



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA.

ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO
RENOVABLES

CARRER DE INGENIERÍA ELECTROMECHANICA

TÍTULO:

Diseño y Construcción de un Sistema Automático de
Pesaje y Control Estadístico Mediante Básculas
Electrónicas Inteligentes

TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO ELECTROMECAÁNICO.

AUTORES : SERGIO JAVIER HERNANDEZ ROJAS
JUAN PABLO LUPERCIO RAMIREZ
CESAR ANTONIO RAMON RODRIGUEZ
NILSON DE JESUS ARMIJOS CABRERA

DIRECTOR: ING. MILTÓN AMABLE LEÓN TAPIA

LOJA – ECUADOR

2008



Capítulo I: Análisis de las fuentes

1.1 Introducción.

1.2 Los primeros inicios del pesaje.

1.3 Fundamentos teóricos.

1.3.1 Concepto de peso.

1.3.2 Concepto de balanza.

1.4 Tipos de balanzas.

1.4.1 Balanzas de brazos iguales.

1.4.2 Balanza romana.

1.4.3 Balanza monopiano.

1.4.5 Grandes básculas pesadoras.

1.4.6 Balanzas para servicio postal.

1.4.7 Balanzas de péndulo.

1.4.8 Balanza bilateral.

1.4.9 Microbalanzas complejas.

1.4.10 Balanzas electrónicas (celdas de carga).

1.4.11 Básculas del tipo de cargas o intermitentes.

1.5 Tecnología del pesaje

1.5.1 Los modernos sistemas de pesaje

1.6 Automatización Industrial

1.6.1 Historia de la Automatización.

1.6.2 Control de Procesos:

1.6.3 Instrumentación para el Proceso:

1.7 Control estadístico de calidad.

1.7.2 Orígenes y evolución de la calidad



1.8 Planteamiento del problema.

1.9 Problema.

1.10 Hipótesis.

1.10.2 Hipótesis General.

1.10.3 Hipótesis Específicas.

1.11 Objetivo de la Investigación.

1.11.1 Objetivo General.

1.11.2 Objetivos Específicos.

1.12 Tareas.

1.13 Conclusiones parciales.



1.1. Introducción.

La medición del peso se realiza en muy diversas actividades de la economía y en todos los sectores, principalmente en el industrial y el comercial, afectando a todas aquellas partes involucradas, desde los pequeños comercios hasta los grandes industriales con mercancías que se comercializan en relación con su masa, en grandes cantidades en el mercado interno y externo. Por tal motivo, se considera necesario que los instrumentos para medir sean exactos, confiables y tengan los requisitos técnicos y metroológicos necesarios y apropiados.

Existiendo en la actualidad un elevado nivel de competitividad debido a la globalización de la economía, la cual no es sino la consecuencia de un continuo y acelerado desarrollo tecnológico, es imperativo de igual manera trabajar continua y aceleradamente en el avance tecnológico, preocupándonos cada día por ser eficientes y eficaces lo que nos permitirá estar mejor preparados.

La apertura de los mercados ha mostrado que, a pesar de existir en el país, un gran número de industrias en todos los campos de la producción, la gran mayoría no está en capacidad de competir en los mercados Internacionales, tanto en cantidad como en calidad. La explicación salta a la vista cuando se observa y analiza el parque de máquinas y equipos empleados. Este está formado por una amplia gama de tecnologías, la mayoría de ellas, al tener una alta participación manual en sus procesos no poseen un adecuado control sobre sus procesos productivos, Como resultado, su rendimiento es mínimo y no hay homogeneidad en los bienes producidos. El pretender reponer el parque industrial por aquel de alta tecnología de punta, es una tarea que raya en lo imposible para la casi totalidad de las empresas debido a los altos costos que ello representa. Se puede contar con los dedos de las manos las actuales empresas nacionales que podrían hacerlo. Sin embargo, lo anterior no debe ser una razón para permanecer en el actual estado de atraso. Existen soluciones viables para que cada uno de los grupos o niveles tecnológicos y aprovechando sus propias máquinas y equipos, implanten una automatización a un costo razonable y acorde a sus condiciones.

El tema de automatización nos dará una visión muchísimo más amplia de lo que puede ayudar esto a una empresa ya que se va a dar en la misma un proceso de mecanización de las actividades industriales para reducir la mano de obra, simplificar el trabajo para que así se de propiedad a algunas maquinas, de realizar las operaciones de manera automática; por lo que indica que se va dar un proceso más rápido y eficiente.



Como dijimos anteriormente al darse una mayor eficiencia en el sector de la maquinaria, se lograra que la empresa industrial disminuya la producción de piezas defectuosas; por lo tanto aumente una mayor calidad en los productos que se logran mediante la exactitud de las maquinas automatizadas Todo esto ayudara a que la empresa industrial mediante la utilización de inversiones tecnológicas viables, aumente su competitividad en un porcentaje considerable con respecto a la competencia, y si no se hace, la empresa puede sufrir el riesgo de quedarse rezagada.

Aunque es evidente que la automatización sustituye a un alto porcentaje de la fuerza laboral no calificada, los principales beneficios para automatizar no son necesariamente la reducción del costo del trabajo.

Actualmente la mayor calidad en los productos se logra mediante la exactitud de las máquinas automatizadas y por la eliminación de los errores propios del ser humano; lo que a su vez repercuten en grandes ahorros de tiempo y materia al eliminarse la producción de productos o partes defectuosas.

Por estas razones, la inversión en tecnología de automatización no puede ser considerada como cualquier otra inversión, sino como una necesaria estrategia de competitividad, no invertir en esta tecnología implica un riesgo alto de rápido desplazamiento por la competencia.

El presente proyecto está dirigido a cubrir una parte de estas necesidades mediante el desarrollo de un sistema automatizado de pesaje electrónico y control estadístico de los procesos de manufactura.

La idea de realizar este proyecto surge de la necesidad existente en casi todas las fábricas de nuestro país respecto al control en el pesaje.

Esperamos que con todo esto y más podamos cumplir con todas las expectativas propuestas en este tema y logremos alcanzar el objetivo que es el diseño, funcionamiento y aplicación del sistema automatizado de pesaje electrónico como un aporte a la tecnificación en nuestro país y a la posterior utilización de esta tecnología en las diferentes plantas industriales.

El presente capítulo tiene la finalidad de exponer la historia de los sistemas de pesaje y control estadístico, plantear y fundamentar la problemática actual y dar una solución técnica al problema a las industrias de la región sur del país, se establecerán los fundamentos teóricos del pesaje y control, además se expondrá el funcionamiento y las partes de un sistema de pesaje.

1.2. Los primeros inicios del pesaje.

Una de las primeras actividades ligadas a la evolución cultural del ser humano fue el comercio. El intercambio de los diversos productos lo enfrentó a la necesidad de pesarlos y medirlos, cosa que hacia el año 3 500 A.C. resolvieron los egipcios inventando un instrumento esencial: La Balanza.

Las primitivas balanzas egipcias (Fig. 1.1) consistían en una columna con un astil atado con una cuerda en cuyos extremos se sostenían también mediante cuerdas, sendas bandejas para colocar en una la mercancía y en la otra una pesa de valor convenido. Hacia el 1500 a.C. los egipcios, que ya habían mejorado otros aspectos de su invento, añadieron una plomada para verificar la nivelación de la balanza.



Fig. 1.1. Papiro Egipcio.

Mientras la balanza egipcia seguía su propio camino y se enriquecía en el ámbito de las civilizaciones mediterráneas con la incorporación de elementos como el fiel (aguja) para indicar el perfecto equilibrio entre los platillos, hacia el 200 a. C. los romanos inventaron un instrumento para pesar conocido como romana de gancho (Fig. 1.2), que se difundió por todo su vasto imperio. La romana presenta la originalidad de un astil asimétrico, en cuyo extremo más corto pende un gancho (mas adelante se le añadió un plato) del que se cuelga la mercancía, y por el largo, dentado y graduado, se desliza un peso fijo. Este mismo sistema ha servido de base para desarrollar las balanzas ó básculas de plataforma utilizadas para determinar grandes pesos.

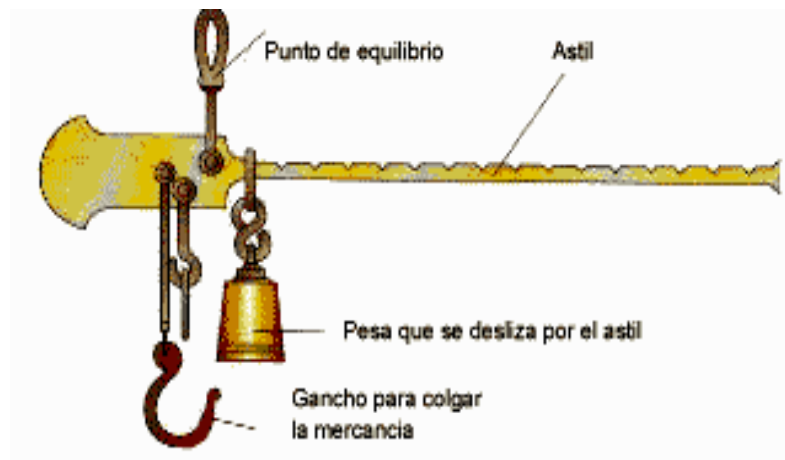


Fig. 1.2. Balanza romana de gancho.

A finales del siglo XV, Leonardo da Vinci diseñó una balanza de cuadrante graduada que, a diferencia de las balanzas tradicionales que establecían equivalencias entre pesos, introdujo la novedad de indicar el peso del objeto que se suspendía de ella en un cuadrante semicircular graduado. Posiblemente fue la primera balanza automática de la historia.

Otro salto importante en el desarrollo de la balanza lo protagonizó en 1.699 el matemático francés Gilles Personier de Roberval. Su sistema de astiles paralelos acoplados, que parece desafiar el principio de la palanca que rige las balanzas, permite a los platillos situados en un punto equidistante del apoyo, mantenerse en un plano de horizontalidad sin que la posición ó el desplazamiento de los pesos en ellos afecte la precisión.

1.3. Fundamentos teóricos.

1.3.1 Concepto de peso.

Se denomina peso de un cuerpo a la fuerza que ejerce la gravedad sobre dicho cuerpo a una aceleración normal de gravedad de $9,81 \text{ m/s}^2$

En las proximidades de la Tierra, y mientras no haya una causa que lo impida, todos los objetos caen animados de una aceleración, g , por lo que están sometidos a una fuerza constante, que es el peso.



Los objetos diferentes son atraídos por fuerzas gravitatorias de magnitud distinta. La fuerza gravitatoria que actúa sobre un objeto de masa m se puede expresar matemáticamente por la expresión

$$P = m \cdot g$$

La aceleración de la gravedad, g , es la misma para todas las masas situadas en un mismo punto, pero varía ligeramente de un lugar a otro de la superficie terrestre. Por estos motivos, el peso de un objeto se puede determinar por un método comparativo (como se hace en una balanza de laboratorio) o por medición directa de la fuerza gravitatoria suspendiendo el objeto de un muelle o resorte calibrado en newtons (como se hace en una balanza de resorte). La deformación del muelle depende del valor de la aceleración de la gravedad del lugar donde se realiza la medida; por eso una balanza de resorte marca pesos diferentes para una misma masa (o cantidad de materia) en lugares con una aceleración de la gravedad diferente. Por ejemplo, cualquier objeto pesa algo más si está situado a nivel del mar que si está en la cima de una montaña, o si está cerca del polo que si está en el ecuador terrestre. Sin embargo, su masa es la misma. Si se compara el peso en la Tierra y en la Luna, las diferencias son más espectaculares. Así, un objeto con 1 kilogramo de masa, que en la Tierra pesa unos 9,8 newtons (en un lugar donde g valga $9,8 \text{ m/s}^2$), pesaría solamente 1,6 newtons en la Luna (donde g vale aproximadamente $1,6 \text{ m/s}^2$). Una balanza de brazos, como la que se utiliza en el laboratorio, está formada por dos platos suspendidos de una barra transversal que descansa sobre un punto de apoyo. Una aguja fijada a la barra señala cuándo los platos contienen masas idénticas. Como ambas masas se encuentran en el mismo lugar, están sometidas a la misma aceleración de la gravedad, y la medida del peso se realiza por comparación.

A diferencia de la masa, el peso varía dependiendo de la posición relativa del objeto o de su distancia a la Tierra, de si la velocidad con que se mueve el objeto varía con respecto al movimiento de nuestro planeta y si, obviamente, el objeto está bajo la acción de una gravedad de magnitud distinta a la de la Tierra (otro planeta, por ejemplo). En las proximidades de la Tierra, y mientras no haya una causa que lo impida, todos los objetos caen animados de una aceleración, g , por lo que están sometidos a una fuerza constante, que es el peso.



1.3.2 Concepto de balanza.

La Balanza es un dispositivo mecánico o electrónico empleado en hogares, laboratorios, empresas e industrias para determinar el peso o la masa (debido a la relación que existe entre ambas magnitudes) de un objeto o sustancia.

El concepto de balanza está estrechamente relacionado con el de la báscula. Ambos instrumentos sirven para medir pesos, y su principio de funcionamiento, y aun su origen es el mismo: una barra libremente suspendida por un punto, la cual llega a alcanzar una posición de equilibrio al compensar un peso de valor desconocido con el de otro que ya se conoce, colocados cada uno en los extremos de la barra. La diferencia fundamental entre la balanza y la báscula estriba en que los brazos de la barra a partir de un punto en que ésta pivota, son casi siempre de la misma longitud, en la balanza, mientras que en la báscula son, en todos los casos, de longitudes distintas entre sí. En ésta, el brazo que soporta el peso desconocido, es mas corto que el que sostiene el contrapeso de valor desconocido.

1.4 Tipos de Balanzas.

Los dispositivos para pesar se dividen en dos categorías: balanzas y sistemas de deflexión de fuerzas. Estos dispositivos pueden pesar por fracciones o en forma continua y pueden ser automáticos o manuales. Se espera que su exactitud sea del orden del 0.1% y puede ser mejor que 0.0001%, según el tipo y aplicación de la escala. La calibración se efectúa normalmente empleando el peso patrón (masas) con calibraciones establecidas por la National Bureau of Standards.

1.4.1 Balanzas de brazos iguales.

El mecanismo para pesar más sencillo es la balanza de brazos iguales Fig. 1, empleada por primera vez por los egipcios alrededor del 3500 A.C. Esta balanza consta de una barra, con un plato colgado de cada extremo, que se sostiene en el centro sobre un punto de apoyo. Para emplear esta balanza se coloca un objeto de peso desconocido en uno de los platos, y se van poniendo objetos de peso conocido en el otro plato hasta que la balanza esté equilibrada y la barra quede en posición horizontal. El peso y la masa del objeto son entonces los mismos que los de las pesas del otro plato.



Fig. 1.3. Balanza de brazos iguales.

1.4.2 Balanza romana.

Hace unos 2.000 años aparecieron las balanzas denominadas romanas Fig.2, que deben su nombre a haber sido inventadas por los antiguos romanos. Al igual que la balanza de brazos iguales, la romana consta de una barra sostenida en un punto de apoyo. Las pesadas se realizan equilibrando un peso conocido situado a un lado del punto de apoyo con un peso desconocido situado al otro lado. Sin embargo, al contrario que en la balanza de brazos iguales, el punto de apoyo de la romana no está en el centro; el objeto que se quiere pesar se cuelga del brazo corto, mientras que por el brazo más largo puede deslizarse una pesa (denominada pilón) acercándola o alejándola del punto de apoyo. Una vez colgado el objeto de la romana, se ajusta la posición del pilón hasta que equilibra la carga del brazo corto; la posición de la pesa, que se mide mediante marcas realizadas en el brazo largo, indica el peso del objeto.



Fig. 1.4. Balanza romana.

1.4.3 Balanza monoplato.

Este instrumento, en vez de tener un platillo en cada extremo de la cruz, dispone de un contrapeso fijo en un extremo y de un platillo con un conjunto de pesas acopladas al mismo en el otro extremo. Los pesos de cada extremo se equilibran entre sí y, cuando se sitúa una sustancia a pesar sobre el platillo, algunas de las pesas incorporadas se levantan y pierden el contacto con la cruz, hasta que se restablece el equilibrio. El peso de la muestra es igual al total de los pesos descolgados. Las pesas se añaden o anulan mecánicamente girando unos tornillos apropiados. El fiel suele estar instalado en el extremo de la cruz próximo al contrapeso, y su movimiento se proyecta ópticamente sobre una escala. La balanza monoplato se utiliza ampliamente en la industria y en los laboratorios médicos y de investigación de todo el mundo; su empleo se impone cada vez más al de la balanza antigua de dos platos.



Fig. 1.5. Balanza monoplato.

1.4.5 Grandes básculas pesadoras.

Las básculas pesadoras funcionan a base del principio de la romana Fig. 2, pues sus brazos son desiguales para permitir la multiplicación entre el pilón (o peso corredizo) y el cuerpo cuyo peso se mide. Este grupo comprende las básculas de plataforma o tablero, de vía, de tolva, y de tanque. Se consigue el equilibrio moviendo uno o varios pisones a lo largo de barras graduadas en unidades de peso, hasta las posiciones adecuadas. En las básculas del tipo cuadrante o esfera indicador, se alcanza el equilibrio automáticamente



por la desviación, respecto a la vertical, de pesos pendulares calibrados. Se amplía mucho dicha desviación por medio del mecanismo que acciona la aguja, la cual da sobre la esfera una indicación directa de peso.



Fig. 1.5. Báscula de plataforma.

1.4.6 Balanzas para servicio postal.

Las balanzas para el servicio postal Fig. 3, tienen el mismo principio del sistema monopiano pero mucho más sensibles. Estas son capaces de determinar cargas con una precisión ± 0.1 gramos.



Fig. 1.6. Balanza para servicio postal.

1.4.7 Balanzas de péndulo.

En una balanza de péndulo Fig. 4, una plataforma está unida a un péndulo pesado. Cuando se coloca un objeto sobre la plataforma, el péndulo se desplaza hacia el lado para equilibrar la carga; una aguja fijada al péndulo indica el peso el objeto.



Fig.1.7. Balanza de péndulo.

1.4.8 Balanza de cocina.

A pesar de que muchos consideren a las balanzas como algo común, debemos señalar que éstas son utilizadas cotidianamente en nuestras vidas y muchas veces sin notarlo, un excelente ejemplo de ello son las balanzas de cocina. A la hora de cocinar ciertos platos las recetas suelen señalar muy específicamente las cantidades diversos ingredientes que debemos utilizar, de todas formas, aunque muchas veces estas cantidades vienen señaladas en cucharadas, lo normal es que dicha medida sea seleccionada a través del uso de una balanza de cocina. Esto debe hacerse para evitar equivocaciones en las proporciones y alterar el sabor del plato. En la actualidad podemos encontrar infinidad de balanzas destinadas al uso culinario: vienen en diferentes tamaños, colores, precisiones y, fundamentalmente, precios. Para los que estamos acostumbrados a cocinar es difícil decidir por un modelo, sobre todo cuando desconocemos sus límites y su verdadera utilidad, es por esto que para que compremos una balanza adecuada es necesario conocer qué nos ofrece cada tipo de

balanza y analizar si la misma se adecua a nuestras necesidades. De esta forma sabremos si todo lo que se nos ofrece realmente es necesario y útil.



Fig. 1.8. Balanza de cocina.

1.4.10 Microbalanzas complejas.

Las complejas microbalanzas utilizadas en los laboratorios científicos funcionan de otra forma. Muchas utilizan el electromagnetismo: una corriente eléctrica atraviesa una bobina que produce un efecto magnético que equilibra el brazo. Cuanto mayor sea el peso ejercido en el brazo, mayor será la corriente que se deba aplicar; los pesos se indican en escalas calibradas. Algunas microbalanzas se basan en las propiedades regulares y mensurables de la torsión de la fibra de cuarzo. Estas balanzas supersensibles pueden medir hasta una millonésima de gramo, muy inferior al peso de un cabello humano. Estos dispositivos están encerrados en cajas de vidrio o plástico para evitar que las corrientes de aire o las variaciones de temperatura afecten a la pesada.



Fig. 1.10. Microbalanza compleja de laboratorio.

1.4.11 Balanzas electrónicas (celdas de carga).

Las balanzas electrónicas, que emplean electricidad para determinar el peso, son más rápidas y por lo general más precisas que las mecánicas. También pueden incorporarse a sistemas computarizados, lo que las hace más útiles y eficaces que las balanzas mecánicas en la mayoría de las aplicaciones. Un tipo de báscula electrónica bastante común emplea un elemento piezoeléctrico sensible a la deformación, un alambre delgado cuya resistencia eléctrica cambia al ser estirado o comprimido. Este sensor piezoeléctrico va fundido a una columna que sostiene la plataforma de la balanza. Cuando se coloca una carga sobre la plataforma la columna y el sensor piezoeléctrico se comprimen. El consiguiente cambio en resistencia del sensor puede emplearse para determinar el peso del objeto.

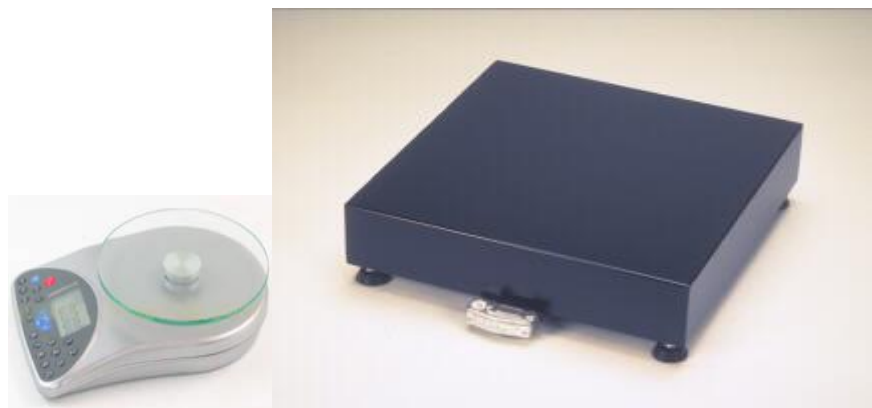


Fig. 1.11. Balanza electrónica.

Otros elementos sensibles a la fuerza se adaptan también para medir pesos. De importancia creciente son las celdas de carga, porque se eliminan en ellas los pivotes y piezas móviles y producen una corriente eléctrica que pueden utilizarse para fines de control y registros directos de datos.

Las celdas requieren muy poco espacio, su colocación se adapta a la forma del recipiente, siendo posible utilizar desde una hasta 4 celdas. Se busca siempre colocar la menor cantidad de celdas en concordancia con su tipo y capacidad, buscando el más

bajo costo para economizar en el sistema, pudiendo ser de tipo 'S', monocelda, trabe al corte, de eslabón al centro, de doble eslabón, o de canister.

El mantenimiento de las celdas de carga, indicadores y componentes en general es prácticamente nulo. No hay partes en movimiento, ni desgaste.



Fig. 1.12. Celda de carga.

1.4.12 Básculas del tipo de cargas o intermitentes.

Esta báscula se adapta a corrientes de flujo continuo de partículas líquidas o sólidas. El material fluye desde la tolva de alimentación, pasando por una compuerta regulable, a la tolva de la báscula. Cuando el peso en esta última tolva llega al de tara, funciona un mecanismo de disparo, cerrando la compuerta y abriendo la puerta. Tan pronto como se vacía la tolva de la báscula, el peso de la tara (o contrapeso) obliga a la puerta a cerrarse nuevamente, restablece el mecanismo de disparo y abre la compuerta para que se repita el ciclo. Como cada vaciado de la báscula representa un peso fijo, un contador del número de estas operaciones da el peso total del material que pasa por ella.

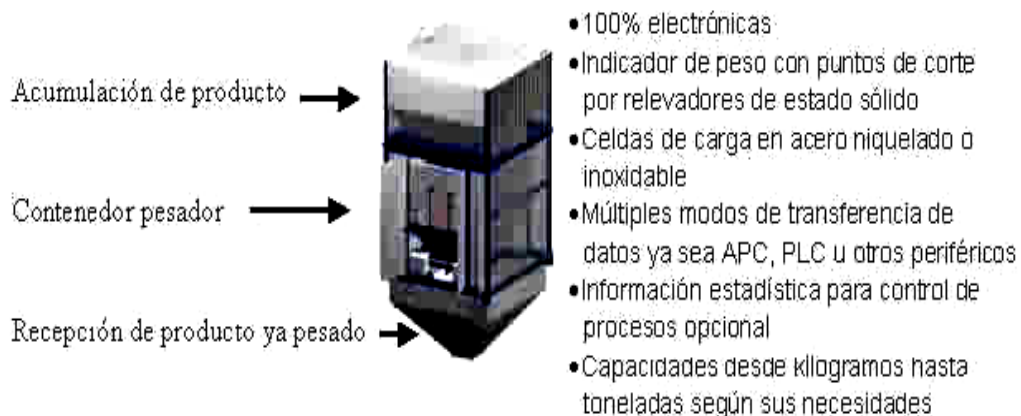


Fig. 1.13. Báscula automática de pesadas intermitentes.

1.5 Tecnología del pesaje.



Todos conocemos aplicaciones de la tecnología de pesaje en nuestra vida cotidiana. La tecnología de pesaje podemos encontrarla en básculas de vehículos, de contenedores y de plataformas, pero también encontramos en muchas básculas de correo, de uso médico, de mostrador y en las básculas contadoras.

Hoy en día una báscula no sólo se caracteriza por su alta precisión, algo que ya debe ser natural, igual de importante es su capacidad de integración en la estructura de automatización de una planta industrial, esto permite realizar soluciones óptimas para instalaciones pequeñas, medias y grandes.

De esta forma se dispondría de un sistema de pesaje y dosificación programable que puede adaptarse a voluntad a los requisitos internos de cada empresa.

1.5.1 Los modernos sistemas de pesaje

No solo determinan fuerzas, momentos y pesos sino supervisan y comandan los más diversos procesos de producción y procuran transparencia en el mismo, por ejemplo, la medición de nivel, de temperatura, de tiempo, etc.





Alta calidad y precios competitivos son factores que abren mercados y dan éxito en los mismos. En aplicaciones de pesaje y dosificación esto significa: precisión extrema en el proceso, pero también productividad óptima de la planta. Es decir, fiabilidad absoluta y, simultáneamente, máxima velocidad de producción. Unas aspiraciones que presuponen competencia y extenso know-how en dos áreas: automatización y pesaje.

1.6 Automatización Industrial



La Automatización Industrial. es el uso de sistemas o elementos computarizados para controlar maquinarias y/o procesos industriales substituyendo a operadores humanos. El alcance va más allá que la simple mecanización de los procesos ya que ésta provee a operadores humanos mecanismos para asistirlos en los esfuerzos físicos del trabajo, la automatización reduce ampliamente la necesidad sensorial y mental del humano. La automatización como una disciplina de la ingeniería es más amplia que un mero sistema de control, abarca:

La instrumentación industrial, que incluye los sensores y transmisores de campo,

Los sistemas de control y supervisión,

Los sistemas de transmisión y recolección de datos y...

Las aplicaciones de software en tiempo real,

Todo esto para supervisar y controlar las operaciones de plantas o procesos industriales.

1.6.1 Historia de la Automatización

Las primeras máquinas eran máquinas simples que sustituían una forma de esfuerzo en otra forma que fueran manejadas por el ser humano, tal como levantar un peso pesado



con sistema de poleas o con una palanca. Posteriormente las máquinas fueron capaces de sustituir formas naturales de energía renovable, tales como el viento, mareas, o un flujo de agua por energía humana. Los botes a vela sustituyeron a los botes de remos. Todavía después, algunas formas de automatización fueron controladas por mecanismos de relojería o dispositivos similares utilizando algunas formas de fuentes de poder artificiales -algún resorte, un flujo canalizado de agua o vapor para producir acciones simples y repetitivas, tal como figuras en movimiento, creación de música, o juegos. Dichos dispositivos caracterizaban a figuras humanas, fueron conocidos como autómatas y datan posiblemente desde 300 AC. En 1801, la patente de un telar automático utilizando tarjetas perforadas fue dada a Joseph Marie Jacquard, quien revolucionó la industria del textil.

La parte más visible de la automatización actual puede ser la robótica industrial. Algunas ventajas son repetitividad, control de calidad más estrecho, mayor eficiencia, integración con sistemas empresariales, incremento de productividad y reducción de trabajo. Algunas desventajas son requerimientos de un gran capital, decremento severo en la flexibilidad, y un incremento en la dependencia del mantenimiento y reparación. Por ejemplo, Japón ha tenido necesidad de retirar muchos de sus robots industriales cuando encontraron que eran incapaces de adaptarse a los cambios dramáticos de los requerimientos de producción y no eran capaces de justificar sus altos costos iniciales.

Para mediados del siglo 20, la automatización había existido por muchos años en una escala pequeña, utilizando mecanismos simples para automatizar tareas sencillas de manufactura. Sin embargo el concepto solamente llegó a ser realmente práctico con la adición (y evolución) de las computadoras digitales, cuya flexibilidad permitió manejar cualquier clase de tarea. Las computadoras digitales con la combinación requerida de velocidad, poder de computo, precio y tamaño empezaron a aparecer en la década de 1960s. Antes de ese tiempo, las computadoras industriales era exclusivamente computadoras analógicas y computadoras híbridas. Desde entonces las computadoras digitales tomaron el control de la mayoría de las tareas simples, repetitivas, tareas semiespecializadas y especializadas, con algunas excepciones notables en la producción e inspección de alimentos. Como un famoso dicho anónimo dice, "para muchas y muy cambiantes tareas, es difícil remplazar al ser humano, quienes son fácilmente vueltos a entrenar dentro de un amplio rango de tareas, más aún, son producidos a bajo costo por personal sin entrenamiento."



Existen muchos trabajos donde no existe riesgo inmediato de la automatización. Ningún dispositivo ha sido inventado que pueda competir contra el ojo humano para la precisión y certeza en muchas tareas; tampoco el oído humano. El más inútil de los seres humanos puede identificar y distinguir mayor cantidad de esencias que cualquier dispositivo automático. Las habilidades para el patrón de reconocimiento humano, reconocimiento de lenguaje y producción de lenguaje se encuentran más allá de cualquier expectativa de los ingenieros de automatización.

Las computadoras especializadas, referidas como controlador lógico programable, son utilizadas frecuentemente para sincronizar el flujo de entradas de sensores y eventos con el flujo de salidas a los actuadores y eventos. Esto conduce para controlar acciones precisas que permitan un control estrecho de cualquier proceso industrial. (Se temía que estos dispositivos fueran vulnerables al error del año 2000, con consecuencias catastróficas, ya que son tan comunes dentro del mundo de la industria).

Las interfaces Hombre-Máquina (HMI) o interfaces Hombre-Computadora (CHI), formalmente conocidas como interfaces Hombre-Máquina, son comúnmente empleadas para comunicarse con los PLCs y otras computadoras, para labores tales como introducir y monitorear temperaturas o presiones para controles automáticos o respuesta a mensajes de alarma. El personal de servicio que monitorea y controla estas interfaces son conocidos como ingenieros de estación.

Otra forma de automatización que involucra computadoras es la prueba de automatización, donde las computadoras controlan un equipo de prueba automático que es programado para simular seres humanos que prueban manualmente una aplicación. Esto es acompañado por lo general de herramientas automáticas para generar instrucciones especiales (escritas como programas de computadora) que direccionan al equipo automático en prueba en la dirección exacta para terminar las pruebas.

1.6.2 Control de Procesos:

La supervisión en tiempo real, el registro de los eventos, la emisión de resultados y la preparación de los análisis dirigidos a las tomas de decisiones y a la gerencia hace una empresa exitosa. Estos controles abarcan desde controles Eléctricos, neumáticos y/o Electro-hidráulicos.



1.6.3 Instrumentación para el Proceso:

Permitir la medición continua de las variables sin interferir con la línea producción, y optimizar el proceso por proceso continuamente. el mejor personal calificado preparado para resolver y entregar soluciones a sus problemas.



Esto permite instalar de forma económica y rápida un sistema multibáscula. El proceso se maneja y visualiza centralizadamente desde el centro de control, salvando distancias de hasta varios kilómetros o, de forma local, utilizando un panel de operador de la gama

1.7 Control estadístico de calidad.

El presente trabajo pretende explicar las ventajas que implica aplicar el Control Estadístico en los procesos de producción con el fin de mejorar los procesos productivos, disminuyendo costos para así ofrecer productos realmente competitivos.

Existe mucha literatura de control de calidad en sus distintas modalidades, todos los autores de calidad coinciden en la necesidad de usar técnicas de calidad, y para cubrir esta necesidad existe un conjunto de técnicas estadísticas llamadas herramientas básicas de la calidad que aplicada combinadamente forman el Control Estadístico del Proceso (CEP).



1.7.2 Orígenes y evolución de la calidad

Previo a la conformación de los primeros grupos humanos organizados de importancia, las personas tenían pocas opciones para elegir lo que habrían de comer, vestir, en donde vivir y como vivir, todo dependía de sus habilidades en la cacería y en el manejo de herramientas, así como de su fuerza y voluntad, el usuario y el primitivo fabricante eran, regularmente, el mismo individuo.

La calidad era posible definirla como todo aquello que contribuyera a mejorar las precarias condiciones de vida de la época prehistórica, es decir, las cosas eran valiosas por el uso que se les daba, lo que era acentuado por la dificultad de poseerlas.

Conforme el ser humano evoluciona culturalmente y se dinamiza el crecimiento de los asentamientos humanos, la técnica mejora y comienzan a darse los primeros esbozos de manufactura; se da una separación importante entre usuario o cliente y el fabricante o proveedor.

La calidad se determinaba a través del contacto entre los compradores y los vendedores, las buenas relaciones mejoraban la posibilidad de hacerse de una mejor mercancía, sin embargo, no existían garantías ni especificaciones, el cliente escogía dentro de las existencias disponibles.

Conforme la técnica se perfecciona y las poblaciones se transforman poco a poco en pueblos y luego en ciudades de tamaño considerable, aparecen los talleres de artesanos dedicados a la fabricación de gran variedad de utensilios y mercancías, cada taller se dedicaba a la elaboración de un producto, eran especialistas en ello y basaban su prestigio en la alta calidad de sus hechuras, las que correspondían a las necesidades particulares de sus clientes. En esta etapa surge el comerciante, sirviendo de intermediario entre el cliente y el fabricante.

1.8. Planteamiento del problema.

En la mayoría de las pequeñas y medianas empresas manufactureras a nivel nacional que trabajan en la producción o elaboración de varios tipos de productos para la comercialización, no logran realizar un adecuado control de dicha producción debido a varios factores o situaciones que lo impiden, teniendo como resultado, pérdidas considerables tanto para la empresa quien elabora los productos como para el consumidor, determinando con esto cierto grado de ineficiencia



Entre las fallas que se detectan, se relaciona con el control de pesaje o la cantidad de producto en proceso o elaborado que debe contener cada saco, paquete o envase, ya sea para seguirlo procesando o para su venta o comercialización.

A continuación se describe las causas por las cuales se dan dichos problemas:

1. El control de peso se lo realiza en forma manual y en básculas tradicionales en donde la precisión depende mucho del operador.
2. Debido a que la medición se la efectúa manualmente, la cantidad que contienen los paquetes o sacos constantemente varían.
3. Se presenta facilidad para que se realice posibles desfalcos del producto.
4. No se puede verificar la eficiencia del operador que efectúa dicha función permitiendo ineficiencia en la mano de obra.

Por lo general casi ninguna empresa del país cuenta con un sistema de pesaje exacto y control estadístico de la producción, posiblemente sea por la complejidad de este tipo de sistema o por costos exagerados.

Uno de los principales factores en el desarrollo de la economía de las empresas en general, es la de obtener la mayor producción con el mínimo de recursos y necesariamente con el menor grado de pérdidas. Entre las necesidades que tienen dichas empresas es la de llevar registros estadísticos de la producción diaria

En el AEIRNNR de la Universidad Nacional de Loja en la carrera de Ingeniería Electromecánica se imparten conocimientos teóricos de este tipo de sistemas automáticos a sus estudiantes, sin que estos puedan complementar los conocimientos prácticos acerca de estos, debido a la ausencia de estos equipos.

En esta línea, el estudio, diseño y montaje del Sistema Automático de pesaje y control estadístico mediante básculas inteligentes, deben estar enmarcados a satisfacer los conocimientos de los estudiantes, existiendo centros universitarios que cuentan con equipo especializado en el cual se plasma los conocimientos teóricos adquiridos.

Por lo expuesto anteriormente se enuncia la siguiente situación problemática:

“Inexistencia de un sistema automático de pesaje y control estadístico de fabricación nacional así como una limitada formación práctica en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica, referente a estos sistemas”.



1.9 Problema.

Falta de equipo para realizar prácticas sobre sistemas automáticos de pesaje y control estadístico.

1.10 Hipótesis.

1.10.1. Hipótesis general.

En base a la tecnología existente, es posible construir un sistema de control y pesaje de alta calidad a costo competitivo.

1.10.2 Hipótesis específicas.

- Es posible encontrar los principios y recursos que permitan la fabricación de básculas de pesaje, gracias al avance de la comunicación y al acceso a la información
- Es posible diseñar y ejecutar la construcción de las partes mecánicas y electrónicas de la báscula estática y la de proceso.
- Elaboración de circuitos integrados que permitan el reconocimiento de las señales electrónicas.
- Es posible conseguir el correcto funcionamiento del sistema integrado, y la obtención de datos de comunicación.
- Es posible encontrar un display que permita la visualización numérica y estadística del pesaje.
- Es posible efectuar la presentación del programa y del sistema integrado de pesaje en total funcionamiento.
- Es posible implementar en los laboratorios de la Universidad un sistema Integrado de: pesaje automático y control estadístico mediante básculas electrónicas para que los alumnos puedan realizar las respectivas prácticas.

1.11 Objetivos de la Investigación.

1.11.1 Objetivo General.

Falta de control estadístico y exactitud de pesaje en la producción diaria en la mayoría de las pequeñas y medianas empresas manufactureras de nuestro país.



1.11.2 Objetivos Específicos.

- Recopilar información sobre los principios mecánicos, eléctricos y electrónicos del sistema integrado de básculas.
- Diseñar el sistema mecánico y electrónico de las básculas estáticas y de proceso.
- Ejecución de todo el diseño y acoplamiento de los componentes, dispositivos y circuitos que conforman el sistema integrado.
- Integración de las básculas por medio de un controlador lógico programable.(PLC)
- Interpretar y visualizar la información a través de un display.
- Capacitar a los alumnos de la A.E.I.R.N.N.R con los respectivos conocimientos teóricos y prácticos respecto a sistemas automáticos de pesaje y control estadístico mediante básculas electrónicas inteligentes.

1.12 Tareas.

- Búsqueda de información sobre los sistemas de control y pesaje en bibliotecas, Internet y reportes técnicos.
- Diseño de un sistema de control y pesaje de alta calidad a costo competitivo.
- Simulación del sistema de control y pesaje empleando laVIEW.
- Construcción del sistema de control y pesaje proyectado.
- Instalación y montaje del sistema de control y pesaje.
- Evaluación de los parámetros de funcionamiento del equipo.
- Valoración de los resultados y comprobación de la información estadística.
- Elaboración de un manual sobre el correcto manejo del sistema integrado para uso en el laboratorio.
- Socialización de los resultados de la investigación. a la comunidad en general utilizando las guías propuestas en temas específicos.



1.13 Conclusiones parciales.

En este capítulo se llevó a cabo el análisis de las fuentes y se establecieron los fundamentos teóricos de los sistemas de pesaje y control estadístico.

1. Se analizó el principio de funcionamiento de los sistemas de pesaje para su óptima instalación, además se recopiló información existente en el mundo con el objetivo de actualizar, comparar y evaluar teorías.
2. Se plantea un posible diseño de sistema de pesaje y control más eficiente y funcional que los utilizados en nuestro país
3. Se estableció el protocolo de la investigación.



Capítulo II: Fundamento teórico para el diseño del sistema de pesaje y control.

2.1 Introducción.

2.2 Masa, peso y aceleración.

2.3 Densidad y peso específico.

2.3.1 Densidad de diversos sólidos.

2.4 Fuerza y presión.

2.5 Cilindros neumáticos.

2.5.1 Cilindro de simple efecto.

2.5.2 Cilindro de doble efecto.

2.5.3 Cálculo de la dimensión de un cilindro.

2.5.4 Cálculo de la fuerza del émbolo de un cilindro.

2.5.5 Longitud de carrera en cilindros neumáticos.

2.5.6 Velocidad del émbolo en cilindros neumáticos.

2.5.7 Cálculo del consumo de aire en cilindros neumáticos.

2.6 Electro válvulas (válvulas electromagnéticas).

2.7 Compresores.

2.7.1 Tipos de compresores.

2.7.2 Caudal de los compresores.

2.7.3 Potencia de los compresores.

2.7.4 Cálculo del acumulador de aire comprimido.

2.8 Cálculo del diámetro de las tuberías.

2.9 Condición de resistencia de los pernos del contenedor pesador.

2.10 Cálculo del número de pernos de la tolva.

2.11 Cálculo de la flexión longitudinal de la estructura.

2.12 Componentes del Sistema de Control Electrónico.



2.12.1 El EzText Panel 420.

2.12.2 Software de Programación del panel EXText.

2.13 Direct Logic D0- 06DR (Serie DL06).

2.13.1 Montaje del Direct Logic D0- 06DR (Serie DL06).

2.13.2 Fusibles de protección del Direct Logic D0- 06DR (Serie DL06).

2.13.3 Fuente de Poder Externa para el Direct Logic D0- 06DR (Serie DL06).

2.14 Software de Programación para el Direct Logic D0- 06DR (Serie DL06).

2.15 Suministro de Potencia.

2.15.1 Características del suministro de potencia.

2.16 Dispositivo SC448.

2.16.1 Programación de entrada y salida del SC448.

2.16.2 Terminales y Calibración del SC448.

2.17 Relé C10-A10X (Serie IRC).

2.17.1 Contactos del C10-A10X (Serie IRC).

2.18 Base S-10.

2.19 Riel DIN 35/7.5.

2.20 Cálculo de la sección de los conductores.

2.21 Cálculo del diámetro de los fusibles.

2.22 Conclusiones parciales.



2.1 Introducción.

Es incuestionable el ascenso de las tecnologías en Ecuador, el diseño de diferentes sistemas de pesaje y control estadístico ayudará de forma considerable al ahorro económico de las empresas.

Con el objetivo de aminorar las pérdidas las empresas se han tecnificando, nuestra propuesta pretende brindar una maquina actual y eficiente que cumpla con las exigencias actuales.

En este capítulo se diseñará la metodología para el cálculo mecánico, neumático y electrónico del sistema de pesaje y control estadístico.

Se analizará las condiciones de resistencia de los diferentes componentes mecánicos y la selección de los dispositivos electrónicos y neumáticos según las técnicas adecuadas.



2.2 Masa, peso y aceleración.

- a. La *masa* es la cantidad de materia que contiene un cuerpo, siendo una substancia impenetrable capaz de recibir toda clase de formas, independientemente de la posición que ocupa.

Su unidad fundamental es el kilogramo-prototipo de platino iridiado (1Kg), que se conserva en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas, de Sévres (París).

- b. El *peso* es una medida de la fuerza de gravedad terrestre ejercida sobre la materia contenida en un cuerpo (masa).

La unidad de peso o de fuerza G, 1Kg, es correspondiente a la ejercida por la gravedad, sobre el kilogramo masa prototipo que se conserva en la Oficina de Pesas y Medidas de Sévres, Marks, 1984.

$$G = m \cdot g = \text{masa} \times \text{aceleración} \quad (2.1)$$

- c. La *aceleración* es la variación uniforme de la velocidad de un cuerpo en movimiento en la unidad de tiempo. La unidad de la aceleración, a, es m/s^2 .

La acción de la gravedad terrestre, así como la de rotación terrestre, imprimen a la masa de los cuerpos, una aceleración g, dirigida (aproximadamente) hacia el centro de la tierra, de valor variable de función de la latitud, fijada por la Unión Internacional Geodesia y geográfica en:

$$g = 9,780490(1 + 0,0052884 \text{sen} \varphi - 0,0000059 \text{sen}^2 2\varphi), \quad (2.2)$$

Al nivel del mar.

Las variaciones de g, con la latitud, son las siguientes:

Tabla 1

Latitud φ	$g(m/s^2)$	Latitud φ	$g(m/s^2)$
0°	9,78049	50°	9,81071
10°	9,78195	60°	9,81918
20°	0,78641	70°	9,82608
30°	0,79329	80°	9,83059
40°	9,80171	90°	9,83217



2.3 Densidad y peso específico.

- a. La principal característica de un fluido es su *densidad*, que es la masa m comprendida en la unidad de volumen V (para un líquido homogéneo).

$$\rho = \frac{m}{V}; \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}. \quad (2.3)$$

- b. Denominaremos *peso específico* al peso comprendido a la unidad de volumen del líquido, o sea,

$$\gamma = \frac{G}{V}; \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}. \quad (2.4)$$

Donde G es peso del líquido y V es el volumen del líquido.

2.3.1 Densidad de diversos sólidos.

El siguiente cuadro nos da una idea aproximada de la cantidad de grano que se puede almacenar por metro cúbico, Marks 1984.

Tabla 2

Sustancias	Densidad (Kg./m ³)
Arroz con cáscara, a granel	500 - 630
Arroz pulido (elaborado u oro)	780 - 850
Cebada, a granel	636 - 720
Fríjol fréjol, poroto, caraota, a granel	760 - 800
Garbanzo, a granel	640 - 680
Maíz, a granel	680 - 740
Soya, a granel	700 - 760
Sorgo (maicillo) , a granel	680 - 740
Trigo blando, a granel	740 - 820
Trigo duro, a granel	760 - 840
Harina, suelta	448 - 500
Harina, prensada	753 - 760

Los datos en esta lista son para temperaturas ambiente ordinarias, Marks, 1984.

2.4 Fuerza y presión.

- a. *Fuerza* es la acción recíproca entre dos cuerpos obrando uno sobre otro con igualdad de intensidad y sentido contrario (equilibrio entre acción y reacción) y

también aquello que es capaz de modificar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo, N. Larburu 1995.

La unidad de fuerza es el Newton, 1N, que aplicada al punto material de 1Kg. de masa le comunica, en condiciones normales, una aceleración de 1m por segundo cuadrado:

$$1\text{N} = 1\text{ Kg.} \cdot \text{m}/\text{seg}^2.$$

- b. Presión es la relación entre una fuerza F que actúa sobre una superficie y el área A de esta superficie.

La unidad de presión es el pascal Pa, presión que corresponde a la fuerza de 1 newton actuando uniformemente sobre la superficie de 1m².

$$1\text{ Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2 = 0,101\text{ Kg.}/\text{m}^2.$$

2.5 Cilindros neumáticos.

En los sistemas hidráulicos y neumáticos la energía es transmitida a través de tuberías. Esta energía es función del caudal y presión del aire o aceite que circula en el sistema.

El cilindro es el dispositivo mas comúnmente utilizado para conversión de la energía antes mencionada en energía mecánica, DEPPERT W. 1988.

La presión del fluido determina la fuerza de empuje de un cilindro, el caudal de ese fluido es quien establece la velocidad de desplazamiento del mismo. La combinación de fuerza y recorrido produce trabajo, y cuando este trabajo es realizado en un determinado tiempo produce potencia. Ocasionalmente a los cilindros se los llama "motores lineales".

En la figura 2.1, vemos un corte esquemático de un cilindro típico. Este es denominado de doble efecto por que realiza ambas carreras por la acción del fluido.

Las partes de trabajo esenciales son: 1) La camisa cilíndrica encerrada entre dos cabezales, 2) El pistón con sus guarniciones, y 3) El vástago con su buje y guarnición.

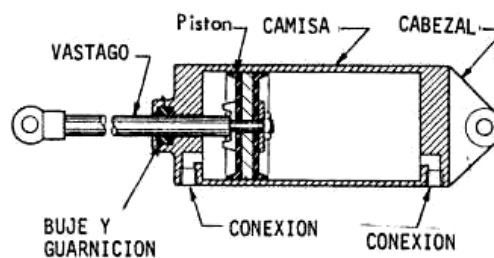


Fig. 2.1 Cilindro de doble efecto.

El cilindro de doble efecto mostrado en la figura 2.1 constituye la conformación más corriente de los cilindros hidráulicos y neumáticos, sin embargo para aplicaciones especiales existen variaciones cuyo principio de funcionamiento es idéntico al que hemos descrito.

2.5.1 Cilindros de Simple efecto.

Cuando es necesaria la aplicación de fuerza en un solo sentido. El fluido es aplicado en la cara delantera del cilindro y la opuesta conectada a la atmósfera como en la figura 2.2.

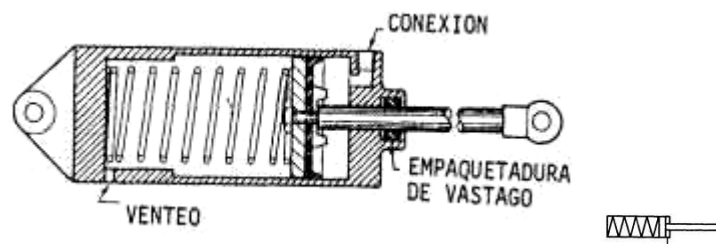


Fig. 2.2 Cilindro de simple efecto con resorte en el cilindro.

Después de que la carrera de retroceso se ha completado, el pistón es retornado a su posición original por la acción de un resorte interno, externo, o gravedad u otro medio mecánico. El fluido actúa sobre el área "neta" del pistón por lo tanto para el cálculo de fuerza debe restarse el área representada por el vástago.

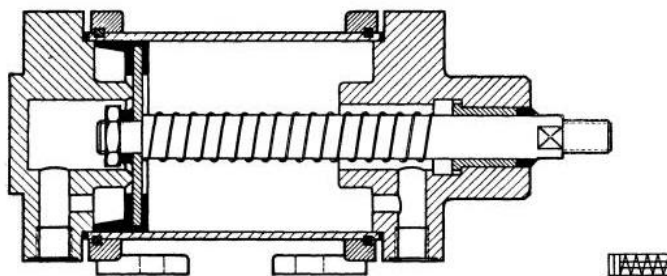


Fig. 2.3 Cilindro de simple efecto con resorte en el vástago.

ATENCIÓN: El resorte de retorno está calculado exclusivamente para vencer la fricción propia del cilindro y "no" para manejar cargas externas.

Los cilindros de simple efecto con resorte interior se emplean en carreras cortas (máximas 100 mm.) ya que el resorte necesita un espacio adicional en la construcción del cilindro, lo que hace que estos sean más largos que uno de doble efecto para la misma carrera.

En la figura 2.4 vemos un cilindro de simple efecto de empuje, estos cilindros se emplean en carreras cortas y diámetros pequeños para tareas tales como sujeción de piezas.

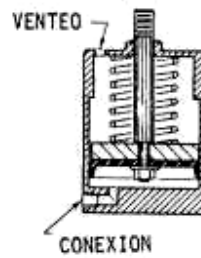


Fig. 2.4 Cilindro de simple efecto de empuje.

2.5.2 Cilindros de doble efecto.

La fuerza ejercida por el aire comprimido anima al émbolo, en cilindros de doble efecto, a realizar un movimiento de traslación en los dos sentidos. Se dispone de una fuerza útil tanto en la ida como en el retorno

Los cilindros de doble efecto se emplean especialmente en los casos en que el émbolo tiene que realizar una misión también al retornar a su posición inicial. En principio, la carrera de los cilindros no está limitada, pero hay que tener en cuenta el pandeo y doblado que puede sufrir el vástago salido.

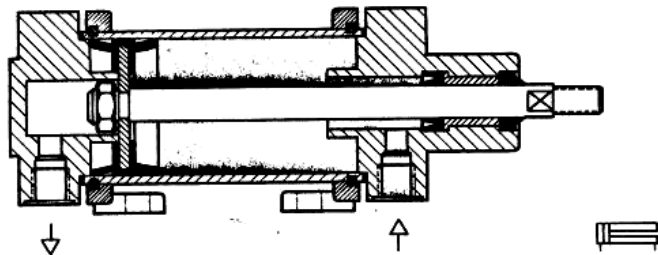


Fig. 2.5 Cilindro de doble efecto .

2.5.3 Cálculo de la dimensión de un cilindro.

Un cilindro neumático debe ser dimensionado para tener un empuje mayor que el requerido para contrarrestar la carga.

El monto de sobredimensionamiento, esta gobernado por la velocidad deseada para ese movimiento; cuando mayor es la sobredimensión mas rápida va a realizarse la carrera bajo carga.

Esto depende de muchos factores, se sugiere aplicar la siguiente regla para usos generales: Cuando la velocidad de desplazamiento no es importante, seleccione un cilindro con una fuerza de empuje en 25% superior a lo necesario para altas velocidades sobredimensione en un 100%.

En el anexo # 1 tenemos el diagrama de presión fuerza en el cual podemos calcular fácilmente el diámetro del cilindro, previamente se tiene que calcular la presión de trabajo y lógicamente la fuerza.

Con el diagrama del anexo # 2 podemos calcular el diámetro del vástago al pandeo, la formulación toma en cuenta la longitud de la carrera y la fuerza a la que estará sometido el vástago.

2.5.4 Cálculo de la fuerza del embolo de un cilindro.

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

$$F_{\text{teór}} = A \cdot p \quad (2.5)$$

Donde:

$F_{\text{teór}}$	= Fuerza teórica del émbolo	(N)
A	= Superficie útil del émbolo	(cm ²)
p	= Presión de trabajo	(kPa, 10 ⁵ N/m ² , bar)

La presión ejercida por el aire comprimido o el fluido hidráulico sobre el pistón se manifiesta sobre cada unidad de superficie del mismo como se ilustra en la figura 2.6.

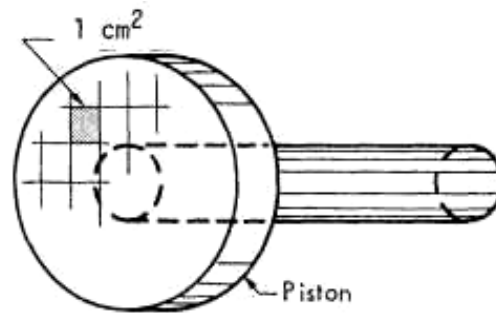


Fig. 2.6 Pistón

Importante: La fuerza de retracción del pistón de la figura 2.8 está dada por la presión multiplicada por el área "neta" del pistón. El área neta es el área total del pistón menos el área del vástago.

Las figuras 2.7 y 2.8 son vistas en corte de un pistón y vástago trabajando dentro de la camisa de un cilindro. El desplazamiento hacia adelante y atrás del cilindro se llama "carrera". La carrera de empuje se observa en la, Fig.2.7 y la de tracción o retracción en la Fig. 2.8.

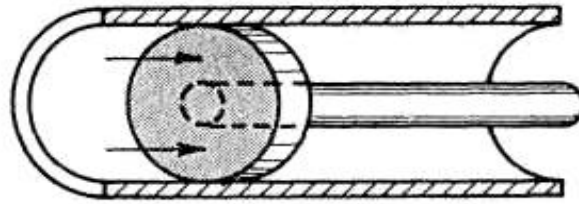


Fig. 2.7 Pistón trabajando en carrera de empuje.

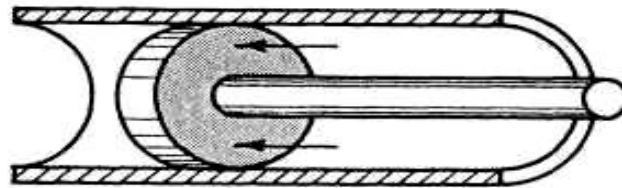


Fig. 2.8 Pistón trabajando en carrera de tracción.

En la práctica es necesario conocer la fuerza real. Para determinarla hay que tener en cuenta los rozamientos. En condiciones normales de servicio (presiones de 400 a 800 kPa/4 a 8 bar) se puede suponer que las fuerzas de rozamiento representan de un 3 a un 20% de la fuerza calculada, A. Hernández 2001.

La fórmula para calcular la fuerza de cilindros de simple efecto es la siguiente:

$$F_n = A \cdot p - (F_R + F_F) \quad (2.6)$$

Cilindro de doble efecto (en el avance)

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

F_n = Fuerza efectiva o real del émbolo

A = Superficie útil del émbolo

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

A' = Superficie útil del anillo de émbolo

$$= (D^2 - d^2) \frac{\pi}{4}$$

p = Presión de trabajo

F_R = Fuerza de rozamiento (3–20%)

F_F = Fuerza del muelle de recuperación

D = Diámetro del émbolo

d = Diámetro de vástago

Cilindro de doble efecto (en el retorno)

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

(N)

(cm²)

(cm²)

(kPa, 10⁵ N/m², bar)

(N)

(N)

(mm)

(mm)



2.5.5 Longitud de carrera en cilindros neumáticos.

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

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

2.5.6 Velocidad del émbolo en cilindros neumáticos.

La velocidad del émbolo en cilindros neumáticos depende de la fuerza antagonista de la presión del aire, de la longitud de la tubería, de la sección entre los elementos de mando y trabajo y del caudal que circula por el elemento de mando. Además, influye en la velocidad la amortiguación final de carrera.

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

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

La velocidad del émbolo puede regularse con válvulas especiales. Las válvulas de estrangulación, antirretorno y de estrangulación, y las de escape rápido proporcionan velocidades mayores o menores, A. Hernández 2001.

2.5.7 Cálculo del consumo de aire en cilindros neumáticos.

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

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

$$\text{La relación de compresión } p_{e2} : p_{e1} \text{ se calcula de la forma siguiente:}$$
$$\frac{101,3 + \text{Presión de trabajo}}{101,3} \text{ en kPa (referida al nivel del mar)}$$



Con ayuda de la tabla de la figura 2.11, se pueden establecer los datos del consumo de aire de una manera más sencilla y rápida. Los valores están expresados por cm. de carrera para los diámetros más corrientes de cilindros y para presiones de 200 a 1.500 kPa (2 a 15 bar). El consumo se expresa en los cálculos en litros (aire aspirado) por minuto.

Fórmula para calcular el consumo de aire en un cilindro de simple efecto.

$$\dot{V} = s \cdot n \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot \text{Relación de compresión (l/min)} \tag{2.7}$$

Fórmula para calcular el consumo de aire en un cilindro de doble efecto.

$$\dot{V} = \left[s \cdot \frac{D^2 \cdot \pi}{4} + s \cdot \frac{(D^2 - d^2) \cdot \pi}{4} \right] \cdot n \cdot \text{Relación de compresión (l/min)} \tag{2.8}$$

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

La fórmula para calcular el consumo de aire conforme al diagrama de la figura 2.11 es la siguiente:

Para el cilindro de simple efecto $\dot{V} = s \cdot n \cdot q$ (l/min) (2.9)

$$\dot{V} = 2 \cdot (s \cdot n \cdot q) \text{ (l/min)} \tag{2.10}$$

Donde:

\dot{V} = Cantidad de aire (l/min) n = Ciclos por minuto (1/min)
 s = Longitud de carrera (cm) q = Consumo de aire por cm de carrera (l/cm)

En los cálculos del consumo de aire hay que tener en cuenta el llenado de las cámaras secundarias, que se rellenan en cada carrera. Los valores al respecto están reunidos para cilindros Festo en la tabla 3.

Tabla 3

Diámetro de émbolo mm	Lado anterior (tapa) en cm ³	Lado posterior (fondo) en cm ³	Diámetro de émbolo mm	Lado anterior (tapa) en cm ³	Lado posterior (fondo) en cm ³
12	1	0,5	70	27	31
16	1	1,2	100	80	88
25	5	6	140	128	150
35	10	13	200	425	448
50	16	19	250	2.005	2.337

1.000 cm³ = 1 litro

Con el diagrama del anexo # 3 y 4 podemos calcular el consumo de aire según la presión de trabajo y el diámetro del embolo.

2.6 Electroválvulas (válvulas electromagnéticas).

Estas válvulas se utilizan cuando la señal proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrico, presostatos o mandos electrónicos. En general, se elige el accionamiento eléctrico para mandos con distancias extremadamente largas y cortos tiempos de conexión.

Las electroválvulas se dividen en válvulas de mando directo o indirecto. Las de mando directo solamente se utilizan para un diámetro luz pequeño, puesto que para diámetros mayores los electroimanes necesarios resultarían demasiado grandes

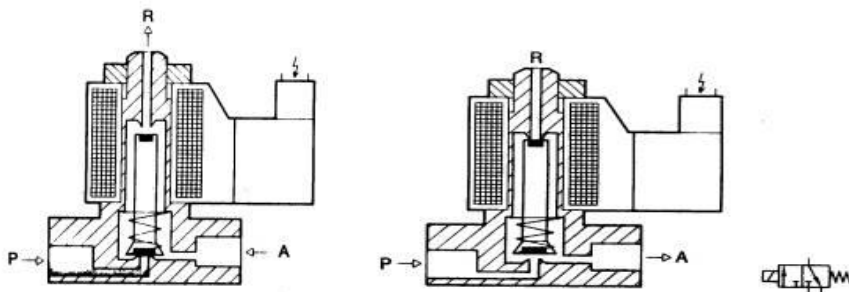


Fig. 2.9 Válvula distribuidora 3/2 (de mando electromagnético)

Las válvulas de control neumático son sistemas que bloquean, liberan o desvían el flujo de aire de un sistema neumático por medio de una señal que generalmente es de tipo eléctrico, razón por la cual también son denominadas electroválvulas, ver figura 2.9. Las válvulas eléctricas se clasifican según la cantidad de puertos (entradas o salidas de aire) y la cantidad de posiciones de control que poseen. Por ejemplo, una válvula 3/2 tiene 3 orificios o puertos y permite dos posiciones diferentes.

3 = Número de Puertos

2 = Número de Posiciones

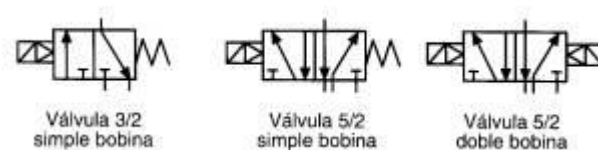


Fig. 2.10 Símbolos de válvulas eléctricas

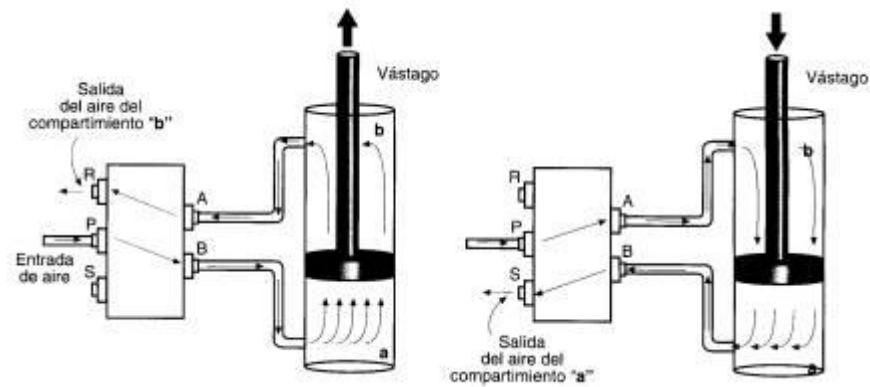


Fig. 2.11 Rutas del fluido con una válvula de 5/2 .

En la figura 2.10 podemos apreciar la simbología utilizada para representar los diferentes tipos de válvulas eléctricas. Veamos el significado de las letras utilizadas en los esquemas, figura: 2.11

P (Presión). Puerto de alimentación de aire

R, S, etc. Puertos para evacuación del aire

A, B, C, etc. Puertos de trabajo

Z, X, Y, etc. Puertos de monitoreo y control

En la figura 2.11 aparece la ruta que sigue el aire a presión con una válvula 5/2 y un cilindro de doble efecto. La mayoría de las electroválvulas tienen un sistema de accionamiento manual con el cual se pueden activar sin necesidad de utilizar señales eléctricas. Esto se hace solamente en labores de mantenimiento, o simplemente para corroborar el buen funcionamiento de la válvula y del cilindro, así como para verificar la existencia del aire a presión. Las válvulas proporcionales (figura 2.12), permiten regular el caudal que pasa a través de ellas, A. Hernández 2001.

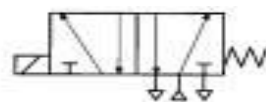


Fig. 2.12 Válvulas proporcionales.



2.7 Compresores.

Según las exigencias referentes a la presión de trabajo y al caudal de suministro, se pueden emplear diversos tipos de compresores. Por su tipo de construcción se distinguen dos tipos básicos:

El primero trabaja según el principio de desplazamiento. La compresión se obtiene por la admisión del aire en un recinto hermético, donde se reduce luego el volumen. Se utiliza en el compresor de émbolo (oscilante o rotativo).

El otro trabaja según el principio de la dinámica de los fluidos. El aire es aspirado por un lado y comprimido como consecuencia de la aceleración de la masa (turbina).

2.7.1 Tipos de compresores.

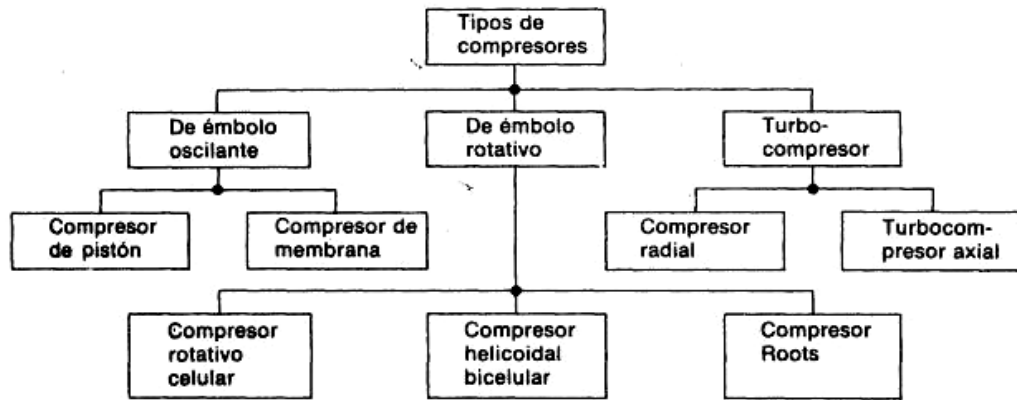


Tabla 4

N ^a	Tipos de compresores	Gastos en m ³ /min	Presión, atm.
1	Compresor de embolo	600	1000 Presión alta
2	Compresor rotatorios (Paletas)	100	100 Presión media
3	Compresor de tornillos	1000	10 Presión baja
4	Turbo Compresor	5000	30 Presión Media
5	Compresor axial	30000	7 Presión Baja
6	Compresor de membrana	5-10 (m ³ /h)	40-100 Presión media

5-10 Baja presión.

10-100 Media presión.

100-1000 Alta presión.



En la industria minera se usa un compresor estacionario de $100\text{m}^3/\text{min.}$, en las canteras se emplea los compresores de $20\text{m}^3/\text{min.}$ y $12\text{m}^3/\text{min.}$ El campo de aplicación de los compresores de émbolo abarca hasta los $600\text{m}^3/\text{min.}$ Para gasto superiores a $1000\text{m}^3/\text{min.}$ se emplean los turbocompresores, no obstante se fabrican turbo compresores de $25,350,500\text{m}^3/\text{min.}$ En el intervalo de $600- 1000\text{m}^3/\text{min.}$ se recomienda realizar un estudio técnico- económico para elegir el tipo de compresor a emplear.

2.7.2 Caudal de los compresores.

La capacidad del compresor se determina por el volumen de gas que comprime en la unidad de tiempo calculado, sobre la base de las condiciones de la admisión.

Según IMACO 1983 se determina con la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H \cdot n ; (\text{m}^3/\text{min.}) \quad (2.11)$$

Donde:

Q = Caudal de admisión del compresor.

H = Recorrido del pistón.

n = número de revoluciones.

$$\frac{\pi \cdot D^2}{4} = \text{sección del pistón.}$$

Con ayuda del nomograma anexo # 5 podemos calcular fácilmente el caudal del compresor.

2.7.3 Potencia de los compresores.

La potencia entregada para comprimir de 1m^3 de aire en el acumulador del compresor se determina mediante la siguiente ecuación según IMACO 1983:

$$N = \frac{5,28}{\eta} \cdot Q \cdot \log \cdot \frac{P_2}{P_1} ; (\text{HP}) \quad (2.12)$$

Donde:

N = Potencia.

η = Coeficiente de rendimiento global de compresores.

Q = Caudal de aire aspirado con presión P_1 en m^3 por minuto.

\log = Logaritmo natural de la relación $\frac{P_2}{P_1}$ presión de compresión P_2 , presión de aspiración P_1 , en Kg/cm^2 .

Con el nomograma del anexo # 6 y 7 podemos calcular la potencia.

2.7.4 Cálculo del acumulador de aire comprimido.

El acumulador o depósito sirve para estabilizar el suministro de aire comprimido. Compensa las oscilaciones de presión en la red de tuberías a medida que se consume aire comprimido.

Gracias a la gran superficie del acumulador, el aire se refrigera adicionalmente. Por este motivo, en el acumulador se desprende directamente una parte de la humedad del aire en forma de agua, IMACO 1983.

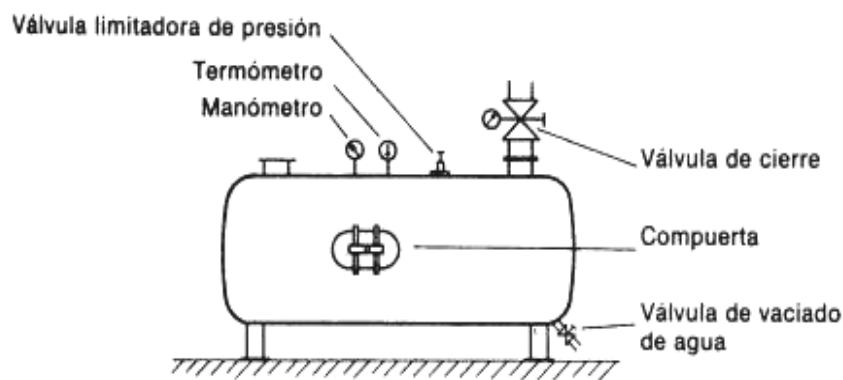


Fig. 2.13 Acumulador.

El tamaño de un acumulador de aire comprimido depende:

- Del caudal de suministro del compresor
- Del consumo de aire
- De la red de tuberías (volumen suplementario)
- Del tipo de regulación
- De la diferencia de presión admisible en el interior de la red.

Determinación del acumulador cuando el compresor funciona Intermitentemente. La capacidad de un acumulador puede determinarse según el diagrama del anexo # 8.

2.8 Cálculo del diámetro de las tuberías.

El diámetro de las tuberías no debería elegirse conforme a otros tubos existentes ni de acuerdo con cualquier regla empírica, sino en conformidad con:

- El caudal, la longitud de las tuberías y la pérdida de presión (admisible) la presión de servicio la cantidad de estrangulamientos en la red.

En la práctica se utilizan los valores reunidos con la experiencia. El nomograma del anexo # 9 ayuda a encontrar el diámetro de la tubería de una forma rápida y sencilla.

Fuente: Manual de neumática de FMA Pokorny, Francfort 1987.

Un segundo nomograma (anexo # 10) permite averiguar rápidamente las longitudes supletorias y así poder calcular el diámetro real.

Del anexo # 11 se puede encontrar los caudales recomendados para diferentes diámetros de tuberías. En los anexos # 12, 13 y 14 tenemos tablas de consumo de aire.

2.9 Condición de resistencia de los pernos del contenedor pesador.

Es importante distinguir dos casos: perno en tracción y perno en corte. En el primer caso se puede usar el límite de fluencia o la carga de prueba como carga admisible.

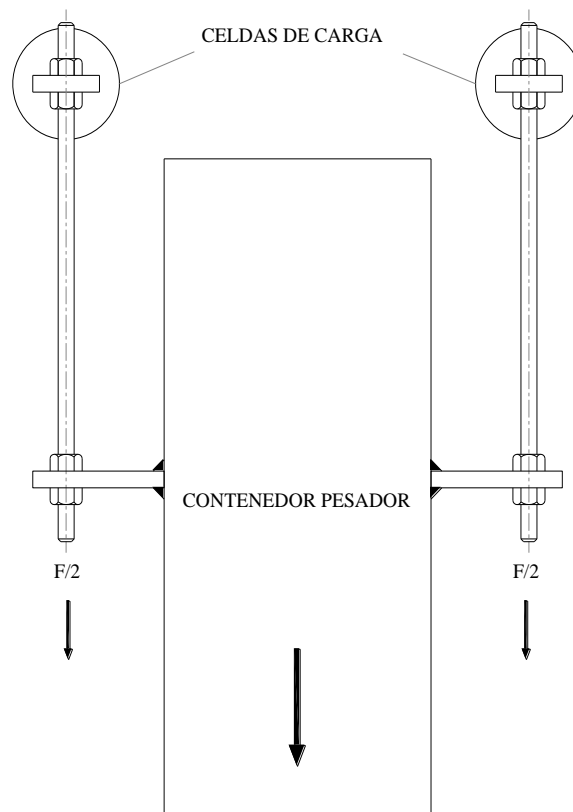


Fig. 2.14 Mecanismo de pesaje.



En nuestro caso cada perno soporta $F/2$ en tracción y el cálculo de su resistencia sería:

$$\frac{F}{2 \cdot A} = \frac{\tau_f}{n} \quad (2.15)$$

Donde:

F = fuerza cortante, (Kg).

τ_f = límite de fluencia (Kg/cm²).

A = sección transversal del perno, (cm²).

n = coeficiente de seguridad (1,5).

$$A = \frac{d^2 \pi}{4} \quad (2.16)$$

Siendo la condición de resistencia para determinar las tensiones:

$$\tau = \frac{F}{2 \cdot A} \leq \tau_{adm.} \quad (2.17)$$

Siendo $\tau_{adm.}$ Las tensiones admisibles de cizallamiento.

$$\tau_{adm.} = \frac{\tau_f}{n} \rightarrow \tau_{adm.} = 0,6\tau_f \quad (2.18)$$

2.10 Cálculo del número de pernos de la tolva.

Las tensiones admisibles a la tracción de los pernos se eligen de acuerdo con la formula

$$\sigma_{adm.trac.} = 0,8 \frac{\sigma_f}{n_{per}} \quad (2.19)$$

Siendo n el grado de seguridad que se toma en los límites de 1,5 a 3,0 según F. Sokolov, P. Usov.

$$\frac{F}{n_{per} A_{per.}} \leq \sigma_{adm.trac.} \quad (2.20)$$

Donde:

$$A_{per} = \frac{\pi d^2}{4}$$

n_{per} = número de pernos.

F = fuerza aplicada (kg).

$\sigma_{adm. trac.}$ = tensión admisible a la tracción (Kgf/cm²).



2.11 Cálculo de la flexión longitudinal de la estructura.

El cálculo de la flexión longitudinal de barras se hace valiéndose de fórmulas teóricas y empíricas, cuyo empleo se limita por la flexibilidad de la barra.

La flexibilidad de una barra depende de la magnitud del momento axial de inercia I_x de la sección transversal de la barra, de la longitud l de ésta y del procedimiento de sujeción de sus extremos.

En la práctica el cálculo de la flexión longitudinal se hace preferentemente a la compresión, disminuyendo la tensión admisible en un grado que depende de la magnitud de la flexibilidad de la barra λ . La esencia del cálculo por este procedimiento reside en lo siguiente, V. I Feodosiev 1985.

Las tensiones de compresión provocadas por la fuerza crítica P_{cr} y llamadas tensiones críticas (límites) se determinan de acuerdo con la fórmula $\sigma_{cr} = \frac{P_{cr}}{A}$, donde A es la superficie de la sección transversal de la barra.

Al efecto de mantener la estabilidad de una barra es necesario que las tensiones reales de compresión en la misma sean menores que las admisibles o iguales a ellas, V. I Feodosiev 1985.

Las tensiones admisibles de estabilidad (de compresión) $\sigma_{adm.est.}$ se determinan como el cociente de la división de las tensiones críticas σ_{cr} entre el factor de estabilidad n_{est} , además aplicaremos el software COSMO 4.5.

$$\sigma_{adm.est.} = \frac{\sigma_{cr}}{n_{est}} = \frac{P_{cr}}{A \cdot n_{est}} = \frac{P}{A} \quad (2.21)$$

Las tensiones admisibles de estabilidad se eligen de acuerdo con las tensiones admisibles de compresión $\sigma_{adm.com.}$, introduciendo el coeficiente de corrección φ , cuya magnitud depende de la flexibilidad de la barra λ , es decir.

$$\sigma_{adm.est.} = \varphi \sigma_{adm.com.} \quad (2.22)$$

De este modo, la determinación de la superficie de la sección transversal de una barra sometida a compresión se realiza en términos de la fórmula del cálculo de la compresión:

$$A = \frac{P}{\sigma_{adm.est.}} = \frac{P}{\varphi \sigma_{adm.com.}} \quad (2.23)$$

Donde:

A = Área de la sección transversal.

P = Fuerza que comprime la barra.

El coeficiente de corrección φ se elige del anexo # 15 según sea la magnitud de la flexibilidad λ y el material de la barra, V. I Feodosiev 1985.

La flexibilidad de una barra se determina de acuerdo con la fórmula:

$$\lambda = \frac{\mu \cdot l}{r_z} \quad (2.24)$$

Donde:

l = Longitud de la barra, en cm.

μ = Coeficiente que depende del procedimiento que se emplea para sujetar los extremos de la barra (ver figura 2.4 y la tabla 2).

r_z = radio de inercia de la sección, en cm.

El radio de inercia de la sección se determina de acuerdo con la fórmula

$$r_z = \sqrt{\frac{I_{z \min}}{A}} \quad (2.25)$$

Donde: $I_{z \min}$ = mínimo momento axial de inercia de la sección, en cm^4 ;

A = Área de la sección transversal de la barra, en cm^2 .

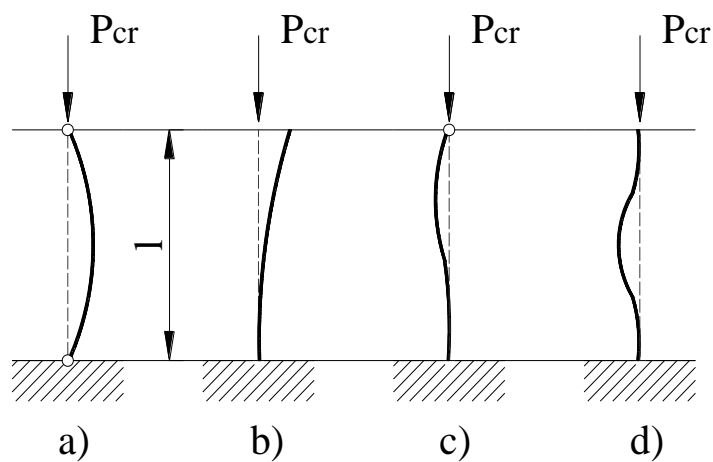


Fig. 2.15. Procedimientos de sujeción de los extremos de barras



Tabla 5

Caso	Procedimiento de sujeción de los extremos de la barra	μ
a	Ambos extremos están articulados.....	1
b	Un extremo empotrado, otro libre.....	2
c	Un extremo empotrado, otro tiene articulación.....	0,7
d	Ambos extremos empotrados.....	0,5

En el caso de una superficie conocida A de sección transversal, la comprobación de la flexión transversal se realiza mediante la fórmula, V. I Feodosiev 1985.

$$\sigma = \frac{P}{\varphi \cdot A} \leq \sigma_{adm.com.} \tag{2.26}$$

Siendo $\sigma_{adm.com}$ el esfuerzo admisible de compresión.

En los cálculos nos vemos obligados a fijar previamente el valor de φ , puesto que la esbeltez λ no se conoce, por ser desconocida también el área A de la sección de la que depende la esbeltez. Como primera aproximación, se recomienda considerar $\varphi_1 = 0,5$. Se calculan después A, I_{min} , i_{min} y, por la tabla 5, se obtiene el correspondiente valor de φ_1 .

Si hay gran diferencia entre los valores de φ_1 y φ_1' , entonces se debe repetir el cálculo, fijando otro valor de φ_2 ,

$$\varphi_2 = \frac{\varphi_1 + \varphi_1'}{2} \tag{2.27}$$

Y así, sucesivamente, hasta que la diferencia entre los valores consecutivos no sea menor de $4 \div 6 \%$.

2.12 Componentes del Sistema de Control Electrónico.

El sistema de control electrónico esta compuesto por diferentes dispositivos, se describirán las especificaciones y funciones de cada uno de ellos, además se analizará con graficas la manera correcta de instalarlos.

2.12.1 El EzText Panel 420.

El Ez 420 es una interfaz entre el operador y el sistema PLC, que le permite al operador observar, cambiar o fijar valores, seleccionar funciones dependiendo de la aplicación requerida.

En la parte frontal del panel (figura 2.15) se encuentran los siguientes elementos:

- a. **Botones de control.**- El panel esta compuesto por los siguientes botones: esc (escape), flecha hacia abajo ▼, flecha hacia arriba ▲ y botón enter.
- b. **Botones de funciones.**- Son definidas por el usuario con 1 led por cada función para indicar el estado de prendido o apagado de la función.
- c. **Pantalla LCD.**- Tiene una pantalla para visualizar el texto.



Fig.2.16. Ez-Text 420.

En la parte posterior del EzText Panel 420 se encuentran los siguientes elementos:

- d. **Conector de Poder EzText Panel 420.**- El EZ 420 requiere de una fuente de alimentación de 24 VCD (24 voltios de corriente directa) conectada a este conector, el mismo que esta formado por tres pines descritos en la tabla 7.

Tabla 7

# Pin	Conexión	
1	+V	24VDC (20-30 VDC)
2	-V	
3	Chasis Tierra	

- e. **Puerto Serial.-** El puerto serial es usado para conectar el EZ 420 al computador para su programación ó para la comunicación con el PLC (figura 2.16).
- f. **Leds indicadores.-** Esta compuesto por dos leds indicadores, uno de transmisión (TXD) y otro para recepción (RXD). Estos se encienden para indicar que se está enviado o recibiendo datos (figura 2.16).

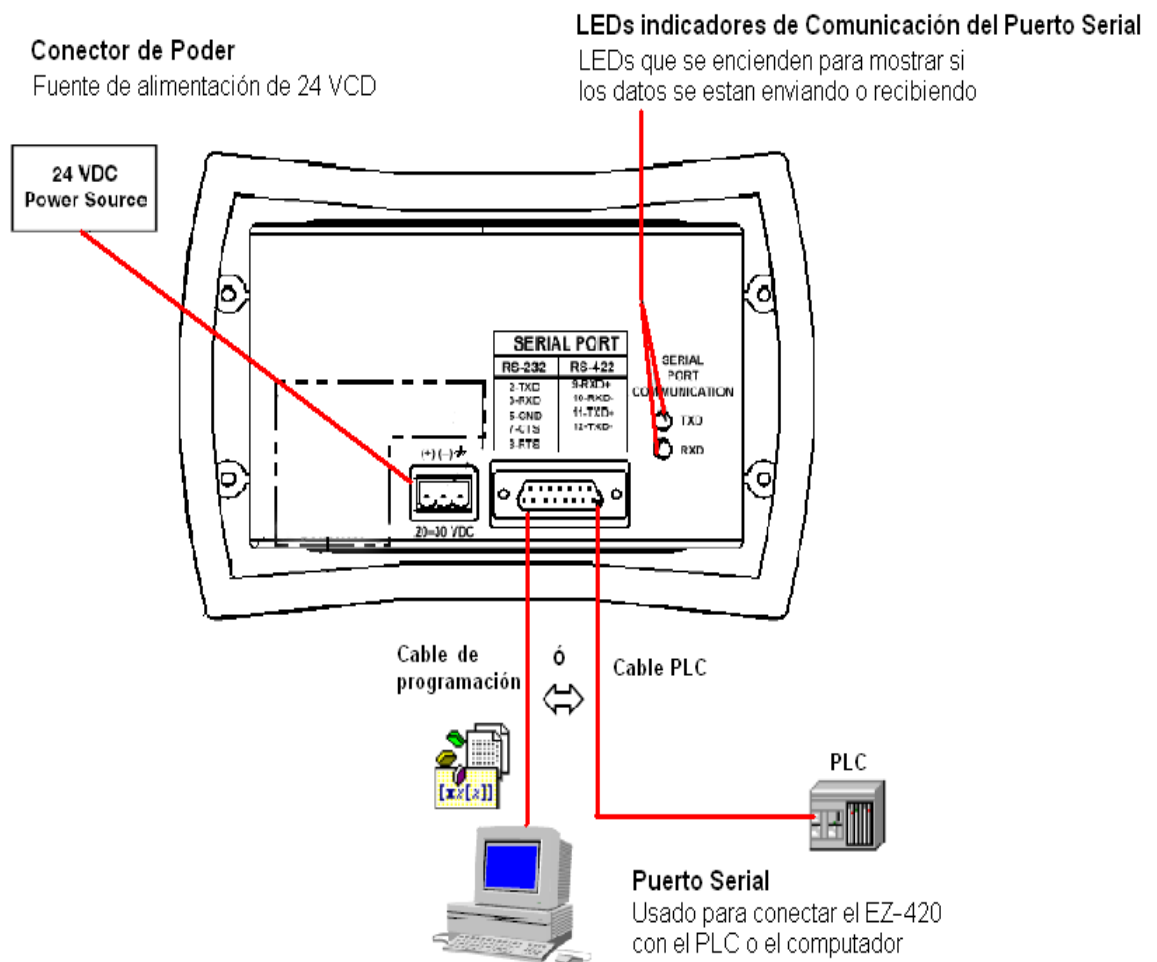


Fig. 2.17 Componentes Panel EzText.

2.12.2 Software de Programación del panel EzText.

Los paneles EzText son configurados con el EXText Programming Software usado para bajar la configuración desde el computador hacia el panel antes de conectar el panel al PLC.

2.13 Direct Logic D0- 06DR (Serie DL06).

El D0-06DR es un controlador lógico programable que tiene la misma apariencia y desempeño que un CPU. Posee características que lo hace un dispositivo de alta velocidad.

Las entradas y salidas del PLC están agrupadas en 5 bancos de 4, de manera que comparten una trayectoria de retorno común (C0, C1, C2, C3, C4), es decir cada banco tiene un terminal común de aislamiento.

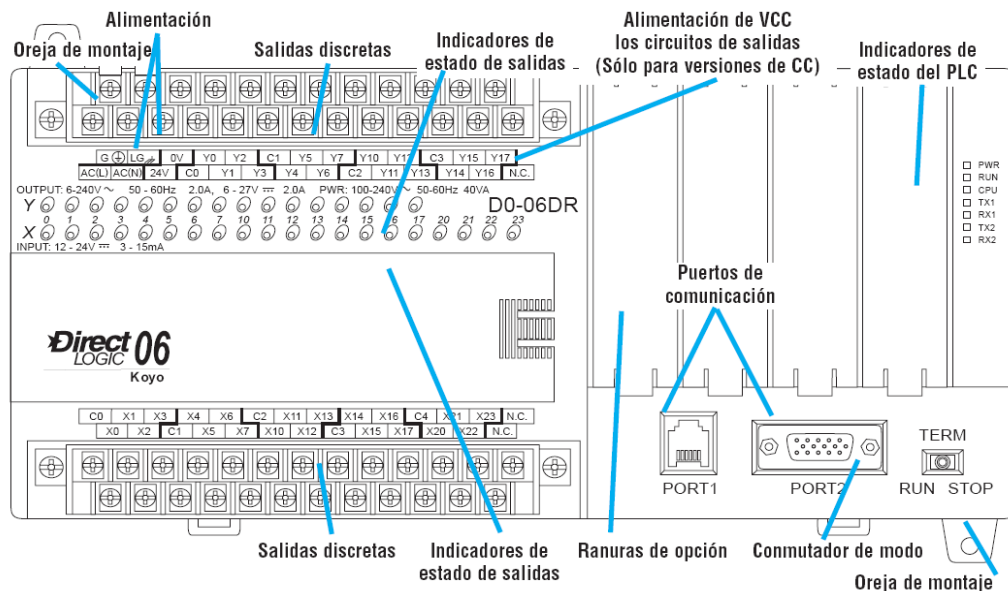
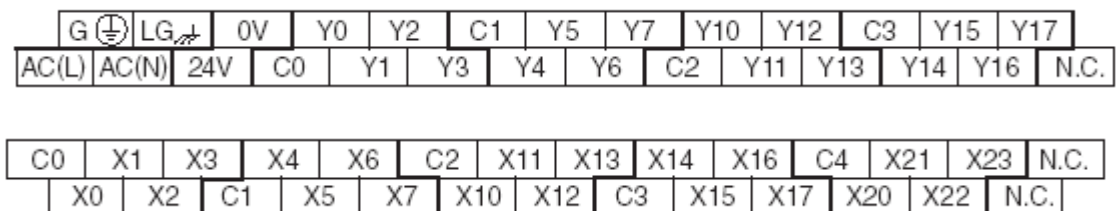


Fig. 2.18 Componentes PLC Direct Logic D0- 06DR (Serie DL06).

El PLC D0-06DR tiene 20 entradas de corriente continua y 16 salidas conectadas a relés normalmente abiertos.

Bancos: entrada y salida



El siguiente diagrama muestra un típico ejemplo de esquema de cableado para el D0-06DR.

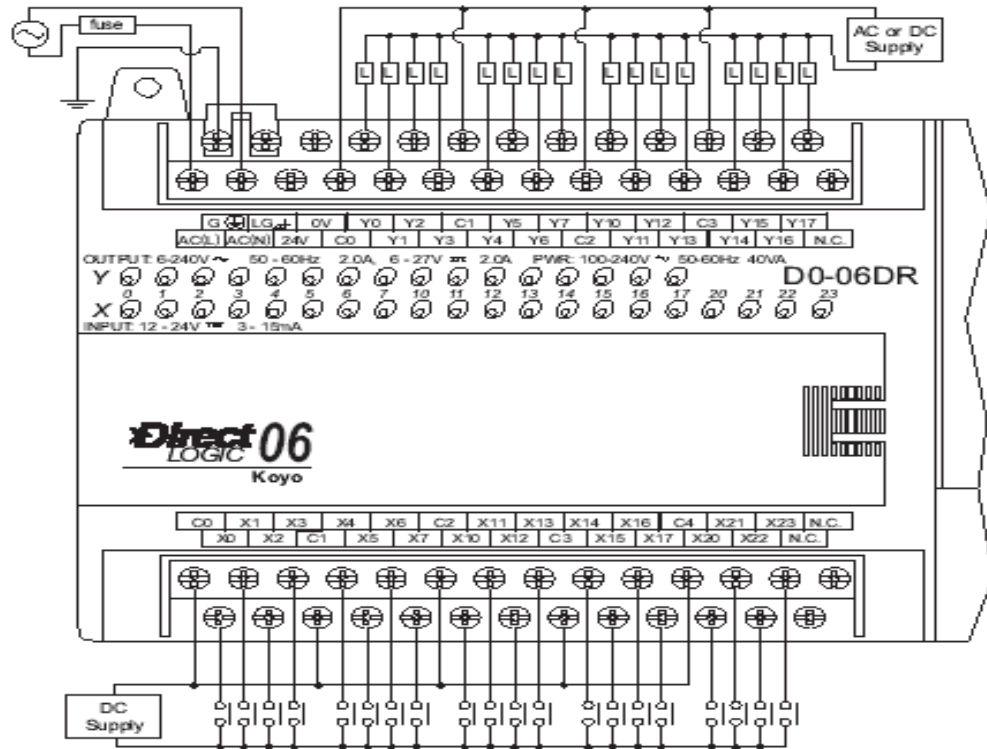


Fig. 2.19 Cableado típico del D0-06DR.

Las especificaciones para las entradas en DC varían parcialmente de acuerdo a los terminales de entrada que se vaya a utilizar ya sea de X0 a X3 o de X4 a X23. En los siguientes cuadros se observan las especificaciones para las entradas DC y para los relés respectivamente.

Especificaciones de entradas CC		
Parámetro	Entradas HSIO, X0 – X3	Entradas normales CC X4 – X23
Voltage mínimo y máximo	10,8 – 26,4 VCC	10,8 – 26,4 VCC
Voltaje de operación	12 -24 VCC	12 -24 VCC
Voltaje de cresta	30 VCC (Máxima frecuencia 7 kHz)	30 VCC
Ancho de pulso mínimo	70 μ s	N/A
Voltaje de detección de estado ON	> 10 VCC	> 10 VCC
Voltaje de estado OFF	< 2,0 VCC	< 2,0 VCC
Impedancia de entradas	1,8 k Ω @ 12 – 24 VCC	2,8 k Ω @ 12 – 24 VCC
Max. corriente en las entradas	6mA @12VCC 13mA @24VCC	4mA @12VCC 8.5mA @24VCC
Corriente mínima en estado ON	>5 mA	>4 mA
Corriente máxima en estado OFF	< 0,5 mA	<0,5 mA
Respuesta cuando va de OFF a ON	<70 μ s	2 – 8 ms, 4 ms típico
Respuesta cuando va de ON a OFF	<70 μ s	2 – 8 ms, 4 ms típico
Indicadores de estado	Lado lógico	Lado lógico
Comunes	4 canales/común x 5 bancos aislados	

Especificaciones de salidas a relevador	
Rango de voltaje de salida (Min. - Max.)	5 -264 VCA (47 -63 Hz), 5 - 30 VCC
Voltaje de operación	6 -240 VCA (47 -63 Hz), 6 - 27 VCC
Corriente de salida	2A / punto, 6A / común
Voltaje máximo	264 VCA, 30 VCC
Máxima corriente de fuga	0,1 mA @264 VCA
Carga mínima recomendada	5 mA
Tiempo de respuesta cuando va de OFF a ON	< 15 ms
Tiempo de respuesta cuando va de ON a OFF	< 10 ms
Indicadores de estado	Lado lógico
Comunes	4 canales / común x 4 bancos
Fusibles	Ninguno (se recomienda colocar fusibles externos)

2.13.1 Montaje del Direct Logic D0- 06DR (Serie DL06).

Para asegurar el correcto funcionamiento del PLC D0-06DR se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos: especificaciones ambientales, requerimientos de potencia, selección del cercamiento y dimensión del componente.

a. Cercamiento

- Tiene que ser de acuerdo a los estándares eléctricos.
- Ofrecer una protección de los elementos en un ambiente industrial.
- Dotar de un suficiente espacio para una apropiada instalación y mantenimiento de equipos.

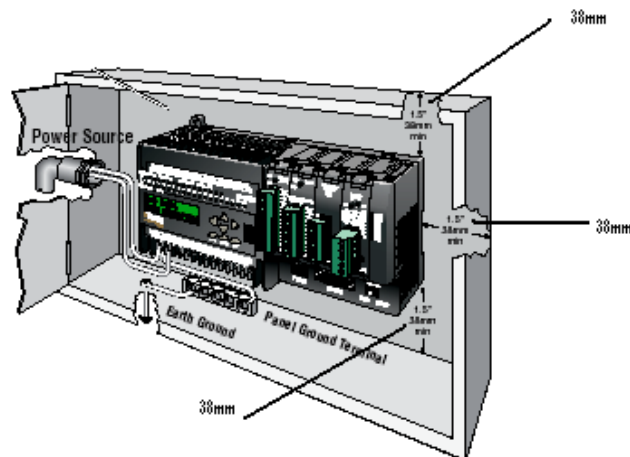


Fig. 2.20 Montaje PLC.

Para la instalación del sistema se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Proveer de un mínimo espacio de 1.5" (38mm) entre la unidad y la caja.
- Debe haber también por lo menos 3" (76mm) de espacio entre la unidad y cualquier conducto de la instalación eléctrica.



b. Requerimientos de potencia

La Terminal de tierra sobre la base del D0-06DR debe ser conectada a un solo punto de tierra. Debe haber un solo punto de tierra para todos los dispositivos que lo requieran dentro de la caja que se incluyen nuestro sistema. Una buena referencia a tierra es esencial para una apropiada operación del D0-06DR

El sistema D0-06DR es impulsado por 95-240 VAC o 12–24 VDC. Si el poder eléctrico no siempre es estable, las tormentas pueden causar las olas de poder. Debido a esto, se recomiendan los filtros ‘powerline’ para proteger el D0-06DR de las olas de poder y del ruido EMI/RFI (interferencias electromagnéticas/interferencias de radio frecuencia).

c. Especificaciones Ambientales

En la tabla 8 tenemos las especificaciones ambientales que se aplican al D0-06DR.

Tabla 8

Especificaciones ambientales	
Especificación	Valores aceptables
Temperatura de almacenamiento	–4° F a 158° F (–20° C a 70° C)
Temperatura de operación del ambiente*	32° F a 131° F (0° C a 55° C)
Humedad del ambiente**	5% – 95% Humedad relativa (non-condensing)
Resistencia a vibración	MIL STD 810C, Method 514.2
Resistencia a choques	MIL STD 810C, Method 516.2
Inmunidad al ruido	NEMA (ICS3–304)
Atmósfera	No corrosive gases
Aprobaciones de agencias	UL, CE (C1D2), FCC class A

2.13.2 Fusibles de protección del Direct Logic D0- 06DR (Serie DL06).

En el circuito interno no hay fusibles para las señales de entrada por lo que es necesario colocar fusibles externamente, para proteger al PLC y a quienes operarán el sistema.

a. Operación a 208/240 VAC

Cuando a la entrada apliquemos una fuente de voltaje de 208/240VAC se colocará un fusible tanto para la entrada positiva (L) y para la entrada negativa o neutral (N). El fusible recomendado para este voltaje es de 1.0A.

b. Operación a 110/125 VAC

Cuando a la entrada apliquemos una fuente de voltaje de 110/125VAC, es necesario solo colocar un fusible para la entrada positiva (L) y no para la entrada negativa o neutral (N). El fusible recomendado es de 1.0A.

c. Operación a 12/24 VDC

Cuando al sistema entre voltajes continuos bajos, el tipo de alambre utilizado es importante para una apropiada utilización de los fusibles. Cada Terminal de entrada puede utilizar un cable 16AWG o dos cables 18AWG. Para este caso se recomienda utilizar fusibles de 1.5A.

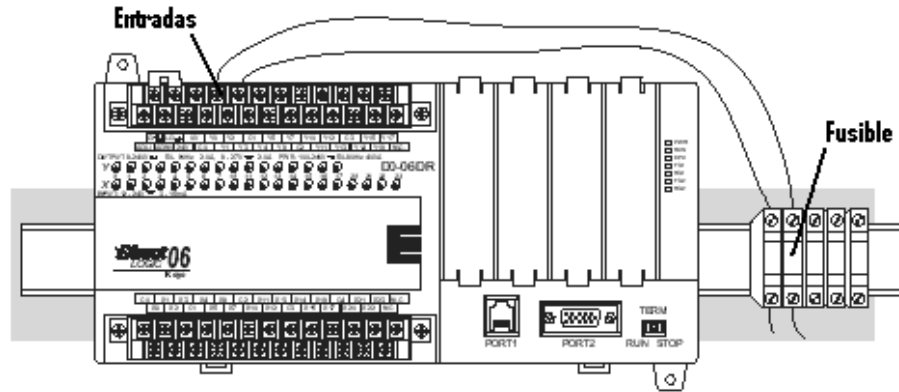


Fig. 2.21 Protección del PLC Direct Logic.

Para realizar el cableado interno de la instalación se han tomado en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Usar una longitud continua de conductor sin empalmar.
- Colocar la longitud de conductor más corta posible.
- Evitar que los conductores de baja tensión estén cerca de los de alta tensión.
- Minimizar las caídas de voltaje cuando los cables deben ir a largas distancias.

2.13.3 Fuente de Poder Externa para el Direct Logic D0- 06DR.

La fuente de poder debe de ser capaz de suplir voltaje y corriente de acuerdo a las especificaciones del D0-06DR, como lo vemos en la tabla 9.

Tabla 9

Power Source Specifications		
Item	DL06 VAC Powered Units	DL06 VDC Powered Units
Input Voltage Range	110/220 VAC (95–240 VAC)	12–24 VDC (10.8–26.4 VDC)
Maximum Inrush Current	13 A, 1ms (95–240 VAC) 15 A, 1ms (240–264 VAC)	10A
Maximum Power	30 VA	20 W
Voltage Withstand (dielectric)	1 minute @ 1500 VAC between primary, secondary, field ground	
Insulation Resistance	> 10 MΩ at 500 VDC	

2.14 Software de Programación para el Direct Logic D0- 06DR (Serie DL06).

El PLC requiere del DIRECTSOFT32 Programing Software Versión 4.0 o siguientes, adicionalmente se requiere de un cable de programación D2-DSCBL, para conectar el PLC a la computadora.

a. Conexión del DL-06 al EZ-Text

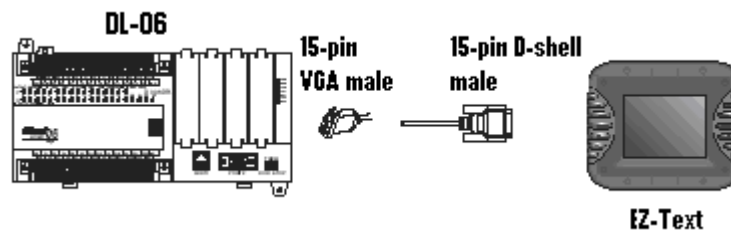


Fig. 2.22 Conexión PLC – Panel.

b. Conexión del DL-06 al PC para la programación.

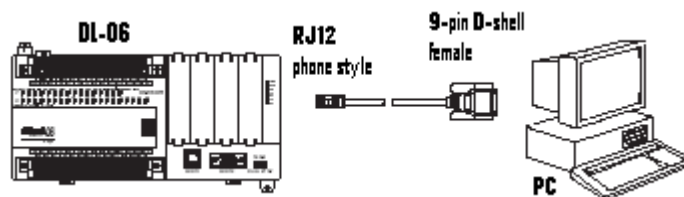


Fig. 2.23 Conexión PLC – PC.

2.15 Suministro de Potencia.

El DR-4524 es un suministrador de potencia de 45 vatios, tiene como salida en DC 24 voltios. Posee también un rango de voltaje de entrada de 85 a 264 V en AC y de 120 a 370 V en DC. El rango de corriente de entrada es de 0 a 2 A. Su eficiencia es del 80%.



Fig. 2.24 DR-4524.



2.15.1 Características del suministro de potencia.

- Posee protección contra sobre carga, corto circuito, sobre carga de voltaje y temperatura.
- Debe ser instalado en un riel DIN TS-35/7.5 o 15 UL 508
- Contiene un led indicador de encendido.
- Conmutación de frecuencia a 100KHz
- Protección contra EMI (interferencia electromagnética).

Especificaciones de entrada y salida:

Tabla 10

		DR-4524	
OUTPUT	DC VOLTAGE	24V	
	RATED CURRENT	2A	
	CURRENT RANGE	0 ~ 2A	
	RATED POWER	48W	
	RIPPLE & NOISE (max.) Note.2	480mVp-p	
	VOLTAGE ADJ. RANGE	21.6 ~ 26.4V	
	VOLTAGE TOLERANCE Note.3	±1.0%	
	LINE REGULATION	±1.0%	
	LOAD REGULATION	±1.0%	
INPUT	VOLTAGE RANGE	85 ~ 264VAC	120 ~ 370VDC
	FREQUENCY RANGE	47~63Hz	
	EFFICIENCY (Typ.)	80%	
	AC CURRENT	1.5A/115VAC	0.75A/230VAC
	INRUSH CURRENT (max.)	COLD START 30A/115VAC	60A/230VAC
	LEAKAGE CURRENT	<1mA / 240VAC	

Tabla 11

Asignación de Pines

No. Pin	Asignación
1	AC/L
2	AC/N
3	FG
4,5	DC OUTPUT -V
6,7	DC OUTPUT +V
8	LED
9	+VADJ.

2.16 Dispositivo SC448.

El dispositivo SC448 esta diseñado para aceptar una medida de tensión de entrada desde un sensor (a manera de un Puente de Wheatstone). El suministro de potencia interno se

puede establecer para producir 5 y 10 VDC fijos o un voltaje ajustable en un rango de 0 a 2.5 o 0 a 10 VDC.

El SC448 necesita ser calibrado esto se logra seleccionando un voltaje de excitación y un rango de entrada a través de switches y haciendo ajustes precisos en los tornillos de ajuste (excitación, zero y span) que se encuentra en la parte frontal del dispositivo.

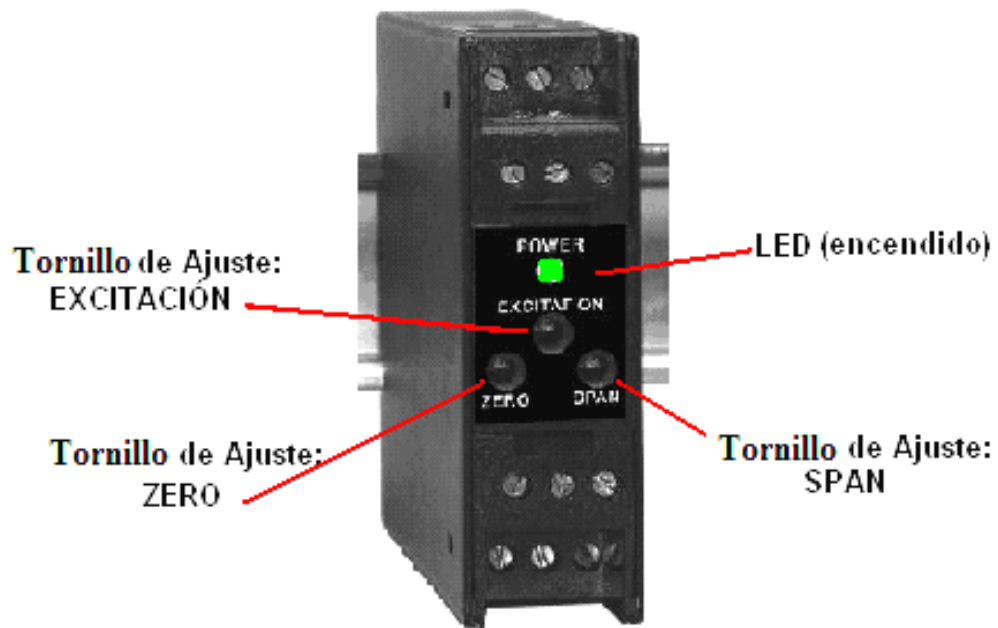


Fig. 2.25 SC448.

2.16.1 Programación de entrada y salida del SC448.

La programación de este dispositivo se hace en hardware por medio de 3 switches que se encuentran ubicados en las paredes laterales del mismo.

a. Switches de selección de salida.

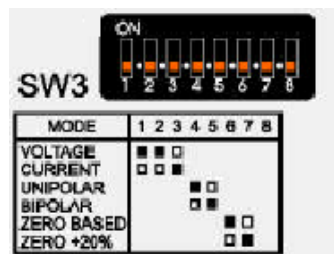


Fig. 2.26 SW3.

En el SW3 se selecciona el tipo de salida deseada, si es voltaje o corriente, unipolar o bipolar. La selección se realiza siguiendo la tabla de selección de modo que se encuentra a un lado del SW3 siguiendo la siguiente clave:

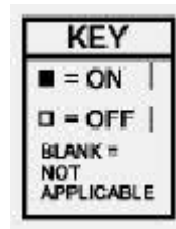


Fig. 2.27 Selección.

Por ejemplo para obtener una salida de voltaje, los dos primeros switches del SW3 deben estar en ON y el tercero en OFF

En SW4 se selecciona la escala que se desea, solamente un switch debe estar en ON y los demás en OFF.

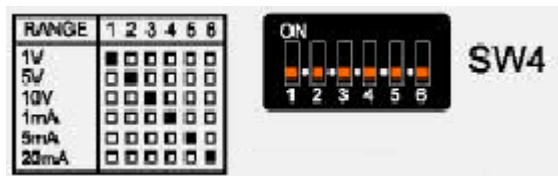


Fig. 2.28 SW4.

b. Switches de selección de entrada.

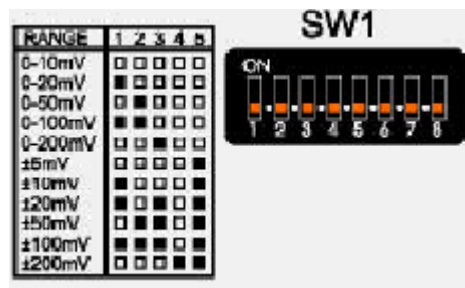


Fig. 2.29 SW1.

En el SW1 los switches del 1 al 5 son utilizados para seleccionar el rango de entrada deseado. El switch 6 se selecciona si la señal de entrada actúa en forma directa o en reversa. Los switches 7 y 8 del SW1 se utilizan para ajustar el voltaje de excitación en el rango requerido o deseado.

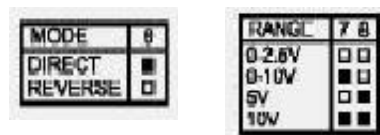


Fig. 2.30 Switches 6, 7, 8.

2.16.2 Terminales y Calibración del SC448.

Las conexiones para el SC448 se muestran en la figura a continuación. La potencia para el SC448 es de 85 a 265V DC/50V AC a 400 Hz. Los cables de entrada se conectan a los terminales 1 (+) y 2(-) y la excitación debe estar conectada a los terminales 6 (+) y 3 (-).

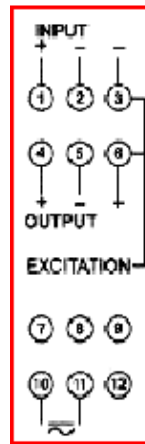


Fig. 2.31 Pines.

La calibración o ajuste de los tornillos se hace luego de haber suministrado al dispositivo potencia para que se caliente, por 30 minutos. El proceso de calibración requiere de precisión, en el anexo se describen los 5 pasos para llevarlo a cabo.

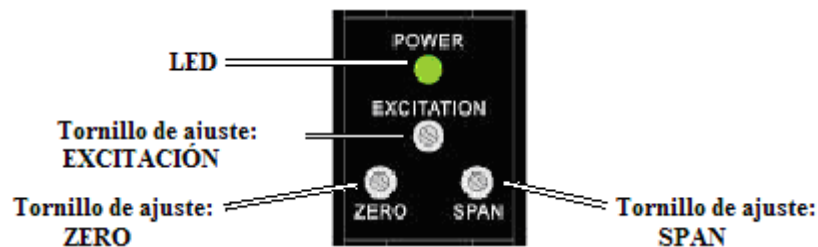


Fig. 2.32 Ubicación tornillos de ajuste.

2.17 Relé C10-A10X (Serie IRC).

El relé C10, es un relé industrial enchufable de interface con características específicas para poder ser conectado a un autómata programable. Está especialmente diseñado para aplicaciones industriales y para la conmutación de señales débiles como las requeridas en aplicaciones de entrada a autómatas. La vida eléctrica de este relé es de 100 000 operaciones como mínimo a plena carga y tiene una vida mecánica superior a 20 x 10⁴ maniobras a un régimen de 6000 op/hora. Tiene una capacidad de corte de 10^a y puede ser alimentado con tensión máxima de 230V.

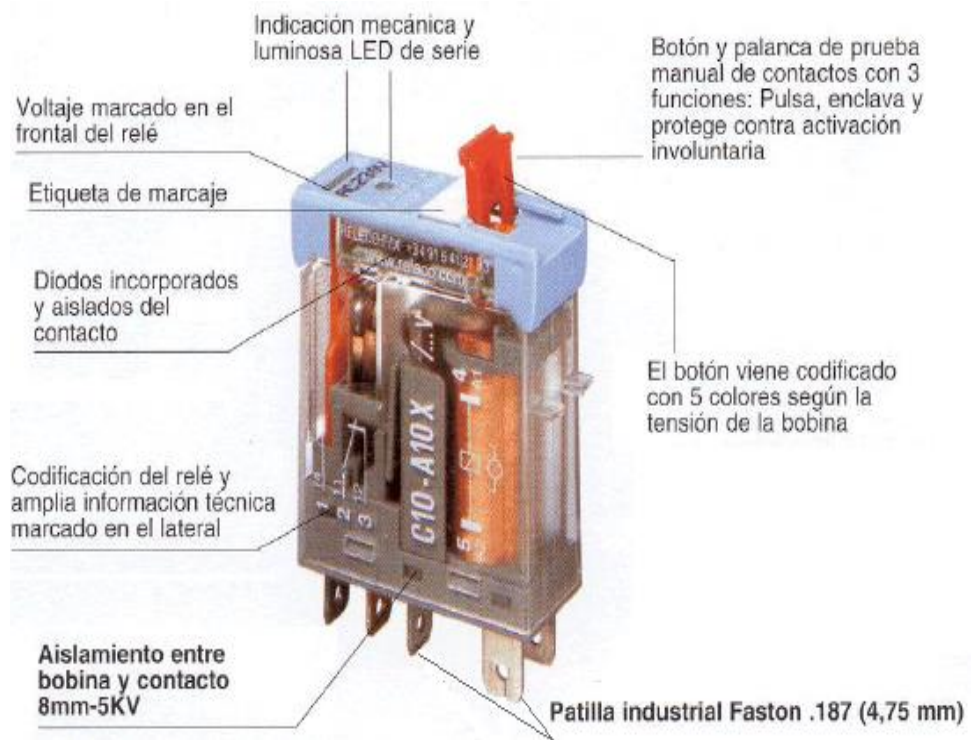


Fig.2.33 Relé C10-A10X.

Especificaciones

Potencia de bobina con LED	1,1 VA, 0,65 W
Tiempo de operación + rebote	10 + 1 ms
Tiempo de reposición + rebote	5 + 3 ms
Aislamiento: EN60947 polución 3, Gr C	250 V
Rigidez dieléct, contactos/bobina	8 mm / 5 KV
Peso aproximado	21 grs.

2.17.1 Contactos del C10-A10X (Serie IRC).

El C10 está conformado por 5 contactos que se observan a continuación:

- A1 y A2 (4,5) son los terminales de bobina.
- 11 (2) es el común de los contactos.
- 12 y 14 (1,3) son los contactos.

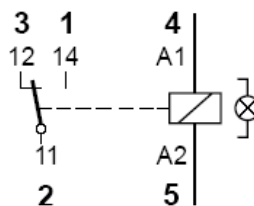


Fig. 2.34 Contactos.

Contactos

Material estándar	AgNi
Intensidad máxima	10 A
Sobrecarga instantánea (10 ms)	30 A
Tensión máxima	250 V
Tensión máxima	400 V
Carga máxima en CA	2,5 KVA

Un ejemplo del cableado típico para los relés de interface es el siguiente:

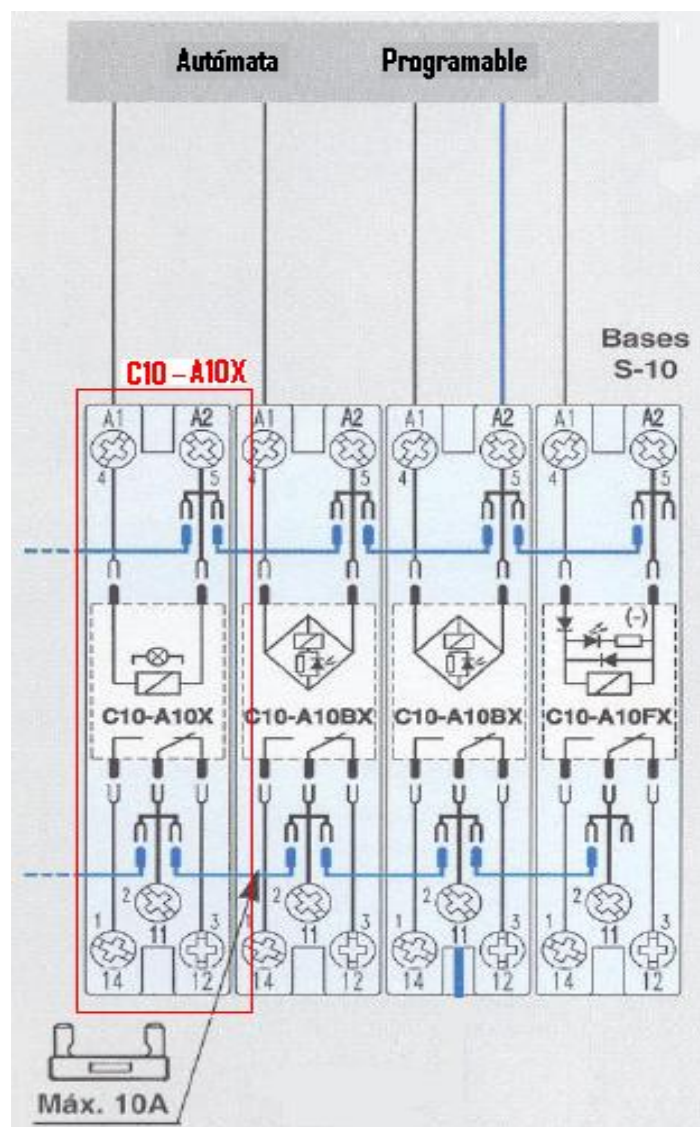


Fig. 2.35 Cableado típico.

2.18 Base S-10.

La S-10 es una base para un relé de un contacto, las bornas están especialmente para aplicaciones de interface (las de bobina en un extremo de la base y las de contacto en el lado opuesto).

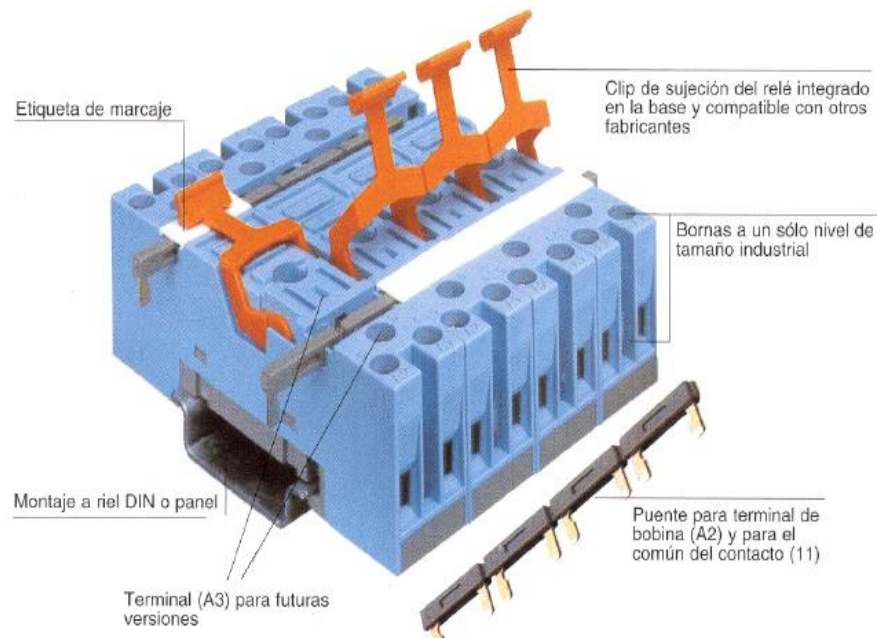


Fig. 2.36 Base S-10.

La base S-10 puede ser puenteadas con el fin de ahorrar tiempo y costo en cableado. El puente estándar permite la conexión de 4 bases a la vez, pudiendo dicho puente ser dividido en elementos únicos. Para la conexión de más de 4 bases, se usan tantos puentes o elementos sea necesario. En la base S-10, el terminal de la bobina A2 y el común del contacto (11), pueden unirse a los de otras bases con el puente S10-BB.

2.19 Riel DIN 35/7.5

El riel utilizado para el montaje de los dispositivos responde a la norma DIN (Deutsche Industrie Norm) de Alemania. Sus dimensiones son de 35 mm de largo por 7.5 mm de profundidad.

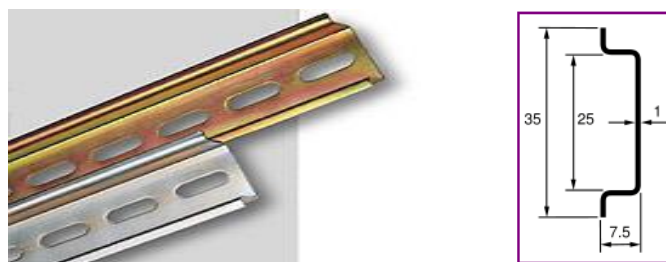


Fig. 2.37 Riel DIN (dimensiones).

2.20 Cálculo de la sección de los conductores.

El Cable utilizado para las conexiones es el AWG (American Wire Gauge Standard) número 16, en la tabla 12 se encuentran algunos parámetros para este tipo de cable. Según N. Larburu 1995 se utiliza la siguiente ecuación:

$$s = \frac{K \cdot \delta \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\Delta V}, \text{ (mm)} \quad (2.28)$$

K = Coeficiente de clase (corriente).

ΔV = La caída de tensión.

L = Longitud del conductor.

$\cos \varphi$ = factor de potencia.

I = intensidad.



Fig. 2.38 AWG-16.

Tabla 12

Número AWG	Diámetro	Sección (mm ²)	# espiras por cm	Kg por Km	Resistencia (Ohmios/Km)	Capacidad (A)
16	1.291	1.31	7.2	11.6	12.9	3.7

2.21 Cálculo del diámetro de los fusibles.

El fusible forma parte del dispositivo de protección de un conductor o receptor eléctrico, previsto para que se funda en condiciones de servicio previamente establecidas, produciendo la apertura de un circuito eléctrico. Generalmente está formado por hilos o láminas calibradas de un material que se funde por el calentamiento provocado por una corriente de intensidad superior a la admisible del circuito. Según N. Larburu 1995. se aplica la siguiente ecuación:

$$d = a \cdot \sqrt[3]{I}, \text{ (mm)} \quad (2.29)$$

Donde:

a = 0,0538 para fusibles de cobre.

a = 0,0652 para fusibles de plata.

a = 0,2046 para fusibles de plomo-estaño.

I = intensidad.



Fig. 3.39 Fusibles.



2.22 Conclusiones parciales.

En el presente capítulo se llevó a cabo el análisis detallado de todos los componentes tanto mecánicos como electrónicos del sistema de pesaje y control, en el cual se expusieron los fundamentos y principios teóricos aplicados al equipo.

Se realizó la descripción de las ecuaciones de cálculo para el sistema de pesaje y control.

Se plantea el software COSMOS para los diferentes componentes de la estructura y se determinan las condiciones de resistencia para algunos componentes.



Capítulo III: Diseño del sistema de pesaje y control estadístico.

3.1 Introducción.

3.2 Cálculo base de la masa para diferentes sustancias.

3.3 Cálculo de la dimensión del cilindro de simple efecto.

3.3.1 Medidas estándar de los cilindros micro.

3.4 Cálculo del consumo de aire de los cilindros y el volumen de aire requerido.

3.4.1 Electroválvulas. (válvulas electromagnéticas).

3.5 Cálculo del caudal del compresor.

3.6 Cálculo de la potencia del compresor.

3.7 Cálculo de la capacidad del acumulador.

3.8 Cálculo de los pernos del contenedor pesador.

3.9 Cálculo del número de pernos en la tolva.

3.10 Cálculo de la estructura de la báscula de proceso.

3.11 Cálculo de la estructura de la báscula fija.

3.11.1 Centro de gravedad del área de una figura compuesta.

3.12 Selección de entradas y salidas del PLC Direct Logic.

3.12.1 Alimentación del PLC Direct Logic D0- 06DR (Serie DL06).

3.12.2 Protección de fusible en la alimentación.

3.12.3 Fuente de alimentación del PLC.

3.12.4 Cable D2-DSCBL para programación.

3.12.5 Diagrama eléctrico de E/S del D0-06DR.

Conclusiones parciales.



3.1 Introducción.

El diseño y cálculo de cada una de las partes de la máquina tiene singular importancia porque se determinan las condiciones de resistencia y dimensiones, de esta manera las piezas cumplirán a cabalidad la función que les corresponde.

El diseño consta de diferentes partes como: cálculo del sistema neumático, mecánico, electrónico y la estructura de la máquina.

Además se realizará el cálculo estructural con la ayuda de software de ingeniería mecánica, logrando un cálculo más preciso de todas las partes.



3.2 Cálculo base de la masa para diferentes sustancias.

Para calcular la masa de arroz con cáscara podemos utilizar la siguiente formulación, tomando en cuenta las densidades de la tabla 2, de esta manera podemos hacer comprobaciones con los resultados reales del pesaje en la báscula, necesariamente calcularemos el volumen del contenedor pesador.

$$V = l \cdot h \cdot a$$

Siendo:

V= volumen del contenedor, m³.

L = Largo, m.

a = ancho, m.

h = altura, m.

$$V = l \cdot h \cdot a$$

$$V = 0,115 \cdot 0,2 \cdot 0,3$$

$$V = 0,0069 \text{ m}^3.$$

Masa de arroz con cáscara.

$$W_{\text{arroz}} = V\rho$$

Siendo:

W_{arroz} = masa de arroz.

ρ = densidad del arroz con cáscara (tabla 2).

$$W_{\text{arroz}} = V\rho$$

$$W_{\text{arroz}} = (0,006)500$$

$$W_{\text{arroz}} = 3 \text{ Kg.}$$

3.3 Cálculo de la dimensión del cilindro de simple efecto.

El cilindro de simple efecto accionará la compuerta de control desplazando una carga máxima de 15 Kg de peso horizontalmente en una guía como se indica en la figura 3.1.

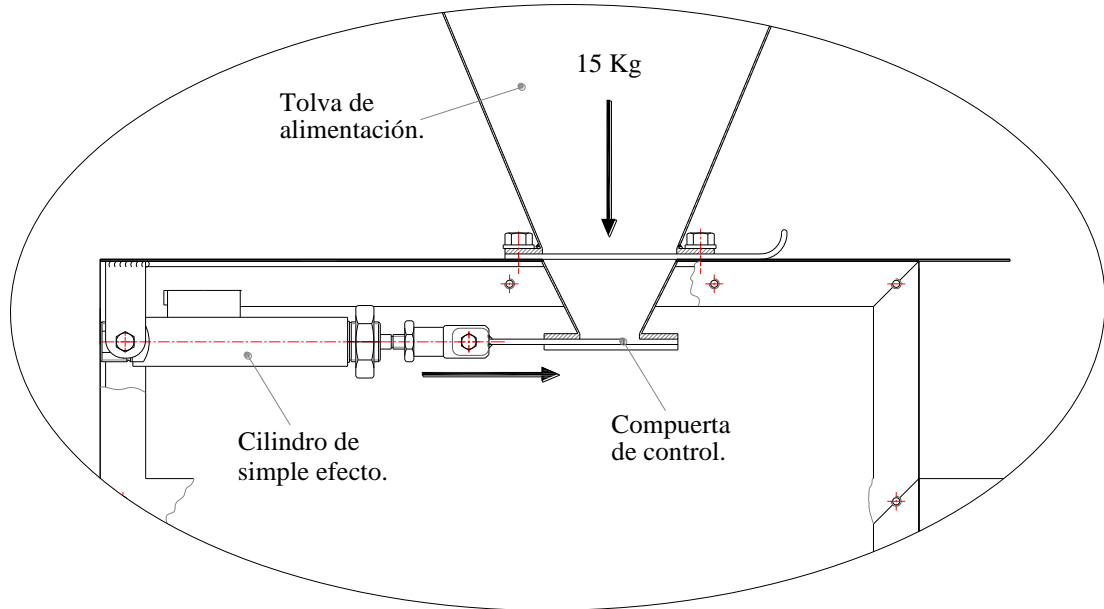


Fig. 3.1 Montaje del cilindro de simple efecto.

Luego procedemos a determinar el factor de carga en función a la aplicación requerida en la tabla 3.1. Obteniendo que para movimiento horizontal con carga en la guía es 1.

Tabla 3.1

Funcionamiento requerido		Factor de carga η
Funcionamiento estático (amarre, engarce de tornillo a baja velocidad).		0.7 o menos (70% o menos)
Funcionamiento dinámico	Movimiento horizontal de la carga en la guía.	1 o menos (100% o menos)
	Movimiento vertical y horizontal.	0.5 o menos (50 % o menos)

Si es necesario funcionar a altas velocidades, el factor de carga debe reducirse aun más, es posible seleccionar un factor de carga de 0.4, 0.3, 0.2 o menos.

Como norma general la presión de funcionamiento se fija en el regulador al 85% de la presión de aire de alimentación, se puede seleccionar entre 0.2MPa (2bar) y 0.8MPa (8bar).



Como punto de partida, debemos tomar en cuenta el rango de presiones que se utilizan en los componentes neumáticos: la presión máxima empleada en neumática es de 12.5 bares y, que en aplicaciones normales, la presión oscila entre 4 y 8 bares, trabajaremos para fines de cálculo con 8 bar $\approx 0.78\text{Mpa}$. Con la grafica 3.2 calculamos el punto de intersección entre la presión y el peso de 15 Kg lo cual resultará un diámetro de 20mm y la fuerza a la que va a estar sometido el cilindro es de 200N.

Según la ecuación 2.6 tenemos:

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

Donde:

A = sección real igual a la diferencia de la sección del disco $A_d = \frac{D^2 \pi}{4}$ y la del vástago

$$A_v = \frac{d^2 \pi}{4}.$$

$$A = \frac{D^2 \pi}{4} - \frac{d^2 \pi}{4}$$

$$A = \frac{20^2 \pi}{4} - \frac{8^2 \pi}{4}$$

$$A = 263.8 \text{mm}^2 \approx 2.638 \text{cm}^2.$$

p = presión de trabajo = 0.78Mpa. $\approx 7.95 \text{Kgf/cm}^2$.

F_R = fuerza de fricción = $A \cdot p \cdot 0,03 \rightarrow F_R = 0,629 \text{Kgf}$.

F_F = fuerza del resorte = 5 Kgf.

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

$$F_n = 2,638 \cdot 7,95 - (0,629 + 5)$$

$$F_n = 15,34 \text{Kgf}.$$

Comprobando que la fuerza cumple la condición de diseño al ser superior a 15 Kg.

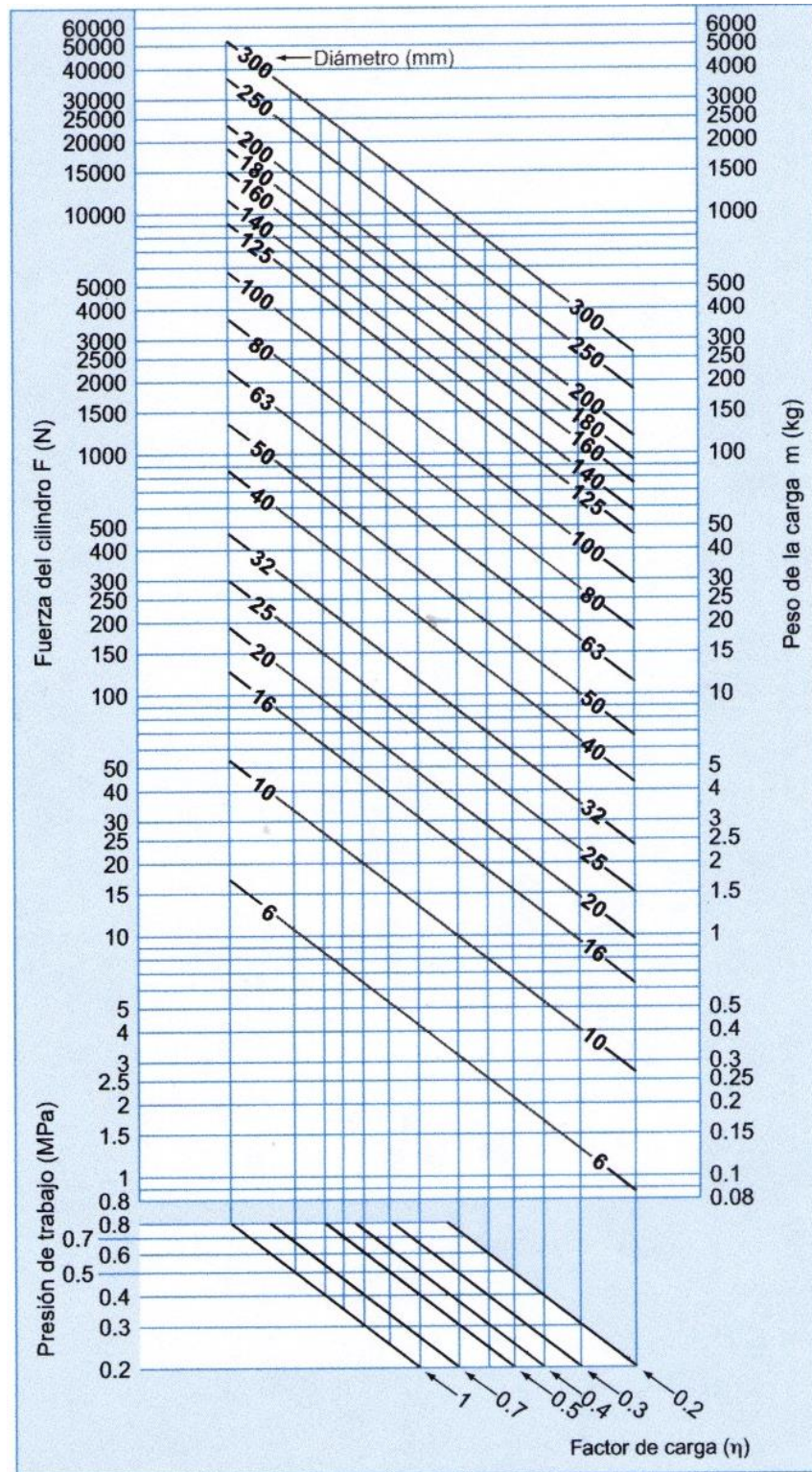


Fig. 3.2 Nomograma para cálculo del diámetro del cilindro.

Finalmente escogemos un cilindro comercial Micro con las siguientes características:

Tipo Micro cilindros neumáticos de simple efecto, 0.005.010.050.

Normas ISO 6432 - CETOP RP 52 P

Temperatura -20...80 °C (-4...176 °F)

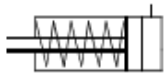

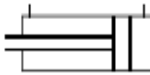
Fluido Aire filtrado con o sin lubricación.

Presión de trabajo 0,5...10 bar. (7,3...145 psi).

Materiales incluye una tuerca de montaje y una para vástago.

Tapas de aluminio, tubo y vástago de acero inoxidable, sellos de PUR, imán de plástico magnético.

Tabla 3.2

	 Simple efecto	 Simple efecto resorte trasero	 Doble efecto
8	0.001.010.---		0.001.030.---
10	0.002.010.---		0.002.030.---
12	0.003.010.---	0.003.020.---	0.003.030.---
16	0.004.010.---	0.004.020.---	0.004.030.---
20	0.005.010.---	0.005.020.---	0.005.030.---
25	0.006.010.---	0.006.020.---	0.006.030.---

Determinamos la carrera necesaria para cerrar la compuerta completamente y comprobamos que 50mm cumple las condiciones geométricas del diseño de la maquina.

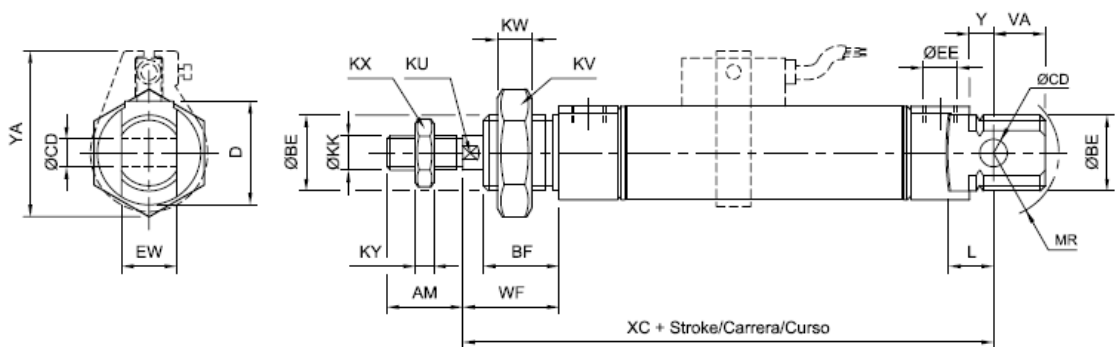


Fig. 3.3 Cilindro micro normalizado.

3.3.1 Medidas estándar de los cilindros micro.

Tabla 3.3

Ø	AM	ØBE	BF	D	ØCD	EE	EW	ØKK
8	12	M12 x 1,25	12	15	4	M5 x 0,8	8	M4 x 0,7
10	12	M12 x 1,25	12	15	4	M5 x 0,8	8	M4 x 0,7
12	16	M16 x 1,5	17	20	6	M5 x 0,8	12	M6 x 1
16	16	M16 x 1,5	17	20	6	M5 x 0,8	12	M6 x 1
20	20	M22 x 1,5	18	27	8	G 1/8"	16	M8 x 1,25
25	22	M22 x 1,5	22	27	8	G 1/8"	16	M10 x 1,25

KU	KV	KW	KX	KY	L	MR	VA	WF	XC	XC ₂	Y	YA
	19	7	7	3,2	6	12	10	16	64		2	28
	19	7	7	3,2	6	12	10	16	64		2	30
5	24	8	10	5	9	13	14	22	75	100	3	32
5	24	8	10	5	9	15,5	13	22	82	108	4	36
7	32	10	13	5	12	17,5	15	24	95	125	3	40
9	32	10	17	6	12	19	15	28	104	135,5	7	45

Con la misma metodología de cálculo procedemos a determinar la dimensión del cilindro de doble efecto que acciona la tapa del contenedor pesador, figura 3.4.

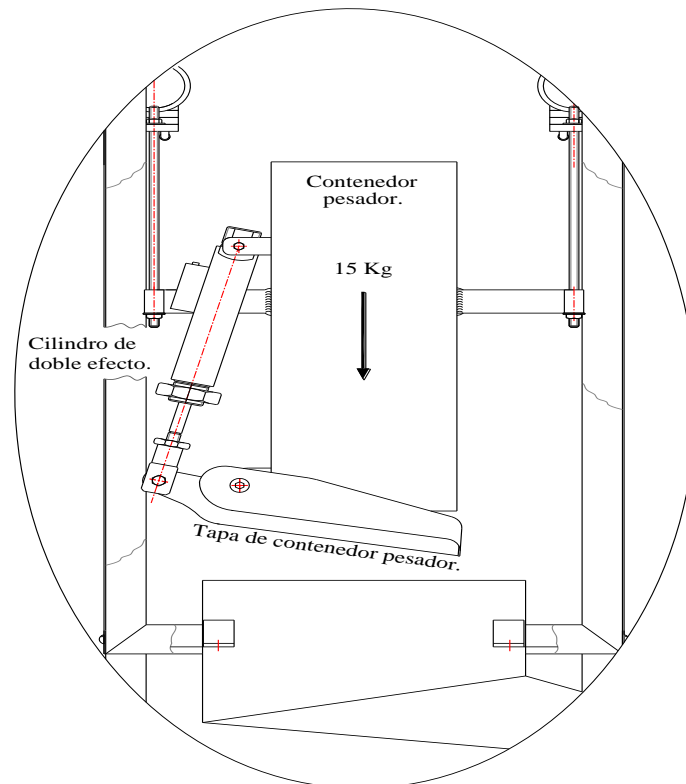


Fig. 3.4 Montaje del cilindro de doble acción.



Con la grafica 3.2 calculamos el punto de intersección entre la presión y el peso de 15 Kg lo cual resultará un diámetro de 20mm. Finalmente escogemos un cilindro comercial Micro con las siguientes características:

Tipo Microcilindros neumáticos de doble efecto, 0.005.030.050.

Normas ISO 6432 - CETOP RP 52 P

Temperatura -20...80 °C (-4...176 °F)

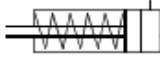

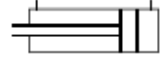
Fluido Aire filtrado con o sin lubricación.

Presión de trabajo 0,5...10 bar. (7,3...145 psi).

Materiales incluye una tuerca de montaje y una para vástago.

Tapas de aluminio, tubo y vástago de acero inoxidable, sellos de PUR, imán de plástico magnético.

Tabla 3.4

	 Simple efecto	 Simple efecto resorte trasero	 Doble efecto
8	0.001.010.---		0.001.030.---
10	0.002.010.---		0.002.030.---
12	0.003.010.---	0.003.020.---	0.003.030.---
16	0.004.010.---	0.004.020.---	0.004.030.---
20	0.005.010.---	0.005.020.---	0.005.030.---
25	0.006.010.---	0.006.020.---	0.006.030.---

Geoméricamente determinamos que la carrera optima para cerrar la tapa del contenedor pesador es de 50mm, lo cual cumple con las condiciones del diseño de la maquina.

3.4 Cálculo del consumo de aire de los cilindros y el volumen de aire requerido.

Calculamos el consumo de aire necesario para seleccionar un compresor para calcular los costes y el volumen de aire necesario para seleccionar un equipo como un filtro de aire o un regulador, o el tamaño del conexionado.

Mediante la figura 3.5 calculamos el consumo de aire del cilindro neumático, hallamos el punto de intersección entre la presión de trabajo y la carrera y, desde ese punto, trazamos una línea perpendicular hacia arriba.

Desde el punto de intersección con el diámetro del cilindro a utilizar, observamos ambos lados para obtener el consumo que requiere un ciclo del cilindro neumático.

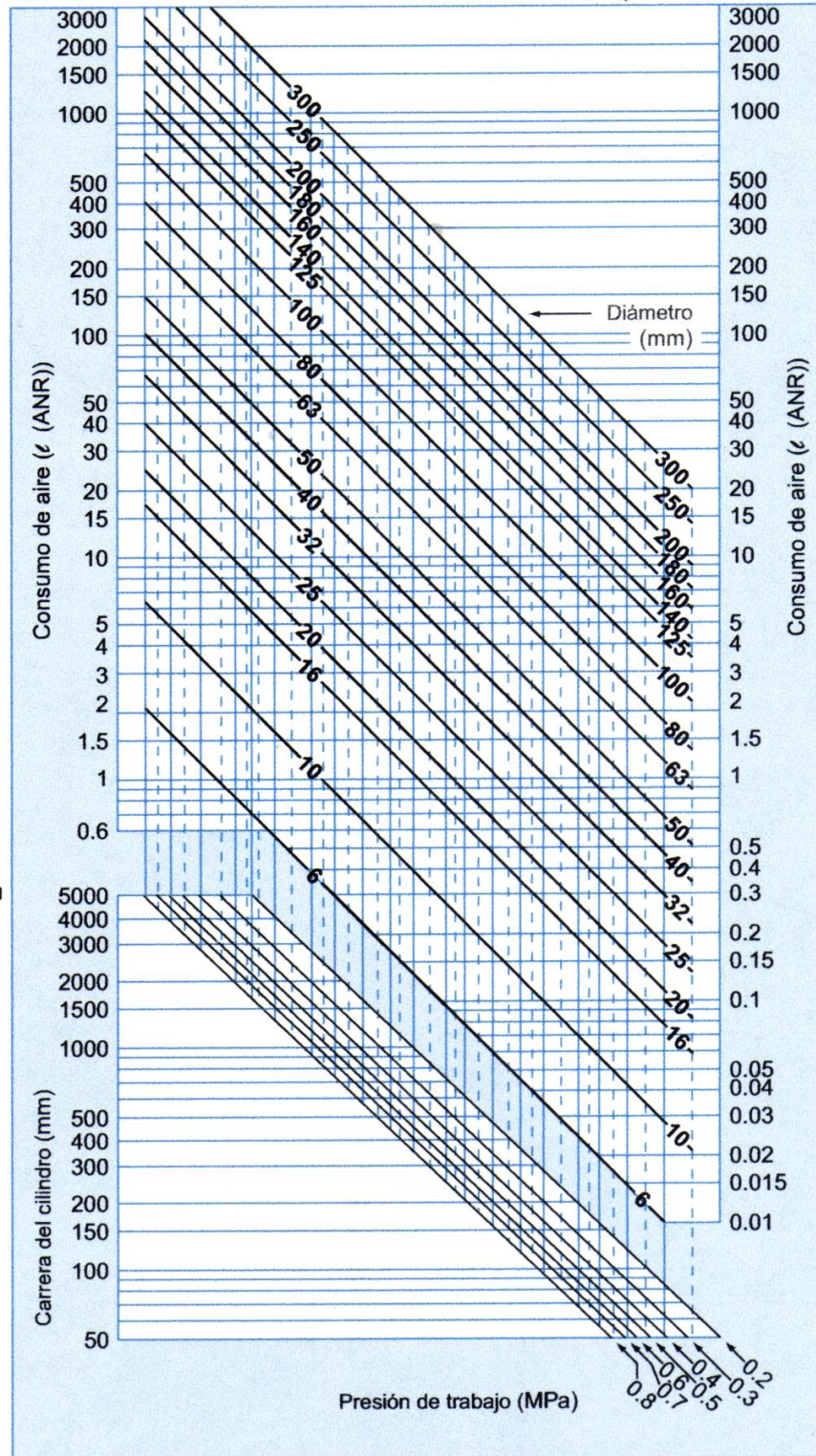


Fig. 3.5 Consumo de aire del cilindro.

Para calcular el consumo de aire en el cilindro de simple efecto utilizaremos la ecuación 2.7.

$$\dot{V} = s \cdot n \cdot \frac{d^2 \pi}{4} \cdot R_c$$



Determinamos la relación de compresión R_c . El cilindro trabaja con 30 ciclos por minuto. La presión de trabajo es de 600 KPa (6 bar) tenemos que:

$$R_c = \frac{101,3 + P_T}{101,3}$$

$$R_c = \frac{101,3 + 600}{101,3}$$

$$R_c = 6,9$$

$$\dot{V}_s = s \cdot n \cdot \frac{d^2 \pi}{4} \cdot R_c$$

$$\dot{V}_s = 5 \cdot 30 \cdot \frac{2^2 \pi}{4} \cdot 6,9$$

$$\dot{V}_s = 3249,9 \text{ cm}^3/\text{min} \approx 3,24 \text{ l/min, cilindro de simple efecto.}$$

Procedemos a calcular el consumo de aire del cilindro de doble efecto de 20 mm de diámetro (diámetro del vástago: 8 mm) y 50 mm de longitud de carrera. El cilindro trabaja con 30 ciclos por minuto. La presión de trabajo es de 600 KPa (6 bar).

Relación de compresión R_c :

$$R_c = \frac{101,3 + P_T}{101,3}$$

$$R_c = \frac{101,3 + 600}{101,3}$$

$$R_c = 6,9$$

Consumo de aire:

$$\dot{V}_d = \left[s \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} + s \cdot \frac{(D^2 - d^2) \cdot \pi}{4} \right] \cdot n \cdot R_c$$

$$\dot{V}_d = \left[5 \cdot \frac{2^2 \cdot \pi}{4} + 5 \cdot \frac{(2^2 - 0,8^2) \cdot \pi}{4} \right] \cdot 30 \cdot 6,9$$

$$\dot{V}_d = 5330,89 \text{ cm}^3/\text{min} \approx 5,33 \text{ l/min, cilindro de doble efecto.}$$

Mediante la figura 3.6 calculamos el consumo de aire de la tubería, para finalmente calcular el consumo total de aire.

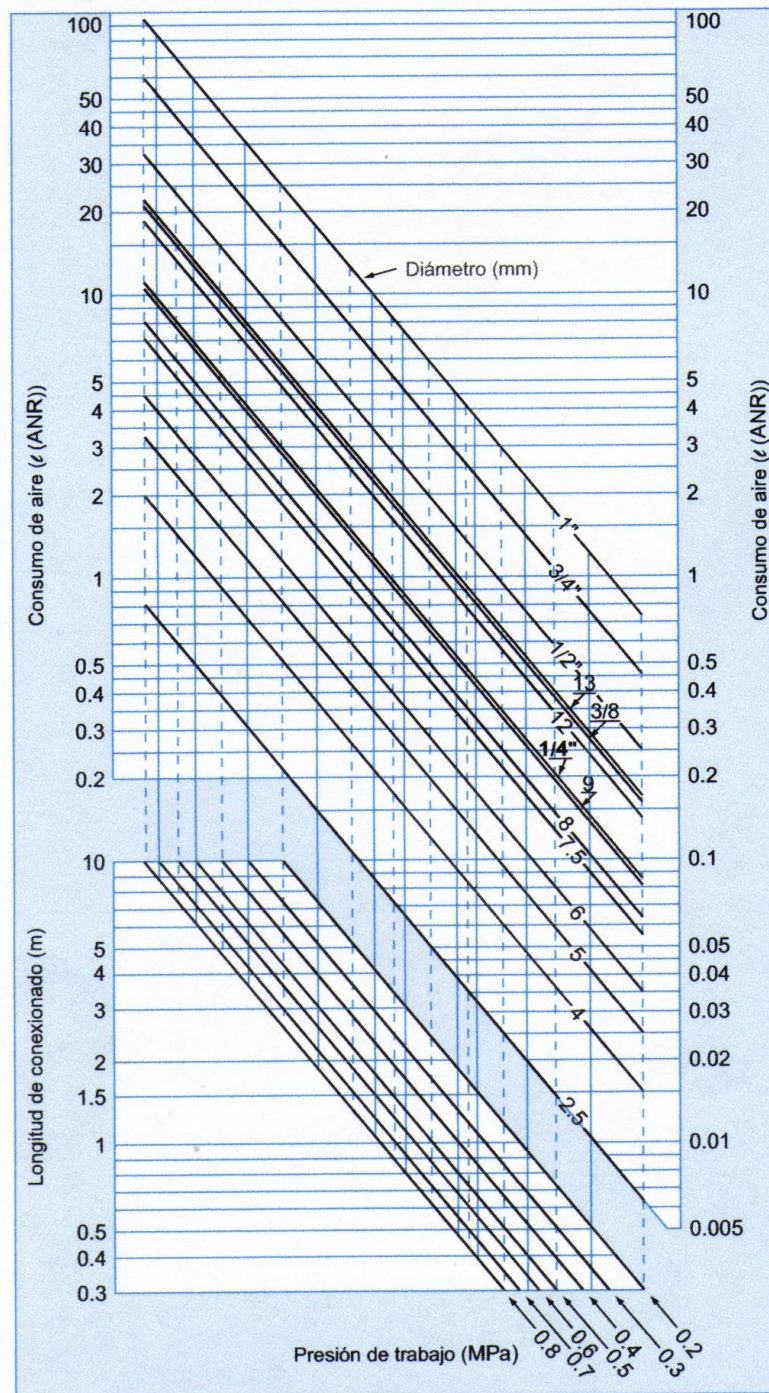


Fig. 3.6 Consumo de aire en la tubería.

Según la grafica con una presión de trabajo de 0.6Mpa, la longitud del conexionado de 2m y diámetro 6mm, tenemos un consumo de 0,56 l/ciclos, por los 30 ciclos que se realicen en un minuto tenemos un consumo en el conexionado de $\dot{V}_c = 16,81$ l/min.



El consumo total de aire por minuto es la sumatoria de el consumo de los cilindros mas el consumo de la tubería por el número de ciclos por minuto.

Consumo de aire total = (consumo de cilindros + consumo del conexionado) (número de ciclos).

$$C_T = \left(\dot{V}_T + \dot{V}_C \right) n$$

$$\dot{V}_T = \dot{V}_s + \dot{V}_d$$

$$\dot{V}_T = 3,24 + 5,33$$

$$\dot{V}_T = 8,57 \text{ l/min.}$$

$$C_T = \left(\dot{V}_T + \dot{V}_C \right) n$$

$$C_T = (8.57 + 16.81)1$$

$$C_T = 25,38 \text{ l/min.}$$

3.5 Electroválvulas (válvulas electromagnéticas).

Tipo: Válvulas 2/2 y 3/2 de actuación eléctrica, con actuador manual monoestable.

Conexiones: Laterales, inferiores o para montaje múltiple mediante el Kit manifold.

Conexión eléctrica: Ficha DIN 43650 - A

Temperatura ambiente. -5...50 °C (23...122 °F)

Temperatura del fluido . -10...60 °C (14...140 °F)

Fluido Aire comprimido filtrado - Gases inertes

Presión de trabajo 0...2,5 bar 0...10 bar 0 ...16 bar

Caudal nominal 78 l/min(*) 115 l/min 40 l/min

Frecuencia máx. (0,08 Cv) (0,12 Cv) (0,04 Cv)

Materiales Cuerpo de zamac, bobina encapsulada en resina epoxi, tubo guía y tragante de acero inoxidable.

Ejecución especial Uso hidráulico o neumático hasta 30 bar.



3.6 Cálculo del caudal del compresor.

Según el nomograma del anexo # 5 aplicamos la siguiente formulación.

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H \cdot n ; (\text{m}^3/\text{min})$$

$$H = 0,1\text{m.}$$

$$n = 1500 \text{ rpm}$$

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,06^2}{4} = 2,8^{-3} \text{ m}^3.$$

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H \cdot n$$

$$Q = 2,8^{-3} \cdot 0,1 \cdot 1500$$

$$Q = 0,42 \text{ m}^3/\text{min.}$$

3.7 Cálculo de la potencia del compresor.

La potencia entregada para comprimir 1m^3 de aire en el acumulador del compresor se determina mediante la siguiente ecuación según IMACO 1983:

$$N = \frac{5,28}{\eta} \cdot Q \cdot \log \cdot \frac{P_2}{P_1} ; (\text{HP})$$

Donde:

$$\eta = 0,5$$

$$Q = 0,8 \text{ m}^3/\text{min}$$

Log = Logaritmo natural de la relación $\frac{P_2}{P_1} = 1,5$

$$N = \frac{5,28}{\eta} \cdot Q \cdot \log \cdot \frac{P_2}{P_1}$$

$$N = \frac{5,28}{0,5} \cdot 0,8 \cdot \log \cdot 1,5$$

$$N = 1,4 \approx 2\text{HP.}$$



3.8 Cálculo de la capacidad del acumulador.

Para calcular la capacidad del acumulador necesitamos el caudal de consumo total Q .

$$Q' = Q \cdot \mu$$

$$Q' = (4,2) \cdot (1,2)$$

$$Q' = 0,5 \text{ m}^3/\text{min.}$$

Donde:

Q' = caudal de consumo corregido.

μ = coeficiente pérdidas supletorias (1,2)

Δp = diferencia de presión admisible en el interior de la red. = 10Kpa.

z = frecuencia de conmutación por hora = 10.

Con los datos calculados anteriormente utilizamos el nomograma del anexo # 8 y escogemos la capacidad del acumulador, determinado que la capacidad es de 8 m^3 .

3.9 Cálculo de los pernos del contenedor pesador.

Las tensiones que se manifiestan al cizallamiento se calculan por el método de la sección. Para calcular el número de pernos del contenedor pesador tenemos que el área que esta en contacto es:

$$A_c = d \cdot \pi \cdot l$$

Donde:

A_c = Área de corte.

d = diámetro.

l = altura de la tuerca (ver figura 3.7).

$$A_c = d \cdot \pi \cdot l$$

$$A = 0,4 \cdot \pi \cdot 0,3$$

$$A = 0,5 \text{ cm}^2.$$

Siendo $\tau_{adm.}$ Las tensiones admisibles de cizallamiento.

$$\tau_{adm.} = \frac{\tau_f}{n}$$

$$\tau_{adm.} = 0,6(1000)$$

$$\tau_{adm.} = 600$$

En este caso cada perno soporta la fuerza $F/2$, siendo $F = 100\text{Kg}$. y la condición de resistencia para determinar las tensiones:

$$\tau = \frac{F}{4 \cdot A} \leq \tau_{adm.}$$

$$\tau = \frac{100}{4 \cdot 0,37} \leq 600$$

$$73,5 \leq 600 \text{ Kg./cm}^2.$$

Los pernos cumplen la condición de resistencia y su dimensión es correcta.

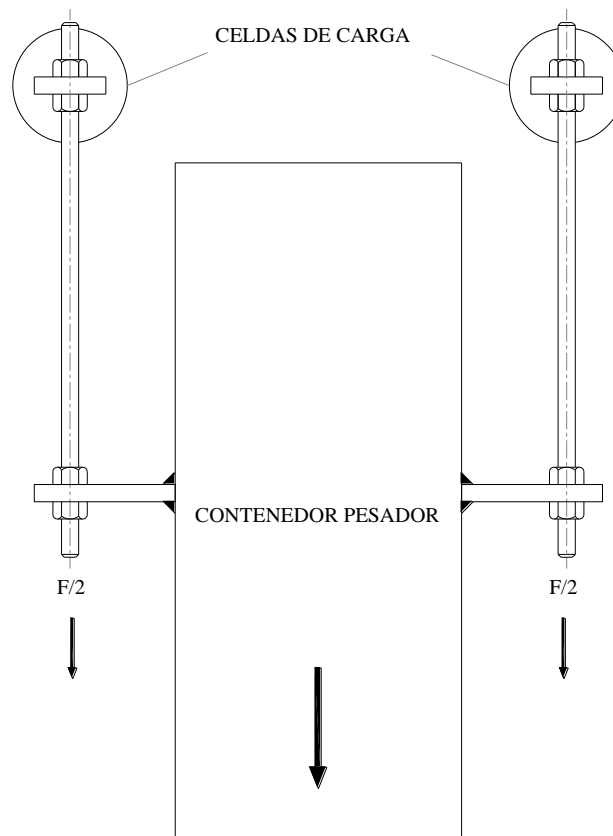


Fig. 3.7 Mecanismo de pesaje.

3.10 Cálculo del número de pernos en la tolva.

Para calcular el número de pernos designamos el diámetro interior de 4mm, tenemos que el área del perno es:

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi 0,4^2}{4}$$

$$A = 0,12 \text{ cm}^2.$$



La fuerza que se aplicaría a los pernos sería la carga máxima de sustancia a pesar más el peso de la tolva $F = 35 \text{ Kg}$.

Siendo el límite de fluencia del acero $C_T 3$. de 1000 kgf/cm^2 , calculamos la tensión admisible. Las tensiones admisibles a la tracción de los pernos se calculan según la ecuación 2.19.

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{adm.trac.}} &= 0,8 \frac{\sigma_f}{n} \\ \sigma_{\text{adm.trac.}} &= 0,8 \frac{1000}{3} \\ \sigma_{\text{adm.trac.}} &= 266,6 \text{ Kgf/cm}^2\end{aligned}$$

El número de pernos se calcula según la ecuación 2.20.

$$\begin{aligned}\frac{F}{n_{\text{per}} A_{\text{per.}}} &\leq \sigma_{\text{adm.trac.}} \\ \frac{35}{n_{\text{per}} * 0,12} &\leq 266,6 \\ n_{\text{per}} &= 1 \text{ perno.}\end{aligned}$$

Se colocarán 4 pernos para su correcta sujeción y acople con la placa de entrada de material.

3.11 Cálculo de la estructura de la báscula de proceso.

La estructura se calculó con el método elemento finito Fig. 3.8, aplicando el software COSMOS, el material utilizado en la estructura es ángulo a 90° de alas iguales, laminado en caliente de 25mm de ala con un espesor de 3mm. Las propiedades mecánicas son las siguientes:

Límite de fluencia mínimo 2400 Kg/cm^2 .

Resistencia a la tracción 3400 Kg/cm^2 .

Fuente: *adelca*, acería del Ecuador C.A.

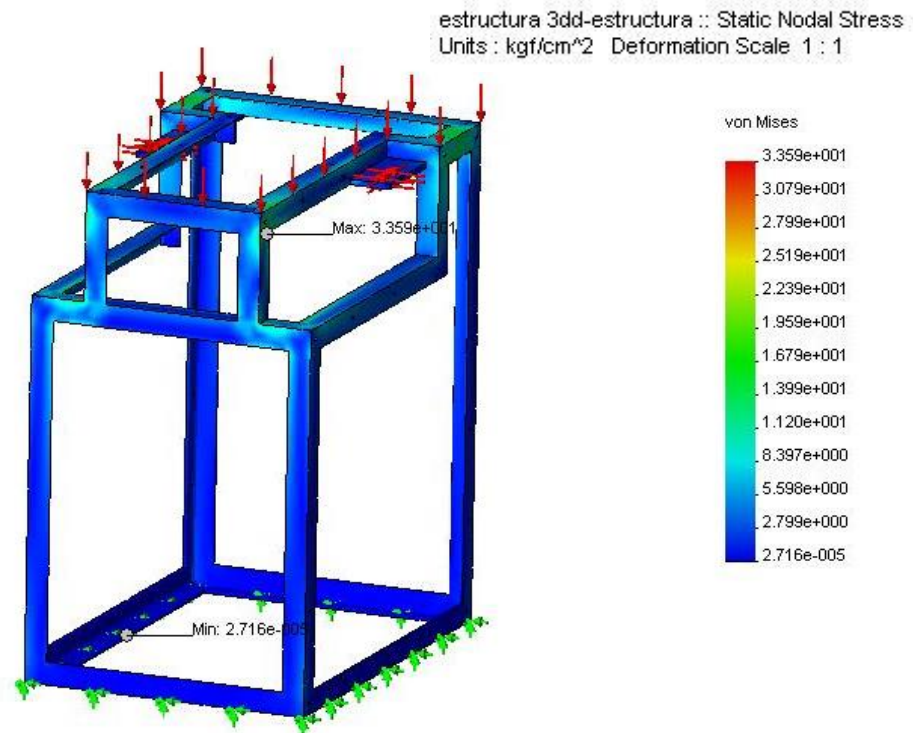


Fig. 3.8 MEF de Estructura báscula de paso.

En la parte superior de la estructura esta montada la tolva de alimentación Fig. 3.9 construida con plancha de acero laminada en caliente con un límite de fluencia de 2400 Kg/cm². El peso que soporta en trabajo oscila de 10 Kg a 40Kg.

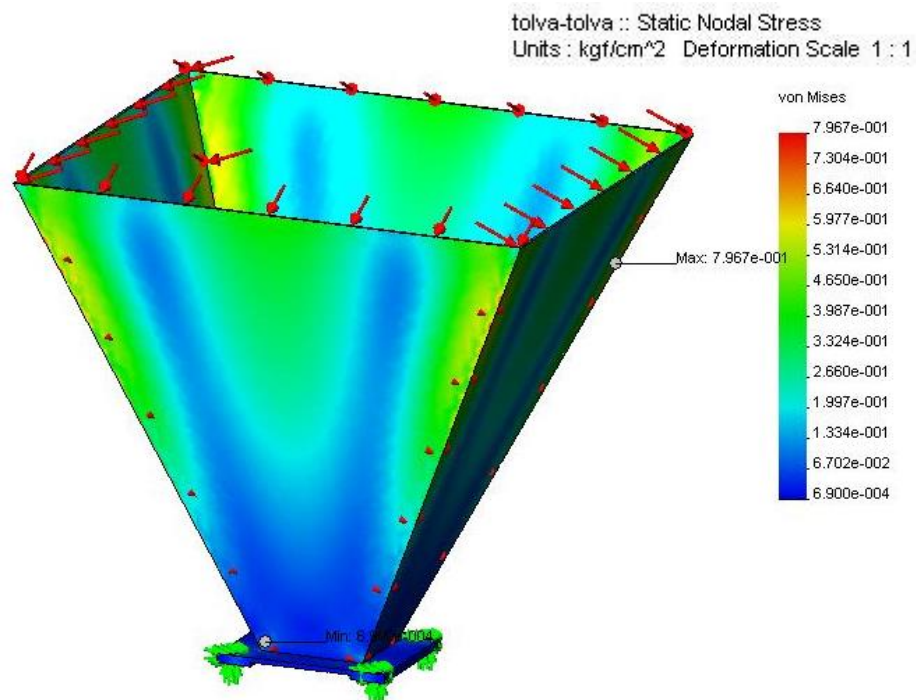


Fig 3.9 MEF de la tolva de alimentación.

3.12 Cálculo de la estructura de la báscula fija.

La estructura de la báscula fija esta construida con plancha de acero laminada en caliente con un límite de fluencia de 2400 Kg/cm². El peso máximo que soporta la báscula fija es de 100Kg.

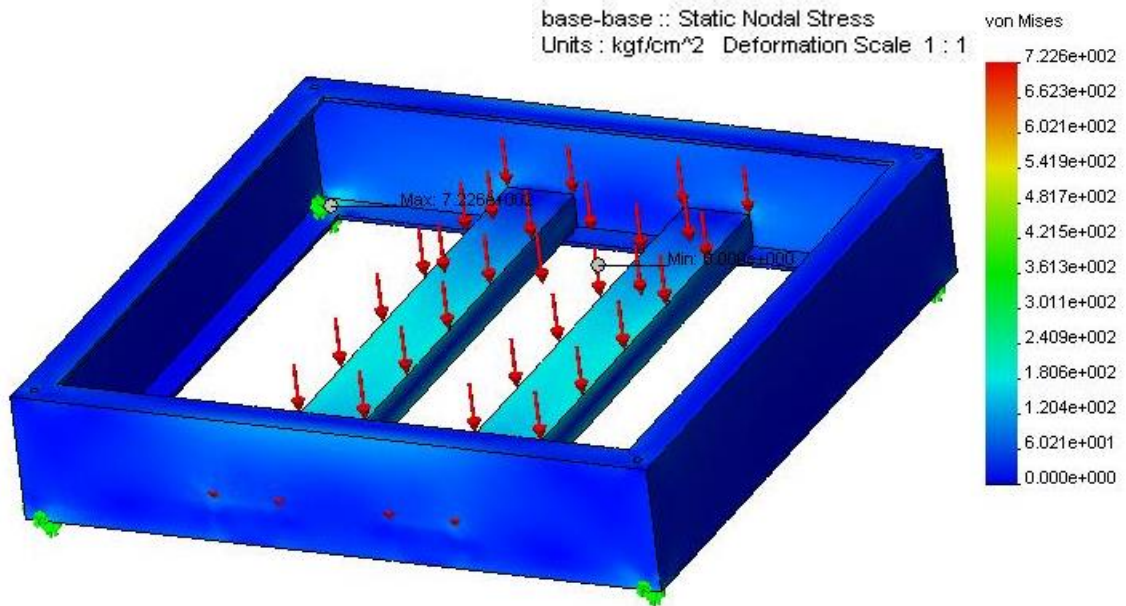


Fig 3.10 MEF base báscula fija.

3.12.1 Centro de gravedad del área de una figura compuesta.

Para determinar el centro de gravedad de un volumen compuesto, aplicamos el método de los volúmenes teniendo en cuenta que en los cuerpos simétricos el centro de gravedad esta en la línea o en el plano de su simetría. Se puede manejar las siguientes fórmulas para el cálculo, F. Sokolov, P. Usov 1977.

$$\bar{x} = \frac{\sum Vx}{\sum V} = \frac{V_1x_1 + V_2x_2 + V_3x_3 + \dots + V_nx_n}{V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum Vy}{\sum V} = \frac{V_1y_1 + V_2y_2 + V_3y_3 + \dots + V_ny_n}{V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n}$$

$$\bar{z} = \frac{\sum Vz}{\sum V} = \frac{V_1z_1 + V_2z_2 + V_3z_3 + \dots + V_nz_n}{V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n}$$

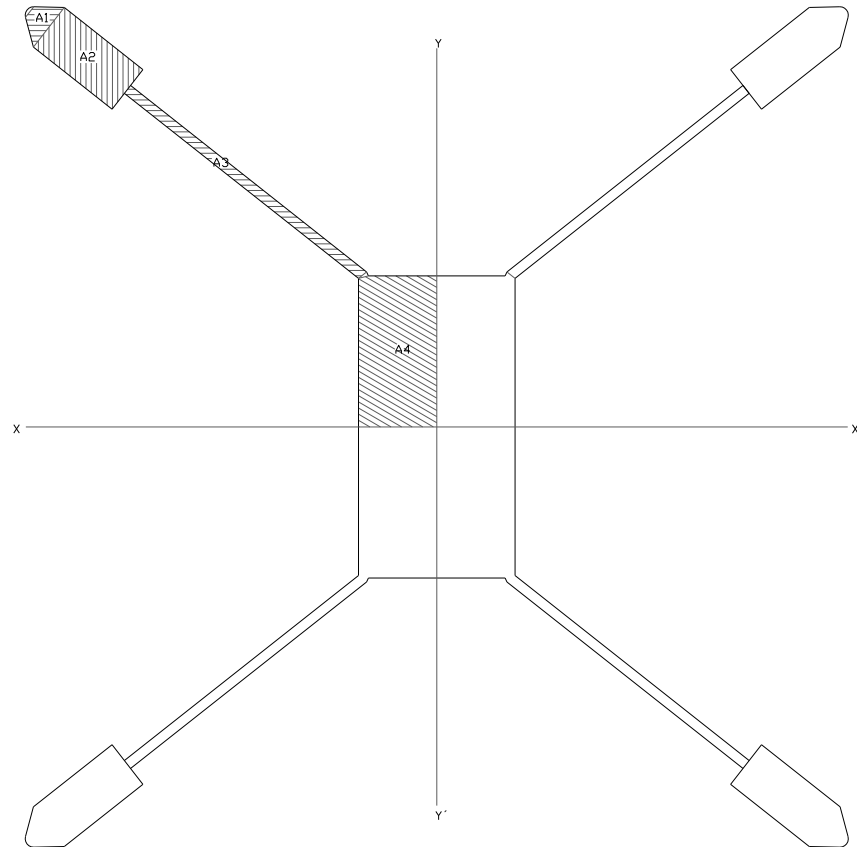
Donde:

V_1, V_2, V_3 = Volúmenes de las piezas que conforman.



$x_1y_1z_1, x_2y_2z_2, x_3y_3z_3,$ = coordenadas de los centros de gravedad.

Para facilitar el cálculo de los volúmenes, se divide a la figura convenientemente en formas normalizadas como cuadrados, triángulos, trapecios, etc. para luego proceder al cálculo de los centros de gravedad.



Teniendo como resultado del cálculo los siguientes valores, según aplicación Solid Works 2000:

----- **SOLID WORKS** -----

Volumen: 590990.2658 mm³.

Centroid: X: 0.0000
Y: 0.0000
Z: -19.9687mm

Moments of inertia: X: 9407343494.6299
Y: 7688474787.0014
Z: 16332853808.3297

Products of inertia: XY: -0.0003
 YZ: 0.0003
 ZX: -514.7387

Radii of gyration: X: 126.1663
 Y: 114.0591
 Z: 166.2420

Principal moments and X-Y-Z directions about centroid:

I: 9171687673.1405 along [1.0000 0.0000 0.0000]
J: 7452818965.5091 along [0.0000 1.0000 0.0000]
K: 16332853808.3269 along [0.0000 0.0000 1.0000]

En conclusión el centro de gravedad esta en el eje z a -19.96 mm desde el origen 0, según la figura XX:

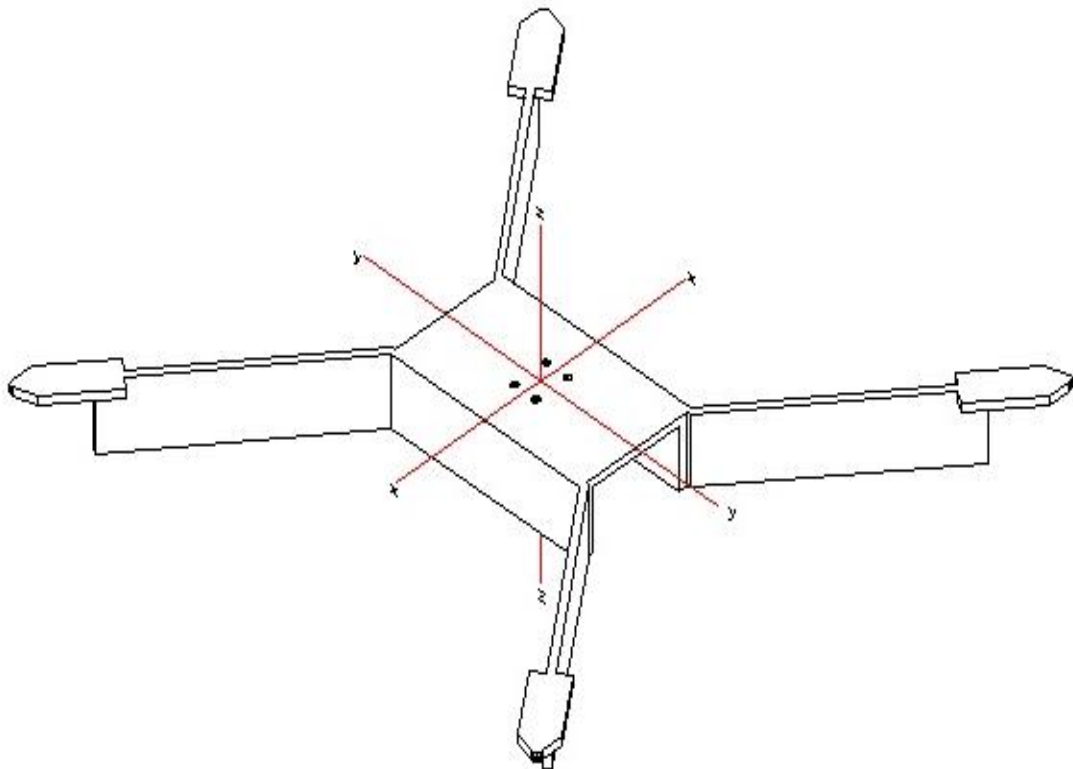


Fig. XX

Después de haber calculado el centro de gravedad podemos acoplar los brazos de la balanza fija a la celda de carga a una distancia de -19.96mm lo que hace que la celda y los brazos este en equilibrio.

Los brazos de sujeción de la báscula fija están construidos con platina laminada en caliente con un límite de fluencia de 2400 Kg/cm² y perfil UPN en la parte central.

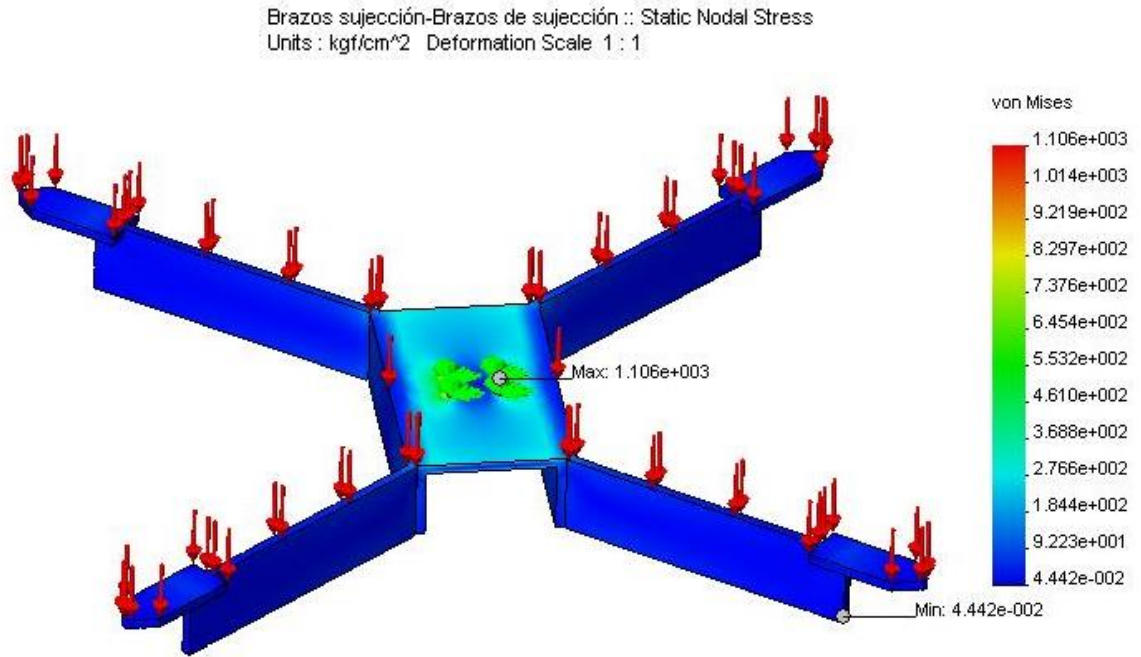


Fig 3.11 MEF brazos de sujeción de la báscula fija.

3.13 Selección de entradas y salidas del PLC Direct Logic.

Las nueve versiones del DL06 tienen circuitos de entradas y salidas que se pueden conectar a una amplia variedad de dispositivos. En varios casos un circuito particular de entrada o de salida puede conectarse a voltajes de C.C. o C.A., o a drenadoras y surtidoras. Verifique esta tabla para encontrar el PLC DL06 adecuado a la interfase de los dispositivos en su uso.

Selección de un PLC por el tipo de entradas y salidas						
No. de artículo del DL06	ENTRADAS			SALIDAS		
	Tipo de E/S comunes	Drenadoras/Surtidoras	Rangos de voltaje	Tipo de E/S comunes	Drenadoras/Surtidoras	Voltaje/ Corriente Nominal*
D0-06AA	CA / 5	-	90 - 120 VCA	CA / 4	-	17 - 240 VCA, 50/60 Hz 0.5A
D0-06AR	CA / 5	-	90 - 120 VCA	Relevador / 4	Drenadoras o Surtidoras	6 - 27VDC, 2A 6 - 240 VCA, 2A
D0-06DA	CC / 5	Drenadoras or Source	12 - 24 VCC	CA / 4	-	17 - 240 VCA, 50/60 Hz 0.5A
D0-06DD1	CC / 5	Drenadoras or Source	12 - 24 VCC	CC / 4	Drenadoras	6 - 27 VDC, 0.5A (Y0-Y1) 6 - 27 VCC, 1.0A (Y2-Y17)
D0-06DD2	CC / 5	Drenadoras or Source	12 - 24 VCC	CC / 4	Surtidoras	12 - 24 VCC, 0.5A (Y0-Y1) 12 - 24 VCC, 1.0A (Y2-Y17)
D0-06DR	CC / 5	Drenadoras or Source	12 - 24 VCC	Relevador / 4	Drenadoras o Surtidoras	6 - 27VCC, 2A 6 - 240 VCA, 2A
D0-06DD1-D	CC / 5	Drenadoras or Source	12 - 24 VCC	CC / 4	Drenadoras	6 - 27 VCC, 0.5A (Y0-Y1) 6 - 27 VCC, 1.0A (Y2-Y17)
D0-06DD2-D	CC / 5	Drenadoras or Source	12 - 24 VCC	CC / 4	Surtidoras	12 - 24 VCC, 0.5A (Y0-Y1) 12 - 24 VCC, 1.0A (Y2-Y17)
D0-06DR-D	CC / 5	Drenadoras or Source	12 - 24 VCC	Relevador / 4	Drenadoras o Surtidoras	6 - 27 VCC, 2A 6 - 240 VCA, 2A

Seleccionamos el PLC Direct Logic D0- 06DR (Serie DL06) el cual cumple con las condiciones de diseño.

3.13.1 Alimentación del PLC Direct Logic D0- 06DR (Serie DL06).

La alimentación que se utilizará en el PLC es de 110/220VCA.

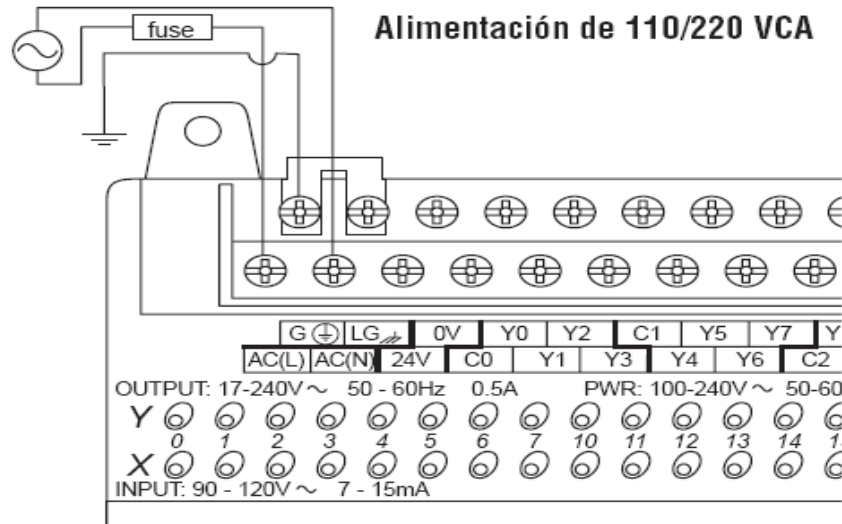


Fig. 3.12 Alimentación del PLC.

3.13.2 Protección de fusible en la alimentación.

Al funcionar la unidad a partir de 110/125 VCA, solamente es necesario un fusible en el conductor de la fase (L1); no es necesario un fusible en el neutro (N). El tamaño recomendado del fusible es 1,0A (rápido).

3.13.3 Fuente de alimentación del PLC.

La fuente de energía debe ser capaz de suministrar voltaje y corriente que cumplan con las especificaciones individuales del PLC, de acuerdo a lo siguiente:

Especificaciones de la fuente de alimentación		
Detalle	Modelos alimentados con CA	Modelos alimentados con CC
Rango de voltaje en las entradas	110/220 VCA (95-240 VCA)	12-24 VCC (10.8-26.4 VCC)
Máxima corriente de Inrush	13 A, 1ms (95-240 VCA) 15 A, 1ms (240-264 VCA)	10A
Máxima potencia	30 VA	20 W
Aplicación de voltaje (dieléctrico)	1 minuto @ 1500 VCA entre primario, secundario y tierra	
Resistencia de aislación	> 10 MOhm a 500 VCC	

3.13.4 Cable D2-DSCBL para programación.

La mayoría de los programadores utilizan el software de programación DirectSOFT32, versión 4.0 o mejor, instalado en una computadora se conecta al puerto 1 del DL06 con el cable D2-DSCBL.

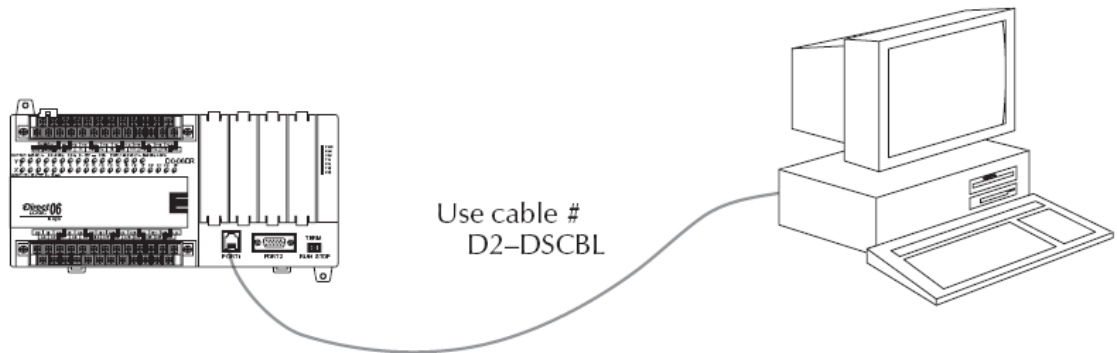


Fig. 3.13 Cable D2-DSCBL.

La maquinaria debe tener un método manual rápido de desconectar toda la energía de las salidas del sistema. El dispositivo o el interruptor de desconexión se debe claramente etiquetar "parada de emergencia".

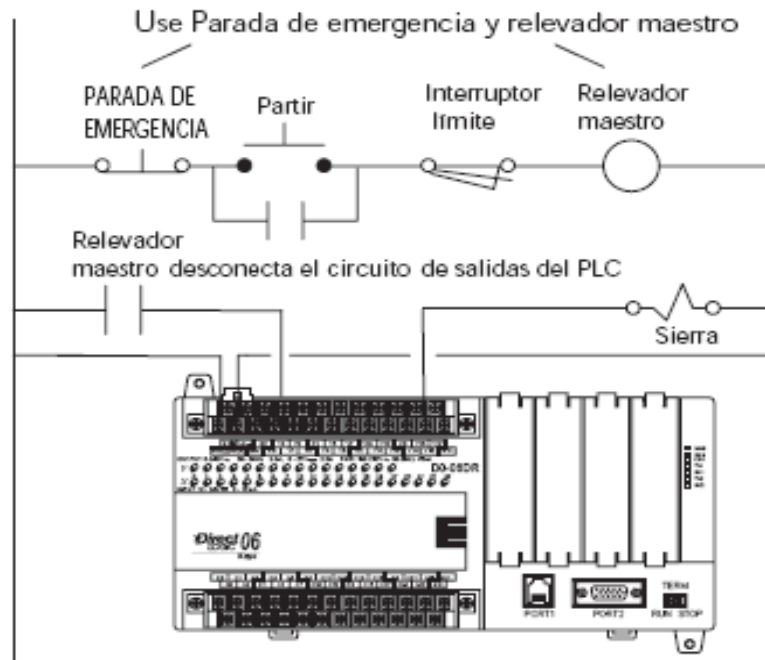


Fig. 3.14 Parada de emergencia.

3.13.5 Diagrama eléctrico de E/S del D0-06DR.

El PLC D0-06DR tiene veinte entradas C.C. y dieciséis salidas de contactos de relevador.

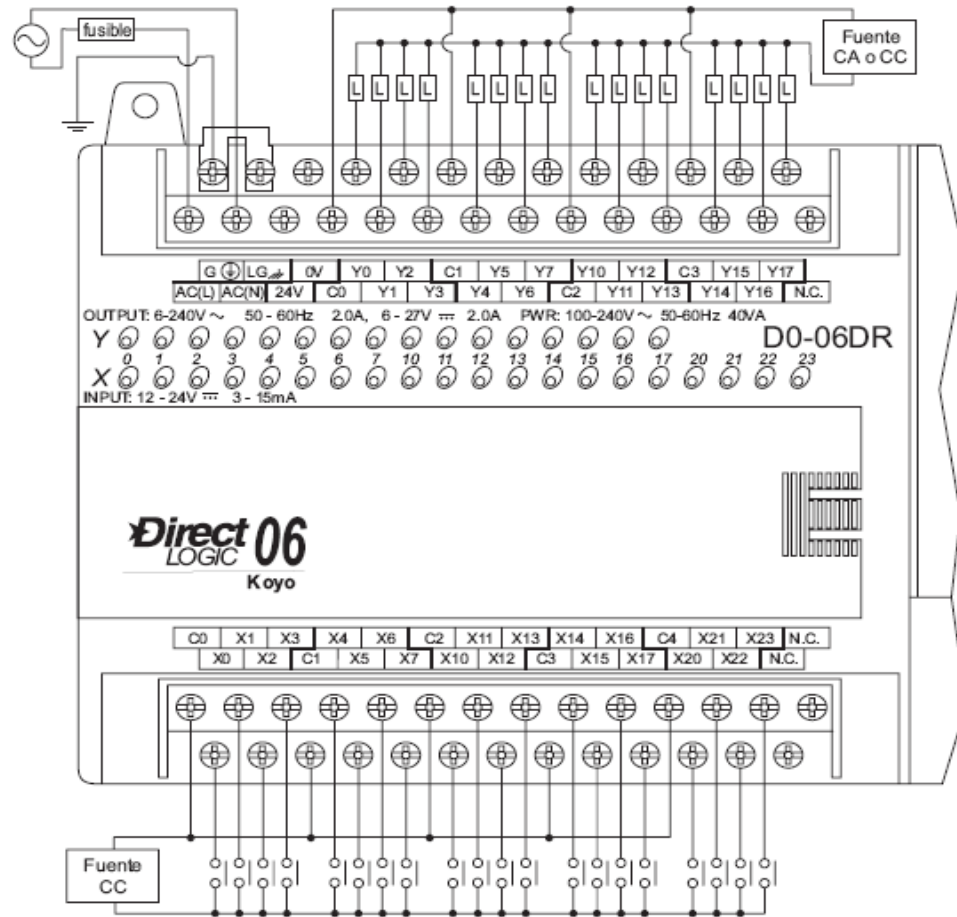
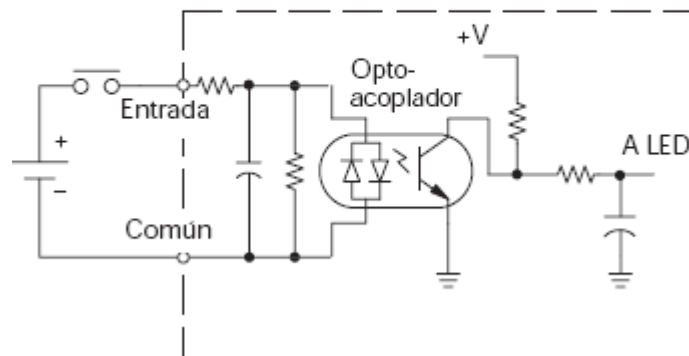
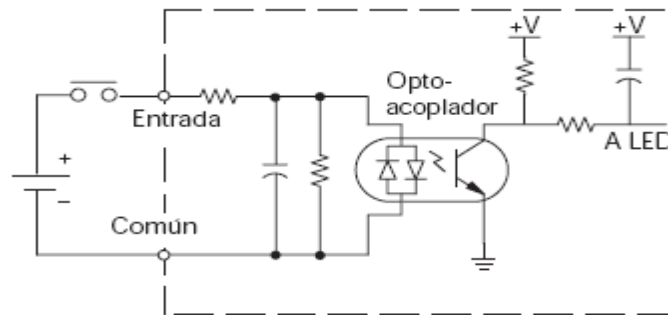


Fig. 3.14 Parada de emergencia.

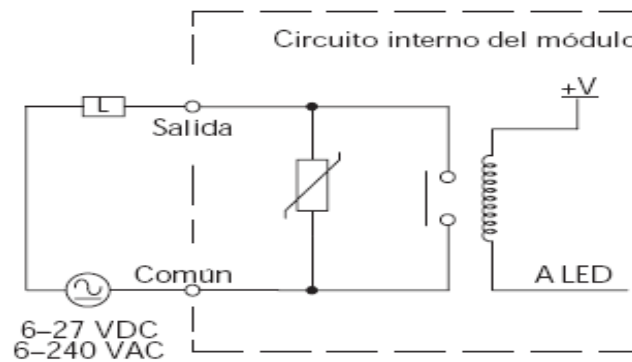
Circuito equivalente, entradas HSIO (X0-X3)



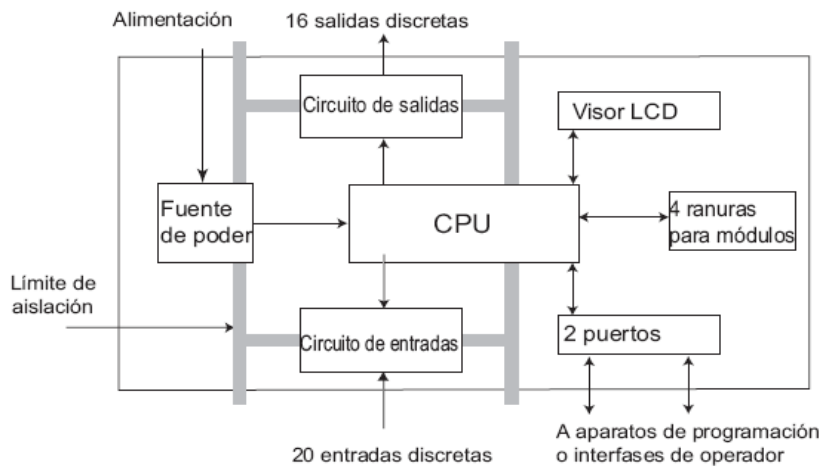
Circuito equivalente, entradas normales (X4-X23)



Circuito de salida equivalente

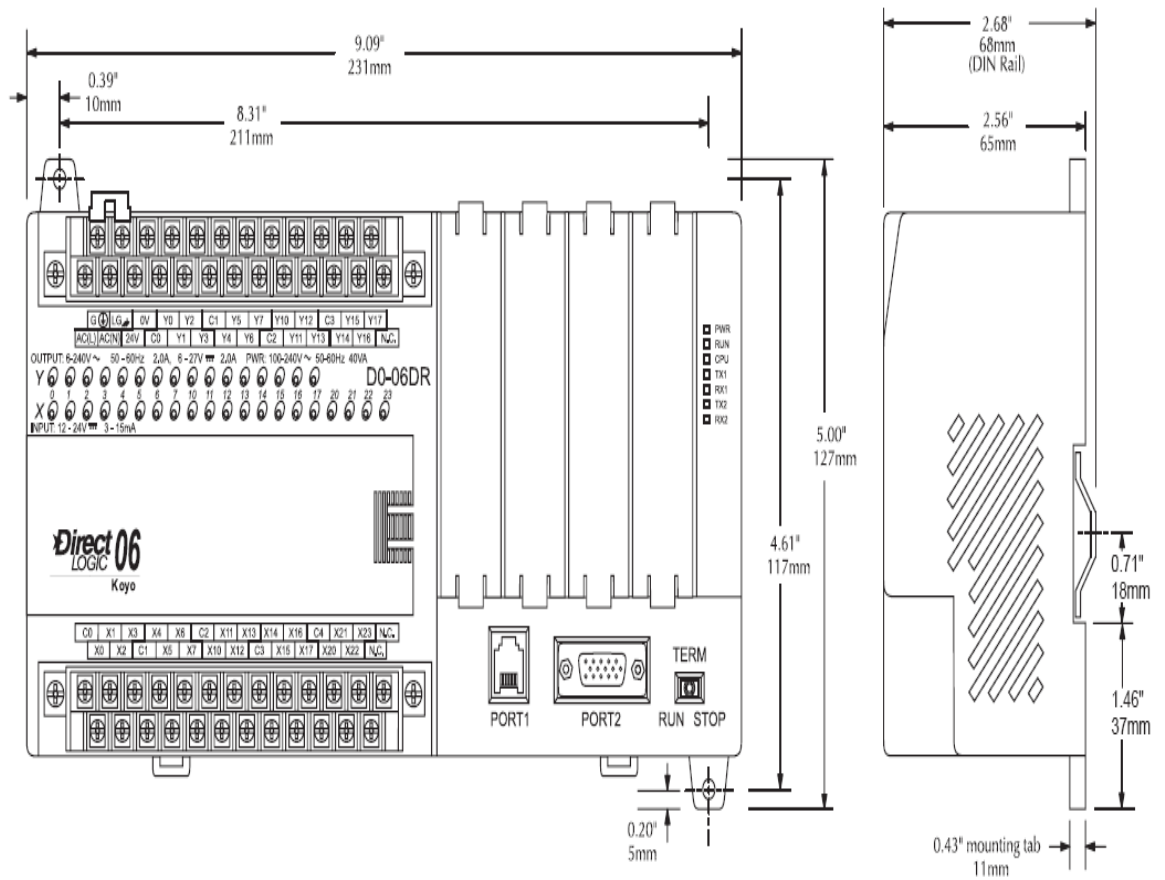
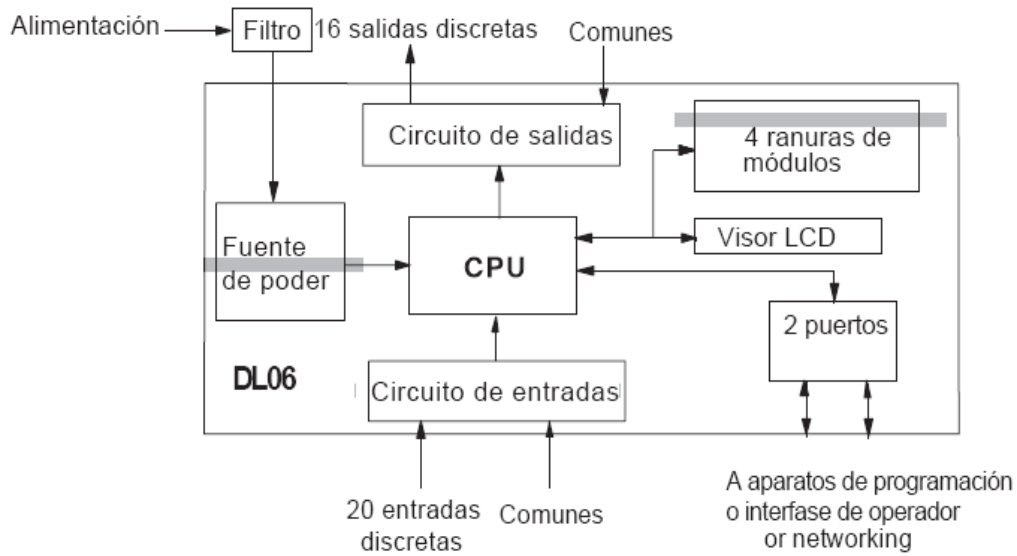


Cuando se hace el cableado de un PLC, es extremadamente importante evitar hacer conexiones externas que conecten los circuitos del lado lógico a cualquier otro.





La próxima figura muestra el arreglo interno del DL06, como se ve desde la frente.





Conclusiones parciales.

En este capítulo se llevó a cabo el cálculo mecánico del sistema automático de pesaje, en el cual se aplicó los principios fundamentados en el capítulo 2.

Se aplica el software Solid-Works para el cálculo de resistencia de materiales en el sistema.

Se realiza la metodología para el cálculo del tiempo continuo del pesaje.

Se calculó la resistencia de las partes esenciales de la estructura y se analiza la del rendimiento de la máquina.

La estructura se calculó con el método elemento finito Fig. 3.8, aplicando el software COSMOS,



Capitulo IV: Proceso de construcción.

4.1 Introducción

4.2 El proceso de construcción de la parte electrónica del sistema.

- 4.2.1 Máquinas y Herramientas utilizadas.
- 4.2.2 Materiales utilizados en la construcción
- 4.2.3 Instrumentos de medición.
- 4.2.4 Equipos de seguridad.

4.3 El proceso de construcción de la parte mecánica del sistema.

- 4.3.1 Maquinas y Herramientas utilizadas
- 4.3.2 Materiales utilizados en la construcción
- 4.3.3 Instrumentos de medición
- 4.3.4 Equipos de seguridad.

4.1 La integración y principios lógicos de funcionamiento del Sistema.

5.1 Funciones que cumplen los equipos del sistema automático de pesaje.

- 5.1.1 En la parte electrónica.
- 5.1.2 En la parte mecánica:

6.1 Pruebas y comprobación del sistema integrado.

7.1 Pruebas del funcionamiento del sistema

- 7.1.1 Resultados de la puesta a prueba del equipo
- 7.1.2 Fallas y correcciones

8.1 Puesta en marcha y funcionamiento final.

9.1 presentación final del sistema automático de pesaje y control estadístico.

10.1 Costos.

- 10.1.2 Introducción
- 10.1.3 Calculo del costo.
- 10.1.4 Costo de los materiales y dispositivos electrónicos adquiridos en casas comerciales.
- 10.1.5 Costo de elementos normalizados e insumos.
- 10.1.6 Costo de los materiales indirectos.



10.1.7 Cálculo del costo de la mano de obra.

10.1.8 Costo hora máquina.

10.1.9 Cálculo del costo máquina.

10.1.10 Costo total del sistema automático de pesaje y control estadístico.

11.1 Proceso de la producción de una empresa manufacturera del país

11.2 Informe de visita realizada a una empresa con tecnología de pesaje automatizado avanzado.

12.1 Conclusiones finales.

13.1 Recomendaciones finales.



4.1 Introducción

Estos sistemas tienen la capacidad de almacenar y procesar datos generados durante el proceso de pesaje con el fin de controlar el flujo de los materiales. Además pueden constituir un generador de datos de gran valor para la empresa.

El sistema aplicado en este trabajo realiza el almacenamiento de datos electrónicamente en soportes. El usuario es el encargado de realizar la programación del sistema y la transferencia de datos se la puede hacer directamente a un ordenador central.

La selección y ubicación de los distintos sensores de carga constituye una parte fundamental dentro del sistema de automatización. Se deberán prever todas las circunstancias posibles dentro del proceso y colocarlos de manera adecuada según la circunstancia. Los tipos comúnmente utilizados en instalaciones de este tipo son las celdas de carga, Moreno, R., (1999).

El cableado de cada uno de los sensores y actuadores se ha realizado durante mucho tiempo según la tecnología tradicional: Cada uno de los sensores y actuadores se cablean directamente al PLC de control. De esta forma es necesario utilizar una gran cantidad de cables, conectados al PLC en su correspondiente armario de distribución. La tecnología actual es la denominada técnica de bus, ya utilizada desde hace tiempo en el nivel de fabricación y proceso.

A fin de satisfacer los requisitos impuestos en la técnica de automatización, se utiliza la comunicación de datos para el intercambio de información entre el autómatas programable e interlocutores (por ejemplo, un PC).

La programación del PLC, en este tipo de aplicaciones se centra fundamentalmente en la operación con señales digitales. Esto hace que esta tarea sea sencilla aunque bastante tediosa.

Un punto importante es la división de la tarea de automatización. Una buena división y una estructuración de las operaciones reducen notablemente el tiempo de ciclo, así como el espacio de memoria ocupado. La única limitación que presenta el autómatas a la hora de realizar una programación estructurada es la capacidad de almacenamiento. Esta capacidad de almacenamiento vendrá impuesta por la CPU que se utilice.



Será también importante la utilización de interrupciones para temas de seguridad de la instalación, Vallhonrat, J. M. 1991.

4.2 El proceso de construcción de la parte electrónica del sistema.

Basándose en el diseño, esquemas y cálculos elaborados y tomando como base las respectivas dimensiones, se realizó el presente proceso de construcción y la ejecución del diseño del sistema automático de pesaje, para lo cuál se siguió el siguiente proceso de elaboración que se lo describe de una forma generalizada o reducida:

Primeramente se realizó la adquisición de una caja metálica o armario, el cuál abarcará o será el lugar donde se acoplará cada uno de los componentes y dispositivos seleccionados de la parte electrónica del sistema de pesaje. Se tuvo que considerar que el tamaño de la caja o armario sea el apropiado para que exista el espacio suficiente para que los dispositivos o elementos que corresponden a la parte electrónica vayan ubicados a la distancia adecuada según el diseño del esquema,

A continuación se procedió al respectivo trazado de los espacios y distancias donde se deberá ubicar una plataforma que servirá de base de sujeción, para que en la misma plataforma se pueda instalar un bastidor o conjunto de varias barras fijas, las mismas que están distribuidas y ubicadas en sentido vertical y horizontal y también se encuentran sujetas entre sí por pernos en sus dos extremos y cada una de ellas posee un considerable número de agujeros, en varios tamaños y a diferentes distancias, para permitir la movilidad o regular la posición o distancia de cada dispositivo y pueda ser fijado y ubicado de acuerdo a su función.

Se realizó un plano eléctrico el cual nos permitiría enlazar los dispositivos mecánicos utilizados como son las celdas de carga, las electroválvulas, y los pistones neumáticos con los dispositivos electrónicos como son el PLC, Módulo SCL 448, y panel de control (Display).

Luego se realizó en la caja metálica el agujereado respectivo, en una cantidad de cuatro así como también se escogió las brocas con su respectivo diámetro que es de 3/8.cm. después de haber realizado los agujeros se procedió a limar las rebabas que podrían estorbar o impedir un buen acoplamiento de la base o plataforma con la caja



o armario metálico para luego mediante los pernos respectivos realizar la sujeción de dicha base.

Seguidamente se procedió a la ubicación y sujeción del bastidor en la base o plataforma que ya fue antes sujeta, para luego proceder de una manera cuidadosa a sujetar o asegurar cada uno de los dispositivos en el bastidor a través de los tornillos seleccionados.

Luego de acuerdo a la selección realizada de los cables o conductores de energía, basados necesariamente en el esquema o diagrama electrónico previamente establecido, y de acuerdo a los cálculos obtenidos de resistencias, diámetros, tipo de material, tipo de aislamiento, etc. se realizó el respectivo cableado. Cada dispositivo tiene su respectivo puerto o punto de sujeción para que se pueda conectar los cables o conductores de señales. y hacer posible la conexión respectiva o sujeción de cada conductor entre los equipos y los dispositivos de todo el sistema. Fue necesario utilizar una gran cantidad de cables, conectados al PLC para la transmisión de los diferentes tipos de señales tanto de recepción como de transmisión, así como la ubicación de los fusibles externos respectivos.

Luego de realizar todo el proceso detallado de la parte electrónica, se concluyó realizando las respectivas comprobaciones de toda la construcción, de cada dispositivo individualmente y en conjunto que estén correctamente instalados y ubicados, que todos tengan sus respectivos accesorios, el tipo de conexión etc. y así poder continuar con las siguientes pasos.

A continuación se detalla el listado de los dispositivos que se instalaron en el armario o caja metálica desde donde se realizará la mayoría de las programaciones y funciones del sistema.

- PLC.
- Display.
- Luz de alarma.
- Fusibles.
- Contactores.
- Breakers.
- Fuente de poder,



- Botón para paro de emergencia.
- Botón para el encendido y apagado del sistema.
- Alarma de luces.
- Luces indicadoras del funcionamiento.
- Chapas.

4.2.1 Maquinas y Herramientas utilizadas

- Compresor.
- Esmeril.
- Taladro.
- Brocas.
- Lima
- Llaves (para ajuste de pernos o tuercas)
- Prensa.
- Tijeras.

4.2.2 Materiales utilizados en la construcción

- Cables o conductores para la energía eléctrica.
- Caja metálica o armario.
- Amarras.
- Cables o conductores para la comunicación.
- Rieles para armazón del bastidor
- Pernos de 3/8 de diámetro por 1/2 pulgada de largo
- Tornillos de 1/8 por 1/2 pulgada de largo.
- Pintura tipo esmalte.
- Lija # 80, 100.

4.2.3 Instrumentos de medición.

- Flexo metro.
- Escuadra.
- Calculadora.
- Rayador.



4.2.4 Equipo de protección.

- Guantes.
- Gafas.
- Mascarilla.
- Delantal.

4.3 El proceso de construcción de la parte mecánica del sistema.

(Comprende la báscula estática y de proceso)

Basándose en las dimensiones establecidas en el diseño, y luego de la adquisición del material, se inició realizando los respectivos trazos de acuerdo a las dimensiones establecidas para luego efectuar los cortes del material seleccionado.

Se inició con los respectivos cortes primeramente del tubo cuadrado para lo cuál se utilizó una sierra manual, para luego ir uniendo cada parte por medio de soldadura eléctrica, utilizando los electrodos adecuados y la regulación baja de la soldadora eléctrica, para evitar la fundición del material de poco espesor, obteniendo de esta manera, primero la estructura o base, para el resto de la armazón.

Luego habiendo obtenido la estructura o base, se fue construyendo sistemáticamente las siguientes partes del sistema previamente adecuados, que a continuación se detallan para luego realizar nuevamente la respectiva comprobación de las dimensiones designadas

Luego de haber comprobado que las dimensiones coincidan con las dimensiones de los planos se procedió a realizar el agujereado en la armazón en los lugares donde se colocarán los tornillos de sujeción cuya dimensión corresponde a 1/8 de pulgada, así mismo se fue limando las rebabas del agujereado, para a continuación ir limando o quitando las rebabas de las soldaduras efectuadas así como también de los cortes del material.

A continuación se procedió a efectuar los cortes del tol o latón, utilizando una cizalla y en ciertas partes se utilizó tijeras para cortar dicho material. Así como se procedió a realizar los dobleces de varias partes del mismo, mediante una dobladora manual. Además se procedió a realizar también el agujereado respectivo en el latón, cuyos

agujeros se los definió con una dimensión de 1/8 de pulgada para facilitar el acoplamiento con la armazón de ángulo que ya se preparó anteriormente; de este trabajo se logro obtener la tolva de almacenamiento, la tapa reguladora del caudal de



producto a pesarse así como las caras o paredes de la estructura que servirá para protección de los componentes internos. Seguidamente se procedió al respectivo lijado para eliminar impurezas o diminutas rebabas de la superficie plana y filos del tol o latón.

Con las dos partes terminadas se procedió a realizar el acoplamiento de las mismas para cuya sujeción se adquirió tornillos de 1/8 de diámetro por 1/2 pulgada de largo, donde se procedió luego a construir los respectivos elementos para complementar la parte mecánica, entre los cuales también se construyó las compuertas de acceso de la materia a pesarse así como la compuerta de corte y la compuerta de desfogue de la materia ya pesada. Se procedió a construir el contenedor de la materia a pesarse para lo cual se utilizó una curvadora de laminas para que las esquinas sean redondeadas, permitiendo de esta manera facilitar el desfogue o recorrido de la materia a pesarse, a este contenedor se le adecuó cuatro bocines en sentido vertical, para sobre estos pasara dos pernos roscados en toda su longitud que aproximadamente tiene 20 cm. de largo con dos tuercas en cada extremo para lograr la sujeción, en uno de los extremos del contenedor se ubicó la compuerta de desfogue final, es una compuerta que esta conectada también al pistón neumático, esta compuerta está unida al contenedor así mismo por dos bocines y un perno que los une para que presente un movimiento giratorio para lo cual se aplicó el mismo procedimiento de cortes de acuerdo a las dimensiones asignadas, limado o pulido de rebabas, así como el respectivo acabado con la pintura correspondiente.

Para lograr un buen acabado, finalmente se procedió a repintar todas las superficies lijadas o pulidas para lograr un buen acabado.

A continuación se procedió a realizar la respectiva conexión de los dispositivos. Primeramente se lo hizo con los dispositivos neumáticos para lo que se utilizó varios tramos de manguera de material plástico la misma que contiene el espesor y la resistencia adecuados para la transmisión de la presión de aire con los respectivos accesorios. Seguidamente utilizando los cables para la transmisión de datos se realizó la conexión y cableado desde la bascula de proceso y desde la bascula estática hacia el PLC. Y el SC448 que se encuentra en el armario.

De la misma manera que en la parte electrónica después de realizar todo el proceso detallado, se realizó las respectivas comprobaciones de toda la construcción, tanto de



toda la armazón como de cada dispositivo individualmente y en conjunto, que todos tengan sus respectivos accesorios, el tipo de conexión etc.

Cabe recalcar que los siguientes dispositivos se los adquirió en diferentes casas comerciales como son:

- Pistón neumático.
- Electro válvula.
- Manguera conductora de la presión de aire.
- Cables conductores para la alimentación de la energía eléctrica.
- Sensores o celdas de carga.
- Pernos para la sujeción de las diferentes partes elaboradas como son la armazón o base de ángulo con el tol laminado y demás accesorios.
- Tornillos de 1/8 por 1/2 pulgada.
- Manguera para la transmisión del aire para ejercer la respectiva presión para el mecanismo.
- Accesorios para el acoplamiento de la manguera transmisora del aire o presión desde la parte mecánica hacia el compresor generador de aire o presión.
- Cables para la conducción de la energía eléctrica.
- Cables para la transmisión y recepción de las señales e información.
- Plataforma de la báscula estática.
- Tolva de Almacenamiento.

4.3.1 Materiales utilizados en la construcción

- tubos de hierro de pulgada y media de ancho por seis metros de largo, y 1 mm. de espesor
- Tol en lámina media plancha, por 1 mm. de espesor.(bascula de proceso)
- Tol en lámina media plancha, por 2 mm. (bascula estática)
- Pernos de 1/4de diámetro por 1 pulgada de largo.
- Manguera transmisora de aire o presión de 1/8 de diámetro, y accesorios para su conexión.
- Tornillos de 1/8 por 1/2 pulgada de largo.
- Pintura tipo esmalte.
- Lija # 80, 100.



4.3.2 Maquinas y Herramientas utilizadas

- Soldadora eléctrica.
- Curvadora de láminas
- Moladora.
- Compresor.
- Esmeril.
- Cizalla.
- Taladro.
- Brocas.
- Lima
- Llaves de sujeción (para ajuste de pernos o tuercas)
- Sierra.
- Prensa.
- señalizador.
- Tijeras.

4.3.3 Instrumentos de medición.

- Flexo metro.
- Escuadra.
- Calculadora.

4.3.4 Equipo de protección

- Guantes.
- Gafas.
- Mascarilla.
- Delantal.

4.1 La integración y principios lógicos del funcionamiento del sistema.

Habiendo obtenido finalmente las dos partes como son la parte electrónica y la parte mecánica, con sus respectivos acabados y pruebas, viene la parte más complicada que es su acoplamiento correcto funcionamiento.

Para ejecutar el respectivo acoplamiento de las dos partes ya construidas como son la parte electrónica con la parte mecánica, comenzamos por el acoplamiento físico, que consta de las conexiones simultaneas y manuales de cada parte de todo el



conjunto construido, así como a continuación viene también la parte del acoplamiento lógico o de comunicación, para finalmente poner a prueba todo el sistema conjuntamente con el dispositivo o módulo SCL448,

El dispositivo o módulo SCL448 da la señal de la celda de carga en milivoltios que tiene la información de peso entrega esta información al módulo SCL448, este transforma la señal pequeña de milivoltios a un voltaje estándar que entiende el PLC 0-10 voltios. El PLC lee esta señal a través de su módulo análogo y entonces aquí lo procesa en un programa especial según el modo seleccionado para actuar sobre las electroválvulas las que al recibir las señales permitirán gracias al mecanismo neumático abrir o cerrar compuertas.

Aspiramos que esto nos siga permitiendo adquirir las experiencias y habilidades necesarias para el desarrollo profesional. Cabe también recalcar que se aprendió mucho de los errores o equivocaciones cometidas ya que esto nos obligo a buscar otras alternativas de cambio o mejoramiento de métodos hasta poder complementar los objetivos planteados por lo tanto se puede decir que los resultados fueron satisfactorios

Mediante la utilización de procesos adecuados para la seguridad y buenos acabados (Uso de máquinas herramientas de buena calidad)

Procedimientos y secuencia correcta a emplearse para la correcta utilización de los tipos o clase de materiales.

5.1 Funciones que cumplen los equipos del sistema automático de pesaje.

5.1.1 En la parte electrónica.

Encendido del sistema

El encendido del sistema se ejecuta girando el switch NO de ON-OFF, al hacerlo se permite el paso de la señal de alimentación (110 VCA) hacia el PLC (terminales AC-L y AC-N). Debido a que el PLC no tiene fusibles en el circuito interno, para proteger el sistema y evitar posibles daños, antes de que la señal ingrese al PLC debe pasar por fusibles de 1 amperio.



Luces indicadoras de funcionamiento

El sistema de control cuenta con tres luces indicadoras de funcionamiento (roja, verde y amarilla). La luz verde se encuentra conectada directamente a la alimentación de 24 VDC. Las luces amarilla y roja están controladas por las salidas del PLC Y4 y Y5 respectivamente

Panel Ez-Text

El conector de poder del panel EZ-Text esta alimentado por el DR-4524 que suministra 24 VDC positivo, negativo y tierra, esta conexión se encuentra protegida por fusibles de 1 A.

Alarma de emergencia

El sistema de control posee un mecanismo de emergencia que consta de un switch NC (botón de paro de emergencia), una sirena y una baliza. La función principal del mecanismo es la de dar aviso de un funcionamiento irregular en el sistema automático de pesaje y control. Por el botón de paro de emergencia siempre circula 24VDC, señal que es enviada a una entrada (X4) del PLC.

En el instante en que se presiona el botón, el switch se abre cortando la señal y a la entrada del PLC se recibe 0V, en ese momento a través de las salidas del PLC (Y2, Y3) se activa la alarma de emergencia. Para manejar las señales de niveles bajos del PLC y acoplarlos a los elementos de la alarma de emergencia (sirena y baliza) las salidas del PLC pasan previamente a través de relés.

La comunicación entre el PLC y el panel EZ-Text se realiza por medio de la conexión entre el puerto serial RS-232 ubicado en el panel y el conector RJ-12 (Port1) de la parte frontal del PLC.

Dispositivo SC448

Las señales de las celdas de carga ingresan a los pines de entrada del dispositivo SC448, según la programación en hardware realizado, a los switches del SC448 de la cual se obtiene una señal proporcional al peso medido que luego es enviada al canal 1 (CH1) ubicado en el módulo de expansión del PLC.

La señal recibida en el canal 1 del PLC, es procesada de acuerdo a la programación realizada en el mismo, para así obtener en las salidas del PLC la señal de control que se encargará de abrir o cerrar la compuerta neumática de descarga. Para aislar los



terminales del PLC con los del pistón neumático (el mismo que controla la compuerta neumática) y manejar señales de niveles bajos como las que provienen del PLC es necesario que las señales de salida del PLC se conecten primeramente a relés de interfase.

Controlador Lógico Programable PLC.

Es el cerebro del sistema, pues es la parte del equipo que cumple la mayor parte de las funciones de todo el sistema automático, entre las que tenemos:

- Realizar la respectiva programación para seleccionar las cantidades específicas a pesarse, desde la cantidad menor a la mayor posible.
Rango aproximado que se aspira definir: desde los 10 gramos hasta 50 kilogramos
- Que el sistema seleccione secuencias o lapsos determinados de tiempo en que cumplirá un trabajo asignado.
- Que permita determinar la velocidad o la rapidez con que efectuará el pesaje o trabajo asignado, debido a que en una empresa hay variedad de trabajos, entre urgentes y de menor velocidad
- Digitar una clave de seguridad para ingresar al sistema de operatividad, para impedir que personas no autorizadas puedan manipular el sistema o alterar su programación.
- Programar los rangos y escalas a emplearse en las funciones programadas, de acuerdo a las necesidades de cualquier empresa que vaya a hacer uso de este sistema.
- Visualizar la información en el display seleccionado facilitando una continúa lecturización de la cuál el propietario se pueda beneficiar, tanto del registro actual que va arrojando como del histórico que se va almacenando.
- Almacenar la información para registro estadístico e historial de productividad de la empresa que utilice este sistema, con sus respectivas fechas, años, meses, semanas, días, horas, minutos y segundos.

5.5.2 En la parte mecánica:

Tapa reguladora del caudal de producto a pesarse.

Permite regular el paso o flujo continuo de la materia que recibirá el contenedor.



Celdas de carga.

Recepta con su sensibilidad cuando la cantidad de materia marca la medida exacta y envía las señales a los switches del dispositivo SC448, para luego enviar la sucesión de señales constantemente al PLC las mismas que representan la magnitud del peso del producto que se desea embolsar o empaquetar; cuando llega al peso programado (definido por el usuario),

Manguera conductora de la presión de aire.

Son las encargadas de transportar el aire desde el compresor hasta los pistones neumáticos para que estos puedan cumplir su trabajo con la presión de aire requerida.

Cables conductores para la alimentación de la energía eléctrica.

Son los cables encargados de transmitir la energización o paso de la energía eléctrica al sistema

Compuerta neumática de llenado.

Es el mecanismo encargado de recibir y cortar el ingreso de la cantidad exacta de la materia.

Compuerta de desfogue.

Es la encargada de soltar o desocupar la materia que fue ya pesada en el contenedor, lista para ser ensacada o empaquetada para su distribución o venta.

Tolva de Almacenamiento.

Es como un recipiente de forma triangular que nos permite recibir la materia prima o elemento que será pesado.

Tapa reguladora del flujo del producto con el peso programado.

Permitir el acceso y paso de la materia a pesarse hacia el contenedor.

Contenedor

Que la materia a pesarse sea retenida en el contenedor para que permita cumplir con los intervalos de tiempo y contenga la cantidad programada.

Pistón neumático. (Con electro válvula).

- Es el dispositivo que permite que la compuerta reguladora tenga la movilidad adecuada para el acceso y corte del paso de la materia a ser pesada
- Accionamiento automático de las celdas de carga.
- Efectuar físicamente el pesaje que se ha programado en la parte digital.
- Accionamiento exacto de los pistones a través de la presión inducida y adecuada.
- Envío de señales desde los sensores de peso hacia el PLC.



- Receptar las señales electrónicas enviadas por el PLC.
- Que el display seleccionado capte las señales del PLC Y arroje la información exacta del pesaje realizado.

Las balanzas.

Deben permitir el pesaje continuo y exacto de los diferentes productos dentro del flujo de producción, totalizando cada producto y su flujo actual. Las balanzas deberán tener una tolva de carga, tolva de pesaje y tolva de descarga; la tolva de carga debe tener un sensor de control de nivel. Cada balanza debe poder funcionar en forma independiente y conectada al sistema de control de pesaje.

6.1 Pruebas y comprobación del sistema integrado.

- Se dio inicio a las comprobaciones dotándonos primero de una fuente de energía de 110-120 V.
- Se prescinde de un compresor de aire de 1.5 HP.
- Se realiza la conexión de los respectivos cables conductores de la energía eléctrica a la fuente de alimentación tanto del sistema integrado como del compresor de aire.
- Sé digita la clave secreta que se programó, para la seguridad del equipo para permitir el acceso solamente a personas autorizadas
- Se realiza la respectiva programación del equipo, utilizando los botones digitales ubicados en el display determinando la cantidad de materia a pesarse, así como a programar la secuencia y el tiempo.
- Se dispuso la materia a pesarse en su respectiva cantidad y recipiente.
- Se adecua el recipiente receptor de la materia que saldrá ya pesada.
- Se inicia la puesta en marcha pulsando el botón de arranque del equipo conjuntamente con el compresor de aire el mismo que dotará de la presión necesaria para el respectivo trabajo programado.

7.1 Pruebas del funcionamiento del sistema

El funcionamiento se ha iniciado presentando los siguientes resultados:



7.1.1 Resultados de la puesta a prueba del equipo

- Sé dígitó la clave de seguridad programada y funcionó adecuadamente permitiéndonos el acceso al equipo.
- El equipo comenzó el funcionamiento con toda normalidad.
- La respectiva programación coincidió con los valores ingresados.
- La energización del equipo fue la adecuada y los contactos eléctricos estuvieron adecuados, no presentaron calentamiento ni circuito alguno.
- Se logró la compatibilidad de la parte lógica o software con la parte mecánica o física.
- Funcionó el ingreso de la presión dirigida al equipo, moviendo los mecanismos de acuerdo a la secuencia programada..
- Se logró poner en marcha todo el equipo y se analizó su funcionamiento y las posibles fallas existentes.
- El equipo funcionó el tiempo determinado o programado.

7.1.2 Fallas y correcciones

- La presión suministrada no era la adecuada, pues presento varias interrupciones o cortes repentinos, retrasando el tiempo que se programo.
- Parte del mecanismo mecánico presentó desajustes, ocasionando un ruido semejante a un golpeteo y esto de una manera constante.
- Funcionó por un lapso de tiempo, demasiado corto, mucho menos de lo esperado.
- La gramínea saltaba fuera del recipiente instalado, en una cantidad pequeña pero de una manera constante.
- El recipiente receptor no presentó la ubicación adecuada, pues en la parte alta se producía el escape continuó de la materia ya pesada.
- Las bases del equipo presentaron cierta incomodidad para el retiro secuencial de la materia ya pesada, ya que en esta parte se encuentra ubicado el recipiente que recepta el producto ya pesado.
Hace posible lograr el funcionamiento continuo que es el adecuado para que nos permita lograr las secuencias y trabajo programado.
- No debe existir espacios o lugares descubiertos donde se efectúa el proceso de pesaje, ya que esto permitiría que haya pequeños escapes de la materia a pesarse, lo que sería para una empresa unos leves desperdicios que en lo posterior, debido a la continua secuencia y prolongados lapsos de tiempo de trabajo efectuado, representaría una cantidad a considerar.



- Se debe dotar al equipo de los respectivos tipos de protección, tanto a la totalidad del equipo como a cada parte del mismo que tenga riesgo de daño
- Se hizo la adecuación o cambios de las partes o fallas antes mencionados, las mismas que dificultaron el correcto funcionamiento, logrando de esta manera corregirlos uno por uno y como resultado de estas correcciones se obtuvo al final las mejoras y la correcta adaptación del equipo por lo tanto, en los resultados esperados.

8.1 Puesta en marcha y funcionamiento final.

Empezamos alimentando al equipo con energía eléctrica tomada desde una fuente de energía de 110v. la misma que es suministrada a través de los respectivos cables o conductores (16) luego por medio de un compresor nos proveemos de la presión de aire requerida cuyo promedio aproximado sea desde 50 a 70 Psi. para luego iniciar el proceso de pesaje y control de dicho producto.

Depositamos el elemento a ser pesado en la tolva de almacenamiento (10) la misma que permite contener la materia en la posición adecuada para ir evacuando las cantidades programadas en su respectivo saco o recipiente.

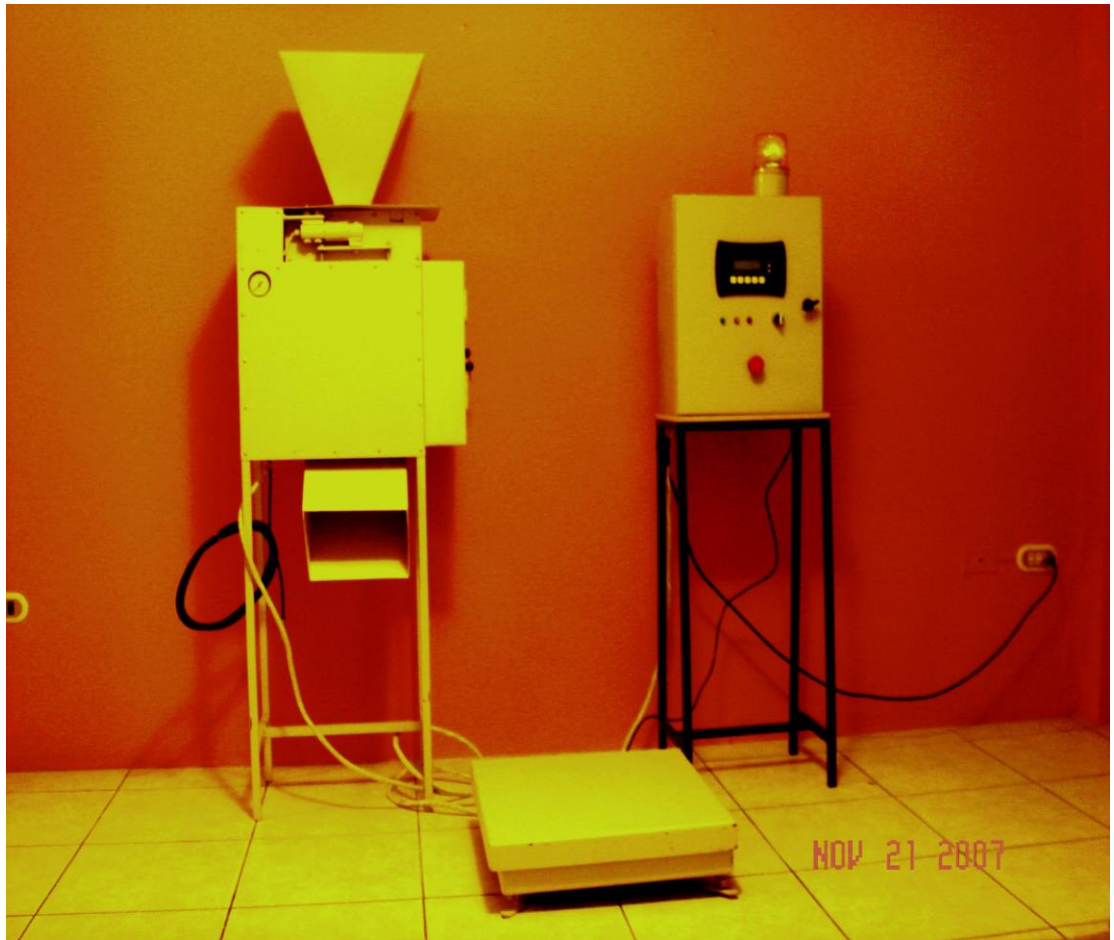
A la salida de la tolva de almacenamiento se encuentra una tapa o compuerta manual (11) que regula la velocidad del flujo de materia a pesarse. Además tenemos una compuerta neumática de llenado, la que permite el cierre inmediato cuando se obtiene el peso deseado. Luego tenemos la compuerta neumática de descargue, la misma que controla el flujo al que ha sido programado (13) y que contiene el producto que ha sido ya pesado. Esta recibe la señal del P.L.C. y se abrirá descargando la cantidad programada y luego automáticamente se volverá a cerrar, repitiendo la misma acción continuamente, de acuerdo a las necesidades y a la programación de tiempo que se le haya inducido. La cantidad de producto medido se irá ensacando o empaquetando, para luego hacer la comprobación de su peso exacto colocando el saco o paquete en la superficie de la plataforma de la balanza estática (1) El P.L.C. es el cerebro que comanda todas las funciones del equipo a cumplirse Las celdas de cargas (12) sirven para enviar la señal de peso a la tarjeta electrónica, y esta al PLC, el mismo que nos muestra a través de la pantalla del display el peso en la unidad de medida programada.



La recolección de todos los datos estadísticos se lo hará a través de un software o programa de computación el cual grafica los resultados que se podrá lecturar por medio de un display (6);

El presente esquema, define en si, como está constituido nuestro sistema automático de pesaje y control estadístico.

9.1 Presentación final del proyecto del sistema automático de pesaje y control estadístico.



Sistema automático de pesaje y control estadístico con básculas inteligentes.

El sistema automático de pesaje y control estadístico consta de las siguientes partes:

1. Plataforma de la báscula estática.
2. Cables de comunicación.
3. Caja contenedora de equipos y circuitos electrónicos.
4. Botón para paro de emergencia.
5. Botón para el encendido y apagado del sistema.



6. Display.
7. Alarma de luces.
8. Luces indicadoras del funcionamiento.
9. Fuente de energía eléctrica.
10. Tolva de Almacenamiento.
11. Tapa reguladora del caudal de producto a pesarse.
12. Celdas de carga.
13. Pistón neumático. (Con electro válvula).
14. Tapa controladora del flujo del producto con el peso programado.
15. Manguera conductora de la presión de aire.
16. Cables conductores para la alimentación de la energía eléctrica.
17. Compuerta neumática de llenado.
18. Compuerta neumática de descargue.

10.1 Costos.

10.1.2 Introducción.

Este informe se realizó con la finalidad de definir el costo total aproximado del sistema automático de pesaje y control estadístico, ya concluido y en óptimo funcionamiento, entre lo que se ha considerado para el cálculo del costo es: la investigación, la movilización, el diseño, la construcción, la puesta a prueba y las correcciones de las fallas.

Se ha decidido considerar todos los detalles posibles que permitan obtener el costo real del proyecto.

10.1.3 Cálculo del costo.

Para calcular el costo total de la construcción del sistema de pesaje describiremos todos los gastos directos e indirectos de todos los materiales empleados en el sistema de pesaje así como a todo el proceso de construcción, además analizaremos el costo de la mano de obra y los gastos generales de fabricación.

Para calcular el precio de los materiales utilizados nos basamos en los precios actualizados de las casas comerciales



10.1.4 Costo de los materiales y dispositivos electrónicos adquiridos en casas comerciales.

Cabe indicar que los precios o valores monetarios, son emitidos en dólares, la moneda de actual circulación en nuestro país.

Referencias

Prec. uni. = precio unitario

Prec. tot. = precio total.

Cant. = Cantidad.

10.1.5 Costo de elementos normalizados e insumos.

TABLA 1

Cant.	Denominación	Prec. uni.	Prec. tot.
1	Controlador Lógico Programable P.L.C.	1000	1000
1	Panel Ez-Text (Display)	700	700
4	Luces indicadoras	5	20
1	Luces para alarma	30	30
1	Caja metálica o armario	50	50
3	Celdas de carga	400	1200
3	Fusibles.	1	3
10m	Cables de comunicación (coaxial)	5	50
2m	Cables de energía eléctrica	1	2
1	Pistón neumático simple.	120	120
1	Pistón neumático doble carrera.	160	160
6m	Manguera conductora de la presión de aire.	1	6
1	Botón para paro de emergencia.	7	7
1	Selector para el encendido y apagado del sistema.	15	15
2	Electroválvulas	70	140
1	Manómetro	7	7
1	relee	2	2
1	Modulo SCL448	300	300
			\$ 2.812



TABLA 2

Cant.	Denominación	Prec. uni.	Prec. Tot.
1	Plancha 230cm x 154cm. x 1.0mm.espesor	12.00	12.00
1	Angulo de 1/2" x 1/2" x 6mm	5.00	5.00
63	Tornillo tripa de pato 1/8 x 3/4	0.10	6.30
1	Tubo cuadrado de 1/2" x 1/2" x 6mm	3.35	3.35
4	Pernos de 1/4 x 1 pulg.	0.10	0.40
2	Pernos de 1/4 x 4 pulg.	0.20	0.40
2	Pernos con tuerca 1/4 x 1/2 pulg.	0.10	0.40
8	Arandelas de 1/4	0.40	0.40
4	Perno con tuerca y 12mm x 3 pulg.	0.60	2.40
4	Arandelas de 12mm	0.50	0.20
2	Bisagras	0.15	0.30
10	Electrodo 7018 y 6011	0.70	7.00
TOTAL			\$ 35.15

10.1.6 Costos de los materiales para el acabado superficial.

Cant.	Denominación	Prec. uni.	Prec. tot.
2	Galón Anticorrosivo	2.00	2.00
2	Galón Fondo Gris	3.80	3.80
2	Galón Esmalte crema	3.00	3.00
4	Galón de diluyente	3.00	3.00
6	Pliego de lija #3	0.60	3.60
TOTAL			\$ 15.40

10.1.7 Costos de los materiales indirectos.

Cant.	Denominación	Prec. uni.	Prec. tot.
2	Libra de Guaipe	2.00	4.00
2	Pliegos de papel	1.00	2.00
1	Rollo de cinta	0.50	0.50
1	Cinta masking	0.50	0.50
1	Transporte	4.00	4.00
TOTAL			\$ 11.00

**Resumen del costo de los materiales**

Costos de los materiales mecanizados.	2.812.00
Costos de elementos normalizados e insumos.	35.15
Costos de los materiales para el acabado superficial.	15.40
Costos de los materiales indirectos.	11
TOTAL.....	\$ 2.861.55

10.1.8 Cálculo del costo de la mano de obra.

Para calcular la mano de obra nos basamos en la resolución del artículo 134 del código de Trabajo del Consejo Nacional de Salarios (CONADES), Resolución N° 19 de diciembre del 2005 que rige desde enero del 2006. Tomando como base el sueldo de un mecánico, pintor, ajustador y soldador.

Denominación	Sueldo mensual	Sueldo anual
Sueldo unificado	159.72	1916.64
Décimo tercero	13.31	159.72
Décimo cuarto	11.30	135.62
Compensaciones salariales	8.00	96.00
Transporte	0.00	0.00
Aporte patronal	20.37	244.54
Fondo de reserva	13.31	159.72
TOTAL	226.02	2712.24
Mecánico, pintor, soldador eléctrico y/o acetileno.		
Sueldo anual		2712.24
Sueldo mensual		226.02
Jornada real de 8 horas		11.70
Costo horario (hora)		1.47

Según el tiempo máquina calculado en las hojas de proceso tenemos las horas de trabajo del operario según la máquina, este dato nos permite calcular el costo total de la mano de obra directa.



Máquina	Tiempo (horas)	Costo/hora	Costo total
Moladora	20	1.474	29.48
Taladro	10	1.474	14.74
Suelda eléctrica	60	1.474	88.44
Compresor	8	1.474	11.792
Ajuste	15	1.474	22.11
TOTAL			166.562

Siendo el costo total de la mano de obra.

10.1.9 Costo hora máquina.

El costo de la hora máquina incluye la depreciación de la maquinaria, el costo de la energía eléctrica, el costo del lugar y los costos generales, Según datos referenciales del SECAP tenemos los siguientes costos de la hora máquina.

Máquina	Costo hora
Moladora	\$ 1.558
Taladro	\$ 1.344
Soldadora Eléctrica	\$ 2.576
Compresor	\$ 1.002

10.1.10 Cálculo del costo máquina.

Según las horas de trabajo calculadas en las hojas de proceso (anexo 2), tenemos los siguientes valores de las horas máquina utilizadas en el proceso de construcción, lo que nos permite calcular el costo máquina o costo de alquiler de la máquina.

Máquina	Tiempo (hora)	Costo hora	Costo total
Torno	20	\$ 1.558	31.16
Taladro	10	\$ 1.344	13.44
Suelda	60	\$ 2.576	154.56
Compresor	8	\$ 1.002	8.016
TOTAL			\$ 207.176

**10.1.11 Costo total del equipo o sistema de pesaje.**

Denominación	Total(\$)
Costo de los materiales	2.861.55.
Costo de mano de obra directa	166.562
Costo del costo máquina	207.176
Costo del diseño	2000.00
Gastos Generales de fabricación	815.00
Instalación	200.00
TOTAL	\$ 6250.288

11.1 Proceso de la producción de una empresa manufacturera del país

Para poder visualizar gráficamente el proceso de la producción, se presenta la siguiente información grafica y detallada, desde que se receipta la materia prima hasta que está lista para la entrega o para su venta, esto con la finalidad de obtener una idea más completa y descriptiva de la forma de operar de una empresa y la aplicación de los sistemas automáticos de pesaje y control estadístico en el proceso de la producción.

Esta empresa se dedica a la fabricación de diferentes tipos de harinas, su proceso productivo es el siguiente:

Primeramente la obtención de la materia prima, que es el Trigo, y que lo importa principalmente desde Estados Unidos y Canadá, también lo obtienen de Argentina y a veces de Uruguay, no se utiliza trigo nacional debido a su mala calidad.

El trigo llega en barcos hasta el puerto de Manta y de allí se lo transporta en trailers de 40 toneladas de capacidad hasta la planta en Quito.

En la planta es pesado en la báscula de camiones para comprobar los pesos y proceder a la descarga en cualquiera de los 6 silos de almacenamiento.

El primer paso luego de la recepción del trigo es la limpieza, para lo cual primeramente pasa el trigo por una báscula electrónica de proceso de pesaje de ingreso a producción.



Luego de la limpieza el trigo es acondicionado para lo cual es humidificado a través de una máquina especializada para tal efecto y almacenado en silos internos durante un tiempo adecuado para que se cumpla el proceso de acondicionamiento óptimo.

El siguiente paso es el proceso de molienda, que comienza con el pesaje del trigo acondicionado en una báscula automática de proceso lo cual es de suma importancia para controlar la cantidad de trigo que ingresa durante cada turno. Una vez pesado en forma continua durante todo el turno, el trigo va a los bancos de molienda (Ver figura 3)



Fig. 1

Empezando por el primer banco de molienda y de allí sistemáticamente empieza el proceso de obtención de la harina por medio de un ciclo de moliendas en varios bancos y tamizados en el plansifter (Ver figura 4).



Fig. 2

y dos centrífugas, hasta que se obtiene la harina y a esta se la dosifica adecuadamente y finalmente llega por medio de un sinfín a otra báscula automática de proceso de pesaje de harina la cual también es de suma importancia para el control de rendimiento de la producción, y de allí al ensacado donde se utiliza una balanza estática para el pesaje final.

Como se puede observar la operación de pesaje es utilizada en casi todos los eventos del proceso, requiriendo para ello:

- 1 báscula electrónica de plataforma para el pesaje de camiones
- 3 básculas electrónicas de proceso de pesaje para el trigo y la harina
- 1 báscula estática para el pesaje en el ensacado

Para lograr tener un control exacto y eficiente de la planta todas estas básculas se encuentran integradas en un sistema completo de control del pesaje, comandadas desde un computador a través de un software de aplicación diseñado para tal efecto, a continuación veremos como están diseñadas las pantallas y su funcionamiento.

Dichos sistemas solamente se los ha obtenido de países con tecnologías avanzadas.



Pantalla No 1

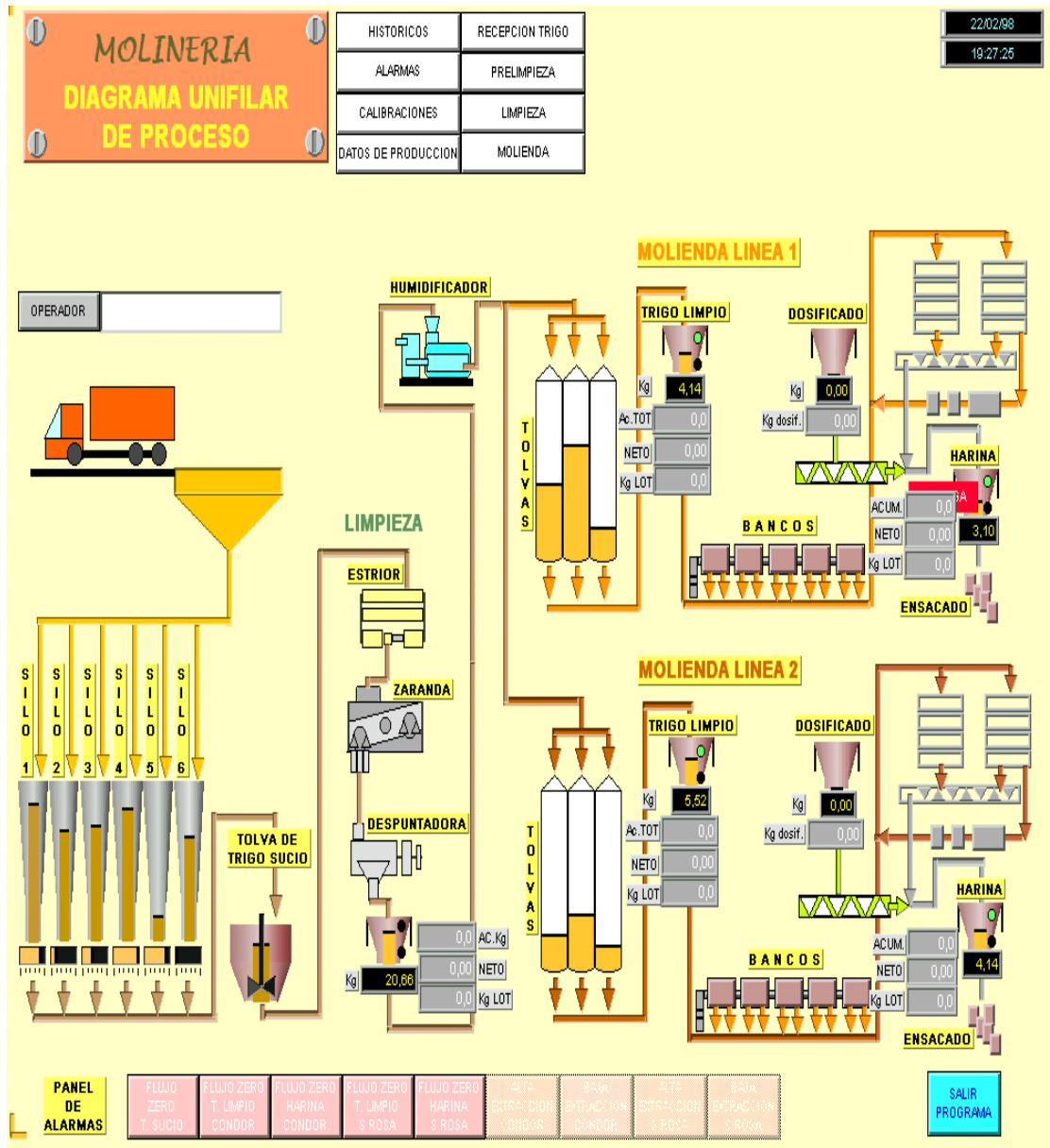


Fig. 3

La pantalla No.1 es la principal y en ella podemos ver el diagrama unificar que describe esquemáticamente toda la planta y sus diferentes etapas de la producción así también muestra en tiempo real el funcionamiento de cada una de las balanzas a las cuales está controlando. Antes de ingresar al sistema, el operador debe ingresar su nombre y su clave de acceso. Desde esta pantalla podemos escoger la pantalla a la cual queremos trasladarnos.



Pantalla No. 2

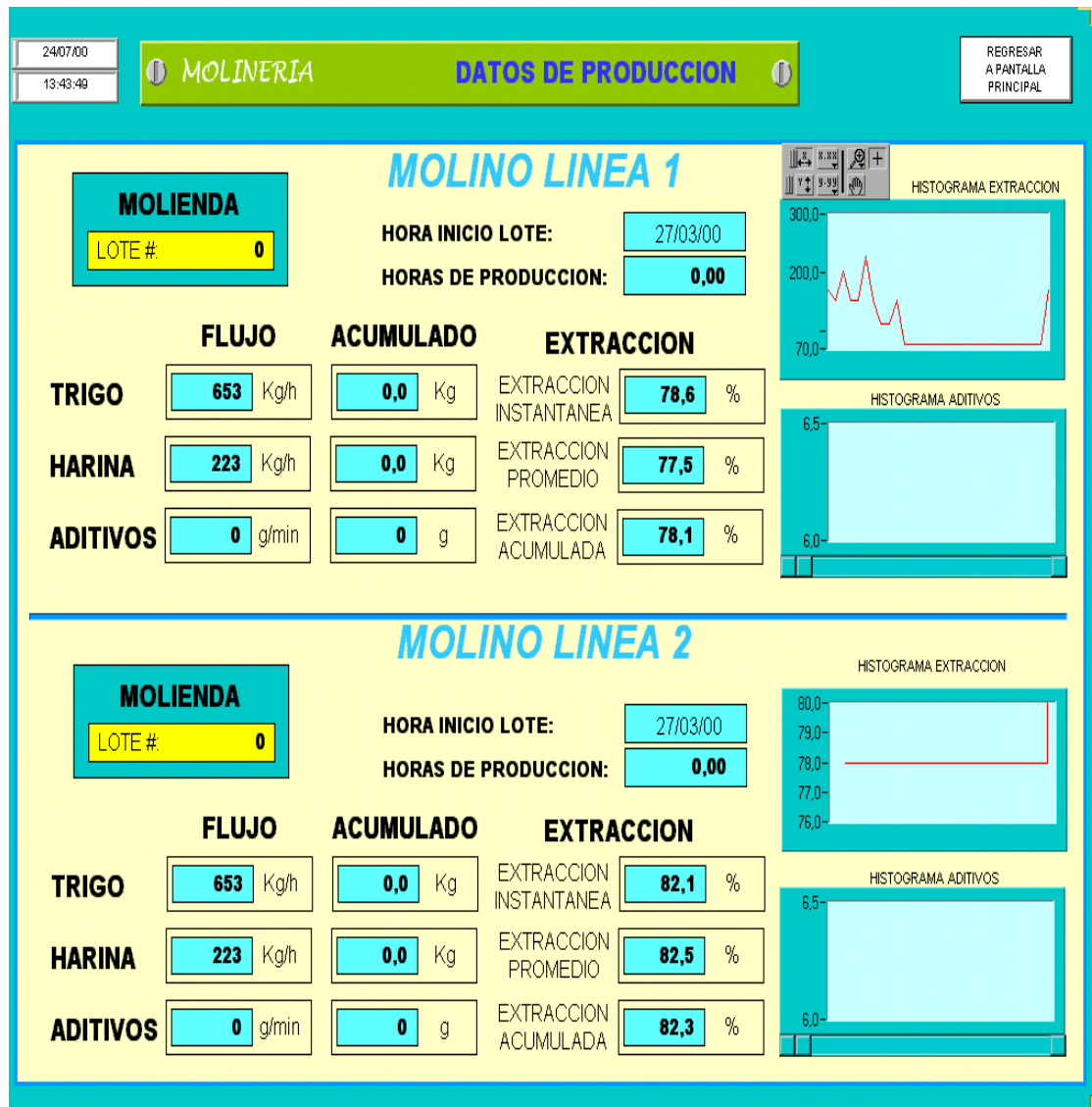


Fig. . 4

Esta es quizá la pantalla más importante, debido a que nos muestra los datos de producción a través del control de las balanzas y las estadísticas, así por ejemplo nos muestra:

- el flujo de trigo que pasa por la balanza de trigo
- el flujo de harina que pasa por la balanza de harina,
- Cantidad de trigo que está moliendo
- Extracción de la molienda, esto es el rendimiento o la eficiencia con la que se está trabajando.



- El número del lote
- Las horas que está trabajando en dicho lote
- Históricos de producción mediante gráficas
- Flujos de los aditivos

3 tipos de extracciones: instantáneas, es decir la de ese momento; promedio, o sea la del promedio de la última hora; y la acumulada, es decir la que está desde que inició el lote de producción.

Pantalla 3.

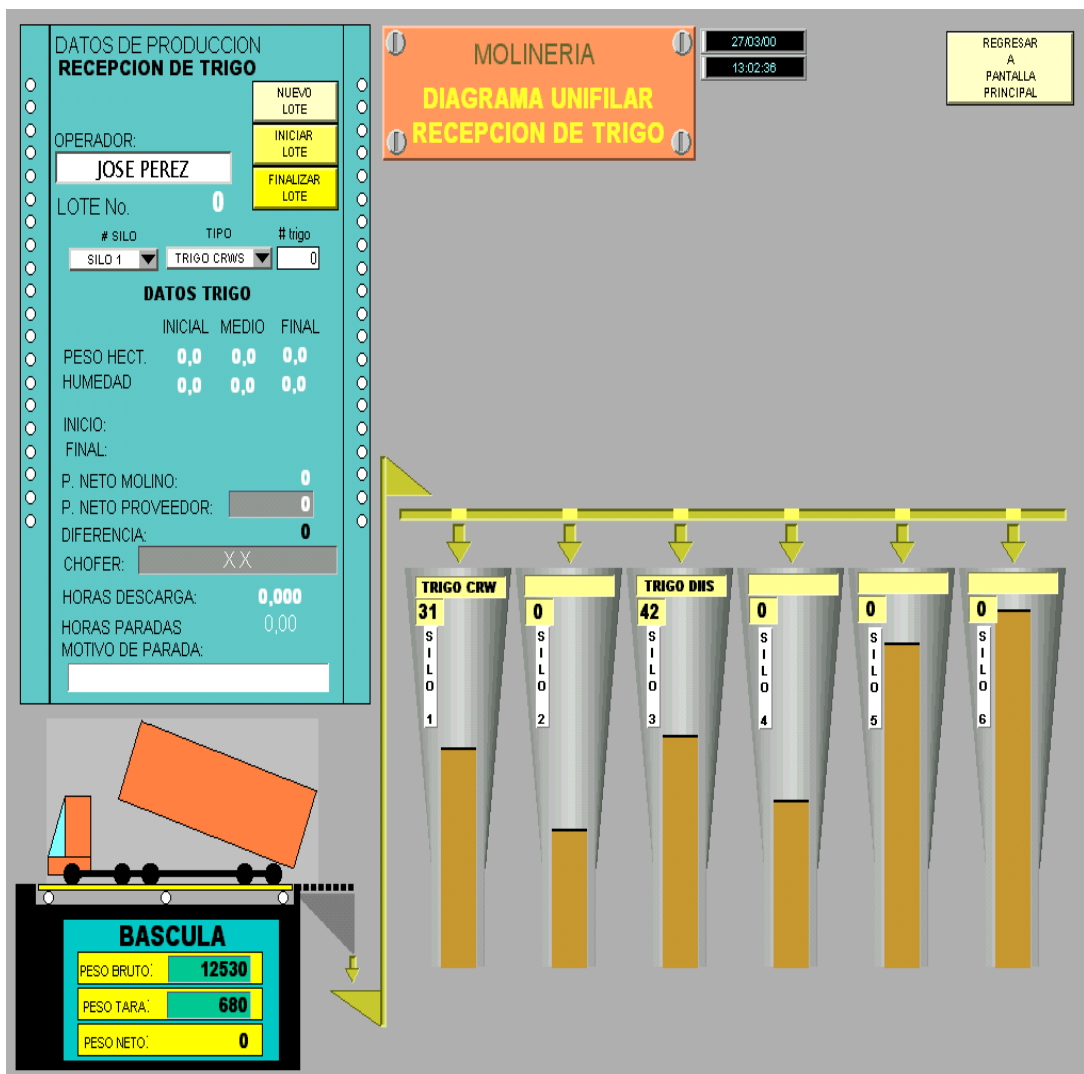


Fig. 5

Esta pantalla corresponde a la recepción de Trigo. El proceso empieza desde cuando el Trailer es pesado y la balanza de plataforma registra el peso neto recibido, el tiempo que tardo en descargarse el camión, el nombre del chofer que trajo el trigo, luego el operador ingresa en el sistema el tipo de trigo que recibe y al silo al cual a decidido ingresarlo.

Pantalla No 4

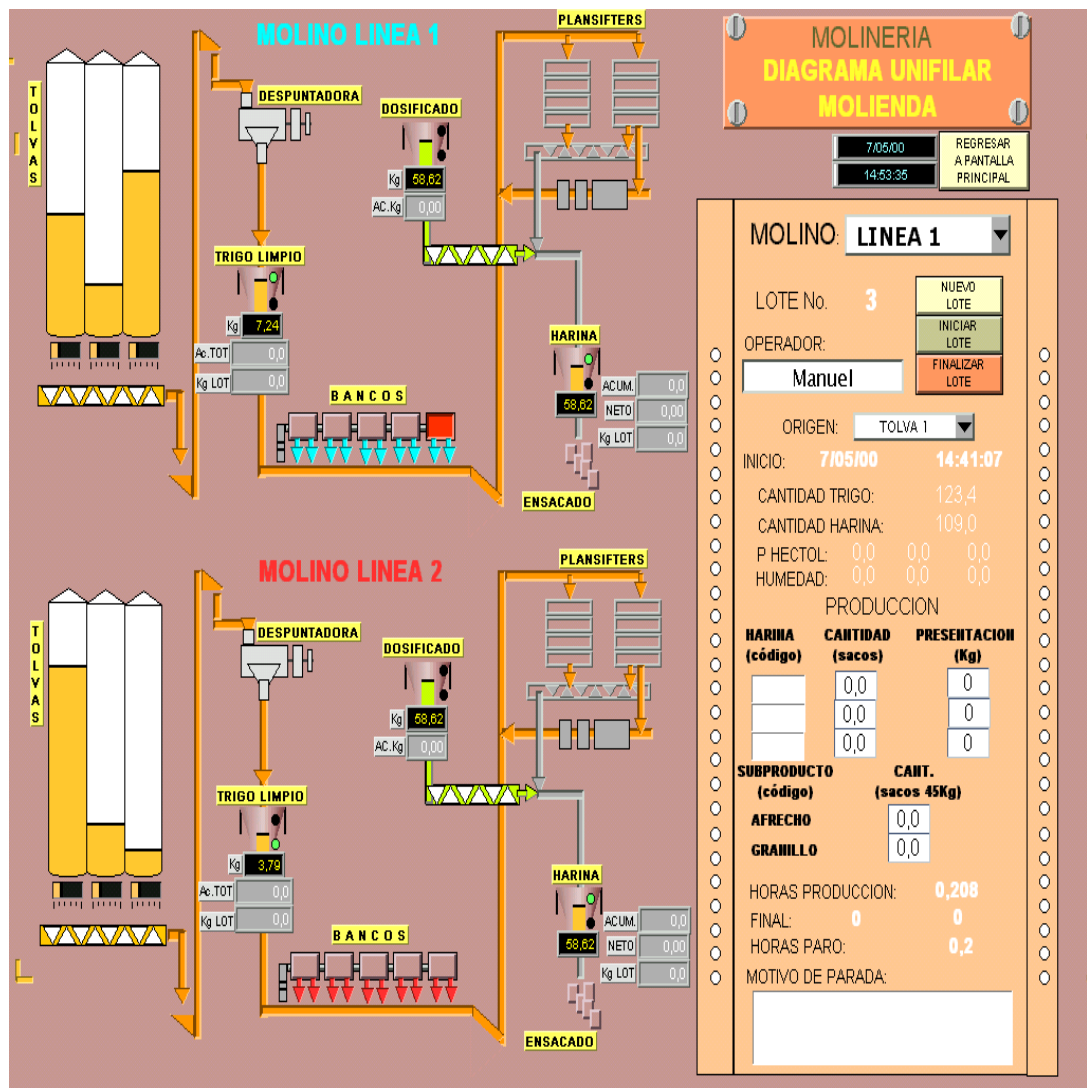


Fig. 6

Esta es la pantalla de producción, en ella el operador ingresa la línea en la que está produciendo, las características del trigo que está moliendo, las horas de parada y su motivo, y finalmente los resultados de la molienda, es decir el número y la presentación de la harina que ha obtenido.



(Informe de visita realizada a una empresa con tecnología de pesaje automatizado avanzado.)

Nombre: molinos el cóndor.

Ubicación: Quito, Valle de los Chillos, Sector Amaguaña.

Para la elaboración del presente trabajo se proyectó la realización de visitas a empresas donde se utilice la operación de pesaje y que nos permita obtener información suficiente que nos proporcione la habilidad de desarrollar, diseñar y ejecutar un sistema automático de pesaje electrónico.

Se propuso realizar dos visitas, una visita a una empresa donde tienen un sistema electrónico de pesaje automatizado y otra a una empresa que tenga pesaje convencional.

Para tal efecto se procedió a hacer los contactos a diferentes empresas del país donde tuviéramos la posibilidad de realizar visitas para conocer el funcionamiento de las tareas de pesaje, y se logró concretar la visita de una empresa que poseía un control automatizado avanzado, el cual era de procedencia extranjera, y de otra empresa de pesaje manual, cuya información se integrará en los anexos del presente proyecto.



12.1. Análisis de la inversión

Para realizar la inversión, y adquirir este Sistema de pesaje y control estadístico, se debe considerar el tiempo en que se va a recuperar dicha inversión.

Datos estadísticos de las empresas manufactureras.

- En las pequeñas empresas se pesa diariamente una cantidad aproximada de 200 a 300 sacos de 45kg. cada uno (sacos de 100 libras).
- En las medianas empresas se pesa diariamente una cantidad aproximada de 400 a 600 sacos de 45kg. cada uno (sacos de 100 libras).
- En las grandes empresas se pesa diariamente una cantidad aproximada de 800 a 1000 sacos de 45kg. cada uno (sacos de 100 libras).

Calculo de la inversión:

Se toma como ejemplo una empresa mediana, que pesa diariamente una cantidad aproximada de 400 a 600 sacos de 45 kg. cada uno (sacos de 100 libras).

Se calcula que una empresa que realice el pesaje y control de aproximadamente 500 sacos diarios de producto a comercializar y que cada saco contenga una cantidad de 100 libras (45 kilos), se estima que:

En un día se pesa 500 sacos

En una semana de seis días laborables, se pesará: $(500 \times 6) = 3.000$ sacos.

En un mes se pesará: $(3.000 \times 4) = 12.000$ sacos.

Pérdidas

Si se considera que en cada saco se perdiera dos onzas, sería:

$12.000 \text{ sacos} \times 2 \text{ onzas} = 24.000$ onzas mensuales.

Estas onzas convertidas a libras quedarían:

24.000 dividido para $16 = 1500$ libras,

Que convertidas en quintales o sacos de 100 libras quedaría:

1500 dividido para $100 = 15$ quintales al mes.

De aquí que:

Ponemos el valor de un quintal de arroz que se encuentra actualmente en un precio de 35 dólares.

Entonces el valor mensual de perdidas en una mediana empresa sería:

$15 \times 35 = 525$ dólares mensuales.

Finalmente definimos el valor de pérdidas por año.

$\$525 \times 12$ (meses) = 6.300 dólares por año



Precio de la compra del sistema de pesaje:

10.500 dólares americanos.

Transporte del equipo, montaje, pruebas y capacitación del personal que comandará el sistema (los operadores o técnicos de la empresa)

2.000 dólares americanos.

Total de la inversión en el sistema de pesaje:

12.500 dólares americanos.

Definiendo:

Pérdidas de un año en una mediana empresa:

6.300 dólares.

Costo final del sistema ya funcionando:

12.5000 dólares americanos.

La inversión que se puede realizar en una mediana empresa para la instalación de un sistema automático de pesaje y control estadístico de este tipo, es recuperable, y se estima que se lo puede pagar, solo evitando las pérdidas en la medición del producto elaborado en aproximadamente dos años.

Conclusión sobre la inversión:

Estos cálculos aquí presentados están basados en datos reales ejemplo:

La empresa arrocerera de Macará, es una pequeña empresa y el pesaje promedio diario de quintales de arroz es de 150 a 200

La molinera “El cóndor“ de la ciudad de Quito es considerada una pequeña empresa y tiene un promedio de 600 quintales diarios de harina que se pesan, y las pérdidas que se calcula por quintal es de dos a cuatro onzas.

El pago de la implementación de este equipo en una empresa, es proporcional a la cantidad de producción que realiza en cierto período de tiempo, y a la cantidad de pérdidas que se ahorre.

Así que la recuperación de la inversión en la implementación de este sistema de pesaje será de acuerdo a la cantidad de producción y las pérdidas que tenga la empresa.



13.1 Conclusiones.

1. El estudio realizado ha permitido formular las condiciones de resistencia de la estructura y de los diferentes mecanismos.
2. En el trabajo se logra el diseño y construcción del sistema automático de pesaje, tomando como base la experiencia de diferentes diseñadores y constructores de maquinaria.
3. La tesis constituye un aporte a la enseñanza de la ingeniería electromecánica en la UNL dejando el diseño y construcción de un sistema automático de pesaje y control estadístico para su explotación,
4. Un factor importante en la concepción cabal del proyecto resultó la visita a la fábrica Molinos El Cóndor, ya que nos permitió tener una comprensión de la importancia del pesaje y lo fundamental de un sistema automático en la productividad y eficiencia de las plantas productivas.
5. El haber observado el funcionamiento de las básculas y su estructura mecánica, así como su conexión eléctrica-electrónica, más el conocimiento adquirido en las aulas de clase llegó a ser fundamental para definir el alcance de nuestro proyecto. Todo esto nos permitió ver la importancia de adquirir conocimiento científico, de la investigación, del sacrificio para estar en condiciones de contribuir al desarrollo de nuestra Universidad, Ciudad y País.

14.1 Recomendaciones.

1. Dar continuidad a la investigación de nuevos diseños y métodos para la automatización de la producción.
2. Introducir el producto universitario en el mercado local, con calidad y competitividad.
3. Hacer extensiva la experiencia recogida en el presente trabajo, a los distintos sectores de la economía de nuestro país, con el fin de dar una mayor explotación a la iniciativa y creatividad propia.



Bibliografía

1. MANDADO ENRIQUE. Sistemas electrónicos digitales 4ª ED. Marcombo Boixareu. Barcelona. Es 84-267-0429-8.
2. FERNANDO PEREZ TERAN F. Construcción de equipos electrónicos Enpes la Habana Cuba.
3. BAPAT. Y N. Dispositivos y Circuitos Electrónicos Mc. Graw-Hill Latinoamericana. Bogota Colombia 968-451-023-8.
4. DEBOO, GORDON J. BURROWS CLIFORD. Circuitos integrados y dispositivos, semiconductores Boixareu. Barcelona. Es 84-267-0195-7.
5. BLANES OCTAVIO. Manual de instalaciones neumáticas 2ª ED. CEAC-Barcelona. Es 84-329-6403-4
6. JIMENEZ DE CISNEROS LUIS M. Manual de neumática Blume 84-70-31-133-6
7. Fundamentos de empresas manufactureras.
8. Fundamentos de Física, Versión ampliada, David Halliday, Robert Resnick, Editorial continental, S.A.
9. Electrónica básica.
10. Manual del Ingeniero Mecánico, tercera edición en español. Marks

Direcciones y paginas Web en Internet.

[www. Automationdirect.com/software.](http://www.Automationdirect.com/software)

[www.balanzas electrónicas analíticas@.com](http://www.balanzas electronicas analiticas@.com)

www.balanzas digitales @hot mail.com

[www.CalibreApplet@.com.](http://www.CalibreApplet@.com)



ANEXOS

MANUAL DEL USUARIO

***BALANZA INTELIGENTE ESTÁTICA Y DE PROCESO
(BalesPro I)***

Manual de operación

Indicador de Báscula Electrónica "Balespro I"

CARACTERÍSTICAS: El modelo "balespro I" tiene características especiales tales como:

- Manejo de 4 balanzas con un solo panel operador.
- Almacenamiento de datos de pesos acumulados totales y por batches.
- Relaciona pesos obtenidos durante el proceso.
- Capacidad de clasificar 5 tipos diferentes de productos.
- Pantalla grande alfanumérica de 2.5 x 8 cm. Para facilitar la legibilidad.
- Calibración del panel delantero.
- Indicación por iluminación posterior de pesos permitidos.

ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN:

Precisión:.....0.2% dependiendo de la precisión del sistema de las celdas de carga empleadas.
Margen de Temperatura..... -28 a 60 grados C
Requisitos de
Energía.....110 – 140 VCC
Capacidad
Nominal..... 50 Kg
Diseño(s).....Balanza de Flujo: Mecanismo de transmisión
Celdas de carga en un punto de apoyo continuo.
Compuertas de entrada y salida.
Balanza Estática: Mecanismo de transmisión
Celda de carga en un punto de apoyo.
Tipo de Celda:..... Compresión
Capacidad de
Celda:..... 80 Kg.

INDICE:

MODELO BALESPRO I

<i>Introducción:</i>	4
<i>Descripción de</i>	
<i>Equipos:</i>	5
<i>Tablero</i>	
<i>Principal:</i>	5
<i>Módulos:</i>	6
<i>Balanza</i>	
<i>Estática:</i>	6
<i>Balanza de</i>	
<i>Proceso:</i>	7
<i>Funcionamiento:</i>	8
<i>Encendido:</i>	8
<i>Navegación:</i>	9
<i>Descripción y Manejo</i>	
<i>De las Pantallas:</i>	12
<i>Peso:</i>	12
<i>Flujo:</i>	12
<i>Rendimiento:</i>	12
<i>Acumulado del</i>	
<i>Lote:</i>	13
<i>Programación del</i>	
<i>Peso:</i>	13
<i>Programación del</i>	
<i>Tiempo:</i>	13
<i>Factor de</i>	
<i>Corrección:</i>	13
<i>Flujo 2 (segunda balanza</i>	
<i>De proceso):</i>	14
<i>Resetear el</i>	
<i>Lote:</i>	14
<i>Catálogo:</i>	15
<i>Menú de</i>	
<i>Operación:</i>	16
<i>Calibración de</i>	
<i>Tiempos:</i>	17

INTRODUCCION

BalesPro I es el nombre con el que le hemos identificado al sistema electrónico integrado de pesaje, que ha diseñado para el **control de cuatro tipos balanzas**, brindando un mayor rango de trabajo y adaptabilidad al usuario o a las necesidades de las industrias y en nuestro caso un medio de gran importancia y utilidad para la práctica de los estudiantes de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Nacional de Loja.

BalesPro I posee:

- una balanza general,
- dos balanzas de proceso (control y medición) y,
- una balanza estática,

Con este sistema el usuario posee una interfase de operación amigable y versátil, la cual le permite manejar el sistema mediante el uso de 5 pantallas diferentes, las mismas que se muestran a continuación:

Pantalla 1: Balanza General (Predeterminado)

Pantalla 2: Balanza de Proceso (*BALPRO*)

Pantalla 3: Balanza Estática (*BALES*)

Pantalla 4: Configuraciones Generales

Pantalla 5: About (*ABOUT*)

A continuación detallaremos los diferentes tipos de pantallas, su uso y configuraciones pertinentes, para poder generar un mejor uso del equipo y el programa.

1. DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS

1.1 Tablero Principal

A continuación se muestra el tablero principal (Fig. 1.1) El cual contiene:

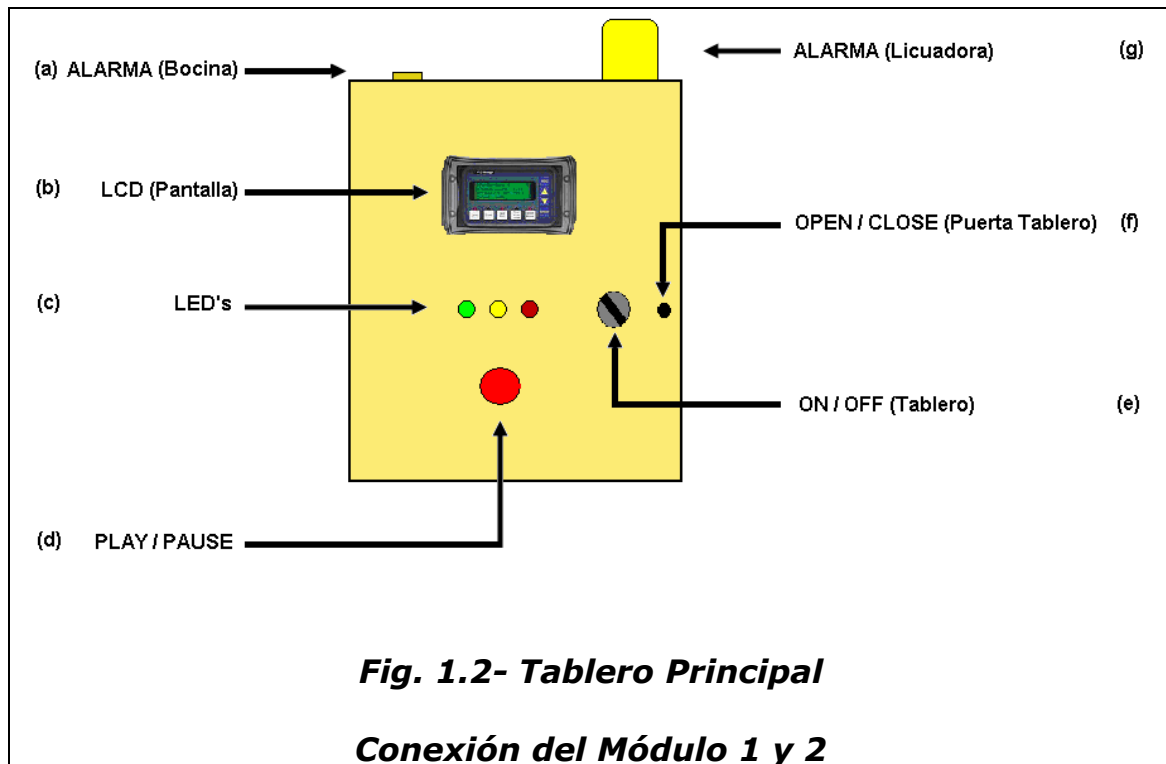
- **TECLADO:** Es el encargado de recibir las configuraciones pertinentes.
- **PANTALLA LCD:** sirve para visualizar: el peso o información requerida, generar alarmas y mostrar por medio de sus LED's al operario algunas ayudas versátiles, cuyas funciones serán detallados cuando sea pertinente.



- **SELECTOR ON/OFF:** sirve para seleccionar la posición de encendido o apagado.

Balespro I – Operación del Sistema

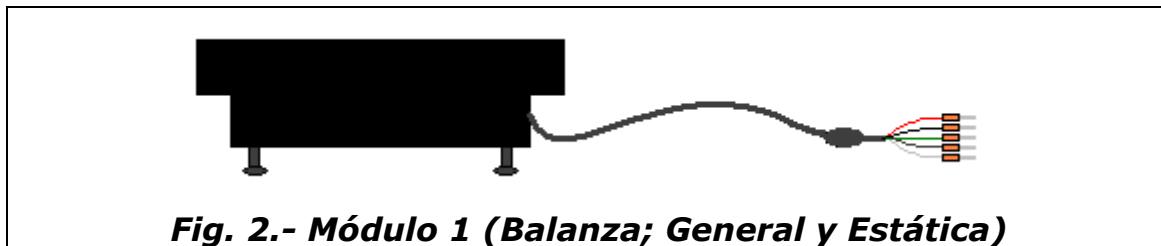
- BOTÓN PLAY/PAUSE: utilizado como botón de paro de emergencia.
- LED(s): Son tres indicadores luminosos de colores verde, amarillo y rojo.
- OPEN/CLOSE: Es el seguro de apertura del tablero.



1.2.1 Módulo 1: Denominado así a la balanza estática

Este módulo será acoplado o conectado correctamente siguiendo las etiquetas que se encuentran tanto en el cable del módulo como en el tablero principal (*Tablero debe estar en OFF Fig. 1.2*), para esto se tendrá que abrir el tablero principal (*Fig. 1.2*).

El módulo 1 (Fig. 2) debe ser utilizado en; *la Balanza General y la Balanza Estática* cuyas opciones y programación fueron diseñadas para este dispositivo.



Módulo 2

Este módulo será acoplado o conectado correctamente siguiendo las etiquetas que se encuentran tanto en el cable del módulo como en el tablero principal (*Tablero debe estar en OFF Fig. 1.2*), para esto se tendrá que abrir el tablero principal (*Fig. 1.2*).

El módulo 2 (*Fig. 3.1 y 3.2*) debe ser utilizado en; la *Balanza de Proceso de Control y Medición* cuyas opciones y programación fueron diseñadas para este dispositivo.

1.2.2 Módulo 2: Denominado así a la Balanza de Proceso

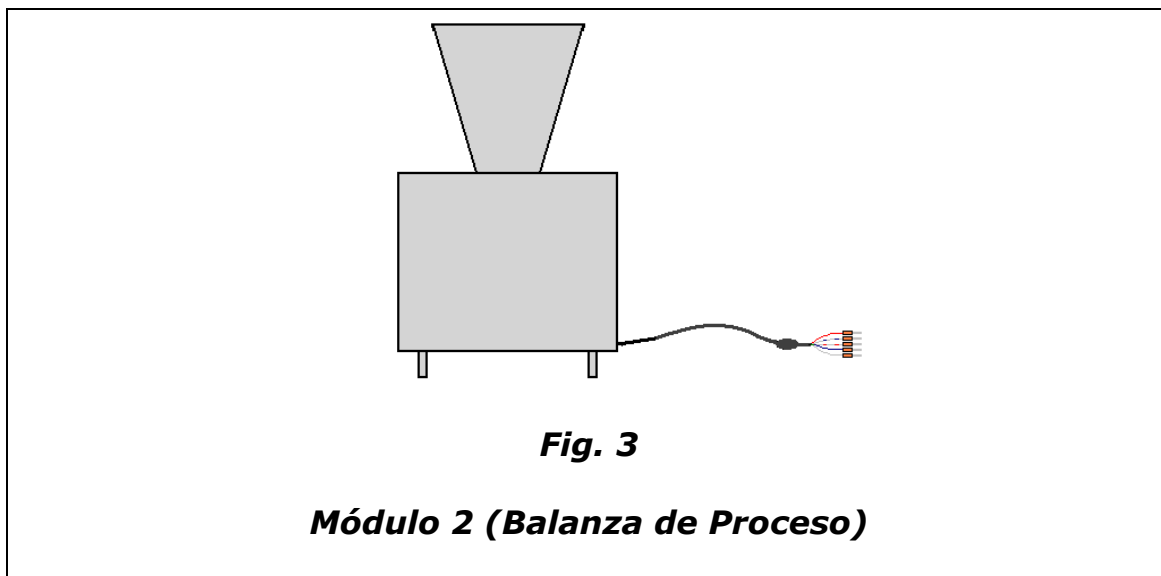




Fig. 3.2- Módulo 2 (Balanza de Proceso; Control y Medición)

2. FUNCIONAMIENTO

2.1 ENCENDIDO:

PASO 1: Oprima la tecla de encendido (ON), un breve mensaje aparecerá en la pantalla. La báscula selecciona la modalidad de Balanza General.

Un período de calentamiento de 10 a 15 segundos provee las lecturas más adecuadas.

2.2 NAVEGACIÓN:

En la figura 4 podemos observar la pantalla (display) y su respectivo teclado para ingresar al sistema.



Fig. 4- Pantalla y teclado

Para poder navegar dentro de las diferentes pantallas tan solo se debe recordar:

1. Al utilizar las teclas UP y DOWN (Fig. 5) se podrá observar diferentes mensajes los cuales visualizarán datos a utilizar o menús (El nombre de un menú viene acompañado del símbolo + Ej.: +BALESPRO Fig. 6).

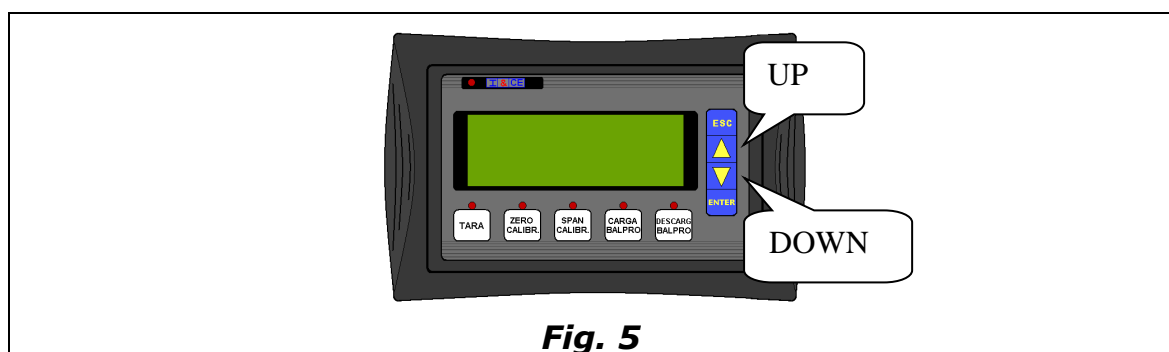
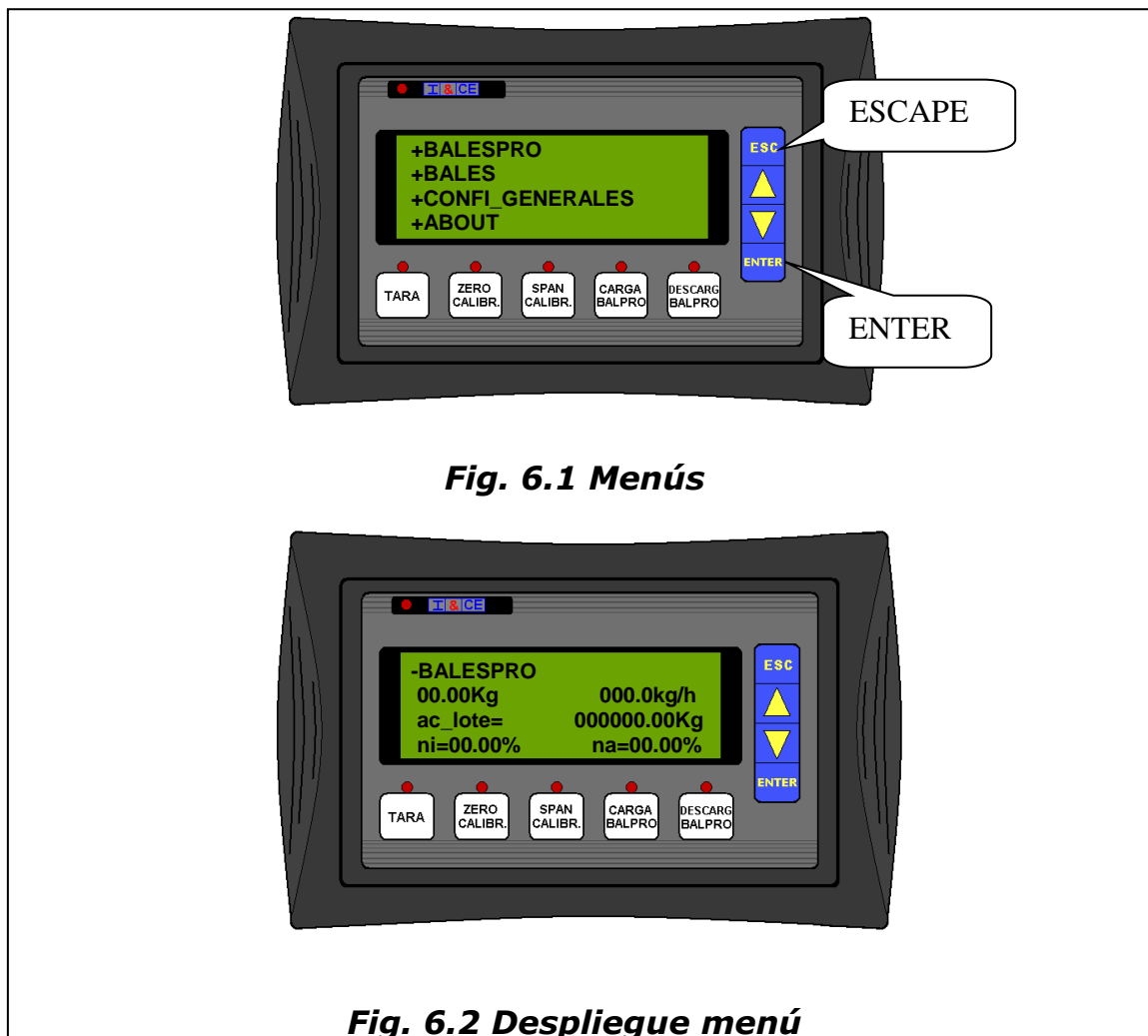


Fig. 5

2. Las teclas ENTER y ESCAPE (Fig. 6.1 y 6.2) son utilizadas para poder entrar y salir de un menú respectivamente. Con estas teclas también se puede entrar a modificar valores para configuración **(Ver configuraciones)**



3. DESCRIPCION Y MANEJO DE LAS PANTALLAS

Pantalla 1: Balanza General



Fig. 4 Pantalla 1: Balanza General (Predeterminado)

La *pantalla 1* (Fig. 4) es aquella que se visualizará de forma predeterminada cada vez que se encienda el tablero de control (Fig. 1.2).

En esta pantalla se podrá observar el *Peso* colocado sobre el *módulo 1* (Fig. 2.) en kilogramos con centesimales. Además muestra la hora en el formato: Horas, minutos y segundos (00h00m00s) y la fecha en: Año, mes y día (00y00m00d).

Pantalla 2: Balanza de Proceso

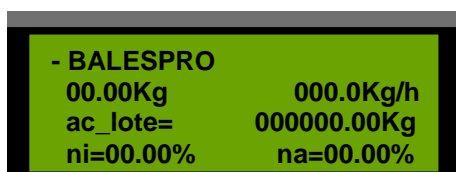


Fig. 5 Pantalla 2: Balanza de Proceso (BALPRO)

Para poder trabajar en la *pantalla 2* (Fig. 5) se tendrá que modificar el modo de operación (Ver Configuraciones Generales). Como ya se detalló anteriormente para poder operar esta función debe estar conectado el *módulo 2* (Fig. 3).

En esta pantalla se pueden trabajar como BALESPRO CONTROL o BALESPRO MEDICION según el modo de operación.

A continuación se detallan las características que se van a encontrar cuando se utilice el menú BALESPRO



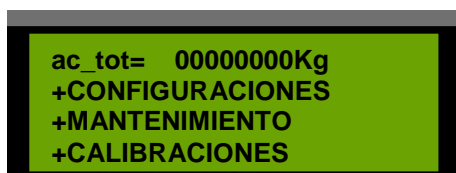
The screenshot shows a green display area with black text. The text is as follows:

- BALESPRO	
00.00Kg	000.0Kg/h
ac_lote=	000000.00Kg
ni=00.00%	na=00.00%

- 1. 00.00Kg.** Se muestra el peso correspondiente que se encuentra acumulando en el proceso. Cuando se llegue a acumular el valor del peso configurado la compuerta superior se cerrará (Fig. 3) y la bocina al activarse informará que el peso que se muestra marcado en ese instante será el procesado para los cálculos pertinentes.
- 2. 000.0Kg/h.** Muestra el flujo con el que se está trabajando en un tiempo configurado por el usuario para el modo BALESPRO CONTROL y un tiempo variable para el modo BALESPRO MEDICION (Varía según la velocidad de llenado). Este valor se renueva automáticamente cada vez que la compuerta inferior se abre para el vaciado del producto.
- 3. ac_lote = 000000.000Kg.** Este es el valor acumulado del producto desde que se inició el proceso, este valor se puede aplicar un *reset* (ver configuraciones) para poder llevar una cuenta de un nuevo acumulado, según sea la aplicación deseada.
- 4. ni/na=0%.** Este es uno de los datos más importantes pues nos indica el rendimiento con el que está trabajando determinado proceso.

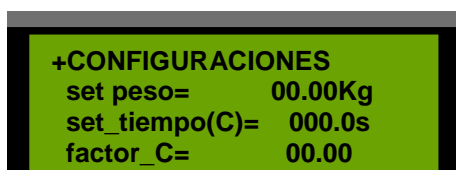
El **ni**, brinda información del rendimiento instantáneo.

El **na** nos brinda un valor más exacto, este no muestra el valor del rendimiento acumulado, esto es desde que arrancó el lote.



```
ac_tot= 00000000Kg
+CONFIGURACIONES
+MANTENIMIENTO
+CALIBRACIONES
```

- 5. ac_tot= 00000000Kg.** Es el acumulador total desde que se empezó a utilizar el equipo hasta la última utilización del mismo, este valor no se puede aplicar un reset. El valor acumulado corresponderá al modo en uso.



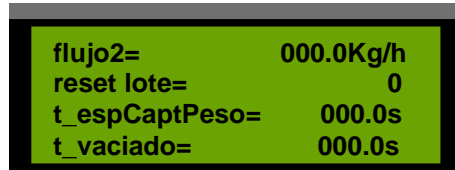
```
+CONFIGURACIONES
set peso= 00.00Kg
set tiempo(C)= 000.0s
factor_C= 00.00
```

- 6. set_peso= 00.00Kg.** Esta es la función donde se configura con la cantidad de kilogramos que se desea realizar el proceso. Estos valores pueden variar desde 1Kg. hasta 5Kg. Para poder ingresar se debe presionar ENTER y con las teclas UP y DOWN colocar el valor deseado.

- 7. set_tiempo(C) = 000.0s.** Esta función solo se utiliza en BALESPRO de CONTROL aunque se visualizará en los dos modos. Este tiempo es el total con el que va a trabajar el proceso. Es decir; es aquel que empieza desde que se abre la compuerta inferior para descargar el producto hasta cuando nuevamente se abre para la siguiente descarga. Por tal motivo se debe tomar en cuenta la configuración correcta con lo diferentes tipos de configuración tiempos que según su función se detallarán más adelante, su correcta utilización no generara problemas en el proceso.

- 8. factor_C=00.00** El factor de control es aquel que al modificar se puede mejorar la precisión de BALESPRO. Este

valor puede variar entre 0 y 1. Es recomendable realizar varios procesos de calibración en donde se pueda observar si el valor que se esta midiendo es aquel valor que se configuró en la función **set peso**.



A screenshot of a device display with a green background and black text. The display shows four configuration parameters:

flujo2=	000.0Kg/h
reset lote=	0
t_espCaptPeso=	000.0s
t_vaciado=	000.0s

9. flujo2= 000.0Kg./h. En nuestro caso es un valor fijo, ya que no tenemos 2 balanzas de proceso en funcionamiento.

10. reset lote= 0. Es aquel que aplica un reset a **ac_lote**. Para poder realizar este reset se debe modificar el **0** que se encuentra por el valor de **4** y presionar ENTER e inmediatamente se aplica el reset. Se debe volver ingresar el valor de **0** para que se empiece a acumular nuevamente, de lo contrario se seguirá aplicando el reset reiteradamente.

3.CATÁLOGO

BALANZA INTELIGENTE ESTÁTICA Y DE PROCESO BALESPRO
I
ABRIL-
2007

MENU DE OPERACIÓN

BALESPRO I
CONTROL DE PESAJE
peso actual= 00.00Kg
00h00m00s 00y00m00d

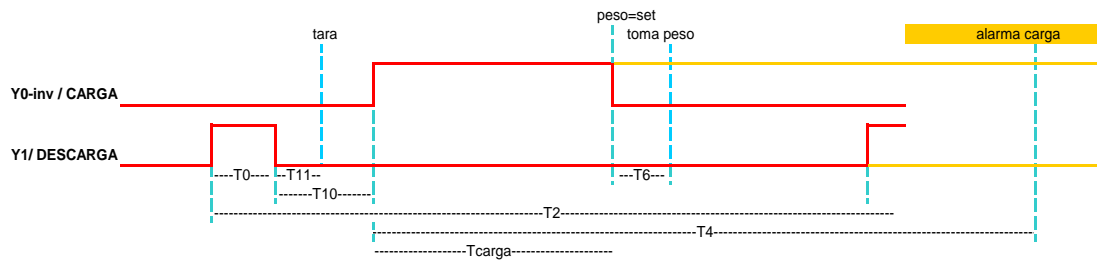
- **BALPRO**
 - 00.00Kg 000.0Kg/h
 - ac_lote= 000000.00Kg
 - ni=00.00% na=00.00%
 - ac_tot= 00000000Kg
 - CONFIGURACIONES
 - set peso= 00.00Kg
 - set_tiempo(C)=000.0s
 - factor_C= 00.00
 - flujo2= 000.0Kg/h
 - reset lote= 0
 - t_espCaptPeso=000.0s
 - t_vaciado= 000.0s
 - t_espCarga= 000.0s
 - t_espTara= 000.0s
 - t_espdesc(M)= 000.0s
 - MANTENIMIENTO
 - oper_carga= 00000000
 - oper_desc= 00000000
 - CALIBRACIONES
 - zero= 00.00Kg (0000u)
 - span= 00.00Kg (0000u)
- **BALES**
 - /00.00Kg/ present=0
 - SP=00.00Kg 00000000S
 - ac_pres= 000000.00Kg
 - ACUMULADOS
 - SacosPres1= 00000000
 - acPres1= 000000.00Kg
 - reset_pres1= 0
 - SacosPres2= 00000000
 - acPres2= 000000.00Kg

Balespro I – Operación del Sistema

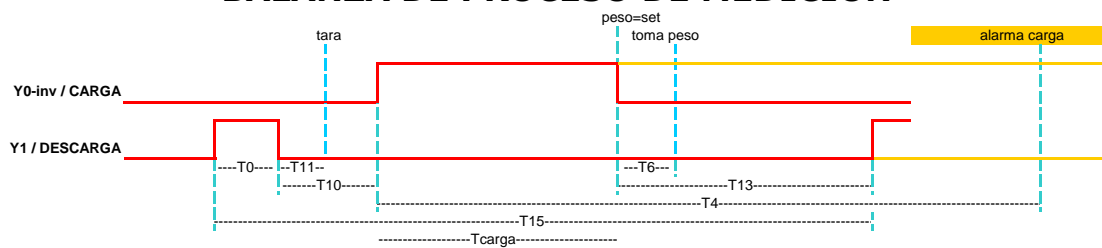
```
reset_pres2=      0
SacosPres3= 00000000
acPres3= 000000.00Kg
reset_pres3=      0
SacosPres4= 00000000
acPres4= 000000.00Kg
reset_pres4=      0
SacosPres5= 00000000
acPres5= 000000.00Kg
reset_pres5=      0
-----
reset_all-pres=   0
SacosTot= 00000000
acTotal= 000000.00Kg
- CONFIGURACIONES
  presentacion=   0
  -----
  peso_pres1= 00.00Kg
  peso_pres2= 00.00Kg
  peso_pres3= 00.00Kg
  peso_pres4= 00.00Kg
  peso_pres5= 00.00Kg
  error_pres= 00.00Kg
- CALIBRACIONES
  zero= 00.00Kg (0000u)
  span= 00.00Kg (0000u)
- CONFIG_GENERALES
  modo_oper=      0
  password: 00000000
- calib_general
  zero= 00.00Kg (0000u)
  span= 00.00Kg (0000u)
- mantenimiento
  oper_on= 00000000
  t_func= 00000000h
```

CALIBRACION TIEMPOS

BALANZA DE PROCESO DE CONTROL



BALANZA DE PROCESO DE MEDICION



Balespro I – Operación del Sistema

T0/1	t_vaciado
T2/3	t_entreDesc (set tiempo -C-)
T4/5	t_alarCarga
T6/7	t_captPeso
T10	t_espCarga
T11	t_espTara
T13	t_espDescarga
T15/16	t_entreDescCalc -M-

t_muerto -C-	$T0+T6+T10$	$T10>T11 \ \& \ T2>Tmuerto+Tcarga$
t_muerto -M-	$T0+T13+T10$	$T13>T6 \ \& \ T10>T11$