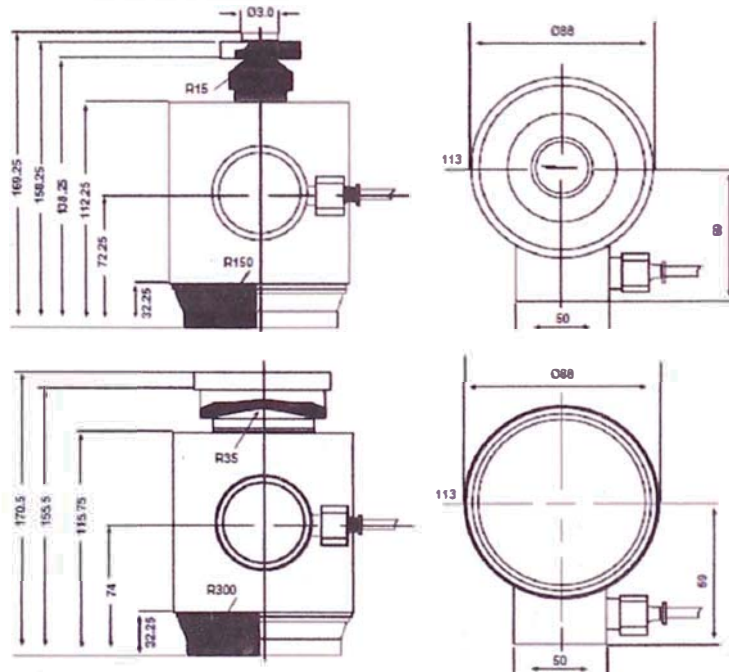
the rocker mounting accessories are zinc plated alloy steel.

The two additional sense wires feed back the voltage reaching the load cell. Complete compensation of change in lead resistance due to temperature change and/or cable extension, is achieved by feeding this voltage into the appropriate electronics.

#### APPLICATIONS

- Truck weighbridges
- Silo and hopper weighing
- Train "rail" scales
- Process weighing

#### OUTLINE DIMENSIONS in millimeters





## Model 120

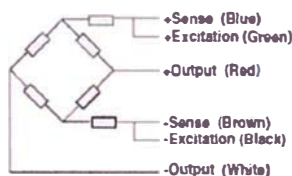
### High Capacity Compression Load Cell Vishay Tedea-Huntleigh

#### SPECIFICATIONS

PARAMETER	VALUE		UNIT
Rated capacity-R.C. ( $E_{max}$ )	5, 10, 20, 30, 50		ton
NTEP/OIML Accuracy class	Non-Approved*		
Maximum no. of intervals (n)	1000	3000	
$Y = E_{max}/V_{min}$	2000	6000	
Rated output-R.O.	1.5		mV/V
Rated output tolerance	0.15		±mV/V
Zero balance	0.15		±mV/V
Zero Return, 30 min.	0.0500	0.0200	±% of applied load
Total Error (per OIML R60)	0.0500	0.0200	±% of rated output
Temperature effect on zero	0.0100	0.0040	±% of rated output/°C
Temperature range, compensated	-10 to +40		°C
Temperature range, safe	-20 to +70		°C
Maximum safe central overload	150		% of R.C.
Ultimate central overload	300		% of R.C.
Excitation, recommended	10		Vdc or Vac rms
Excitation, maximum	24		Vdc or Vac rms
Input Impedance	670±15		Ohms
Output Impedance	605±5		Ohms
Insulation resistance	>2000		Mega-Ohms
Cable length	15		m
Cable type	6 wire, braided, Polyurethane, dual floating screen		Standard
Construction	Stainless steel housing, plated alloy steel element		
Environmental protection	IP67		

\* Typical 80% utilization

#### Wiring Schematic Diagram



#### VISHAY TRANSDUCERS (VT) SALES OFFICES

**VT Americas**  
City of Industry, CA  
PH: +1-626-858-8899  
FAX: +1-626-332-3418  
vt.us@vishaymg.com

**VT Netherlands**  
Breda  
PH: +31-76-548-0700  
FAX: +31-76-541-2854  
vt.nl@vishaymg.com

**VMG UK**  
Basingstoke  
PH: +44-125-646-2131  
FAX: +44-125-647-1441  
vt.uk@vishaymg.com

**VMG Israel**  
Netanya  
PH: +972-9-863-8888  
FAX: +972-9-863-8800  
vt.il@vishaymg.com

**VMG Germany**  
Heilbronn  
PH: +49-7131-3901-260  
FAX: +49-7131-3901-2666  
vt.de@vishaymg.com

**VT China**  
Tianjin  
PH: +86-22-2835-3503  
FAX: +86-22-2835-7261  
vt.pr@vishaymg.com

**VMG France**  
Chartres  
PH: +33-2-37-33-31-20  
FAX: +33-2-37-33-31-29  
vt.fr@vishaymg.com

**VT Taiwan\***  
Taipei  
PH: +886-2-2696-0168  
FAX: +886-2-2696-4965  
vt.tai@vishaymg.com  
\*Asia except China