

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PESO DE
TUBERIAS DE PVC EN TIEMPO REAL**

INFORME DE SUFICIENCIA

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

ALEX PENADILLO FIGUEROA

PROMOCION 2007-II

LIMA-PERU

2011

INDICE

PROLOGO.....	1
CAPITULO I.....	3
INTRODUCCION.....	3
1.1 ANTECEDENTES.....	3
1.2 OBJETIVOS.....	4
• <i>Objetivo General.....</i>	<i>4</i>
• <i>Objetivos Especificos.....</i>	<i>4</i>
1.3 METODOLOGIA DE TRABAJO.....	4
1.4 ALCANCE.....	5
1.5 LIMITACIONES.....	5
CAPITULO II.....	6
MARCO TEORICO.....	6
2.1 GENERALIDADES DEL PVC.....	6
2.2 HISTORIA DEL PVC.....	7
2.3 PROPIEDADES IMPORTANTES DEL PVC.....	8
2.3.1 <i>Forma y Tamaño de la Partícula.....</i>	<i>8</i>
2.3.2 <i>Porosidad de la Partícula.....</i>	<i>8</i>
2.3.3 <i>Peso Molecular.....</i>	<i>8</i>
2.3.4 <i>Gravedad Específica.....</i>	<i>9</i>
2.3.5 <i>Estabilidad Térmica.....</i>	<i>9</i>
2.3.6 <i>Características de Procesabilidad.....</i>	<i>9</i>
2.3.7 <i>Propiedades Mecánicas.....</i>	<i>10</i>
2.3.8 <i>Propiedades Químicas.....</i>	<i>11</i>
2.3.9 <i>Propiedades Eléctricas.....</i>	<i>12</i>
2.4 FORMULACION DEL PVC.....	12

2.4.1	<i>Resinas de PVC</i>	12
2.4.2	<i>Plastificantes</i>	13
2.4.3	<i>Estabilizadores</i>	14
2.4.4	<i>Lubricantes</i>	15
2.4.5	<i>Cargas</i>	16
2.4.6	<i>Pigmentos</i>	17
2.4.7	<i>Absorbedores de rayos ultravioleta</i>	17
2.4.8	<i>Modificador de impacto</i>	17
2.4.9	<i>Modificadores de viscosidad</i>	18
2.5	PRODUCCION DEL PVC.....	18
2.6	PROCESADO DEL PVC.....	21
2.6.1	<i>Extrusión</i>	21
2.6.2	<i>Inyección</i>	21
2.6.3	<i>Soplado</i>	22
2.6.4	<i>Vaciado</i>	22
3.1	SOBRE PESO EN TUBERIAS DE PVC.....	23
3.2	FABRICACION DE TUBERIAS DE PVC.....	24
3.3	EQUIPOS DEL PROCESO DE EXTRUSION DE TUBERIAS DE PVC.....	25
3.1.1	<i>Extrusora</i>	25
3.1.2	<i>Tina de Calibración</i>	25
3.1.3	<i>Arrastre</i>	26
3.1.4	<i>Medida</i>	26
3.1.5	<i>Corte</i>	26
3.1.5	<i>Apilado</i>	27
CAPITULO IV		28
ESTRATEGIA PARA LA SOLUCION DEL PROBLEMA		28
4.1	ESTRATEGIA.....	28
4.2	EQUIPOS INSTALADOS.....	28

4.2.1	<i>Variador de Frecuencia</i>	29
4.3	EQUIPOS NECESARIOS.	30
4.3.1	<i>Celdas de Carga.</i>	30
4.3.2	<i>Controlador Lógico Programable.</i>	31
4.3.3	<i>Electroválvulas.</i>	35
4.3.4	<i>Sensores Capacitivos.</i>	36
4.3.5	<i>Sensores Inductivos.</i>	37
4.3.6	<i>Cilindros neumáticos.</i>	38
4.4	EQUIPOS A USAR.	39
4.4.1	<i>Celda de Carga.</i>	39
4.4.2	<i>Amplificador de Señal.</i>	40
4.4.3	<i>PLC.</i>	41
4.4.4	<i>Electroválvula.</i>	42
4.4.5	<i>Sensor Inductivos.</i>	42
4.4.6	<i>Sensor Capacitivo.</i>	42
4.4.7	<i>Cilindro Neumático.</i>	42
4.5	DIAGRAMA DE CONEXIONADO DE EQUIPOS.	42
4.6	TRATAMIENTO DE SEÑALES ANALOGAS.	43
4.6.1	<i>Entradas Análogas.</i>	43
4.6.2	<i>Salidas Análogas.</i>	46
4.6.3	<i>Conversión Análogo - Digital y Digital - Análogo.</i>	46
4.7	CALIBRACIÓN POR SOFTWARE.	47
4.8	DESIGNACION DE OPERANDOS.	48
4.9	DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA.	50
4.10	CONFIGURACION DE HARDWARE	51
4.9.1	<i>Entradas Análogas.</i>	51
FIGURA Nº 4.13	CONFIGURACIÓN DE ENTRADAS ANALÓGAS	51
4.9.2	<i>Entradas Digitales.</i>	52
4.9.3	<i>Salidas Dígítales.</i>	52

4.9.4	<i>Salidas Análogas</i>	53
4.11	PROGRAMA DEL PLC.....	53
4.10.1	<i>Programa Principal</i>	54
4.10.2	<i>Sub Rutinas</i>	56
4.10.3	<i>HMI</i>	59
CAPITULO V		61
COSTOS		61
5.1	INVERSION INICIAL.....	61
5.2	EVALUACION COSTO BENEFICIO.....	62
5.3	INDICADORES ECONOMICO FINANCIERO.....	64
CONCLUSIONES		66
BIBLIOGRAFIA		67
PLANOS		68
ANEXOS		69

PROLOGO

En el presente informe se presenta una propuesta técnica para realizar el control de peso de tuberías de PVC en el proceso, con el siguiente contenido:

En el *Capítulo I* se precisa los antecedentes, objetivos alcance y limitaciones propias del presente informe.

En el *Capítulo II* se detalla el marco teórico sobre el PVC, la historia del PVC, propiedades importantes del PVC, la formulación del PVC, la fabricación del PVC y el procesado del PVC.

En el *Capítulo III* se identifica y se plantea el problema de sobre peso en tuberías de PVC, identificando los equipos que se utilizan para la fabricación de tuberías de PVC, también se describe el proceso de fabricación de tuberías de PVC., se plantea como perjudica el sobre peso alas fabricas de tuberías de PVC.

En el *Capítulo IV* se plantea la estrategia para resolver el problema de sobre peso en tuberías de PVC, identificando los equipos que están ya instalados, descripción general de los equipos a usar y el detalle de cada componente eléctrico y

mecánico que se empleara para la implementación del control de tuberías de PVC, la interconexión de equipos, el programa en lenguaje LADDER y demás detalles para la implementación del control de peso de tuberías.

En el *Capítulo V* se presenta el resumen de los costos de la implementación del controlador, y los indicadores económicos financieros.

Como parte final del informe se presenta una serie de conclusiones que derivan del presente informe.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES.

Ante la creciente demanda del sector inmobiliario en nuestro país se hace necesario que las empresas involucradas en el rubro y en general las industrias, sean cada vez más competitivas y eficientes, esto conlleva a mejorar cada uno de los procesos industriales con el claro objetivo de reducir costos de producción y hacer un negocio más rentable desde el punto de vista económico y del cuidado del medio ambiente.

En el presente informe se plasma un problema latente, el sobre peso de los productos en la industria plástica en especial en la industria dedicada a la fabricación de tuberías de PVC, cabe mencionar que el sobrepeso no beneficia al cliente final, ya que las tuberías con peso nominal cumplen todos los requerimientos de calidad, el sobre peso es un problema que se presenta en el proceso de extrusión siendo complejo su control por ser un proceso continuo. El exceso de peso en tuberías de PVC no beneficia al cliente por el contrario los perjudica pues las empresas pasan ese costo al usuario final, considerando un promedio de sobrepeso del 5%, aun así el fabricante se ve en la obligación de

asumir el exceso de peso cuando este es mayor al 5% siendo un problema para el fabricante.

En el siguiente informe se plantea un sistema para controlar el peso de las tuberías en el proceso, logrando mitigar el sobrepeso.

El control a realizar es un control de lazo cerrado, para el control del peso además de una base de datos para almacenar la información de cada producto con las medidas reales con las que se fabricaron.

1.2 OBJETIVOS.

- **Objetivo General**

Diseñar un sistema de control de peso para tuberías de PVC eficiente y económicamente viable.

- **Objetivos Específicos**

Controlar el peso de cada tubo producido.

Reducir el sobre peso en tuberías de PVC.

1.3 METODOLOGIA DE TRABAJO.

En el presente informe se plantea el objetivo el alcance y las limitaciones de la implementación del control de peso de tuberías de PVC, luego se realiza un estudio del proceso de fabricación de tuberías de PVC para identificar el problema y optar por una estrategia de solución, con una

propuesta técnica y económicamente viable, de fácil implementación y adaptación a los procesos de fabricación de tuberías de PVC. Por último se efectúa una evaluación de los costos para la implementación del control de peso para tuberías.

1.4 ALCANCE.

En el presente trabajo se planteara el diseño de un sistema de control de peso para tuberías de diámetros 90mm a 200mm en base a una tabla de pesos teóricos que se deben cumplir de acuerdo a la norma de fabricación que aplica para cada producto, la corrección del error se hará cada 18metros,

1.5 LIMITACIONES.

En este informe no se presentara la ingeniería de detalle, no se tomara mayor énfasis en el detalle de las instalaciones mecánicas, de los cilindros neumáticos, celdas de carga y sensores, ni cualquier otro trabajo mecánico para acondicionar la maquina existente.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 GENERALIDADES DEL PVC.

El PVC es el producto de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo a policloruro de vinilo. La resina que resulta de esta polimerización es la más versátil de la familia de los plásticos; pues además de ser termoplástica, a partir de ella se pueden obtener productos rígidos y flexibles. A partir de procesos de polimerización, se obtienen compuestos en forma de polvo o pellet, plastisoles, soluciones y emulsiones.

Además de su gran versatilidad, el PVC es la resina sintética más compleja y difícil de formular y procesar, pues requiere de un número importante de ingredientes y un balance adecuado de éstos para poder transformarlo al producto final deseado.

En 1930 B.F. Goodrich Chemical descubre que el PVC absorbe plastificante y que al procesarse se transforma en un producto flexible. Este descubrimiento hizo posible el desarrollo comercial inicial. Posteriormente con el empleo de estabilizadores más adecuados se hizo posible el desarrollo del mercado del PVC rígido; estos dos importantes desarrollos permitieron que el PVC se convirtiera en el termoplástico más versátil e importante del mercado mundial.

2.2 HISTORIA DEL PVC.

1835 Justus Von Liebig (Alemania) Sintetiza el cloruro de vinilo en un laboratorio.

1839 Victor Regnault (Francia) Describe la formación de un polvo blanco cuando una ampolleta de cristal sellado de cloruro de vinilo líquido se exponía al sol.

1860 Roald Hoffman (Polonia) Publica un informe sobre la obtención de poli bromuro de vinilo.

1872 Eugene Baumann (Alemania) Relató cómo se convertía el VCM en una masa sólida blanca: “no siendo afectada por los disolventes ni por los ácidos”.

1912 Fritz Klatte (Alemania) Estableció los principios de la fabricación industrial.

1928 Waldo Semón (EUA) Extiende una parecida a un caucho en la mesa de un laboratorio. El solo estaba buscando un adhesivo sintético para la marca B.F. Goodrich.

1932 B.F. Goodrich y General Electric desarrollan una formulación de PVC plastificado para utilizarlo como aislante eléctrico en cable y alambre.

1938 Inicia la producción de PVC a gran escala.

1950 Cinco compañías principales competían en la fabricación de PVC.

1980 Veinte compañías producían PVC. Se da el mayor desarrollo tecnológico y de comercialización del PVC a nivel mundial.

2.3 PROPIEDADES IMPORTANTES DEL PVC.

2.3.1 Forma y Tamaño de la Partícula.

Su forma es esférica y en algunos casos tiene similitud a la de una bola de algodón. El tamaño varía según se trate de resina de suspensión o de pasta. En el caso de la resina de suspensión, el diámetro de la partícula va de 40 micrones (resina de mezcla) a 80-120 micrones (resina de uso general). En el caso de resina de pasta, el diámetro de la partícula es de 0.8 a 10 micrones.

2.3.2 Porosidad de la Partícula.

Es característica de cada tipo de resina. A mayor porosidad, mayor facilidad de absorción del plastificante, acortándose los ciclos de mezclado y eliminando la posibilidad de que aparezcan “ojos de pescado” (fish eyes) en el producto terminado.

2.3.3 Peso Molecular.

Su promedio se mide indirectamente valuando la viscosidad específica en soluciones al 0.4% de nitrobenzeno o la viscosidad inherente en soluciones al 0.5% de ciclo-hexanona. En el primer caso, nos da valores de 0.30 a 0.71 y en el segundo de 0.650 a 1.348, con valor K de 50 a 75. Conforme disminuye el peso molecular, las temperaturas de procesamiento de las resinas serán más bajas serán más fácilmente procesables, las propiedades físicas en el producto terminado, tales como la tensión y la resistencia al rasgado, serán más pobres; el brillo y

la capacidad de aceptar más carga será mejor y la fragilidad a baja temperatura será menor.

2.3.4 Gravedad Específica.

Los valores típicos para la resina de suspensión tipo homopolímero son de 1.40 g/cc y para copolímeros cloruro-acetato de vinilo son de 1.36 a 1.40 g/cc. Los compuestos modifican su gravedad específica al adicionar cargas o plastificantes. El plastificante reduce el peso específico; por cada 10 partes de DOP se reduce en aproximadamente 0.02 gramos, mientras que la carga lo aumenta en función del tipo de carga de que se trate.

2.3.5 Estabilidad Térmica.

A mayor peso molecular, se tiene mayor estabilidad térmica. Durante su procesamiento, la resina se degrada al recibir calor y trabajo. La degradación se presenta en forma de amarillamiento y empobrecimiento de las propiedades mecánicas del producto. Es para evitar esto que se adicionan los estabilizadores.

2.3.6 Características de Procesabilidad.

La temperatura de fusión de la resina de suspensión homopolímero es de 140°C la de copolímero de 130°C. Al ser formuladas, las temperaturas de fusión de las resinas aumentan hasta 160°C y 180°C.

Las cargas y los plastificantes también sirven para aumentar dicha temperatura, aunque unos lo hacen con mayor efectividad que otros.

2.3.7 Propiedades Mecánicas.

2.3.7.1 Resina de Pasta.

Como resultado de la formulación de resina de pasta se obtiene el plastisol. Las principales propiedades del plastisol son la viscosidad, la dilatancia y el esfuerzo mínimo de deformación. La viscosidad, en las resinas de pasta es una característica básica, pues mediante la apropiada viscosidad se controlan los espesores y velocidades de aplicación y las características del producto terminado. Las características de flujo observadas se consideran como no-newtonianos; es decir, que la relación entre el esfuerzo cortante contra la velocidad de corte no es igual para todas las velocidades. Así, tenemos que la velocidad del recubrimiento (cms/s) contra el espesor del recubrimiento (cms) nos da la relación de corte.

El esfuerzo mínimo de deformación (valor yield) es la fuerza inicial mínima para comenzar el movimiento de un plastisol debe controlarse para cada tipo de formulación, para que no gotee y no traspase la tela.

Dilatancia es una viscosidad aparente que aumenta al aumentar la fuerza cortante; a menor cantidad de plastificante, mayor dilatación. A

altas velocidades de corte, se usa el reómetro Severs, que da valores en gr de plastisol por 100 s.

También es importante considerar que al aplicar calor a una dispersión de PVC en plastificante (plastisol), la viscosidad se eleva gradualmente y el material se transforma en sólido. Existe una temperatura óptima de fusión (175°C) a la cual se logran las propiedades óptimas de elongación y tensión.

2.3.7.2 *Resina de Suspensión.*

Como resultados de la formulación de resinas de suspensión, se obtienen compuestos en forma de polvo seco, cuando se procesan gradualmente se transforman en un líquido viscoso de características no-newtonianas, aquí también existe una temperatura óptima de fusión a la cual el líquido obtiene sus propiedades de flujo más adecuadas para realizar la operación de transformación (160°C-180°C).

2.3.8 **Propiedades Químicas.**

El PVC es soluble en ciclohexanona y tetrahidrofurano. Puede copolimerizarse con acetato de vinilo y cloruro de vinilideno, reduciéndose la temperatura de fusión. Puede post-clorarse, elevando su temperatura de distorsión. El PVC rígido, resiste a humos y líquidos corrosivos; soluciones básicas y ácidas; soluciones salinas y otros solventes y productos químicos. Tiene buena estabilidad dimensional. Es termoplástico y termosellable. Sólo arde en presencia de fuego; de

otra forma, no lo sostiene y tiene buena resistencia a los efectos del medio ambiente, principalmente al ozono.

2.3.9 Propiedades Eléctricas.

Tiene gran poder de aislamiento eléctrico. Para medirlo se usa el método de resistividad volumétrica, el que también permite controlarla. Por ejemplo, tenemos que la resina 102 EP tiene una resistividad volumétrica de $2.0 \text{ ohm cm} \times 10^{12}$, a 95°C , mientras que el compuesto Geón 11015 la tiene de $0.6 \text{ ohms-cm} \times 10^{12}$ a 95°C .

2.4 FORMULACION DEL PVC.

2.4.1 Resinas de PVC.

Existe en el mercado una gran variedad de resinas cuyas propiedades van cambiando conforme a su peso molecular, o como comúnmente se le llama, su viscosidad inherente. Este cambio en propiedades sigue una línea de conducta establecida, de tal forma que podemos enunciar en forma general que conforme el peso molecular va subiendo; las propiedades físicas de tensión, elongación, compresión, etc. van mejorando; la resistencia química a los solventes álcalis y ácidos va aumentando; la estabilidad térmica es mayor; el punto de fusión es superior; la procesabilidad se hace más difícil; la resistencia al envejecimiento es menor y la absorción de plastificante a una dureza dada es mayor.

Una forma sencilla de identificar la resina es mediante su valor K, que es una forma práctica de presentar su viscosidad inherente. Comercialmente los valores K van de 43 a 71 unidades, conforme aumenta la viscosidad aumenta el valor K. Esta es una valoración muy común en el medio. Por lo tanto, tenemos que para la formulación de un compuesto para un producto determinado, es necesario escoger las resinas conforme a los requerimientos en propiedades físicas finales, flexibilidad, procesabilidad y aplicación.

2.4.2 Plastificantes.

Se emplean para impartir flexibilidad. Cuando se formulan con homopolímeros de suspensión, se obtienen compuestos para producción de materiales flexibles. Cuando se combinan con resinas de pasta, nos dan los plastisoles para producción de otros materiales también flexibles. Químicamente los plastificantes son solventes de baja volatilidad, los cuales son incorporados en la formulación del PVC para impartirle propiedades elastoméricas de flexibilidad, elongación y elasticidad. Por lo general son líquidos, aunque muy ocasionalmente los hay sólidos. Pueden ser ésteres dibásicos, alifáticos o aromáticos, diésteres glicólicos derivados de ácidos monobásicos, poliésteres lineales, glicéridos epoxidados e hidrocarburos aromáticos de monoésteres, así como hidrocarburos alifáticos clorados.

Los plastificantes se clasifican en función de su eficacia, permanencia, flexibilidad a baja temperatura, compatibilidad y poder de solvatación en plastisoles. Entre mayor sea la polaridad, cromaticidad o grado de ramificación, mayor será el poder de solvatación y compatibilidad del plastificante. Buenas características de flexibilidad a baja temperatura se obtienen con plastificantes que sean inferiores en solvatación y compatibilidad.

En nuestro medio, el DOP, el DIDP y el DINP son empleados como plastificantes generales y para aplicaciones especiales se usan DIP, BBP, TOTM, DOA, etc. Los epoxidados son plastificantes especiales en su género pues formulados en bajas proporciones, imparten buenas propiedades a baja temperatura y estabilidad térmica a largo plazo.

2.4.3 Estabilizadores.

Se pueden clasificar como el único ingrediente indispensable en la formulación de un compuesto de PVC. Es importante mencionar que es el único ingrediente con el cual el PVC reacciona durante la fabricación del compuesto y su procesado; que seguirá en cierta forma reaccionando durante la vida útil del producto, retardando la degradación que el calor y la luz producen en el producto. Los estudios de rastreo por radio carbón han confirmado esta teoría.

Los estabilizadores pueden ser: sales organometálicas de Ba, Cd y Zn en forma de líquidos o polvos, mercapturos y carboxilatos de compuestos organoestanosos en forma de líquidos o polvos, jabones y sales de plomo, líquidos o polvos, combinaciones de estearatos de Ca y Zn atóxicos; estabilizadores organofosfitos, epoxis y algunos más que contienen nitrógeno.

En forma general, para la producción de materiales flexibles, calandreados, extruídos, moldeados y plastisoles se usan comúnmente estabilizadores de bario-cadmio (zinc). Los compuestos rígidos generalmente son estabilizados con compuestos organoestanosos y jabones y sales de plomo. Los compuestos eléctricos, aunque son flexibles, deben estabilizarse con plomo por la baja conductividad de estos.

Es importante mencionar que el zinc, a pesar de ser estabilizador, en circunstancias especiales tiene efectos perjudiciales. Algunas resinas son más sensitivas que otras al zinc, así como que éste no es tan efectivo en presencia de fosfatos y plastificantes derivados de hidrocarburos clorados.

2.4.4 Lubricantes.

Uno de los aspectos más importantes en la tecnología del PVC es la lubricación, pues está muy unida a la estabilización, sobre todo en el

procesado de los rígidos, donde la degradación durante la transformación es crítica. Existe lubricación interna, la cual se obtiene con ácido esteárico, estearatos metálicos y ésteres de ácido graso y la lubricación externa, la cual se obtiene mediante el uso de aceites parafínicos, ceras parafínicas y polietilenos de peso molecular bajo. Los lubricantes internos contribuyen a bajar las viscosidades de la fusión y a reducir la fricción entre las moléculas. Los lubricantes externos funcionan esencialmente emigrando hacia la superficie, donde reducen la fricción del plástico fundido y las paredes metálicas del extrusor, calandria, etc. Esta particularidad también es empleada para impartir propiedades finales al producto, como la de anti-adherencia (antiblocking) o de no pegafocidad (antitacking). De entre todos los lubricantes, el ácido esteárico es, con mucho, el más empleado.

2.4.5 Cargas.

Las cargas se usan con objeto de reducir costos, impartir opacidad y modificar ciertas propiedades finales, como la resistencia a la abrasión, al rasgado, etc. Los materiales empleados son generalmente productos inertes, inorgánicos y minerales; entre ellos destaca el carbonato de calcio y silicatos, como la arcilla, caolin, talco y asbesto. El carbonato de calcio es el más ampliamente usado, mientras que el asbesto se usa principalmente en la producción de loseta vinil-asbesto.

2.4.6 Pigmentos.

Los pigmentos se usan principalmente como objeto decorativo. Se utilizan pigmentos metálicos de aluminio, cobre, oro y bronce y otros metálicos combinados, como órgano-metálicos de Cd, Cu, Ba, etc. También, se emplean colorantes con el mismo objetivo. Sin embargo, los colores como el blanco y el negro son más empleados en exteriores, por sus propiedades de reflexión y absorción de la luz, como en el caso de los paneles laterales (sidings) blancos y la tubería negra.

2.4.7 Absorbedores de rayos ultravioleta.

La luz en la región de los rayos ultravioleta tiene una fracción donde hay suficiente energía de activación como para romper las ligaduras del PVC. Es debido a esta fracción con energía de activación que todo material, sin excepción, envejece, se amarillea y, en suma, se degrada. Por ello se emplea en algunas formulaciones de PVC agentes absorbentes de rayos ultravioleta, a fin de retardar el amarillamiento, puesto que el evitarlo permanentemente no es posible. Las benzofenonas y los derivados del ácido salicílico son los absorbentes más empleados.

2.4.8 Modificador de impacto.

Se emplea para aumentar la resistencia al impacto de los compuestos rígidos, creando una interface, donde el elastómero entre la resina actúa como absorbente de choque en el proceso de absorción y disipación de

energía. Es muy importante darle un trabajo apropiado al compuesto formulado para lograr una buena dispersión, pues de otra forma el producto no tendrá las propiedades deseadas. También, se emplean los modificadores de impacto en los compuestos flexibles con objeto de que éstos puedan retener los grabados efectuados por operaciones de post-formado. Los materiales empleados como modificadores de impacto pueden ser el ABS, el polietileno clorado, el acrilato de butadieno, el estireno, los acrílicos, etc.

2.4.9 Modificadores de viscosidad.

Su aplicación es exclusiva para plastisoles y se emplean para bajar, regular y conservar la viscosidad de éstos, ya que los plastisoles, con el tiempo incrementan su viscosidad a niveles no adecuados de operación. Estos modificadores son esencialmente agentes surfactante que imparten por naturaleza efectos lubricantes y son comúnmente del género de los ésteres grasos del etilen-glicol.

2.5 PRODUCCION DEL PVC.

Las resinas de PVC se pueden producir mediante cuatro procesos diferentes: Suspensión, emulsión, masa y solución. Con el proceso de suspensión se obtienen homopolímeros y copolímeros y es el más empleado, correspondiéndole cinco octavas partes del mercado total. El proceso se lleva a cabo en reactores de acero inoxidable por el método de cargas la tendencia es hacia reactores de 15,000 Kilogramos.

En la producción de resinas de este tipo se emplean como agentes de suspensión la gelatina, los derivados celulósicos y el alcohol polivinílico, en un medio acuoso de agua purificada o de aereada. Algunas veces se hace necesaria el agua desmineralizada. Los catalizadores clásicos son los peróxidos orgánicos. Este tipo de resinas tiene buenas propiedades eléctricas.

Con el proceso de emulsión se obtienen las resinas de pasta o dispersión, las que se utilizan para la formulación de plastisoles. Las resinas de pasta pueden ser homopolímeros o copolímeros; también se producen látices. En este proceso se emplean verdaderos agentes surfactantes derivados de alcoholes grasos, con objeto de lograr una mejor dispersión y como resultado un tamaño de partícula menor.

Dichos surfactantes tienen influencia determinante en las propiedades de absorción del plastisol. La resina resultante no es tan clara ni tiene tan buena estabilidad como la de suspensión, pero tampoco sus aplicaciones requieren estas características. El mercado de esta resina es de dos octavos del total de la producción mundial.

La producción de resina de masa se caracteriza por ser de “proceso continuo”, donde sólo se emplean catalizador y agua, en ausencia de agentes de suspensión y emulsificantes, lo que da por resultado una resina con buena estabilidad. El control del proceso es muy crítico y por consiguiente la calidad

variable. Su mercado va en incremento, contando en la actualidad con un octavo del mercado mundial total.

La polimerización de las resinas tipo solución se lleva a cabo precisamente en solución, y a partir de este método se producen resinas de muy alta calidad para ciertas especialidades. Por lo mismo, su volumen de mercado es bajo.

Dentro de la producción de resinas, tenemos varios procesos para modificar las propiedades de las mismas. La copolimerización es uno de ellos, y tiene por objeto obtener temperaturas de fusión menores, lo que es especialmente benéfico para procesos de inyección, soplado y compresión. Los terpolímeros de vinilo-acetato son especialmente adecuados sobre todo si se necesita resistencia al impacto.

Otro proceso de modificación de las propiedades de las resinas es el de post-cloración. Este consiste en la adición de cloro a la molécula de PVC, hasta un 66-68% de cloro. Este nivel de cloro adicional permite que se eleve la temperatura de distorsión de la resina, lo cual hace posibles nuevas aplicaciones, principalmente conducir líquidos con temperaturas hasta de 80°C.

También existen los “composites” que son ligas que se hacen con objeto de mejorar las propiedades físicas del PVC, mezclándolo con fibra de vidrio o con fibras naturales como la seda, la lana o el algodón.

2.6 PROCESADO DEL PVC.

2.6.1 Extrusión.

El equipo es original de la industria hulera, y consiste en un tornillo sinfin dentro de un barril, en cuyo extremo se encuentra un dado que da forma a un sin número de perfiles rígidos y flexibles, tales como cintas, cordones, mangueras, tubos rígidos, perfiles rígidos para ventanas, puertas, cancelería, etc. En este equipo también se obtienen mediante un dado plano películas y láminas similares a las obtenidas por calandreo, aunque en dimensiones y volumen de producción menor. En este proceso se emplean exclusivamente resinas de suspensión homopolímeros y copolímeros.

2.6.2 Inyección.

Este proceso también emplea casi exclusivamente las resinas de suspensión, aunque hubo equipo diseñado para emplearse con plastisol. Consiste en un tornillo sinfin que empuja el compuesto de PVC fundido hacia un molde que debe ser completamente llenado.

A partir de este proceso se fabrica una gran variedad de artículos como tapas para licuadoras, goggles, manubrios de bicicletas, conexiones para tubería rígida, etc., pero principalmente para calzado completo y zapato tennis, productos de gran demanda.

2.6.3 Soplado.

Es un proceso combinado de extrusión y soplado para producir artículos huecos, donde se aprovecha el mismo principio que para la producción de botellas de vidrio. Es un proceso crítico e interesante para compuestos a base de homopolímero de suspensión.

2.6.4 Vaciado.

El molde caliente es llenado y vaciado formando una película de espesor dependiente de la temperatura del molde. Posteriormente se aplica más temperatura para que la película cure adecuadamente y se extrae a mano el objeto moldeado. Los productos típicos de este proceso son las cabezas de muñeca.

CAPITULO III

IDENTIFICACION Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

3.1 SOBRE PESO EN TUBERIAS DE PVC.

Las Normas Técnicas Peruanas e internacionales contemplan valores de espesores calculados para que las tuberías cumplan todas las pruebas y ensayos de calidad a los que son sometidos incluyendo el factor de seguridad.

El sobrepeso en tuberías de PVC no beneficia al usuario final pues con el peso exacto la tubería de PVC cumple con todas las exigencias de calidad de las Normas Técnicas, convirtiéndose el sobrepeso de tuberías de PVC en un problema exclusivamente del fabricante, siendo las empresas que fabrica las tuberías de PVC los que asume el costo del sobrepeso, estos se ve afectados al tener sobrepeso elevado, las empresas que controlan y minimizan el sobrepeso son las que a la larga serán las más rentables porque el margen de utilidad será mayor, se deduce entonces que el sobrepeso en tuberías de PVC no beneficia al usuario final y tampoco a los fabricantes, es común en las plantas de tuberías de PVC tener ya un valor de sobrepeso aceptado que esta alrededor del 5%.

3.2 FABRICACION DE TUBERIAS DE PVC.

La Fabricación de Tuberías de PVC se realiza mediante el proceso de extrusión, este proceso necesita que el material ingrese a la extrusora en polvo o granos de PVC, la materia prima para la fabricación de tuberías de PVC por lo general se recibe de un proceso anterior ya sea de mezclado (PVC en polvo) o de Granulado (PVC en granos) ambos procesos envían el PVC a temperaturas variables entre 60 y 80°C.

La masa de PVC es comprimida y expulsada de la extrusora hacia el molde por el efecto de la rotación de los tornillos, tomando la forma del molde, para nuestro caso el de un tubo de PVC, al salir del molde el tubo de PVC toma las medidas de diámetro y espesor dentro de la tina de calibración, donde es forzado a tomar el diámetro del calibrador, mediante el sistema de vacío y el espesor de pared que se obtiene variando la velocidad del equipo de arrastre, dentro de la tina de calibración el tubo de PVC es enfriado por un circuito de aspersión de agua a 15°C saliendo de este equipo ya con las medidas finales.

Hay aspectos como la variación de la temperatura de entrada de la materia prima, el empuje proporcionado por los tornillos que interfieren en el flujo del PVC dentro del barril, volviéndolo ligeramente variable, esto se ve reflejado en el peso y los espesores de las tuberías, las tuberías se ven afectadas en un incremento o disminución del peso, para no verse afectadas con la disminución del peso (sería producto no conforme), los operarios programan las máquinas para producir con espesor de pared de tubería ligeramente superior a la

norma, para mitigar la variación de la densidad hacia el lado de bajo espesor. Sobre pasando los valores cuando la densidad cambien en el sentido contrario.

3.3 EQUIPOS DEL PROCESO DE EXTRUSION DE TUBERIAS DE PVC.

3.1.1 Extrusora

La extrusora es una maquina que procesa el PVC en forma de granos o polvo, este material es extruido dentro del Barril por el Husillo, para ser comprimido y luego el PVC ya en pasta es expulsado hacia el moldeo es aquí donde se le dan las medidas al tubo de PVC, el Tubo de PVC sale a 180°C aproximadamente de este proceso.



Figura N°. 3.1 Extrusora Bi tornillo cónico de 72mm

3.1.2 Tina de Calibración.

En esta máquina es donde la tubería de PVC toma las medidas finales (diámetro exterior), para ello consta de un sistema de vacío y otro de enfriamiento, constituidas por bombas de vacío y bombas de agua respectivamente.

3.1.3 Arrastre.

Esta máquina es la encargada de extraer la tubería de PVC a una velocidad constante, de esta máquina depende el espesor y el peso de la tubería., consta de un sistema motriz constituido por un motor de CA y un variador de frecuencia, para mantener la velocidad constante en todo el proceso.

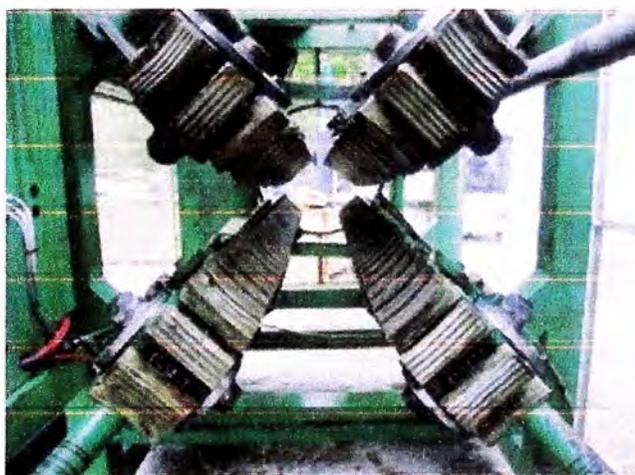


Figura N° 3.2 Equipo de arrastre para tuberías de PVC

3.1.4 Medida.

Este equipo es la encargada de contar la longitud de la tubería para realizar el corte a una longitud programada.

3.1.5 Corte.

Esta máquina es la encargada de cortar las tuberías de acuerdo a la señal eléctrica recibida por el equipo de medida.

3.1.5 Apilado.

Estructura para la recepción de tuberías que están saliendo del proceso.

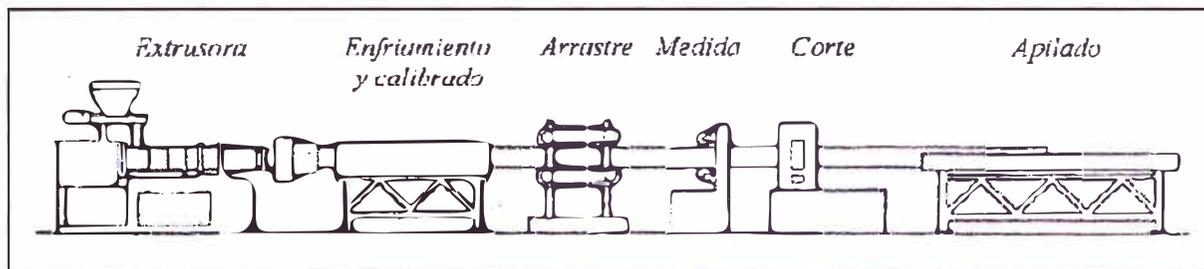


Figura N° 3.3 Equipamiento para la fabricación de tuberías de PVC

Ver detalle de maquinas en anexo 5

CAPITULO IV

ESTRATEGIA PARA LA SOLUCION DEL PROBLEMA.

4.1 ESTRATEGIA.

El control que se propone es pesar cada tubo al final del proceso y corregir el inmediato posterior, pero esto no es posible de realizar ya que una línea de fabricación de tuberías de PVC consta de 18m aproximadamente del final de la extrusora (donde sale el tubo a 180°C) hasta el final de la cortadora donde ya la tubería tiene las medidas finales de espesor, longitud y peso, siendo posible la medición de peso y espesores en esta parte del proceso, mas no la corrección. La corrección se hará a la salida de la extrusora debido a que en esta parte del proceso se pueden dar las medidas de peso y espesor.

La distancia que hay entre la medición y el control es aproximadamente 18m, teniendo en la línea del proceso ya 3 a 4 tuberías de las mismas características de la que se está pesando, la corrección se hará sobre el sexto tubo.

4.2 EQUIPOS INSTALADOS.

En las plantas de producción de tuberías de PVC se cuenta con toda la línea de producción ya instalada, para realizar el control es necesario acondicionar estos equipos para trabajar con el nuevo controlador, básicamente en la conexión del variador de frecuencia del equipo de arrastre, y realizar modificaciones mecánicas en el apilador, es ahí donde se instalarán las celdas de carga, los cilindros neumáticos y los sensores necesarios para el control de peso.

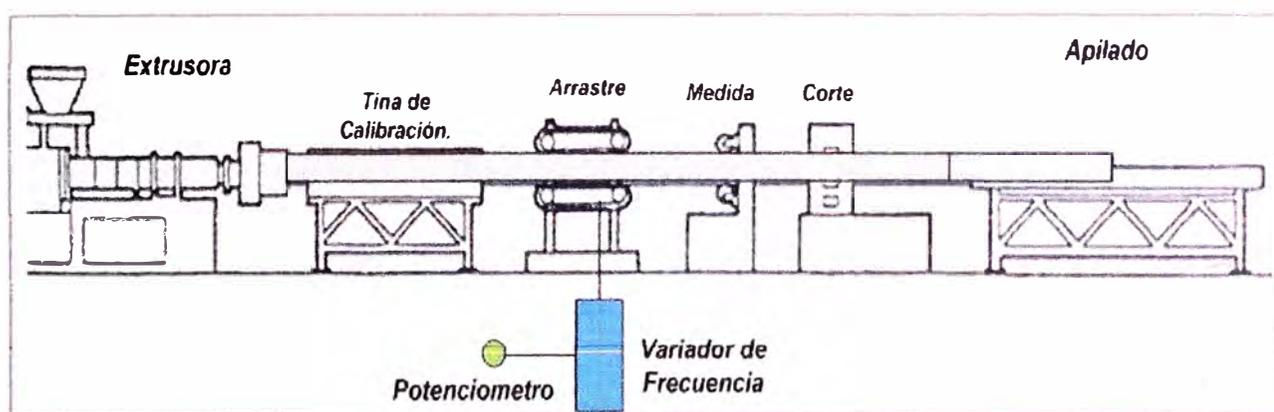


Figura N° 4.5 Equipos Comunes Usados para la Fabricación de Tuberías de PVC.

4.2.1 Variador de Frecuencia.

En la máquina de arrastre, está instalado el variador de frecuencia, que ya está calculada para la potencia y velocidades necesarias del proceso, en el presente trabajo se hará uso solo de la señal de control del variador que es una señal de 0 – 10VDC, esto hace que la frecuencia varíe entre 0 – 60 Hz

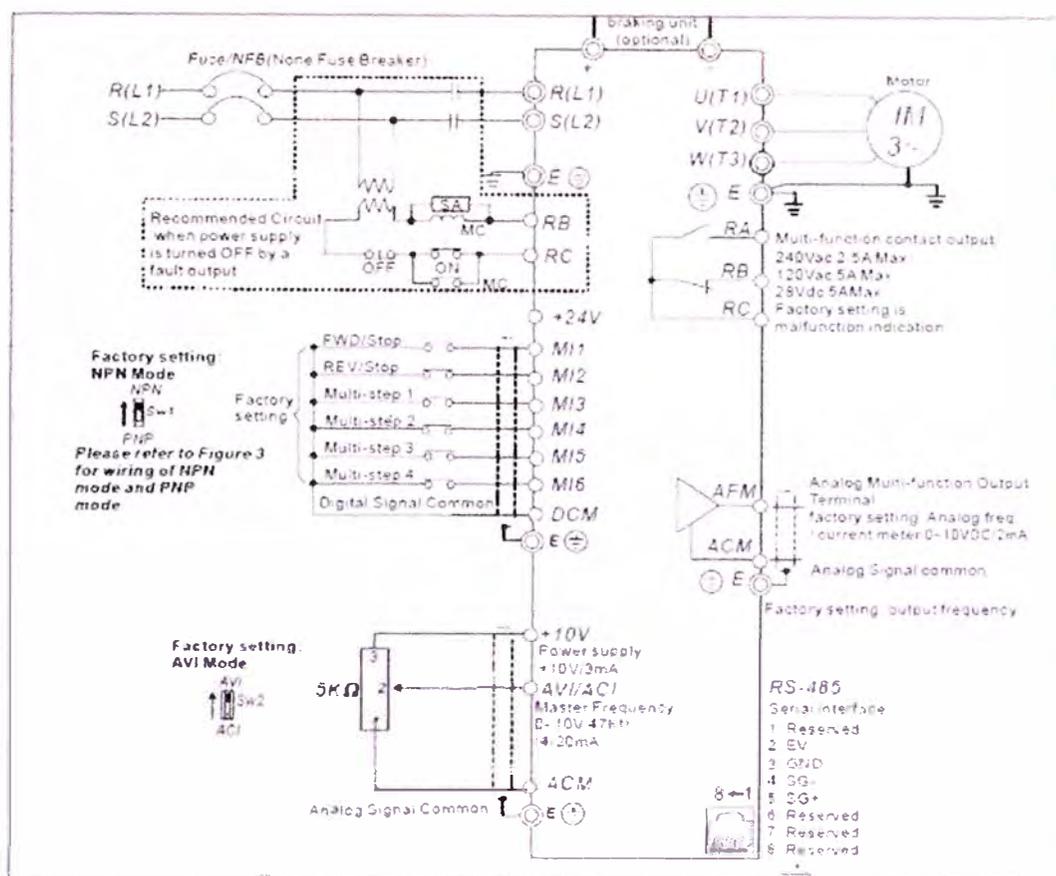


Figura N° 4.6 Diagrama de Conexiones de un Variador de Frecuencia

4.3 EQUIPOS NECESARIOS.

4.3.1 Celdas de Carga.

Una celda de carga es un transductor que es utilizado para convertir fuerza en una señal eléctrica. Esta conversión es indirecta y se realiza en dos etapas. Mediante un dispositivo mecánico, la fuerza que se desea medir deforma una galga extensiométrica. La galga extensiométrica convierte el (desplazamiento) o deformación en señales eléctricas. Una celda de carga por lo general se compone de cuatro galgas extensiométricas conectadas en una configuración tipo puente de

Wheatstone. La señal eléctrica de salida es típicamente del orden de mili voltios y debe ser amplificada mediante un amplificador de instrumentación antes de que pueda ser utilizada. La salida del transductor se conecta en un algoritmo para calcular la fuerza aplicada al transductor.

Las celdas de carga presentan diferentes configuraciones geométricas, trabajan en rangos desde pocos gramos hasta cientos de toneladas. La precisión de cada celda varía desde las comerciales hasta las científicas. Normalmente son acero o aluminio.

4.3.2 Controlador Lógico Programable.

Un PLC se puede definir como un sistema basado en un microprocesador. Sus partes fundamentales son la Unidad Central de Proceso (CPU), la Memoria y el Sistema de Entradas y Salidas (E/S). La CPU se encarga de todo el control interno y externo del PLC y de la interpretación de las instrucciones del programa. En base a las instrucciones almacenadas en la memoria y en los datos que lee de las entradas, genera las señales de las salidas. La memoria se divide en dos, la memoria de solo lectura o ROM y la memoria de lectura y escritura o RAM.

La memoria ROM almacena programas para el buen funcionamiento del sistema.

La memoria RAM está conformada por la memoria de datos, en la que se almacena la información de las entradas y salidas y de variables internas y por la memoria de usuario, en la que se almacena el programa que maneja la lógica del PLC.

El sistema de Entradas y Salidas recopila la información del proceso (Entradas) y genera las acciones de control del mismo (salidas). Los dispositivos conectados a las entradas pueden ser Pulsadores, interruptores, finales de carrera, termostatos, presostatos, detectores de nivel, detectores de proximidad, contactos auxiliares, etc. Al igual, los dispositivos de salida son también muy variados: Pilotos, relés, contactores, Drives o variadores de frecuencia, válvulas, etc.

Las entradas y salidas (E/S) de un PLC son digitales, analógicas o especiales. Las E/S digitales se identifican por presentar dos estados diferentes: on u off, presencia o ausencia de tensión, contacto abierto o cerrado, etc. Los niveles de tensión de las entradas más comunes son 5 VDC, 24 VDC, 48 VDC y 220 VAC. Los dispositivos de salida más frecuentes son los relés.

Las E/S análogas se encargan de convertir una magnitud analógica (tensión o corriente) equivalente a una magnitud física (temperatura, flujo, presión, etc.) en una expresión binaria. Esto se realiza mediante

convertidores analógico-digitales (ADC's). Por último, las E/S especiales se utilizan en procesos en los que con las anteriores E/S vistas son poco efectivas, bien porque es necesario un gran número de elementos adicionales, bien porque el programa necesita de muchas instrucciones o por protocolos especiales de comunicación que se necesitan para poder obtener el dato requerido por el PLC (HART, Salidas de trenes de impulso, motores paso a paso).

4.3.2.1 Funcionamiento del PLC.

Cuando se pone en marcha el PLC lo primero que este realiza es una lista de chequeos internos para permitir que todo desde el inicio este en buenas condiciones y todo esté debidamente conectado (Power Supply, conexiones de entradas y salidas).

Una vez efectuadas estas comprobaciones y son aprobadas, la CPU inicia la exploración del programa y reinicializa. Esto último si el autómata se encuentra en modo RUN (marcha), ya que de estar en modo STOP (paro) aguardaría, sin explorar el programa, hasta la puesta en RUN. Al producirse el paso al modo STOP o si se interrumpe la tensión de alimentación durante un tiempo lo suficientemente largo, la CPU detiene la exploración del programa y luego pone a cero, es decir, desactiva todas las salidas. Mientras se está ejecutando el programa, la CPU realiza en intervalos continuos de tiempo distintas funciones de diagnóstico (watch-dog). Cualquier singularidad que se detecte se mostrará en los indicadores de diagnóstico del procesador y

dependiendo de su importancia se generará un código de error o se parará totalmente el sistema. El tiempo total del ciclo de ejecución viene determinado por los tiempos empleados en las distintas operaciones. El tiempo de exploración del programa es variable en función de la cantidad y tipo de las instrucciones así como de la ejecución de subrutinas. El tiempo de exploración es uno de los parámetros que caracteriza a un PLC y generalmente se suele expresar en milisegundos por cada mil instrucciones. Para reducir los tiempos de ejecución, algunas CPU's constan de dos o más procesadores que operan simultáneamente y están dedicados a funciones específicas.

4.3.2.2 Programar la memoria interna del PLC.

Para programar un PLC se necesita una interfaz entre el operador y el PLC para introducir en la memoria de usuario el programa con las instrucciones que definen las secuencias de control. Normalmente esta interfaz se lleva a cabo a través de software instalado en Computadores personales (PC). Dependiendo del tipo de PLC el equipo de programación produce unos códigos de instrucción directamente ejecutables por el procesador o bien un código intermedio, que es interpretado por un programa residente en el procesador (firmware).

Las funciones de estos equipos o software de programación son la edición y modificación del programa, detección de errores, archivamiento de programas (discos duros) y monitoreo en línea de

variables. La conexión del PC al PLC comúnmente se realiza mediante una conexión en serie (generalmente la RS-232C o la RS-422). Hoy en día existen distintos puertos disponibles según la marca del PLC.

4.3.3 Electroválvulas.

Una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería. La válvula está controlada por una corriente eléctrica a través de una bobina selenoidal.

Una electroválvula tiene dos partes fundamentales: el solenoide y la válvula. El solenoide convierte energía eléctrica en energía mecánica para actuar la válvula.

Existen varios tipos de electroválvulas. En algunas electroválvulas el solenoide actúa directamente sobre la válvula proporcionando toda la energía necesaria para su movimiento. Es corriente que la válvula se mantenga cerrada por la acción de un muelle y que el solenoide la abra venciendo la fuerza del muelle. Esto quiere decir que el solenoide debe estar activado y consumiendo energía mientras la válvula deba estar abierta.

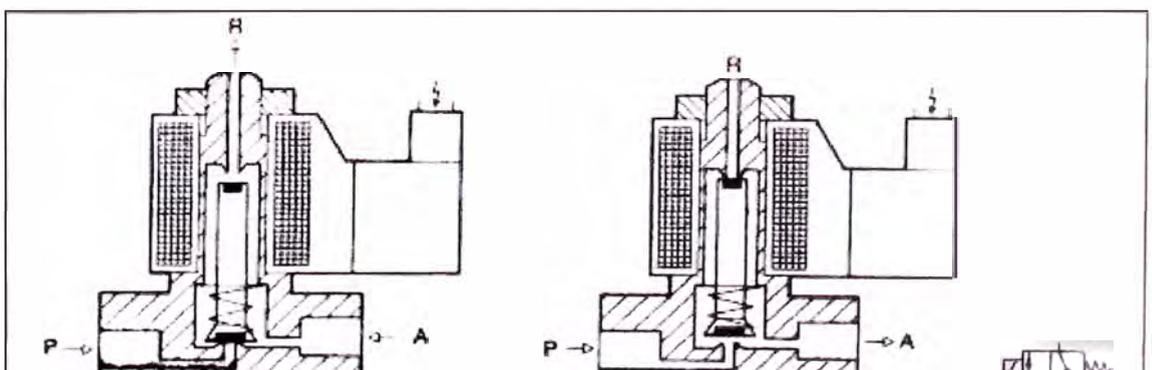


Figura N° 4.1 Válvula distribuidora 3/2 (de mando electromagnético)

4.3.4 Sensores Capacitivos.

La función del detector capacitivo consiste en señalar un cambio de estado, basado en la variación del estímulo de un campo eléctrico. Los sensores capacitivos detectan objetos metálicos, o no metálicos, midiendo el cambio en la capacitancia, la cual depende de la constante dieléctrica del material a detectar, su masa, tamaño, y distancia hasta la superficie sensible del detector. Los detectores capacitivos están contruidos en base a un oscilador RC. Debido a la influencia del objeto a detectar, y del cambio de capacitancia, la amplificación se incrementa haciendo entrar en oscilación el oscilador. El punto exacto de ésta función puede regularse mediante un potenciómetro, el cual controla la realimentación del oscilador. La distancia de actuación en determinados materiales, pueden por ello, regularse mediante el potenciómetro. La señal de salida del oscilador alimenta otro amplificador, el cual a su vez, pasa la señal a la etapa de salida. Cuando un objeto conductor se acerca a la cara activa del detector, el objeto actúa como un condensador. El cambio de la capacitancia es significativo durante una larga distancia. Si se aproxima un objeto no conductor, (>1) solamente se produce un cambio pequeño en la constante dieléctrica, y el incremento en su capacitancia es muy pequeño comparado con los materiales conductores.

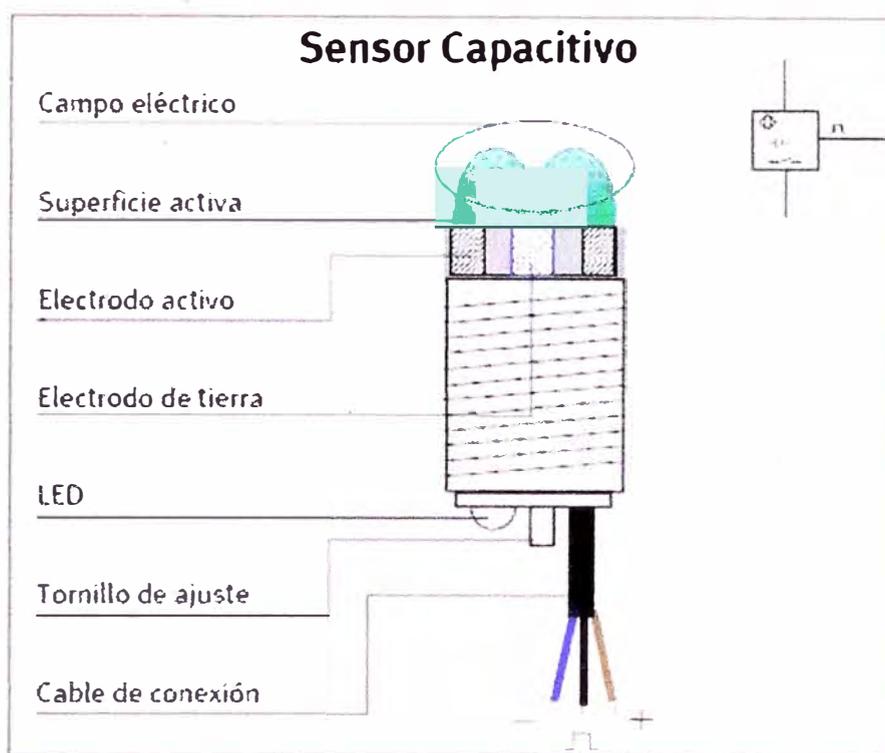
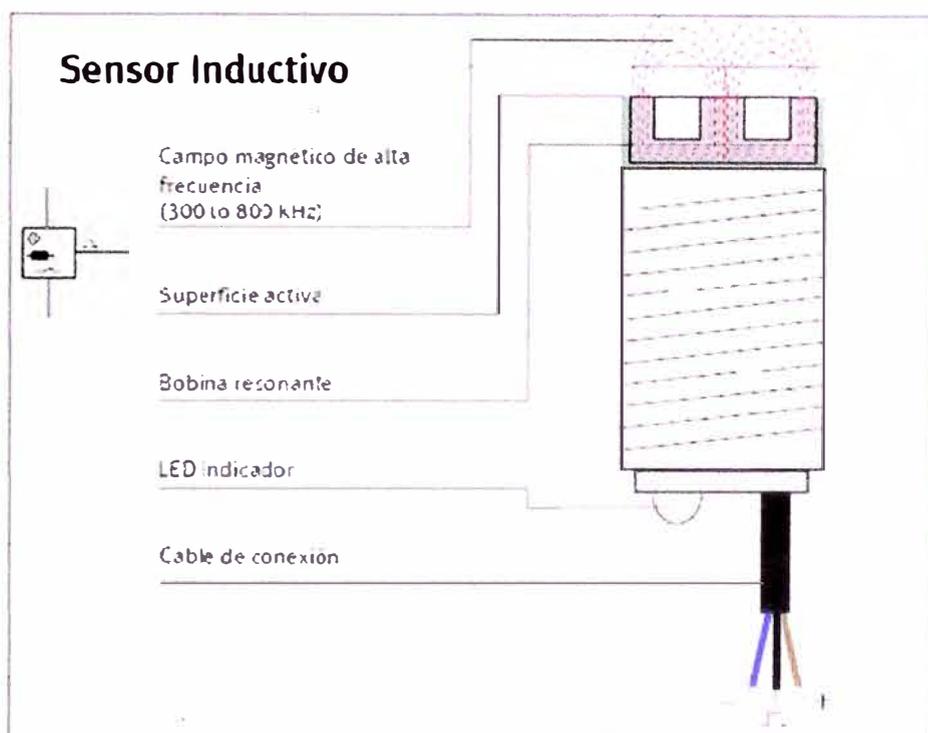


Figura N° 4.2 Sensor Capacitivo.

4.3.5 Sensores Inductivos.

Los sensores inductivos de proximidad han sido diseñados para trabajar generando un campo magnético y detectando las pérdidas de corriente de dicho campo generadas al introducirse en él los objetos de detección férricos y no férricos. El sensor consiste en una bobina con núcleo de ferrita, un oscilador, un sensor de nivel de disparo de la señal y un circuito de salida. Al aproximarse un objeto "metálico" o no metálico, se inducen corrientes de histéresis en el objeto. Debido a ello hay una pérdida de energía y una menor amplitud de oscilación. El circuito sensor reconoce entonces un cambio específico de amplitud y genera una señal que conmuta la salida de estado sólido o la posición "ON" y

"OFF". El funcionamiento es similar al capacitivo; la bobina detecta el objeto cuando se produce un cambio en el campo electromagnético y envía la señal al oscilador, luego se activa el disparador y finalmente al



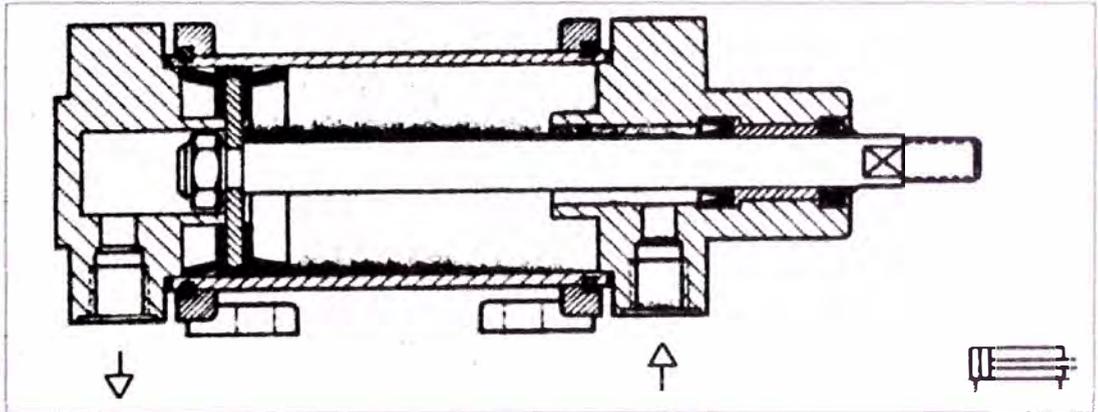
circuito de salida hace la transición entre abierto o cerrado.

Figura N° 4.3 Sensor Inductivo.

4.3.6 Cilindros neumáticos.

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. También en este caso, sirven de empaquetadura los labios y émbolos de las membranas.

Figura N°4.4 Cilindro Neumático de Doble efecto

4.4 EQUIPOS A USAR.

Para el presente diseño del control se usaran los siguientes equipos:

4.4.1 Celda de Carga.

- **Marca** HBM – RCSA.
- **Tipo** RCSA C1.
- **Capacidad** 50Kg.



Figura N° 4.7 Celda de Carga

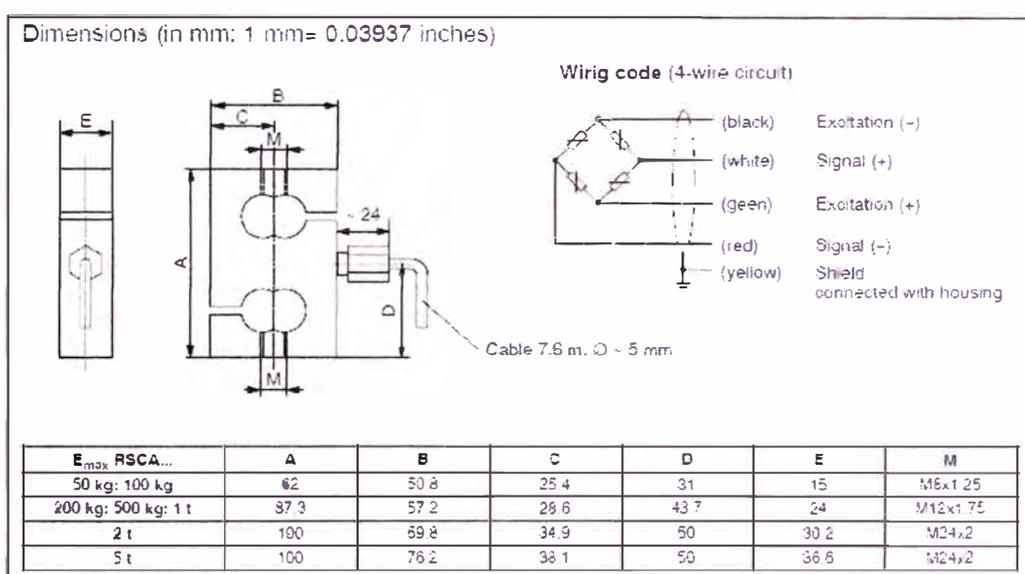


Figura N° 4.8 Dimensiones de la Celda de Carga

4.4.2 Amplificador de Señal.

- **Marca** **DPF SENSORS**
- **Modelo** **FORCEFLEX**
- **Entrada** **1 – 4 celdas de carga (350Ω)**
- **Sensibilidad** **0.8 – 3 mV/V**
- **Salida** **0..20, 4..20 mA., 0..10, 0..5 VDC**



Figura N° 4.9 Amplificador de señal

4.4.3 PLC.

Para el diseño práctico se elige el OPLC de la marca UNITRONICS, modelo VISION 130, por ofrecer un PLC y un grafico HMI (interface maquina hombre), en un solo equipo compacto, además del beneficio del presupuesto, espacio en gabinete y simplifica del cableado.

Para la programación utiliza el software VisiLogic que es un software libre.

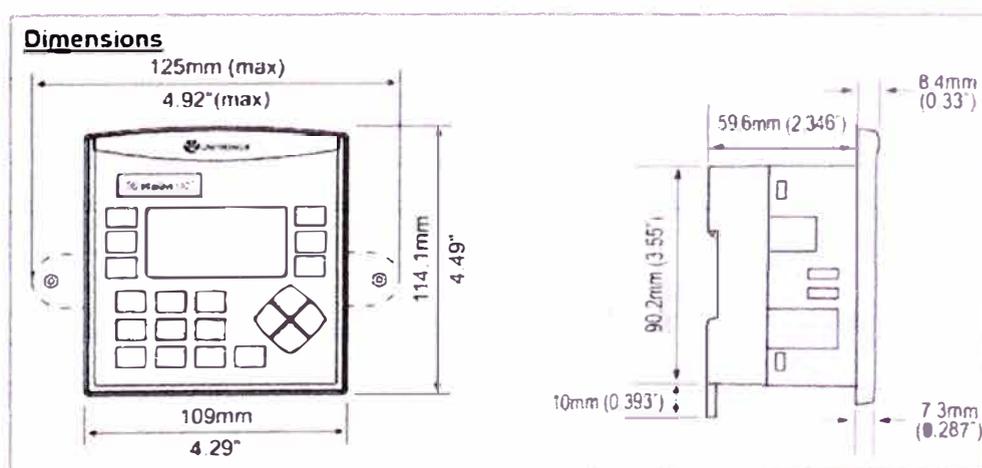


Figura N° 4.10 Dimensiones del OPLC

4.4.4 Electroválvula.

- Marca: FESTO
- Modelo : MFH-5-¼

4.4.5 Sensor Inductivos.

- Marca: AUTONICS.
- Modelo : PR12-4DP

4.4.6 Sensor Capacitivo.

- Marca : AUTONICS
- Modelo : CR18-8DP

4.4.7 Cilindro Neumático.

- Marca : FESTO
- Modelo : DSBF-C-80-200-PPVA-N3-R (cilindro de doble efecto)
- Medidas: 80x200mm.

4.5 DIAGRAMA DE CONEXIONADO DE EQUIPOS.

A continuación se detalla pictóricamente la interconexión de los equipos con la línea de producción existente, para realizar el control de peso.

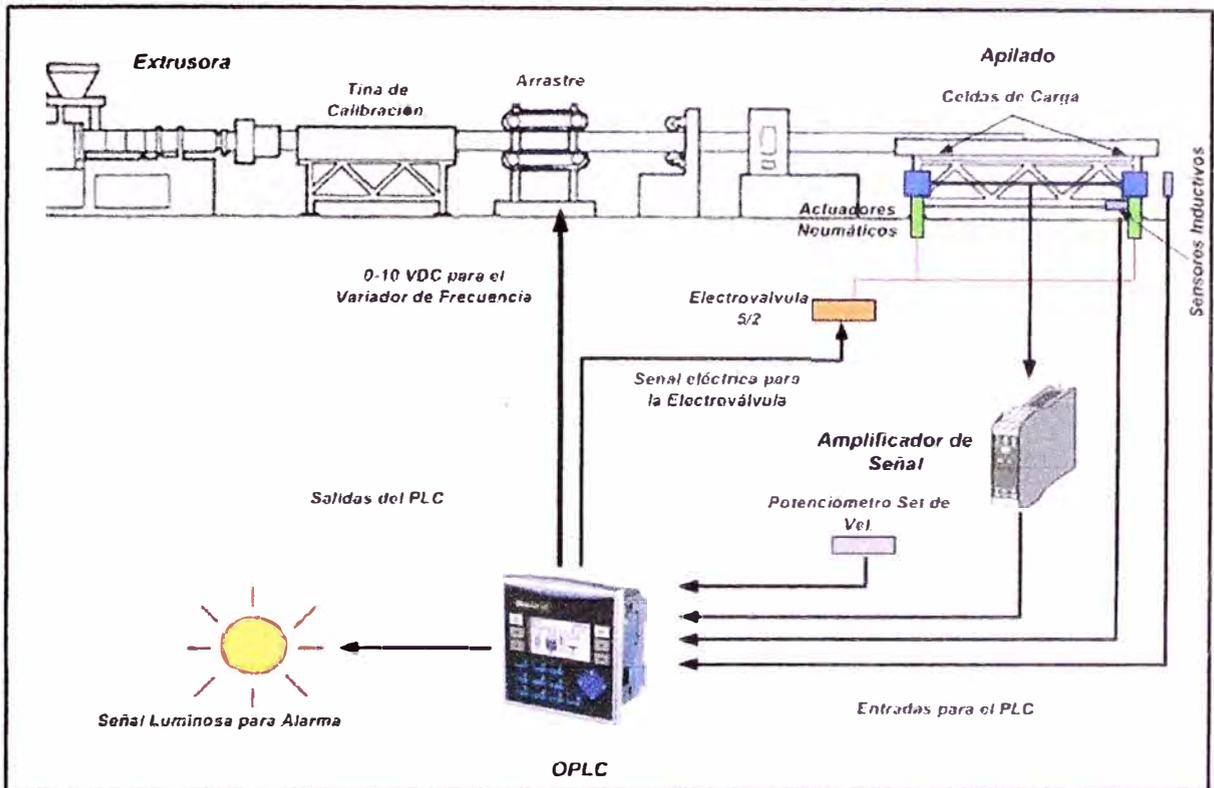


Figura N° 4.11 Diagrama pictórico de la interconexión de los equipos en la línea de producción.

4.6 TRATAMIENTO DE SEÑALES ANALOGAS.

4.6.1 Entradas Análogas

4.6.1.1 *Celda de carga.*

- *Salida nominal de las celdas.*

Su salida se representa en mili voltios por voltios (mV/V); que es un indicador de las celdas de carga que nos indica la señal de salida máxima con respecto a la excitaciones. Por ejemplo si la excitación es de 5Vdc y la celda de carga es de 50Kg con una salida de 2mV/V, entonces cuando se le aplique 50kg, la señal de salida será de 10mv

+señal de cero (señal que arroja la celda sin aplicarle carga en la plataforma).

Ejemplo

Una plataforma con 1,5mv de señal de cero, con una celda de 50kg con salida de 2mV/V se excita con 5V y se le aplica 25kg, ¿Cual es la señal resultante?

$$\text{Ext.} = 5 \text{ V}$$

$$\text{Cap. Max} = 50 \text{ kg}$$

$$\text{Salida} = 2 \text{ mV/V}$$

$$\text{Peso Aplicado} = 25 \text{ kg}$$

$$\text{Señal de cero} = 1,5 \text{ mV}$$

$$\text{Señal resultante} = ?$$

$$\text{Salida Nominal} = \text{Ext} * \text{Salida}$$

$$\text{Salida Máxima} = \text{Salida Nominal} + \text{Señal de Cero}$$

$$\text{Salida Máxima} = \left(5V * 2 \frac{\text{mV}}{\text{V}} \right) + 1.5\text{mV} = 11.5\text{mV}$$

$$\text{Señal Resul} = ((\text{sal Nom} * \text{Peso Aplicado}) / \text{Cap. Max.}) + \text{Señal Cero}$$

$$\text{Señal Resul} = (10\text{mV} * 25\text{Kg}) / 50\text{Kg} + 1.5\text{mV} = 6.5\text{mV}$$

La celda de carga cumple la siguiente función

$$f_{(x)} = KX + C \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

$$F_{(x)} \qquad \text{Señal resultante (mV)}$$

K	:	Constante del sensor (mV/Kg)
C	:	Constante de peso muerto (mV)
X	:	Peso en Kg

De la hoja técnica del sensor de carga (ver anexo 1) observamos

La factibilidad de aplicar la ecuación anterior para obtener el peso con un error de no linealidad de $\pm 0.1000\%$ de CN (0.002mV) el error en peso será de 10 gramos el valor de K para nuestra celda de carga será: $K=0.2\text{mV/Kg}$, para obtener el valor de C (valor de peso muerto) será necesario realizar la medición de la celda instalada este valor representara el peso de la estructura que estará sobre la celda de carga cuando no haya producto para pesar.

- *Señal del amplificador.*

La señal de las celdas de carga será procesada por el amplificador de señal, ingresando a esta la señal de 0 a 10mV, y la salida será de 4-20 mA. Para ingresar al PLC, además de ello el amplificador FORCEFLEX permite realizar la calibración fina del CERO y el SPAN, cuyo detalle esta en el anexo 2 (ajuste y Calibración), la calibración se realiza dentro del amplificador esta debe ser realizada por personal calificado, solo se hará al momento de la instalación, sin embargo se realizara una sub rutina de calibración que se realizara por software en el OPLC para que la calibración pueda ser realizada por el operario de la línea. Cuando observe que el peso no corresponde, es común que las celdas de carga varíen en su funcionamiento por diferentes factores

como la temperatura, la humedad, etc. Para ello se incluirá la ventana de calibración en el OPLC.

4.6.1.2 Potenciómetro Set de Velocidad.

La señal de set de velocidad la proporcionara un potenciómetro multivuelta de $5K\Omega$ el cual está alimentado con la fuente de 10V del variador de frecuencia, permitiendo así hacer la variación de 0-10VDC el cual ingresara directamente al PLC.

4.6.2 Salidas Análogas

4.6.2.1 Salida para el variador de frecuencia.

La salida análoga para el variador de frecuencia es una señal de 0-10Vdc que será conectada directamente al variador de frecuencia. Este permitirá realizar la variación la frecuencia del motor de 0- 60Hz,

4.6.3 Conversión Análogo - Digital y Digital - Análogo

El OPLC VISON V130-33-TA-24, cuenta con 2 entradas análogas y 2 salidas análogas configurables (ver anexo 3), para la conversión análoga digital utiliza el método de Voltaje Frecuencia cuyo detalle de conversión se puede ver en el anexo 4

Se configura las señales análogas en:

Entradas análogas	Mode Fast, Resolución 12 Bit
Salida Análoga	12Bit

4.7 CALIBRACIÓN POR SOFTWARE.

La calibración por software se realizara en una ventana en el OPLC donde será necesario ingresar por el teclado, el valor máximo (o próximo al máximo) de la capacidad de la celda de carga, además de ello poner una pesa patrón de la capacidad ingresada por teclado, sobre las celdas.

En el programa se realizara la siguiente asignación de valores a las variables:

- 1° dejar vacía las celdas y activar La tecla CERO (F1), se asigna el valor de las celdas de carga (valor de peso muerto) en la variable X0.
- 2° Ingresar el valor por teclado en SPAN (valor de la pesa patrón).
- 3° Presionar la tecla SPAN (F2) se asigna el valor de SPAN al P1, además de ellos se asigna el valor de la celda a X1., obteniendo la siguiente grafica.

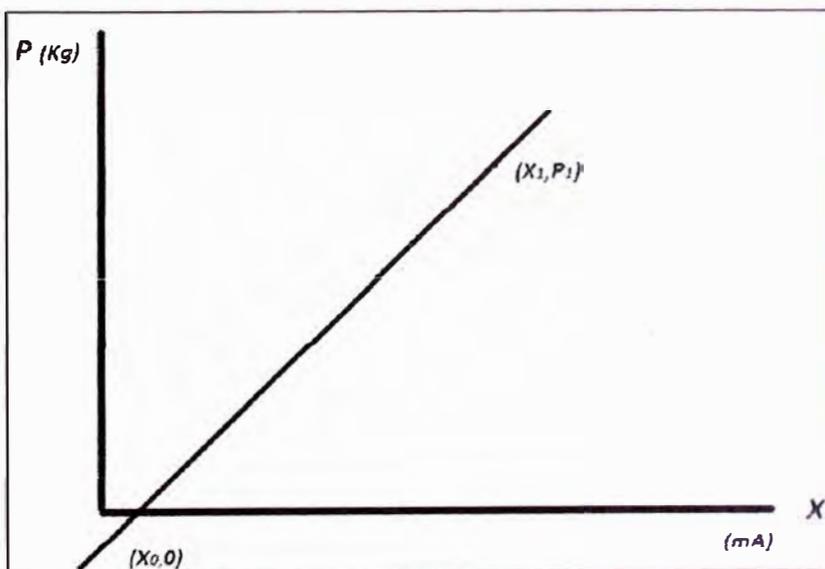


Figura N° 4.13 Grafica Señal de entrada y peso

4° Con los puntos obtenidos $(X_0,0)$, (X_1,P_1) se calcula la ecuación para calcular el peso real, para cualquier valor dentro del rango que se desea pesar.

$$P = \frac{P_1}{X_1 - X_0} (X - X_0) \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

P: Peso (Kg)

P_1 : Valor nominal de la pesa patrón (Kg)

X_1 : Salida del amplificador de señal cuando se está pesando la pesa patrón (mA)

X_0 : Salida del amplificador de señal cuando esta vacío (mA).

X : Salida del amplificador de señal (mA).

La ecuación (2) para ser procesada en el programa es necesario digitalizar la señal de la entrada analógica y luego linealizarla para ser procesada todas las variables en la misma unidad.

4.8 DESIGNACION DE OPERANDOS.

A continuación se detalla la designación de los operandos a usar en la programación.

Tabla N° 4.1 Operando usados para realizar el programa

	Operando	Dirección	Descripción	Comentario
Bit de Memoria	MB	1	Solenoide	
	MB	2	Pesar	
	MB	4	Botador	
	MB	5	Inicio de Calculo	
	MB	10	Alarma	
Memoria Entero	MI	0	Span (P1)	P1 Ingresado por el usuario
	MI	1	Señal Span	X1 señal del amplificador linealizar el SPAN
	MI	2	Salida Variador	
	MI	3	Peso	Valor de la entrada análoga que se almacena en MI3 14BITS
	MI	4	Peso 1	
	MI	5	Peso 2	
	MI	6	Peso 3	
	MI	7	Señal Linealizado	Se linealiza MI3 en Gramos el valor
	MI	8	VI Linealizada	Se linealiza la velocidad para convertir en RPM el valor de MI10
	MI	9	PP	Peso Promedio de las 3 pesadas realizadas
	MI	10	Set Velocidad	Valor de la entrada análoga que se almacena en MI10 14BITS
	MI	11	PT	Peso del Tubo ingresado por el usuario
	MI	13	110% PT	
	MI	14	90% PT	
	MI	15	% de sobre peso	% de Sobre Peso Permitido
	MI	16	SP	Sobre peso expresado en Gramos
	MI	17	100%PT	
	Temporizador	T	1	pausa para peso
T		2	Tiempo Botador	Tiempo para actuar el botador después de guardado el peso
Contador	C	1	Cuenta de Peso	Contador para almacenar los pesos
Entradas	I	0	Manual/automático	Selector
	I	1	Tubo en Posición de Pesado	Sensor Inductivo
	I	2	Presencia de Tubo	Sensor capacitivo
Salidas	O	0	Solenoide	Electroválvula para levantar el tubo para ser pesado
	O	1	Botador	Electroválvula que actúa para botar los tubos después de ser pesados
	O	2	Luz de Alarma	Luz que se activa cuando el peso esta fuera de rango

4.9 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA.

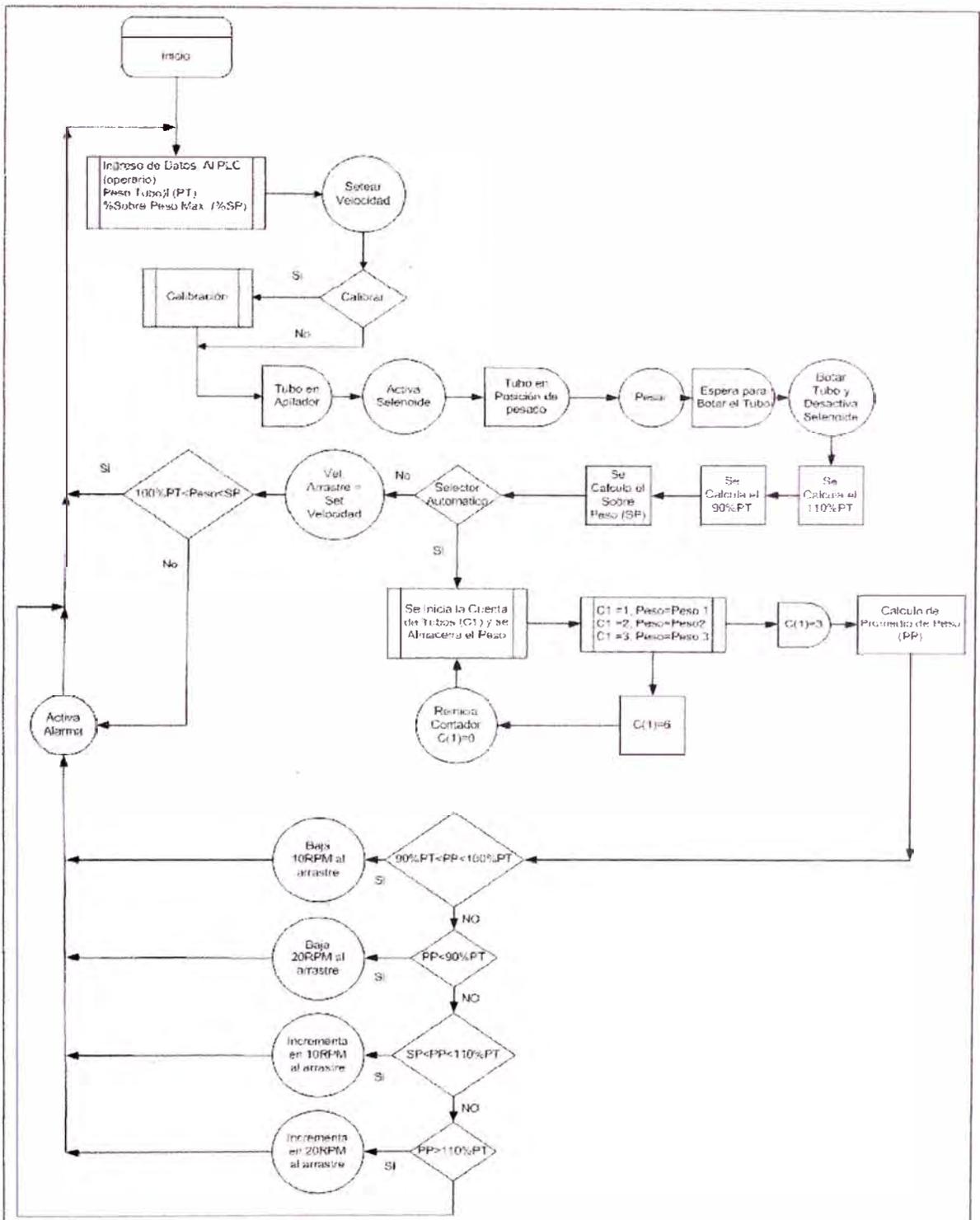


Figura N° 4.12 Diagrama de Flujo del Programa para el PLC

4.10 CONFIGURACION DE HARDWARE

4.9.1 Entradas Análogas.

Las entradas análogas se configuran en modo rápido, para este modo la conversión análoga digital se hace a 12 bits.

- El peso ingresa por la entrada análoga 3 y el valor digitalizado a 12 bits es guardado en la memoria entera MI3.
- La Referencia de Velocidad ingresa por la entrada análoga 2 digitalizado a 12 bits y es guardado en la memoria entera MI10

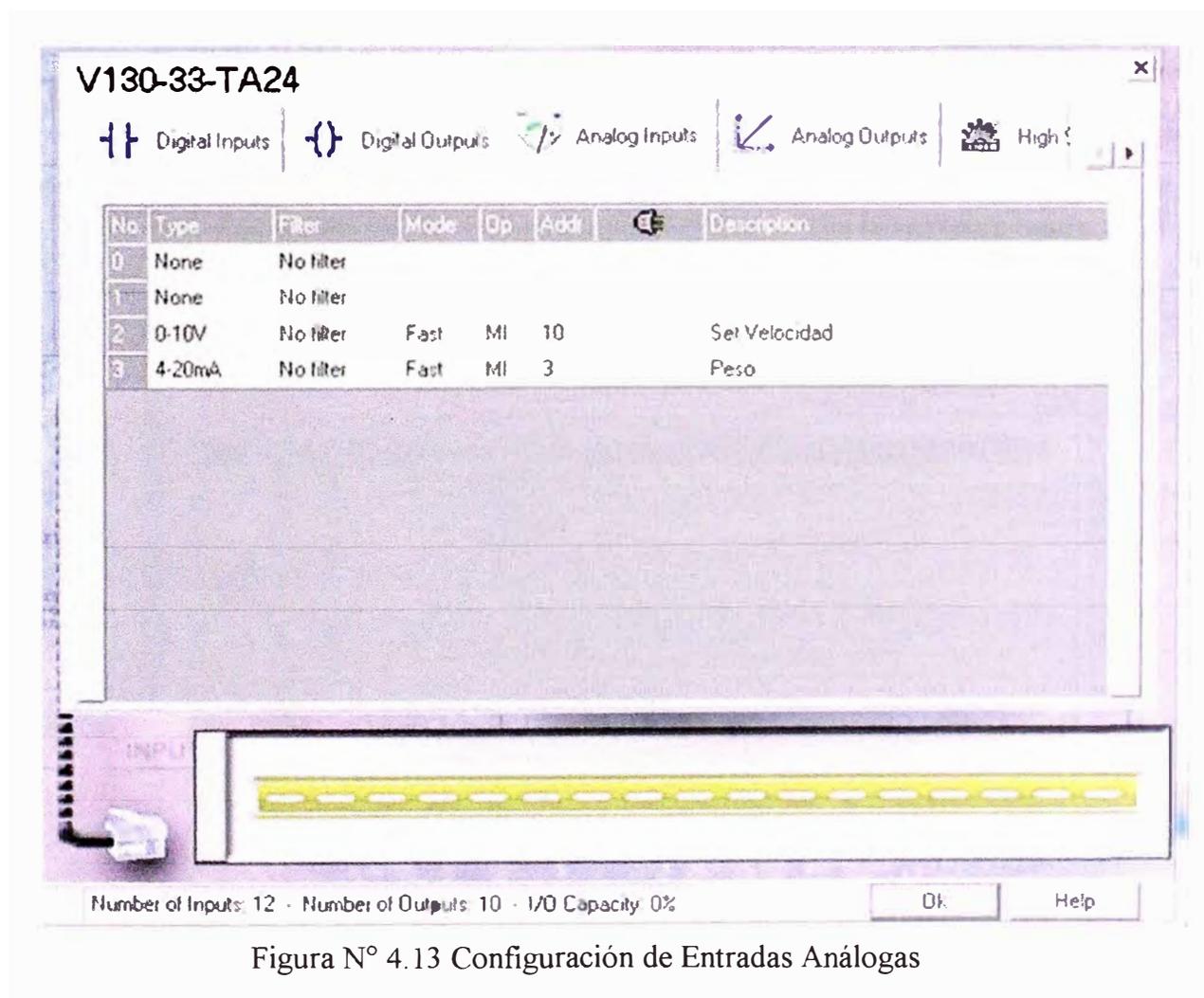


Figura N° 4.13 Configuración de Entradas Análogas

4.9.2 Entradas Digitales.

Las entradas digitales se configuran como se ve en la siguiente figura.

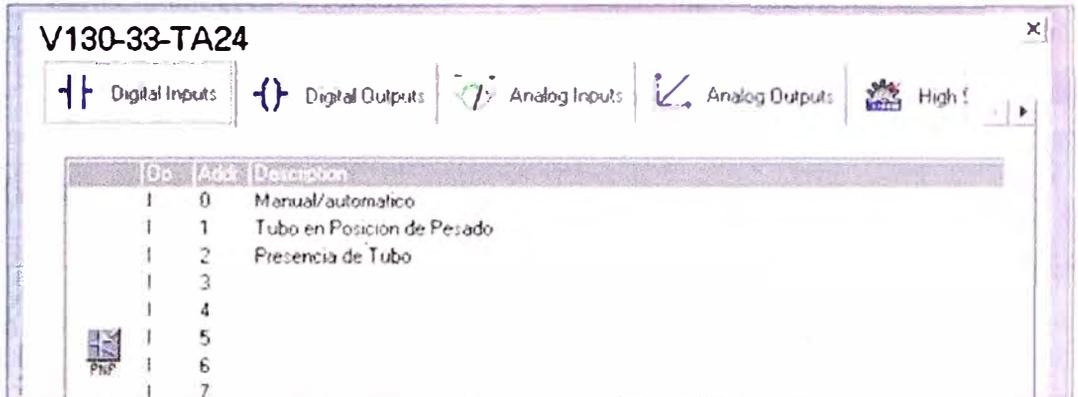


Figura N° 4.14 Configuración de Entradas Digitales

4.9.3 Salidas Digitales.

Las salidas digitales se configuran como se ve en la siguiente figura.

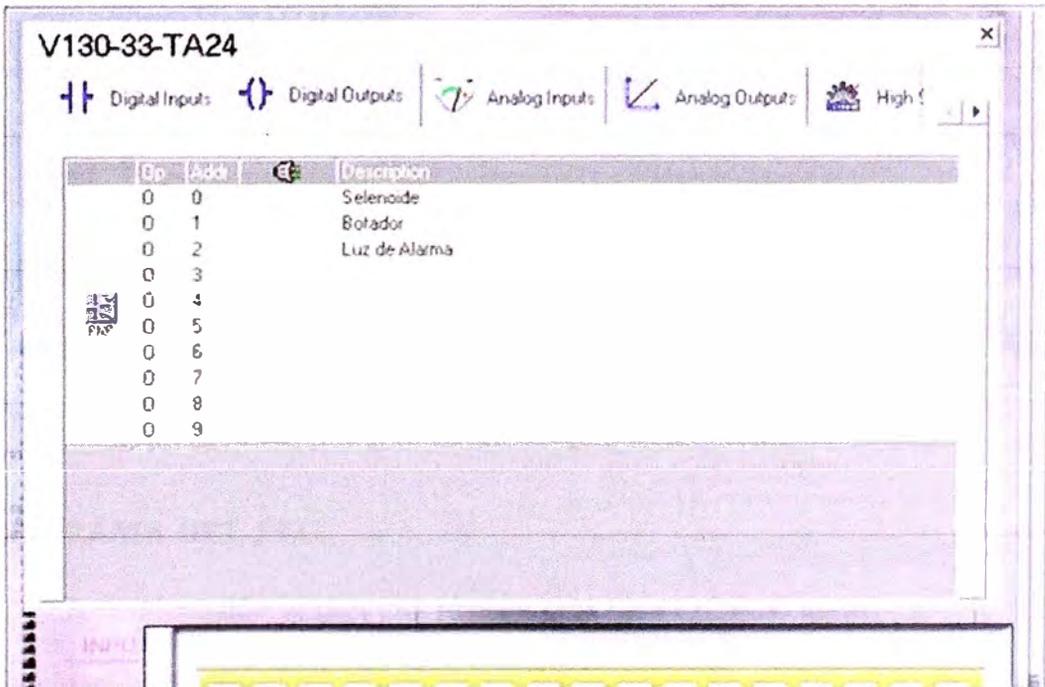


Figura N° 4.15 Configuración de salidas digitales

4.9.4 Salidas Análogas.

La salida análoga se configura de 0-10V de salida con el conversor digital análogo 12 bits cuyo valor está almacenado en MI20, como se ve en la siguiente figura.

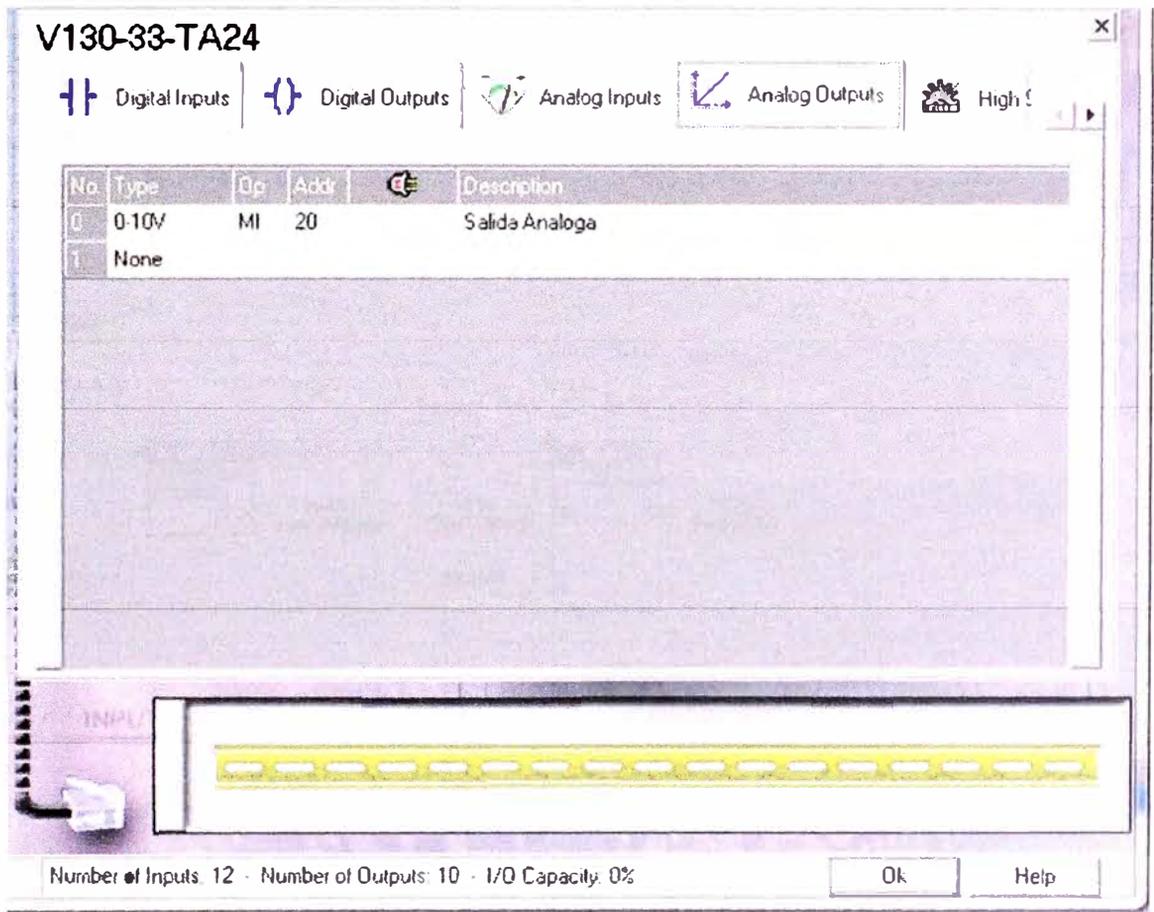
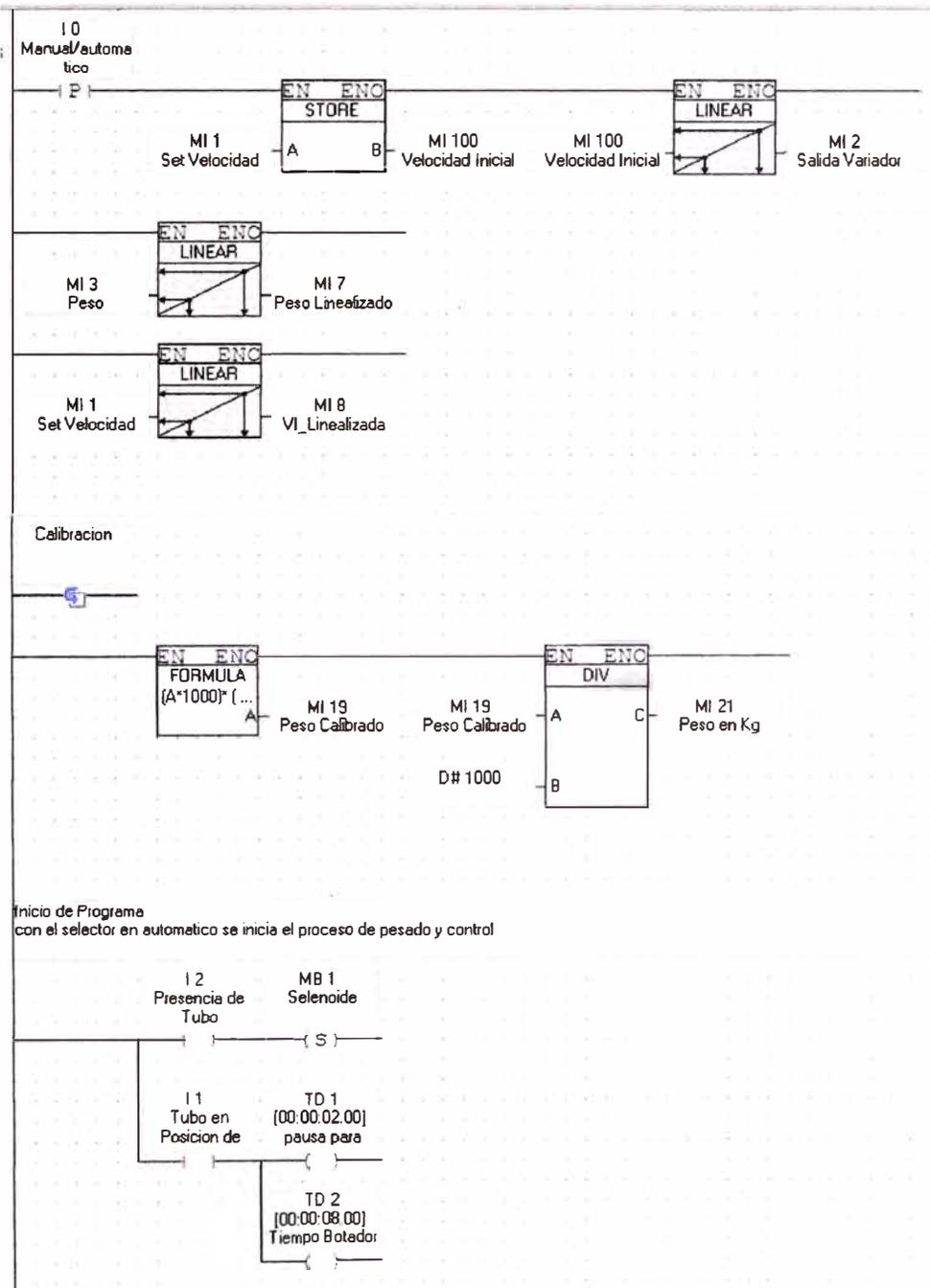


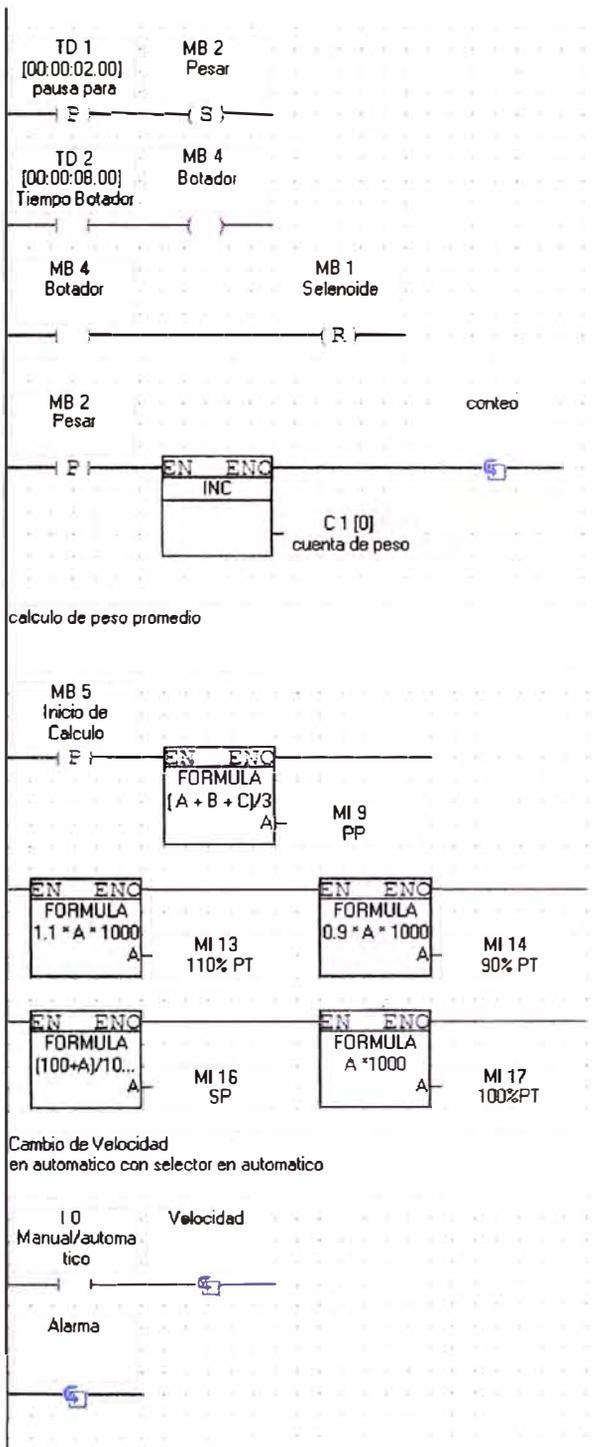
Figura N° 4.16 Configuración de salida Análoga.

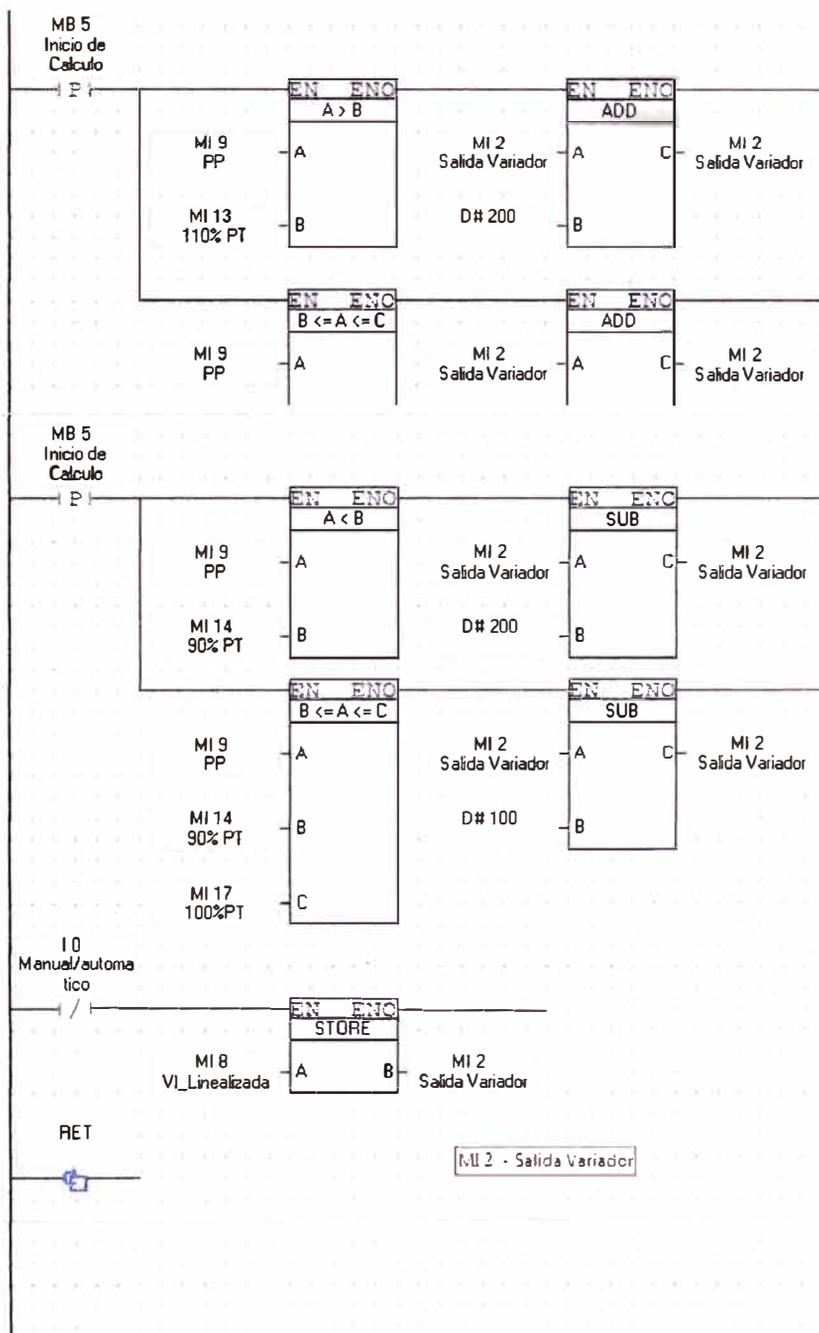
4.11 PROGRAMA DEL PLC.

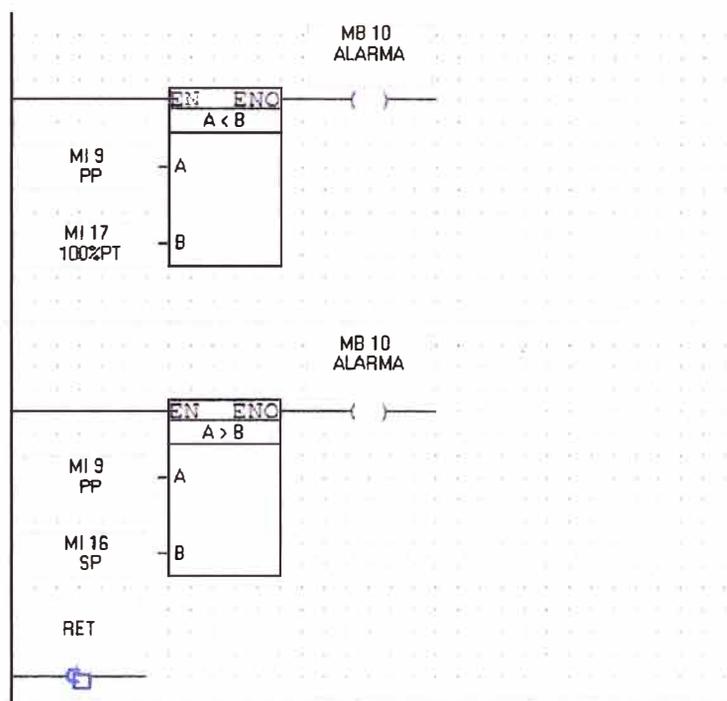
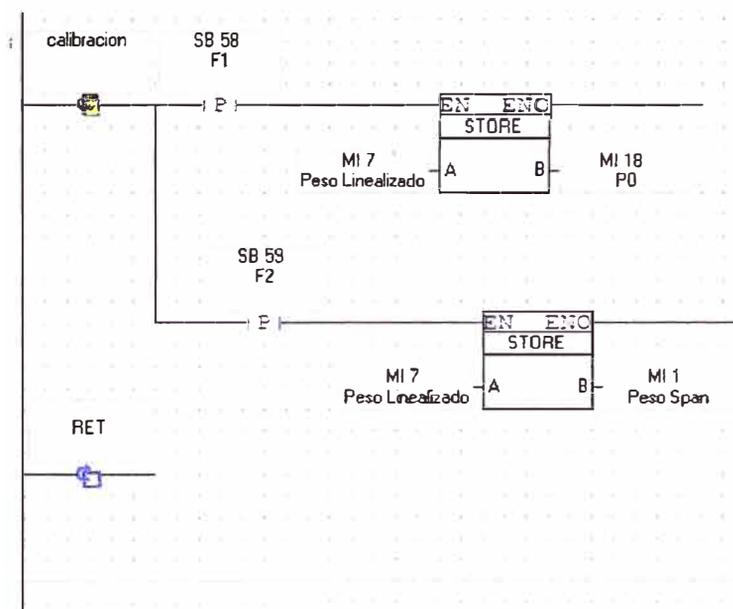
A continuación se presenta el programa para el OPLC en lenguaje de programación ladder.

4.10.1 Programa Principal.





4.10.2.2 *Cambio de Velocidad.*

4.10.2.3 *Alarma.*4.10.2.4 *Calibración.*

4.10.3 HMI.

El OPLC cuenta con un HMI integrado el cual se usara para el ingreso de datos necesarios para el control estos datos serán ingresados por los operarios cuando inicien de la producción.

4.6.3.1 *Pantalla Principal.*

En esta pantalla se ingresa el peso teórico del tubo (peso nominal), en Kg y el porcentaje de sobre peso máximo (%).



Figura 4.13. Pantalla principal del HMI

4.10.3.2 *Pantalla de Calibración.*

En esta pantalla se ingresa el peso de la pesa patrón en Kg, (SPAN) y se procede con la calibración de peso muerto (P_0) y el pesado de la pesa patrón.



Figura 4.14. Pantalla de Calibración del HMI

CAPITULO V

COSTOS.

5.1 INVERSION INICIAL.

Para el inicio del proyecto se estima la siguiente estructura de costos.

Tabla 5.1 estructura de costos para la inversión.

ESTRUCTURA DE COSTOS PARA LA IMPLEMENTACION DEL CONTROLADOR DE PESO				
Equipos	0MES	1MES	2MES	
OPLC	-\$1,290.00			
Celdas de carga	-\$1,500.00			
Amplificador de señal	-\$239.00			
Sensores	-\$60.00			
Fuente	-\$50.00			
Lámpara Luminosa	-\$25.00			
Tablero eléctrico	-\$200.00			
Electroválvula	-\$203.00			
Cilindro Neumático	-\$382.00			
Accesorios neumáticos	-\$277.00			
Adicionales	-\$800.00			
Especialista - Mantenimiento				
Ingeniería	-\$4,500.00			
Técnico eléctrico	-\$2,000.00	-\$200.00	-\$200.00	
Técnico Mecánico	-\$1,000.00			
	-\$12,526.00	-\$200.00	-\$200.00	

5.2 EVALUACION COSTO BENEFICIO.

Para la evaluación costo beneficio se tomara en cuenta el rendimiento promedio de maquinaria dedicada a la fabricación de tuberías de PVC para los tubos de los diámetros que se incluyen en el presente trabajo.

Tabla N° 5.2 Rendimiento de extrusoras para la fabricación de tuberías de PVC de diámetro
90 – 200mm

<i>Marca y Modelo de maquina</i>	<i>Capacidad de Producción</i> <i>(Kg/h)</i>
Cincinnati Extrusión - Konos 72 R	550
Krauss Maffei - KMD 90	600
Bausano - MD90	500
Liansu - LSE80/156	550
Battenfeld - BEX 2-107-25	600
Weber - DS 10.6	600
<i>Rendimiento Promedio</i>	567

El rendimiento promedio de las principales maquinas dedicadas a la fabricación de tuberías de PVC en el mercado nacional es de 567 Kg/h.

Tabla N° 5.3 Peso de tuberías de PVC normalizadas de diámetro 90 – 200mm

Diámetro (mm)	Tipo de Tubos de PVC	Serie	Peso (Kg)	Sobre Peso Actual 5% (Kg)	Sobre Peso con el controlador 2% (Kg)
90	Presión	PN - 5	5.462	0.273	0.109
		PN - 7.5	8.091	0.405	0.162
		PN - 10	10.421	0.521	0.208
110	Alcantarillado	S-25			0.000
		S-20	9.650	0.483	0.193
		S-16.7	9.650	0.483	0.193
	Presión	PN - 5	8.192	0.410	0.164
		PN - 7.5	11.990	0.600	0.240
		PN - 10	15.692	0.785	0.314
160	Alcantarillado	S-25	14.168	0.708	0.283
		S-20	17.619	0.881	0.352
		S-16.7	20.610	1.031	0.412
	Presión	PN - 5	17.465	0.873	0.349
		PN - 7.5	25.291	1.265	0.506
		PN - 10	33.162	1.658	0.663
200	Alcantarillado	S-25	21.595	1.080	0.432
		S-20	26.993	1.350	0.540
		S-16.7	32.336	1.617	0.647
	Presión	PN - 5	27.033	1.352	0.541
		PN - 7.5	39.779	1.989	0.796
		PN - 10	51.688	2.584	1.034

Tabla N° 5.4 Análisis para el cálculo del beneficio

Rendimiento de maquina en la fabricación de tubos de PVC (Kg/h al 70% de la capacidad Nominal)	Producción (Kg/Mes)	Costo del PVC procesado (USD \$/Kg)	Sobre Peso (5%) actual (Kg/Mes)	Sobre Peso (2%) Con controlador (Kg/Mes)	Perdida por Sobre Peso (UDS \$ /Mes))		Ahorro(\$/Mes)
					5%	2%	
417.9	217308.00	1.8	10865.40	4346.16	\$19,557.72	\$7,823.09	\$11,734.63

Para el cálculo del ahorro se considera que la maquina trabaja 20 horas al día durante 26 días al mes, se considera que las maquinas trabajaran al 70% de su capacidad nominal (del promedio calculado en la tabla N° 5.2), todas estas limitaciones para compensar las horas de no funcionamiento por cambio de medida, también considerando que no se trabajan los fines de semana, además de ello se está estimando que el sobre peso con el controlador será solo del 2% pudiendo setear el controlador para trabajar con sobre peso de 0%, se estima para el cálculo el 2% de sobre peso para evitar errores en la operación y ya con cierta destreza los operadores en un futuro podrán trabajar con sobre peso de 0%, con todas estas consideraciones se estima que el ahorro será de USD \$11,734.63.

5.3 INDICADORES ECONOMICO FINANCIERO.

Tabla N°5.5 Indicadores Financieros

ÍNDICADORES ECONÓMICOS - FINANCIEROS				
INVERSIÓN	0MES	1 MES	-----	12MES
Inversión Inicial	-\$12,526.00			
Costos de soporte		-\$200.00	-----	-\$200.00
	-\$12,526.00	-\$200.00	-----	-\$200.00
RETORNO DE LA INVERSIÓN		1 MES	-----	12MES
Ahorro por sobre Peso		\$11,734.63	-----	\$11,734.63
GANANCIA	-\$12,526.00	\$11,534.63	-----	\$11,534.63
INDICADORES				
VAN	\$31,620.75	Tasa 20 % anual		
TIR		92%		
Relación Beneficio /Costo		3.96		

La evaluación costo-beneficio del proceso se ha realizado solamente para una línea de producción de tuberías de PVC a pesar de que la mayoría de empresas en el mercado nacional cuenta con más de una línea de producción de las mismas características.

De acuerdo a los indicadores financieros la inversión inicial se recupera al 2 mes, siendo la aplicación del controlador de peso en tiempo real completamente viable.

El VAN positivo indica que a una tasa de costo de capital de 20% anual el valor recuperado es de \$ 31,620.75, La TIR de 92% indica que el controlador de peso genera mayor valor, que seguir trabajando en las condiciones actuales, La relación Beneficio- Costo confirma que los ingresos o retornos de la inversión son mayores a los egresos que genera la implementación del controlador de peso en tiempo real.

CONCLUSIONES

- El Proceso de producción de tubería de PVC es continuo, pero para poder medir la variable a controlar se debe esperar a que el producto llegue al final de la línea, quedando de 4 a 5 productos ya formados en la línea, por lo que no se emplea controles convencionales como el PID, debido a que la corrección del error no es instantánea.
- Para evitar errores en el control se van a pesar 3 tubos consecutivos, y luego se sacara el promedio para realizar el control se concluye que la corrección del error será cada 6 productos.
- De los indicadores Económico – Financiero se concluye que la implementación del controlador de peso de tuberías es económica mente viable con un VAN de \$ 31,260.75 con una tasa de 20% anual, TIR 92%, se concluye que la inversión inicial retornara al cabo de 2 meses.
- Se concluye que el controlador será un gran soporte en el control de calidad del proceso pues se tendrá la inspección de cada producto a diferencia que actualmente se realiza un muestreo por cada turno.

BIBLIOGRAFIA

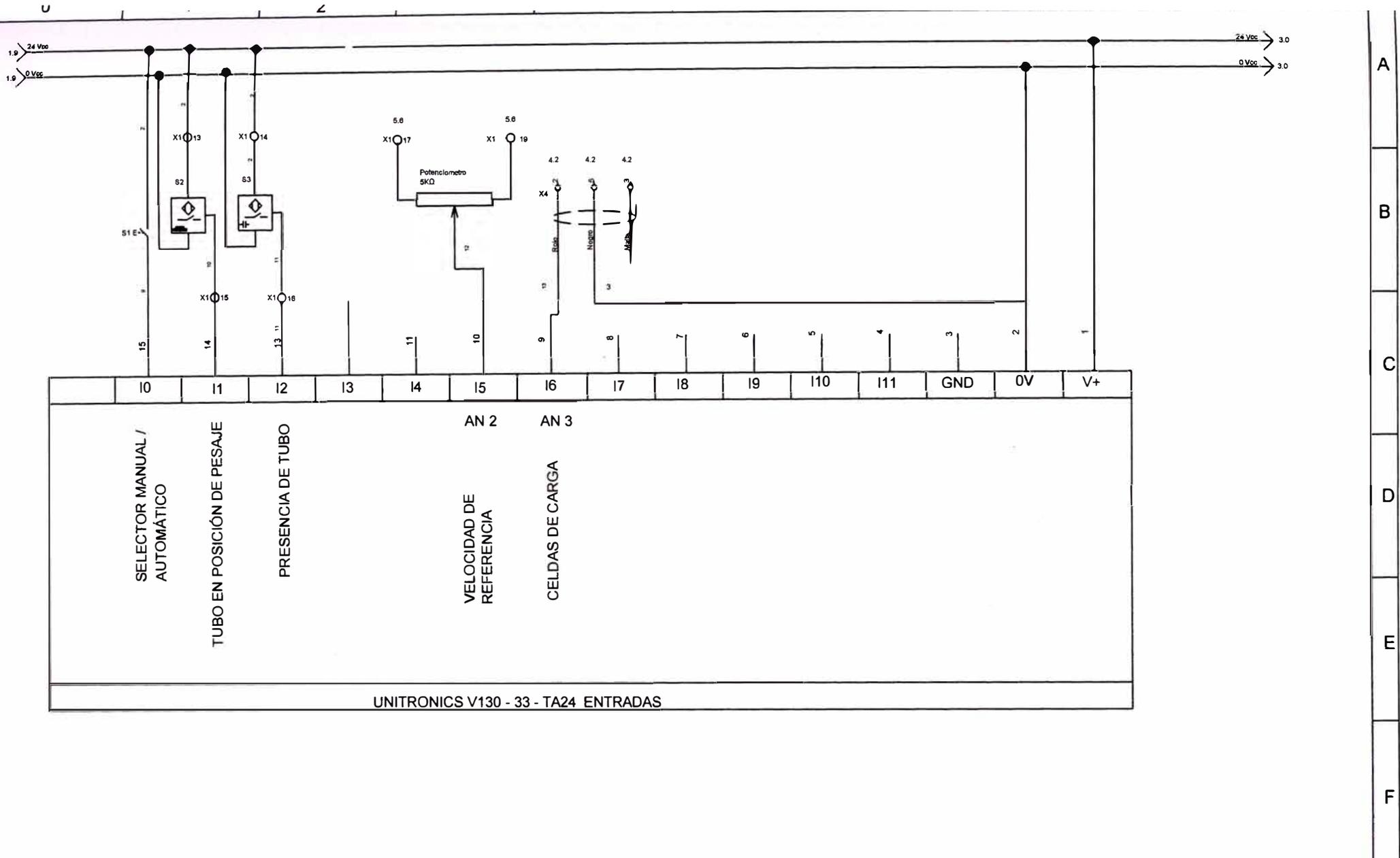
Textos y Manuales.

- Integraciones de sistemas industriales con PLC
- Guía Metas, Linealidad, Curvas de Ajuste.
- Diseño de Elementos de Maquinas ING. Juan Hore
- Conversores Análogo-Digital y Digital-Análogo:
Huircán, Juan Ignacio

Páginas Web.

- <http://www.rocatek.com/downloads/PLC%20Avanzado.pdf>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Electrovalvula>.
- <http://www.rockwellautomation.com/>.
- http://www.seneca.it/prodotti.php?id_c=50&set_language=eng.
- <http://www.unne.edu.ar/investigacion/com2009/CE-039.pdf>.
- http://www.seneca.it/prodotti.php?id_c=30
- <http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica7.htm>

PLANOS



SELECTOR MANUAL / AUTOMÁTICO
 TUBO EN POSICIÓN DE PESAJE
 PRESENCIA DE TUBO
 VELOCIDAD DE REFERENCIA
 CELDAS DE CARGA

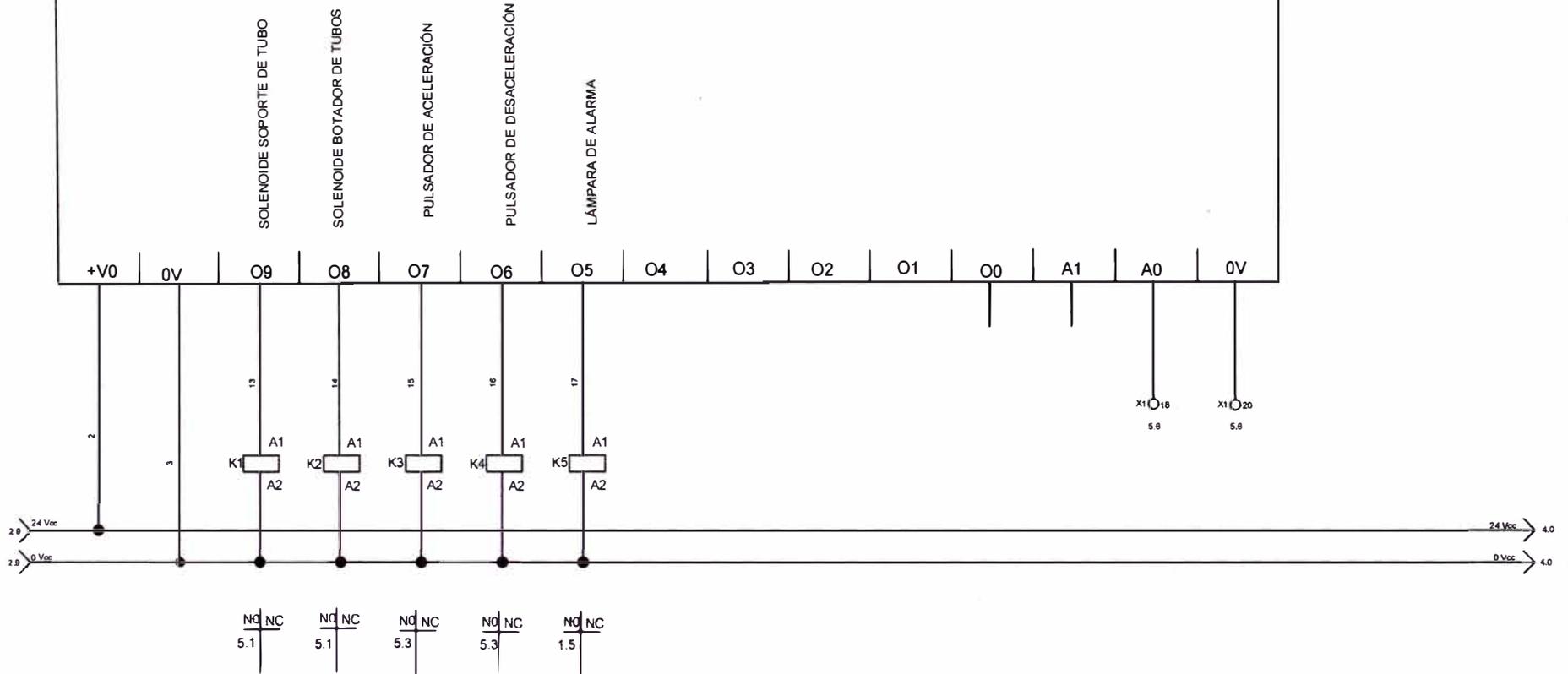
UNITRONICS V130 - 33 - TA24 ENTRADAS

Modelo de panel Tipo de panel Tensión de entrada	Proyecto: Control de Peso de Tuberías de PVC en Tiempo Real	Inic.:		Rev.:	Hoja: 2/6
		Fecha: 21/04/2011	Equipamiento:	Local: +	Total de hojas: 6

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

A
B
C
D
E
F

UNITRONICS V130 - 33 - TA24 SALIDAS



Modelo de panel
Tipo de panel
Tensión de entrada

Proyecto:
Control de Peso de Tuberías de PVC en
Tiempo Real

Fecha:
21/04/2011

Equipamiento:
=

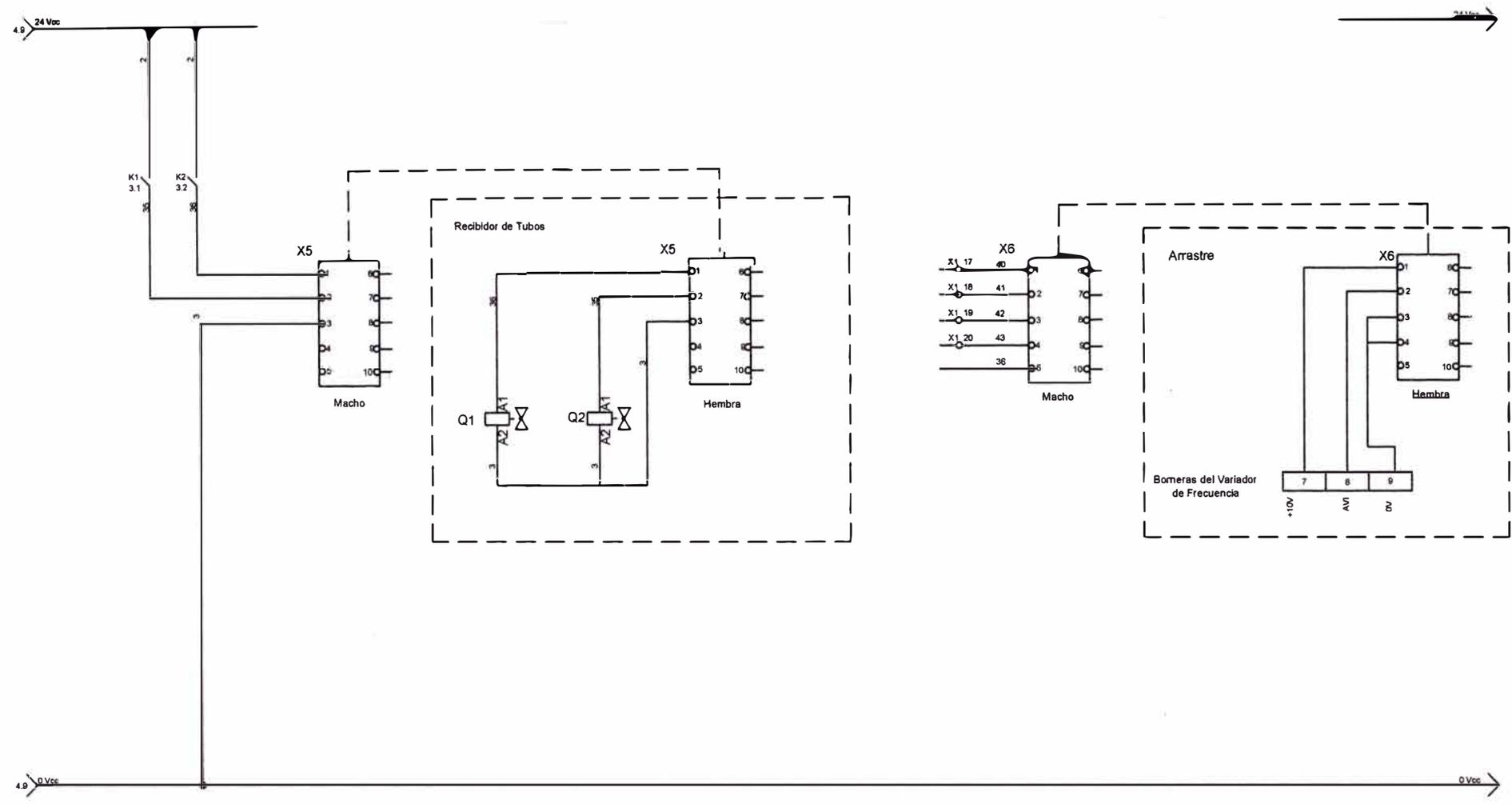
Local:
+

Inic.:

Rev.:

Total de hojas: 1
6

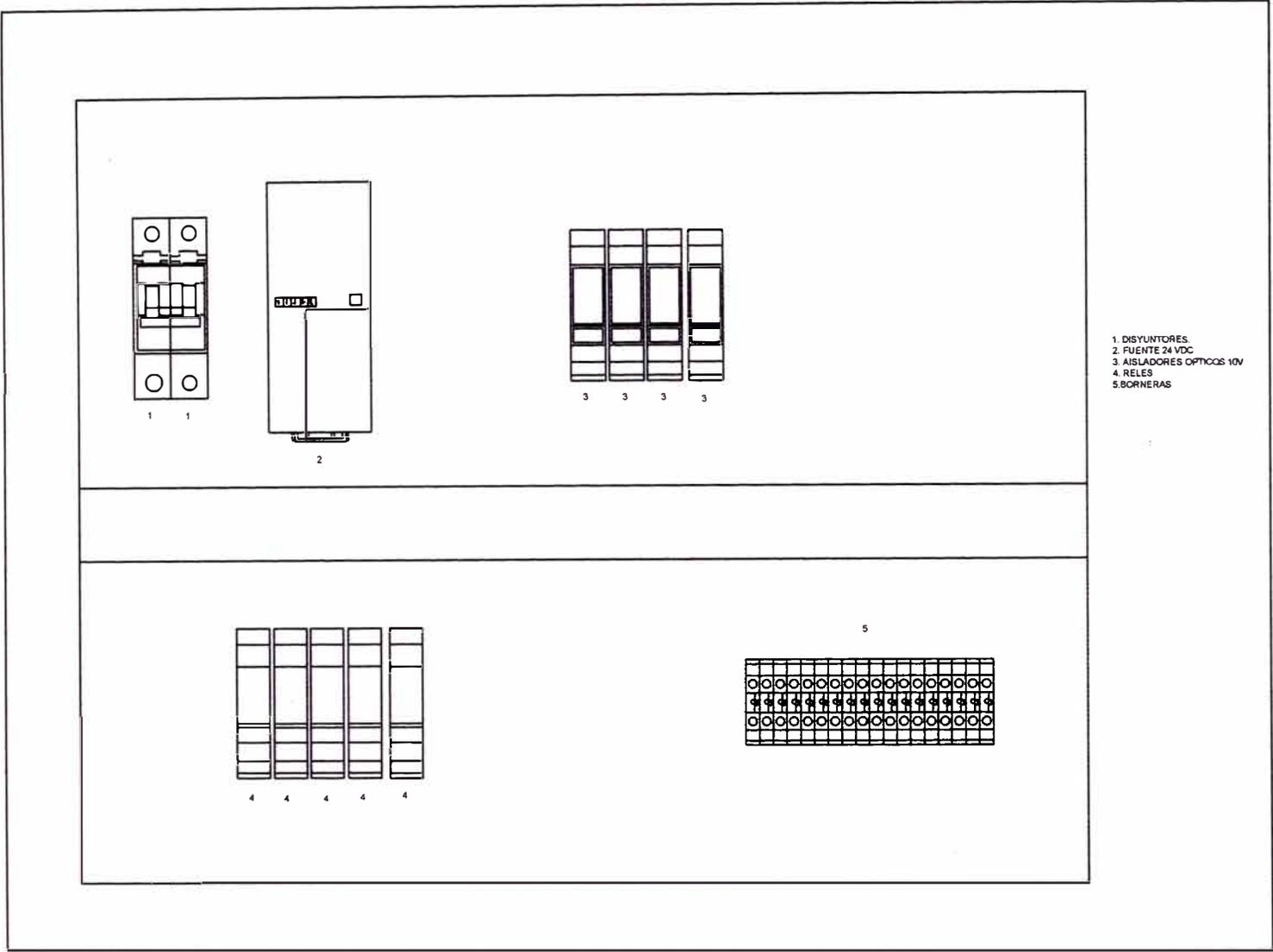
Hoja:
3/6



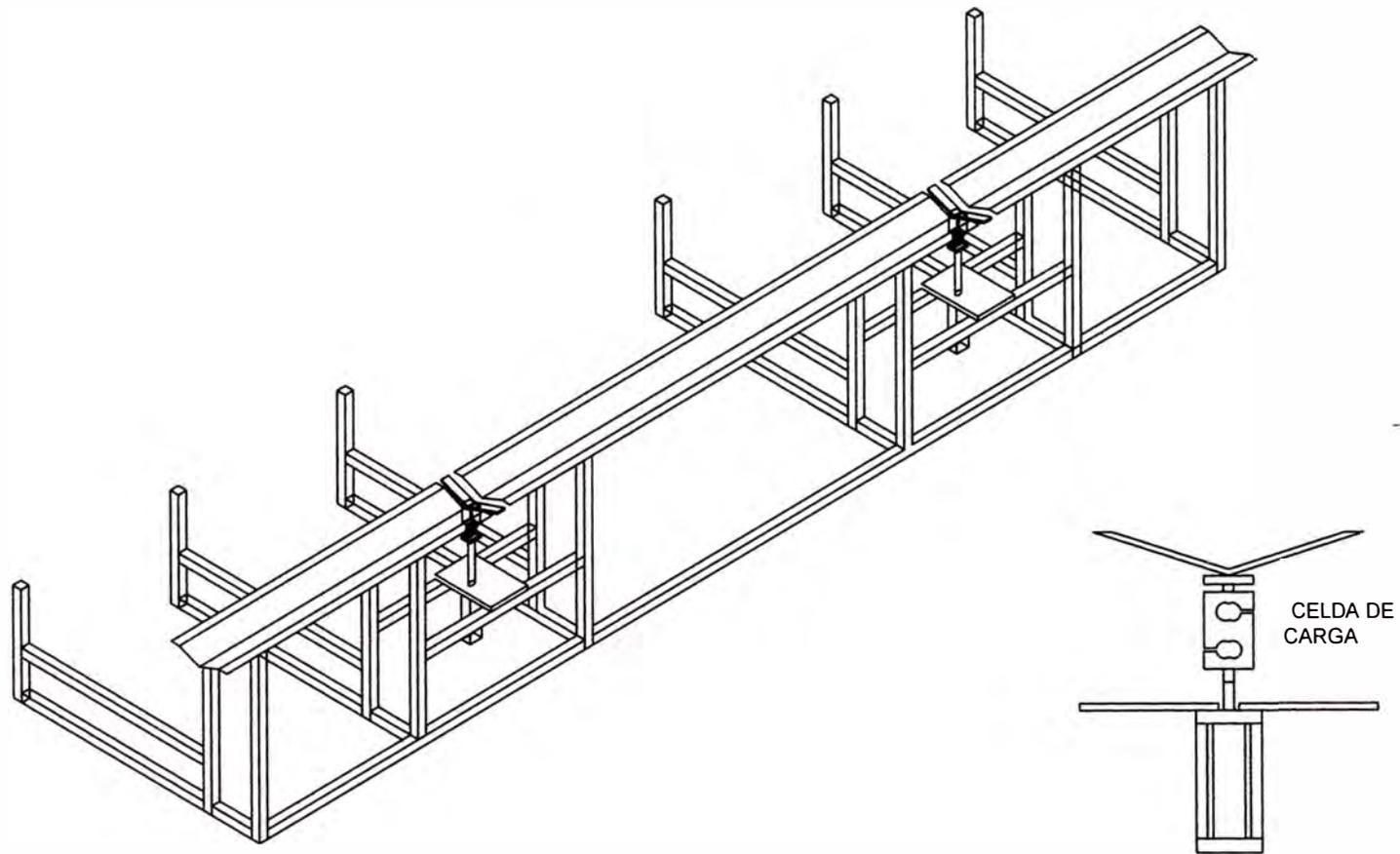
Modelo de panel Tipo de panel Tensión de entrada	Proyecto:	Inic.:	Rev.:	Hoja:
	Control de Peso de Tuberías de PVC en Tiempo Real	Fecha: 21/04/2011	Equipamiento: =	Local: +

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

A
B
C
D
E
F



Modelo de panel Tipo de panel Tensión de entrada	Proyecto: Control de Peso de Tuberías de PVC en Tiempo Real			Inic.:	Rev.:	Hoja:
		Fecha: 21/04/2011	Equipamiento:	Local: +	Total de hojas: 6	6/6



ESTRUCTURA Y DETALLE DE
LAS CELDAS DE CARGA Y
CILINDROS NEUMATICOS

Proyecto:
Control de Peso de Tuberías de PVC en
Tiempo Real

Fecha:
21/04/2011

Equipamiento:

Local:

Inic.:

Rev.:

Total de hojas:
1

Hoja:

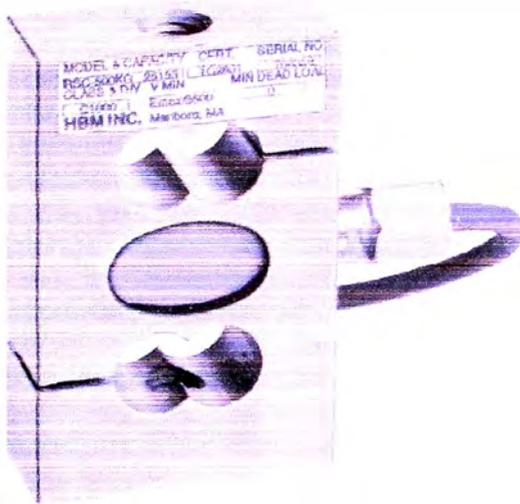
1
1

ANEXO 1



RSCA...

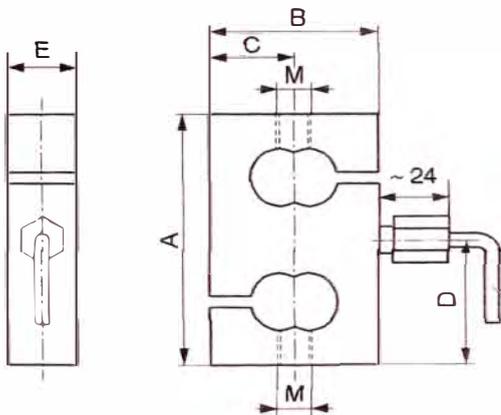
Load cells



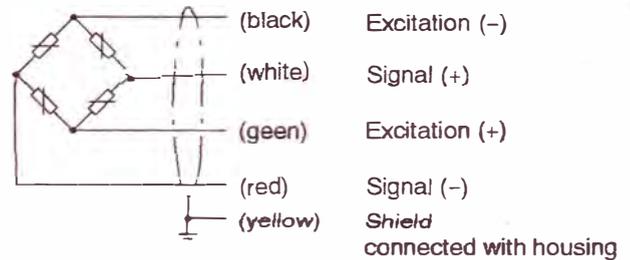
Special features

- Load cell with strain gage measuring system
- Nominal (rated) capacities: 50 kg ... 5 t
- Stainless steel
- Legal for trade verification up to 3000 d (OIML R60)
- Meets EMC / ESD requirements according to EN 45 501
- Explosion proof versions according to ATEX 95 (optional)

Dimensions (in mm; 1 mm= 0.03937 inches)



Wiring code (4-wire circuit)



Cable 7.6 m, Ø ~ 5 mm

E_{max} RSCA...	A	B	C	D	E	M
50 kg; 100 kg	62	50.8	25.4	31	15	M8x1.25
200 kg; 500 kg; 1 t	87.3	57.2	28.6	43.7	24	M12x1.75
2 t	100	69.8	34.9	50	30.2	M24x2
5 t	100	70.2	38.1	50	30.0	M24x2



Technical Data

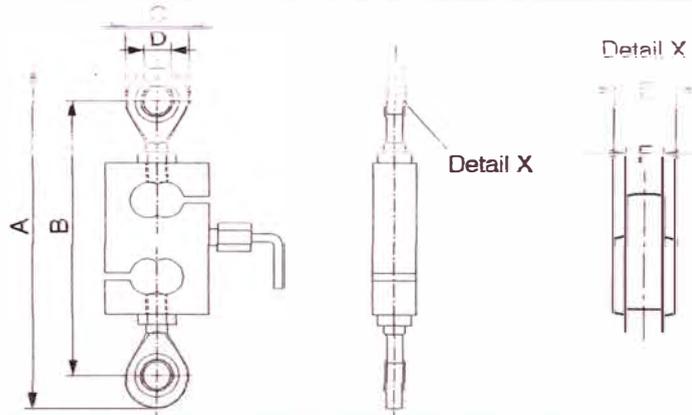
Type		RSCA C1						RSCA C3				
Accuracy class according to OIML R 60		C1						C3				
Max. numbers of load cell intervals (n _{LC})		1000						3000				
Nominal (rated) capacity (E _{max})		50 kg	100 kg	200 kg	500 kg	1 t	2 t	5 t	500 kg	1 t	2 t	5 t
Minimum LC verification interval (v _{min})	% of E _{max}	0.0286						0.0120				
Sensitivity (C _n)	mV/V	2						2				
Sensitivity tolerance	%	± 0.2500						± 0.2500				
Temperature effect on sensitivity (TK _C) ¹⁾	% of C _n	± 0.0230 ¹⁾						± 0.0140 ¹⁾				
Temperature effect on zero signal (TK ₀)	/ 10 K	± 0.0400						± 0.0170				
Hysteresis error (d _{hy}) ¹⁾		± 0.0500 ¹⁾						± 0.0170 ¹⁾				
Non-Linearity (d _{lin}) ¹⁾	% of C _n	± 0.1000 ¹⁾						± 0.0180 ¹⁾				
Creep (d _{cr}) 30 min.		± 0.0490						± 0.0250				
Input resistance (R _{LC}) (nominal)	Ω	350						350				
Output resistance (R ₀)		350 ± 1.5						350 ± 1.5				
Reference excitation voltage (U _{ref})	V	5						5				
Nominal range of excitation voltage (B _U)		0.5 ... 12						0.5 ... 12				
Insulation resistance (R _{is})	GΩ	> 5						> 5				
Nominal range of ambient temperature (B _T)		-10 ... +40 [-14 ... +10]						-10 ... +40 [-14 ... +10]				
Service temperature range (B _{tu})	°C [°F]	-30 ... +70 [-22 ... +158]						-30 ... +70 [-22 ... +158]				
Storage temperature range (B _{st})		-50 ... +85 [-58 ... +183]						-50 ... +85 [-58 ... +183]				
Limit load (G _L)		150						150				
Shock load (G _S)		200						200				
Formalistic dynamic load (F _{stat}) (vibration amplitude according to DIN 50100)	mF _{max}	70						70				
Deflection at E _{max} (s _{nom}) approx.	mm	0.15		0.25 0.38 0.46		0.15 0.25 0.38 0.46						
Weight (G) with cable, approx.	kg	0.4	0.77		1.6 1.8		0.77 1.6 1.8					
Protection class accord. to EN60529 (IEC529)		IP65 (protected test conditions) / in water column (30 min)										
Material: measuring body / Application sealing Cable Braid / Cable sheath		stainless steel / Polyurethane copper / steel, galvanized / Polyurethane, Polyurethane										

¹⁾ The data for Non-Linearity (d_{lin}), Hysteresis error (d_{hy}) and Temperature effect on sensitivity (TK_C) are typical values. The sum of these data meets the requirements according to OIML R60

Optionally Explosion-proof versions according to ATEX: II 3 G EEx nA II T3 (Zone 2)
II 3 D IP65 (Zone 22 for non-conductive dust)

Dimensions and Accessories (in mm: 1 mm = 0.03937 inches)

RSCA... with knuckle eyes



E _{max} RSCA...	Knuckle eyes	A	B	Ø C	Ø DH7	E	F
50 kg + 100 kg	U1R/200KG/ZGW (2x)	133 ... 154	109 ... 130	24	8	12	9
200 kg 500 kg; 1 t	U2A/1T/ZGUW (2x)	190 ... 203	158 ... 171	32	12	16	12
2 t	U2W/5T/ZGUW (2x)	291 ... 320	231 ... 260	60	25	31	22
5 t	U2A/5T/ZGUW (2x)	311 ... 320	251 ... 260	80	25	31	22

Modifications reserved
All rights reserved. All products are covered by patents. (Pat)
We do not be liable for any damage or loss of data which
constitute any liability whatsoever.

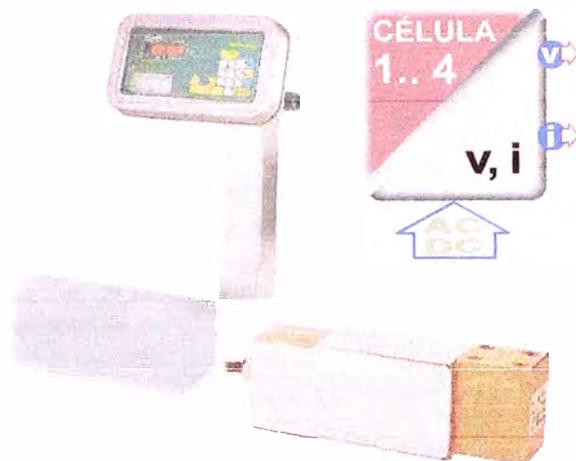
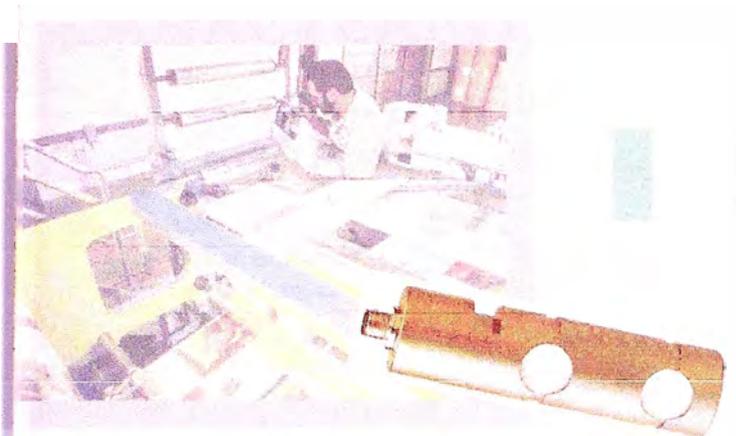
Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH

Im Talfer See 45, D-64293 Darmstadt, Germany
Tel: +49 6151 622-0 Fax: +49 6151 622-110
Email: support@hbm.com Internet: www.hbm.com



measurement with confidence

ANEXO 2



NUEVO
hasta
CÉLULAS

CONVERTIDOR DE CÉLULAS DE CARGA **FORCE FLEX**

Rangos de ganancia y tara configurables, con escalones de alta precisión y estabilidad.

MULTIESCALA

Tara configurable: SUMAR
 RESTAR

DPF
sensors
www.dpfsensors.es

DOBLE ALIMENTACIÓN
C 115/230VAC (Automática)
C 24VDC
con amplios márgenes

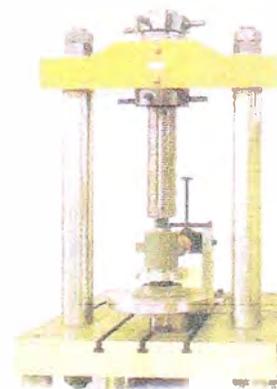
Acceso a configuración.

- Excitación para 1.. 4 células, configurable 5/10V.
- 4 niveles seleccionables de filtrado de señal.
- Configuración de sensibilidad de célula.

Bornas enchufables codificadas.
Reduce mantenimiento, reparaciones,...
Protege contra equivocaciones

SALIDA MÚLTIPLE

- ① 0/20mA, 4/20mA, 0/5mA, ...
- ② 0/10V, 0/±10V, ...



gm

GUEMISA (Electrónica Guerra y Miró Guemisa S.L.)
Sta. Virgilia, 29 - local - 28033 Madrid (Spain)
Tlfo.: (034) 91 764 21 00 Fax.: (034) 91 764 21 32
Email.: ventas@guemisa.com Web.: www.guemisa.com

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS



ENTRADA

Nº de células	1.. 4 células (350Ω/4)
Sensibilidad	0,8mV/V... 3mV/V (seleccionable por soldaduras)
Tensión excitación	10V/5V
Corriente excitación máxima	120mA

Convertidor universal para células de carga y captadores en puente de Wheastone.

Proporciona una señal de salida múltiple de tensión e intensidad proporcional a la fuerza/peso del sensor. Se pueden producir de 1 a 4 células de carga.

Dispone de doble alimentación: en alterna AC (100...250VAC) con selección automática, y en continua DC (20...30VDC) con amplios márgenes.

Permite absorber (restar) o sumar con gran precisión y estabilidad un amplio rango de tara.

Todos estos parámetros se configuran fácilmente en el frontal, quedando protegidos por una tapa abatible.

Dispone de un filtro seleccionables en 4 niveles para estabilizar la señal de salida dependiendo de cada aplicación.

Está protegido cumpliendo normas EMC para aplicaciones industriales.

La conexión se realiza mediante bornas enchufables codificadas, que facilitan el rápido intercambio de módulos sin necesidad de volver a cablear, y protegen ante equivocaciones.

D S C
I N

Cumple con normas EMC 89/336/EEC (compatibilidad electromagnética) y directiva de bajo voltaje 73/23/EEC para ambientes industriales.

Inmune a interferencias de acuerdo con EN 50082-1 / EN 50082-2 y emisión de perturbaciones de acuerdo con EN 50081-1 / EN 50081-2

MULTIRANGO

Seleccionables, alta estabilidad.

3 Pasos para el rango de TARA y ganancia

- | | |
|--------------------------------|--------------|
| 1. MODO Microswitch deslizable | 2 Posiciones |
| 2. GRUESO Microswitch rotativo | 16 Escalones |
| 3. FINO Ajustable multivuelta | 15 Vueltas |

SPAN mínimo campo de utilización de la célula 40% F.e.

CERO rango de utilización TARA

SUMAR 100% F.e. RESTAR -57% F.e.

AMBIENTALES

Temperatura de trabajo	-10/+60°C
Temperatura de almacenamiento	-40/+80°C
Tiempo de calentamiento	5 minutos
Coefficiente de temperatura	50 ppm/°C

DOBLE y AUTOMÁTICA

ALTERNA	115/230VAC (automática) 50/60Hz	MARGEN	100...250VAC
CONTINUA	24VDC (amplio margen)		20...30VDC
Consumo máximo			1,8W

ALIMENTACIÓN

PRECISIÓN

Máximo error global	0,0125% (13bits) 8 000ptos
Deriva térmica	±0,3µA/°C ±0,1mV/°C

SALIDA

Intensidad: 4/20mA, 0/20mA, 0/5mA ...

Capacidad de carga máxima ≤700Ω

Protegida contra inversión de polaridad

Tiempo de respuesta 0,02... 0,5seg

Frecuencia corte (fc) 18... 0,7Hz

Tensión: 0/10V, -10/+10V, 0/5V

Capacidad de carga máxima ≥1K

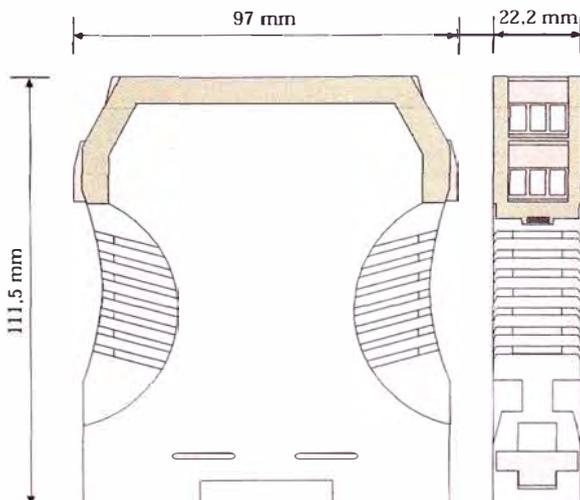
Protegida contra cortocircuitos

Tiempo de respuesta (tr) 0,001... 0,5seg

Frecuencia corte (fc) 350... 0,7Hz

Tiempo de respuesta (10... 90%) seleccionable por microswitch en 4 niveles

DOBLE y MULTIESCALA

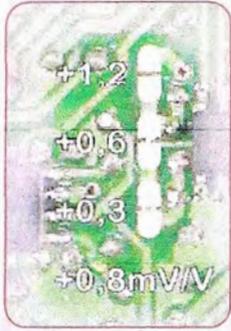


FORMATO



Protección	IP20
Clase de combustibilidad V_0 según	UL94
Caja Ergonómica. Montaje rápido rail	EN50022
Material Poliamida	PA6.6
Conexión: bornas enchufables por tornillo	
protección equivocación de bornas	codificadores
par de apriete tornillos(M3)	0,5Nm
Cable conexión: ≤ 2,5mm ² , 12AWG	250V/12A
Peso	140grs

CONFIGURACIONES INTERNAS



<input type="radio"/>	OFF	seleccionado							
<input checked="" type="radio"/>	ON	no seleccionado							
+1,2	<input type="radio"/>								
+0,6	<input type="radio"/>								
+0,3	<input type="radio"/>								
+0,8mV/V	<input type="radio"/>								
=mV/V	0,8	1,1	1,4	1,7	2	2,4	2,7	3	

SENSIBILIDAD de CÉLULA

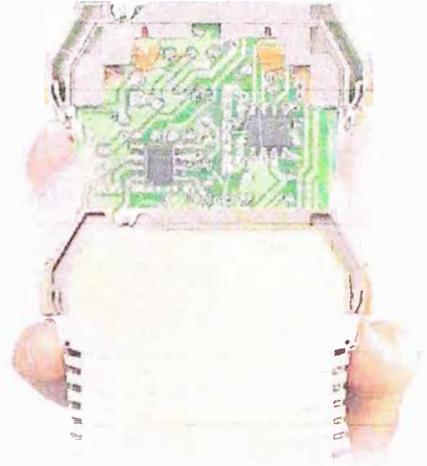
CONFIGURACIÓN sensibilidad CÉLULA

Mediante la suma de las ponderaciones de 3 soldaduras (+0,8), se selecciona la sensibilidad más aproximada de la célula.

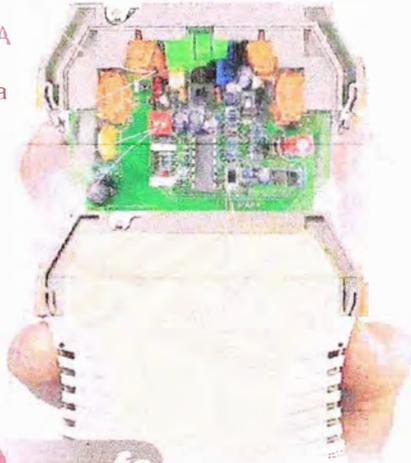
- OFF PONDERACIÓN SELECCIONADA
- ON PONDERACIÓN NO SELECCIONADA

Aunque con el SPAN del frontal se dispone de un amplio margen de ajuste de sensibilidad de célula, para obtener la máxima precisión, conviene parametrizar las soldaduras al valor más cercano.

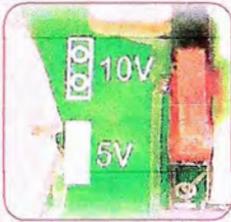
LADO SOLDATURAS



LADO COMPONENTES



8



10V

8

5V

11

EXCITACIÓN CÉLULA
Mediante un puente (STRAP) se selecciona la tensión de excitación a célula.

Se pueden seleccionar 4 veces de filtrado para estabilizar la señal PESO/FUERZA, con los siguientes tiempos de respuesta:

SW2 FILTRO ESTABILIZACIÓN

1	2	<input checked="" type="radio"/>	0,001 sg
1	2	<input type="radio"/>	0,02 sg

1	2	<input type="radio"/>	0,15 sg
1	2	<input type="radio"/>	0,3 sg

1	2	<input type="radio"/>	0,3 sg
1	2	<input type="radio"/>	0,5 sg

fc FRECUENCIA CORTE

<input type="radio"/>	100 Hz
<input type="radio"/>	1 Hz

<input type="radio"/>	10 Hz
<input type="radio"/>	1 Hz

<input type="radio"/>	10 Hz
<input type="radio"/>	1 Hz

<input type="radio"/>	0,7 Hz
<input type="radio"/>	1 Hz



ENTRADA mV

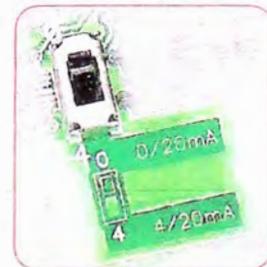
OFF Para entrada de célula con excitación.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ON Soldar para entrada mV(2 hilos) sin excitación de célula.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

SW3 SALIDA i

0	<input type="radio"/>
4	<input type="radio"/>

0/20mA

4/20mA



FILTRO DE ESTABILIZACIÓN



<input type="radio"/>	0,02 sg
<input type="radio"/>	0,15 sg
<input type="radio"/>	0,3 sg
<input type="radio"/>	0,5 sg

SELECCIÓN SALIDA i

- 0/20mA, 0/5mA, 0/XmA
- 4/20mA

CONEXIONADO



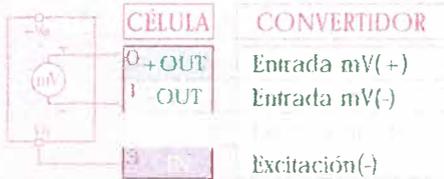
Admite 1.. 4 células de carga. Máx. 120mA

CÉLULA DE CARGA		CONVERTIDOR
SALIDA mV(+)	0 +OUT	Entrada mV(+)
SALIDA mV(-)	1 OUT	Entrada mV(-)
ENTRADA V(+)	2 +IN	Excitación(+ 10V)
ENTRADA V(-)	3 -IN	Excitación(-)



REPETIDOR de SEÑAL (mV)

Para entrada de mV sin utilizar la excitación.



Unir excitación(-) del convertidor con -Va de la excitación externa.

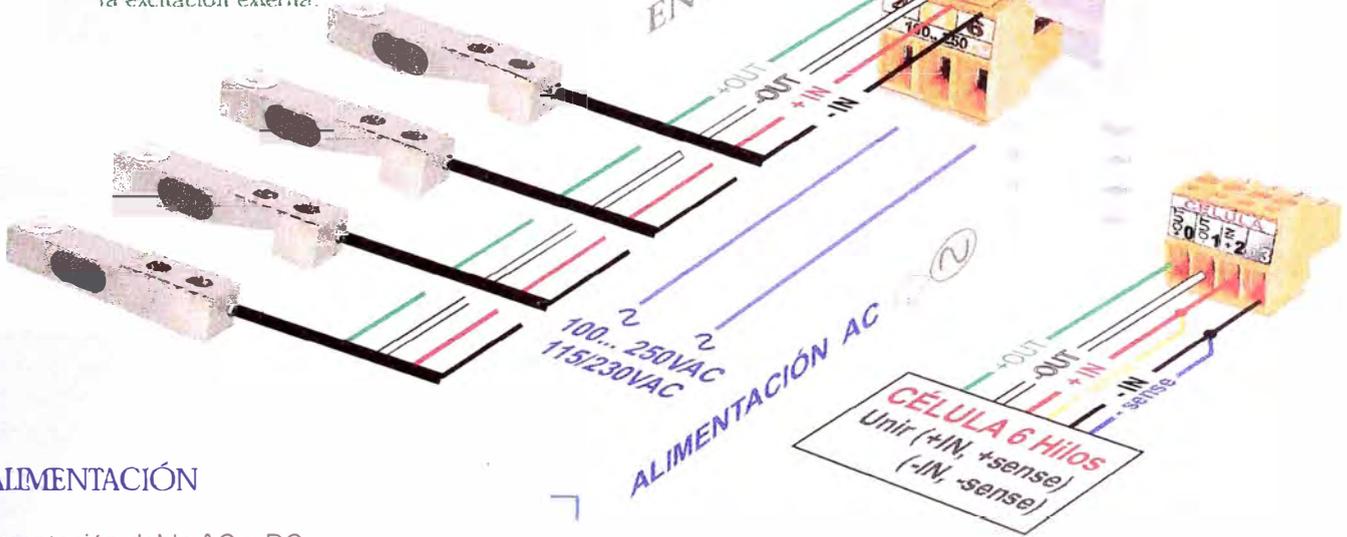
CONEXIONADO ENTRADA DE SEÑAL



Seguridad en las conexiones.
Bornas enchufables codificadas.

Mediante codificadores en las bornas, se protege el convertidor ante cualquier error al enchufar invirtiendo las entradas y salidas.

Facilitan el cableado y el intercambio rápido de módulos.



ALIMENTACIÓN

Alimentación doble AC y DC.

Con amplio rango automático de entrada en AC (100... 250VAC) y en continua 24VDC (20... 30VDC)

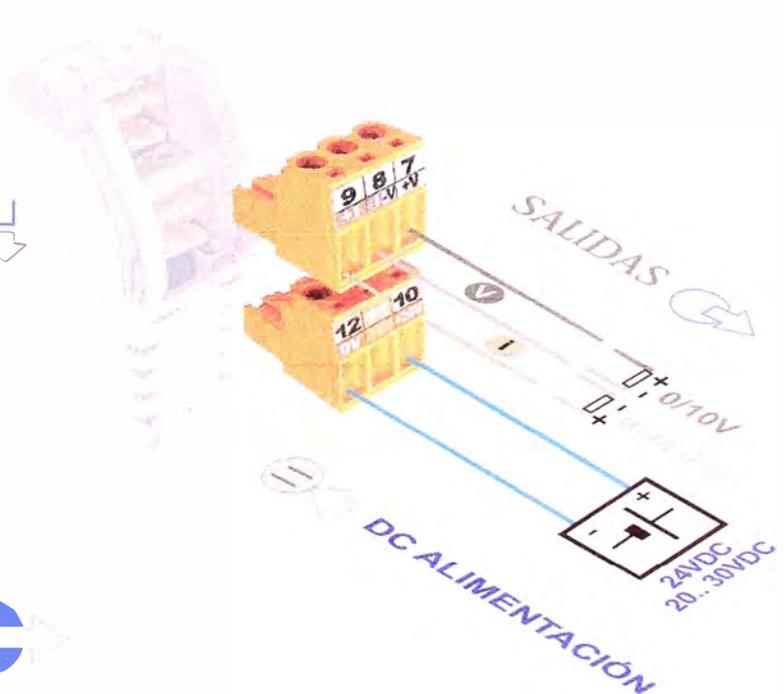
⚡ AC ALIMENTACIÓN ALTERNA 115/230VAC

⚡ DC ALIMENTACIÓN CONTINUA 24VDC

Salida doble, de intensidad (0-4/20mA) y tensión (0/10V, 0/±10V) y rangos intermedios fácilmente ajustables.

Admite rangos bidireccionales para células tracción/compresión (12±8mA) y (-10/+10V). Absorbiendo y sumando tara.

CONEXIONADO SALIDAS



AJUSTE - CALIBRACIÓN

Ajustes ESCALA y RANGO de SALIDA

El ajuste de SPAN y CERO se realiza en 3 pasos:

1. Selección GAMA
2. Ajuste GRUESO
3. Ajuste FINO



INICIO de ESCALA CERO

+ SUMAR TARA

Para células tracción/compresión y señal de salida unidireccional.

4/20mA 4mA ← 12mA → 20mA
0/10V 0V ← 5V → 10V

- RESTAR TARA

Para absorber pesos muertos.

SPAN

FINAL de ESCALA

3	↑	↓	3
2	↑	↓	2
1	↑	↓	1
1	↓	↑	1
2	↓	↑	2
3	↓	↑	3

ABSORBER TARA	PONER TARA
+5.. -57%	+100.. +5%
RESTAR	SUMAR
x2	x1
AJUSTE GRUESO	AJUSTE GRUESO
AJUSTE FINO	AJUSTE FINO



CALIBRACIÓN



Conectar la alimentación (DC ó AC) deseada y los instrumentos de medida.

Conectar el generador de mV a la entrada del convertidor, realizando el puente de soldaduras de mV, o conectar una resistencia de 10K entre la entrada (-mV) y (-).

Conectar la célula de carga.

Antes de proceder al ajuste, mantenerlo previamente al menos 15 minutos, para que se estabilicen térmicamente el convertidor y el instrumento de medida.

Medir la tensión de excitación a la célula.



Generar las tensiones de calibración teniendo en cuenta la sensibilidad de la célula y la tensión de excitación.

Aplicar a la célula los pesos de calibración.

Seleccionar, con el generador de mV, el valor de inicio de escala deseado.

$$\text{Inicio} = V_{exc} \cdot \text{mV/V} \cdot \%TARA$$

Aplicar el peso de inicio de escala a la célula de carga.

Ajustar el inicio de escala de salida V ó I.

1. Seleccionar el modo de utilización de TARA:

SUMAR. Para añadir tara.

RESTAR. Para absorber tara (peso muerto).

2. Girar el microswitch rotativo de CERO, seleccionando el valor más próximo.

3. Ajustar al valor exacto con el potenciómetro de CERO fino.

Seleccionar con el generador de mV, el valor de final de escala deseada.

$$\text{Final escala} = V_{exc} \cdot \text{mV/V}$$

Aplicar el peso conocido de final de escala y calcular el equivalente de tensión en la salida.

Ajustar el final de escala de salida V ó I.

1. Empezar seleccionando la gama del final de escala con el microswitch en x1.

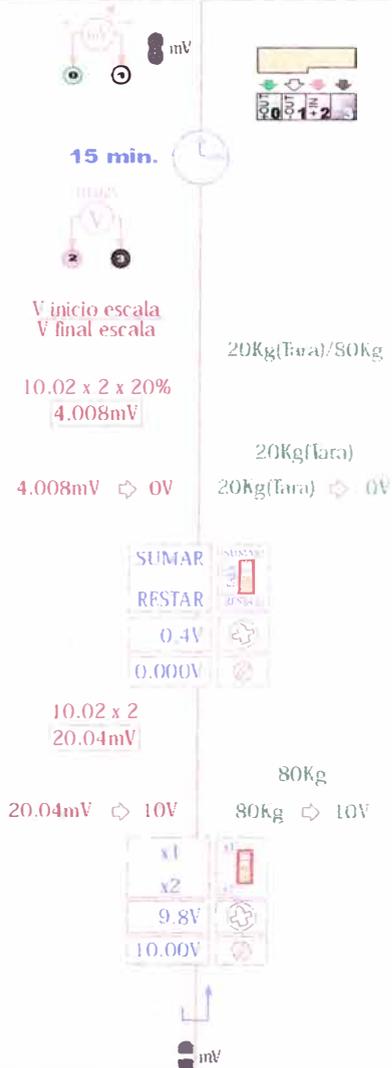
Usar x2 sólo en el caso de que no llegue la salida con grueso y fino a tope.

2. Girar el microswitch rotativo de SPAN, seleccionando el valor más próximo.

3. Ajustar al valor exacto con el potenciómetro de SPAN fino.

Volver a ajustar el inicio y final de escala, reubicando sólo los ajustables de fino, hasta conseguir en la salida la escala deseada.

Si se va a colocar una célula de carga, quitar el puente de soldadura "mV".

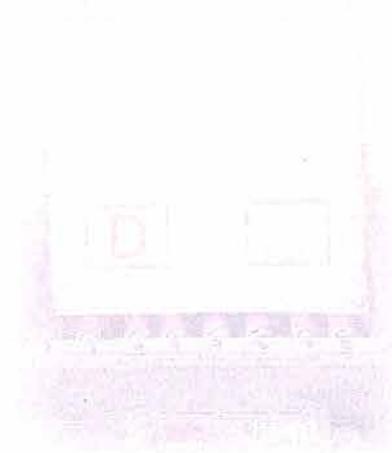


APLICACIONES

Control de peso y caudal en cintas transportadoras.



Dosificación y pesaje en tolvas, silos, ..



Control de fuerza (tracción/compresión) en prensas y máquinas de ensayo.



Regulación de la tensión en bandas de transferencia.

Control de fuerza en cilindros y actuadores neumáticos.



ANEXO 3

The Unitronics V130-33-TA24 offers the following onboard I/Os:

- 12 Digital Inputs, configurable via wiring to include 2 Analog, 2 PT100/TC, and 1 HSC/Shaft-encoder Input
- 10 Transistor Outputs, 2 Analog Outputs

General Description

V130 OPLCs are micro-OPLCs, rugged programmable logic controllers that comprise:

- On-board I/O configuration
- Built-in operating panel containing a 2.4" screen and a keypad

Communications

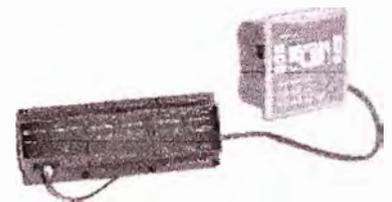
- 1 built-in serial port: RS232/RS485
- Optional: the user may order and install one or both of the following modules:
 - RS232/RS485/Ethernet
 - CANbus
- Communication Function Blocks include: SMS, GPRS, MODBUS serial/IP. Protocol FB enables PLC to communicate with almost any external device, via serial or Ethernet communications



I/O Options

V130 supports digital, high-speed, analog, weight and temperature measurement I/Os via:

- On-board I/O configuration
Model-dependent
- I/O Expansion Modules
Local or remote I/Os may be added via expansion port or CANbus.



Information Mode

This mode enables you to:

- View & Edit operand values, COM port settings, RTC and screen contrast/brightness settings
- Stop, initialize, and reset the PLC

To enter Information Mode, press the <i> button for several seconds.

Programming Software, & Utilities

The Unitronics Setup CD contains VisiLogic software and other utilities

- VisiLogic
Easily configure hardware and write both HMI and Ladder control applications; the Function Block library simplifies complex tasks such as PID. Write your application, and then download it to the controller via the programming cable included in the kit.
- Utilities
Includes UniOPC server, Remote Access for remote programming and diagnostics, and DataXport for run-time data logging.

To learn how to use and program the controller, as well as use utilities such as Remote Access, refer to the VisiLogic Help system.

Removable Memory Storage Micro SD card: store datalogs, Alarms, Trends, Data Tables; export to Excel; backup Ladder, HMI & OS and use this data to 'clone' PLCs.

For more data, refer to the *SD* topics in the VisiLogic Help system.

Data Tables Data tables enable you to set recipe parameters and create datalogs.

Additional product documentation is in the Technical Library, located at www.unitronics.com, and on the Unitronics' Setup CD.

Technical support is available at the site, and from support@unitronics.com.

Standard Kit Contents

Vision controller	Mounting brackets (x2)
I/O connectors (x2)	Rubber seal
Battery (installed)	Unitronics' Setup CD
Programming cable + RS232 adapter	

Danger Symbols

When any of the following symbols appear, read the associated information carefully.

Symbol	Meaning	Description
	Danger	The identified danger causes physical and property damage.
	Warning	The identified danger could cause physical and property damage.
<i>Caution</i>	Caution	Use caution.

- Before using this product, the user must read and understand this document.
- All examples and diagrams are intended to aid understanding, and do not guarantee operation. Unitronics accepts no responsibility for actual use of this product based on these examples.
- Please dispose of this product according to local and national standards and regulations.
- Only qualified service personnel should open this device or carry out repairs.

 Failure to comply with appropriate safety guidelines can cause severe injury or property damage.

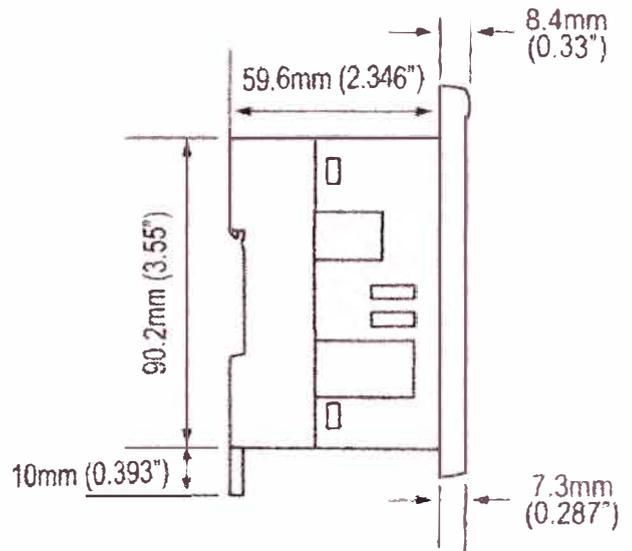
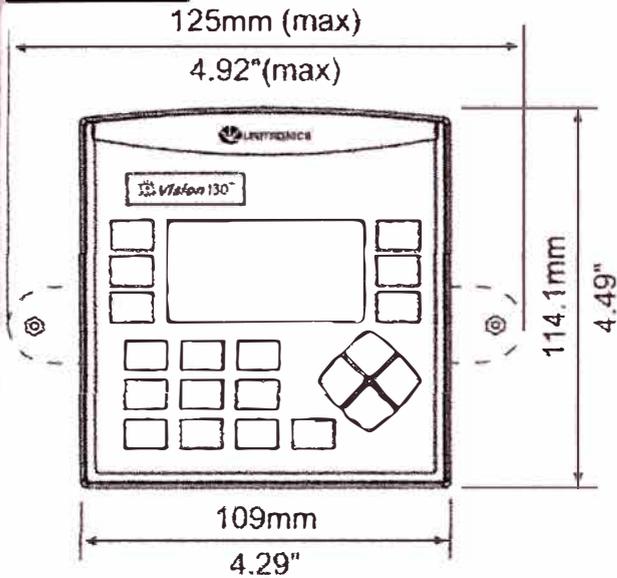
- Do not attempt to use this device with parameters that exceed permissible levels.
- To avoid damaging the system, do not connect/disconnect the device when power is on.

Environmental Considerations

-  Do not install in areas with: excessive or conductive dust, corrosive or flammable gas, moisture or rain, excessive heat, regular impact shocks or excessive vibration, in accordance with the standards given in the product's technical specification sheet.
- Ventilation: 10mm space required between controller's top/bottom edges & enclosure walls.
-  Do not place in water or let water leak onto the unit.
- Do not allow debris to fall inside the unit during installation.
- Install at maximum distance from high-voltage cables and power equipment.

Mounting

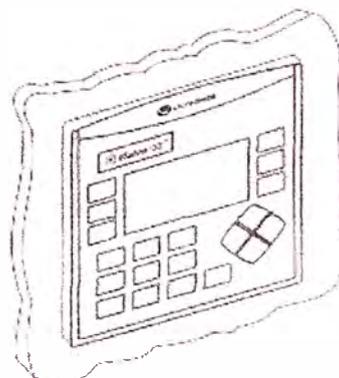
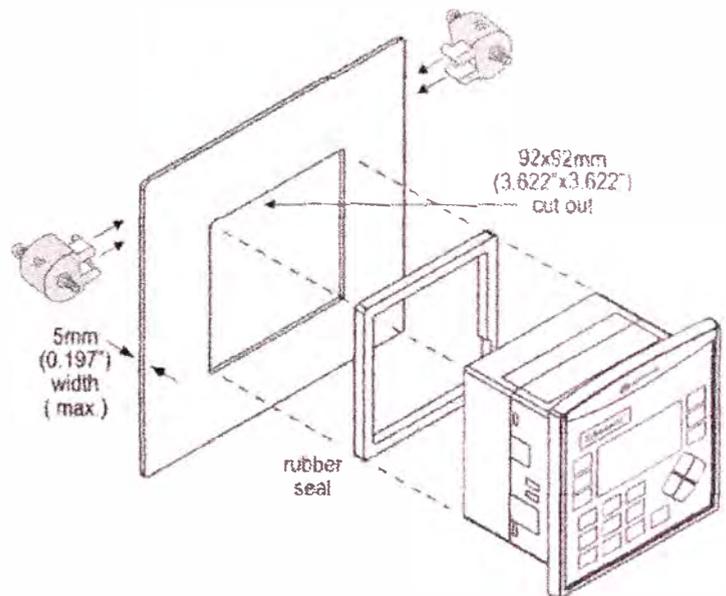
Dimensions



Panel Mounting

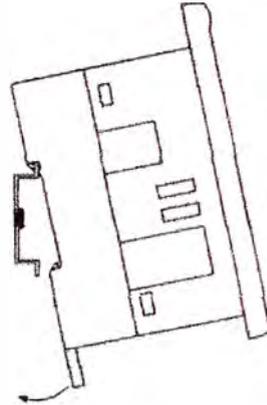
Before you begin, note that the mounting panel cannot be more than 5 mm thick.

1. Make a panel cut-out measuring 92x92 mm (3.622"x3.622").
2. Slide the controller into the cut-out, ensuring that the rubber seal is in place.
3. Push the 2 mounting brackets into their slots on the sides of the controller as shown in the figure to the right.
4. Tighten the bracket screws against the panel. Hold the bracket securely against the unit while tightening the screw.
5. When properly mounted, the controller is squarely situated in the panel cut-out as shown in the figure to the right.

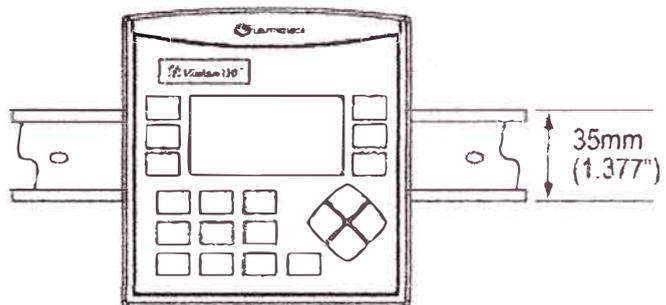


DIN-rail Mounting

1. Snap the controller onto the DIN rail as shown in the figure to the right.



2. When properly mounted, the controller is squarely situated on the DIN-rail as shown in the figure to the right.



Wiring

- ⚠ Do not touch live wires.
- Install an external circuit breaker. Guard against short-circuiting in external wiring.
- ⚠ Use appropriate circuit protection devices.
- Unused pins should not be connected. Ignoring this directive may damage the device.
- Double-check all wiring before turning on the power supply.
- To avoid damaging the wire, do not exceed a maximum torque of 0.5 N·m (5 kgf·cm).
- Caution* ▪ Do not use tin, solder, or any substance on stripped wire that might cause the wire strand to break.
- Install at maximum distance from high-voltage cables and power equipment.

Wiring Procedure

Use crimp terminals for wiring; use 26-12 AWG wire (0.13 mm²–3.31 mm²).

1. Strip the wire to a length of 7±0.5mm (0.250–0.300 inches).
2. Unscrew the terminal to its widest position before inserting a wire.
3. Insert the wire completely into the terminal to ensure a proper connection.
4. Tighten enough to keep the wire from pulling free.
 - Input or output cables should not be run through the same multi-core cable or share the same wire.
 - Allow for voltage drop and noise interference with input lines used over an extended distance. Use wire that is properly sized for the load.
 - The controller and I/O signals must be connected to the same 0V signal.

I/Os

This model comprises a total of 12 inputs and 10 digital, 2 analog outputs. Input functionality can be adapted as follows:

- 12 inputs may be used as digital inputs. They may be wired in a group via a single jumper as either npn or pnp.

In addition, according to jumper settings and appropriate wiring:

- Inputs 5 and 6 can function as either digital or analog inputs.
- Input 0 can function as a high-speed counter, as part of a shaft-encoder, or as a normal digital input.
- Input 1 can function as either a counter reset, normal digital input, or as part of a shaft-encoder.
- If input 0 is set as a high-speed counter (without reset), input 1 can function as a normal digital input.
- Inputs 7-8 and 9-10 can function as digital, thermocouple, or PT100 inputs; Input 11 can also serve as the CM signal for PT100.

Input and Output Jumper Settings

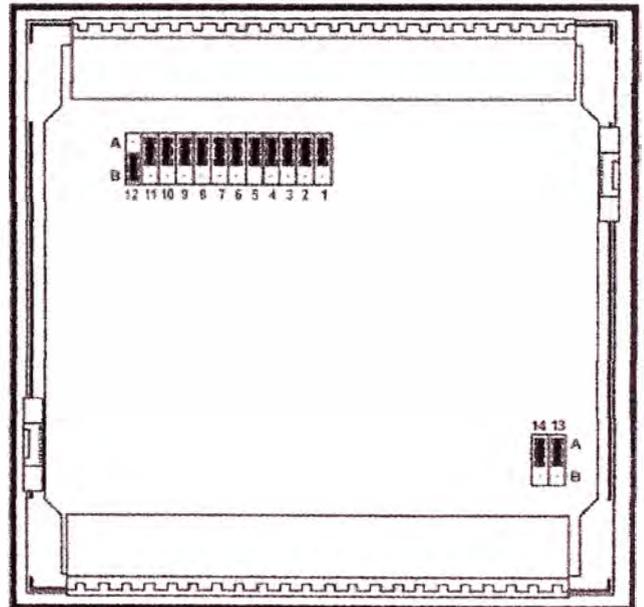
The tables below show how to set a specific jumper to change input functionality. To access the I/O jumpers, you must open the controller according to the instructions beginning on page 10.



- Incompatible jumper settings and wiring connections may seriously damage the controller.

Digital Inputs 0-11: Set Type			
Set to	JP12 (all Inputs)		
nnp (sink)	A		
pnp (source)*	B		
Inputs 7/8: Set Type - Digital or RTD/TC #1			
Set to	JP1	JP2	JP3
Digital*	A	A	A
Thermocouple	B	B	B
PT100	B	A	B
Inputs 9/10: Set Type - Digital or RTD/TC #0			
Set to	JP5	JP6	JP7
Digital*	A	A	A
Thermocouple	B	B	B
PT100	B	A	B
Input 11: Set Type - Digital or CM for PT100			
Set to	JP11		
Digital*	A		
CM for PT100	B		
Input 5: Set Type - Digital or Analog #3			
Set to	JP4	JP10	
Digital*	A	A	
Voltage	B	A	
Current	B	B	
Input 6: Set Type - Digital or Analog #2			
Set to	JP8	JP9	
Digital*	A	A	
Voltage	B	A	
Current	B	B	

*Default settings

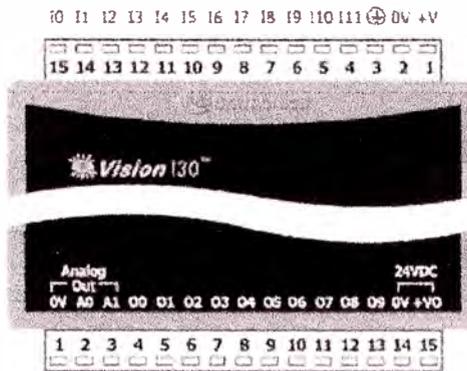


Analog Output 0: Set to Voltage/Current		
Set to	JP13	
Voltage*	A	
Current	B	

Analog Output 1: Set to Voltage/Current		
Set to	JP14	
Voltage*	A	
Current	B	

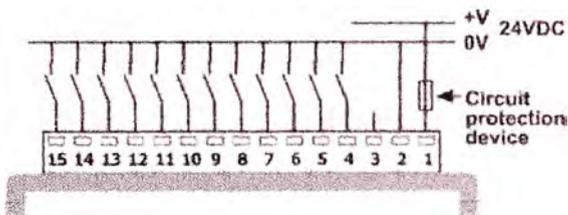
I/O Wiring

I/O Configuration

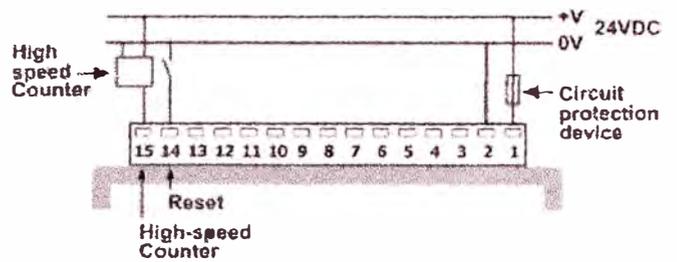


npn Input Wiring

Input wiring npn (sink)

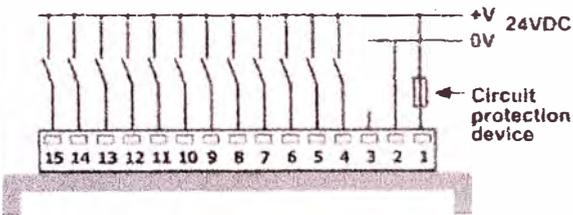


HSC input wiring, npn (sink)

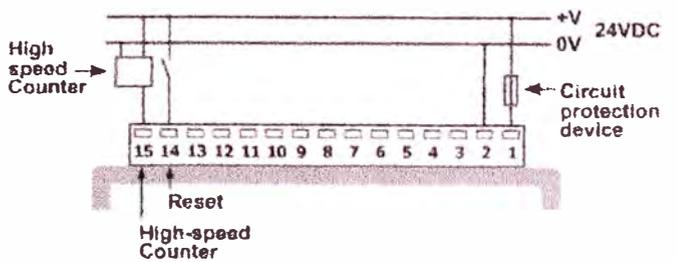


pnp Input Wiring

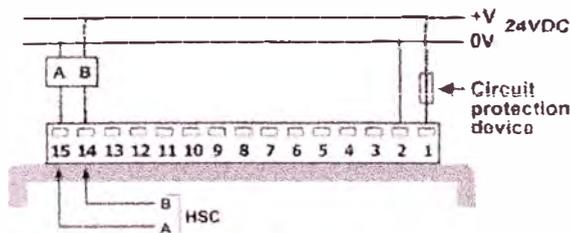
Input wiring pnp (source)



HSC input wiring, pnp (source)

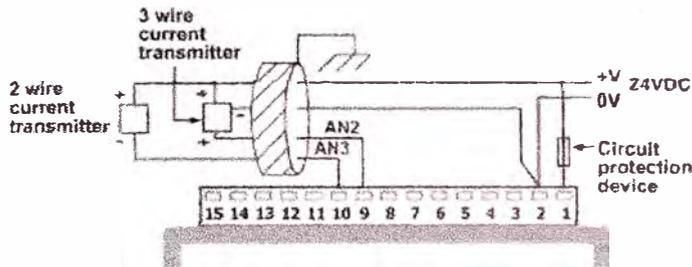


Shaft-encoder

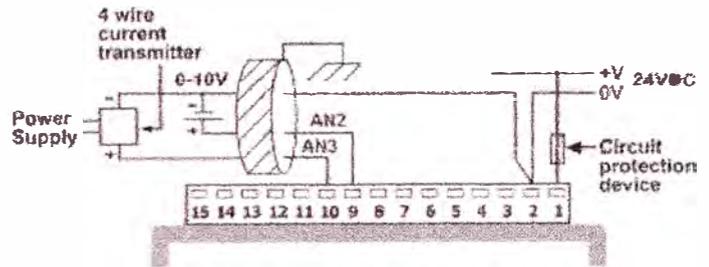


Analog Input Wiring

Analog input wiring, current (2/3 wire)

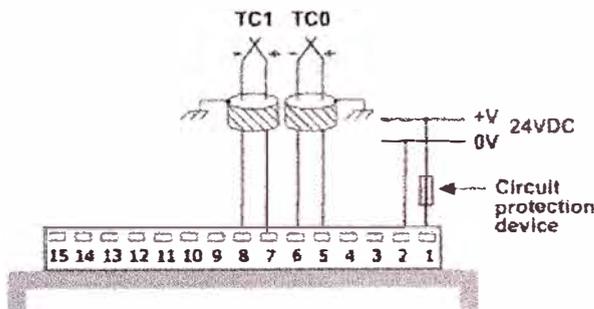


Analog input wiring, current/voltage (4-wire)



- Shields should be connected at the signal's source.
- The 0V signal of the analog input and output must be connected to the controller's 0V.

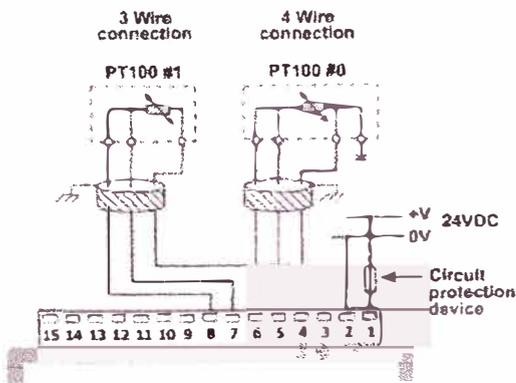
Thermocouple



- Thermocouple 0: use Input 9 as negative input and 10 as positive.
- Thermocouple 1: use Input 7 as negative input and 8 as positive.

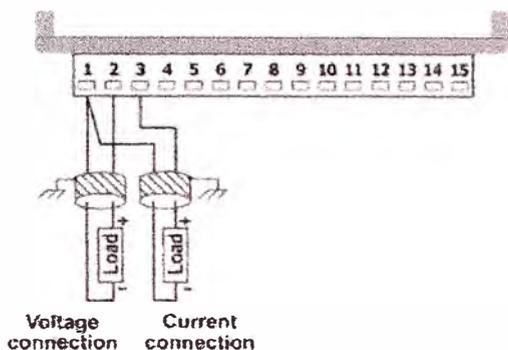
Type	Temp. Range	Wire Color	
		ANSI (USA)	BS1843 (UK)
mV	-5 to 56mV		
B	200 to 1820°C (300 to 3276°F)	+Grey -Red	+None -Blue
E	-200 to 750°C (-328 to 1382°F)	+Violet -Red	+Brown -Blue
J	-200 to 760°C (-328 to 1400°F)	+White -Red	+Yellow -Blue
K	-200 to 1250°C (-328 to 2282°F)	+Yellow -Red	+Brown -Blue
N	-200 to 1300°C (-328 to 2372°F)	+Orange -Red	+Orange -Blue
R	0 to 1768°C (32 to 3214°F)	+Black -Red	+White -Blue
S	0 to 1768°C (32 to 3214°F)	+Black -Red	+White -Blue
T	-200 to 400°C (-328 to 752°F)	+Blue -Red	+White -Blue

RTD

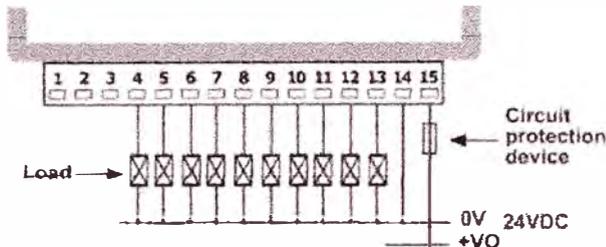


- PT100 (Sensor 0): use Input 9 and 10, related to CM signal.
- PT100 (Sensor 1): use Input 7 and 8, related to CM signal.
- 4 wire PT100 can be used by leaving one of the sensor leads unconnected.

Analog Outputs



Transistor Outputs (pnp)



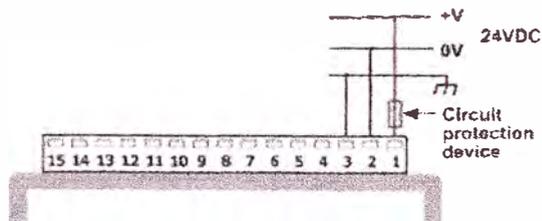
- The 0V signal of the analog input and output must be connected to the controller's 0V.

Power Supply

The controller requires an external 24VDC power supply.

- ⚡ ▪ A non-isolated power supply can be used if a 0V signal is connected to the chassis.

- ⚠ ▪ Install an external circuit breaker. Guard against short-circuiting in external wiring.
- ⚠ ▪ Double-check all wiring before turning on power supply.
- Do not connect either the 'Neutral' or 'Line' signal of the 110/220VAC to device's 0V pin.
- In the event of voltage fluctuations or non-conformity to voltage power supply specifications, connect the device to a regulated power supply.



Earthing the Power Supply

To maximize system performance, avoid electromagnetic interference by:

- Mounting the controller on a metal panel.
- Earthing the controller's power supply: connect one end of a 14 AWG wire to the chassis signal; connect the other end to the panel.

Note: If possible, the wire used to earth the power supply should not exceed 10 cm in length. However, it is recommended to earth the controller in all cases.

Communication Port



▪ Turn off power before making communications connections.

Caution

- Signals are related to the controller's 0V; the same 0V is used by the power supply.
- Always use the appropriate port adapters.
- The serial port is not isolated. If the controller is used with a non-isolated external device, avoid potential voltage that exceeds $\pm 10V$.

Port 1 is type RJ-11 and may be set to either RS232 or RS485 via jumper as shown below. By factory default, the port is set to RS232, termination ON.

- Use RS232 to download programs from a PC, and to communicate with serial devices and applications, such as SCADA.
- Use RS485 to create a multi-drop network containing up to 32 devices.

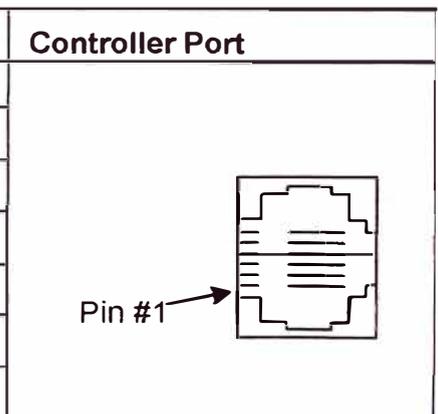
Pinouts

The pinouts below show the PLC port signals.

To connect a PC to a port that is set to RS485, remove the RS485 connector, and connect the PC to the PLC via the programming cable. Note that this is possible only if flow control signals are not used (which is the standard case).

RS232	
Pin #	Description
1*	DTR signal
2	0V reference
3	TXD signal
4	RXD signal
5	0V reference
6*	DSR signal

RS485**	
Pin #	Description
1	A signal (+)
2	(RS232 signal)
3	(RS232 signal)
4	(RS232 signal)
5	(RS232 signal)
6	B signal (-)



*Standard programming cables do not provide connection points for pins 1 and 6.

**When a port is adapted to RS485, Pin 1 (DTR) is used for signal A, and Pin 6 (DSR) signal is used for signal B.

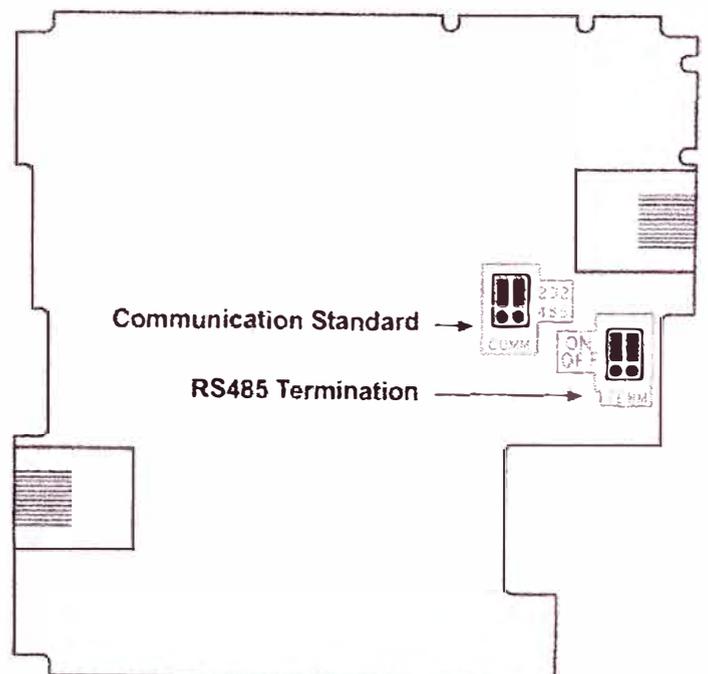
RS232 to RS485 Jumper Settings

The figure to the right shows the jumper factory default settings, RS232, RS485 termination ON.

Note that in order:

- To change the communication setting to RS485, both communication standard jumpers must be moved
- To change the RS485 termination, both termination jumpers must be moved

To access the jumpers, you must open the controller according to the instructions beginning on page 10.



Opening the Controller

- ⚠ ▪ Before performing these actions, touch a grounded object to discharge any electrostatic charge.
- Avoid touching the PCB board directly. Hold the PCB board by its connectors.

1. Turn off the power supply, disconnect, and dismount the controller.
2. The back cover of the controller comprises 4 screws, located in the corners. Remove the screws, and pull off the back cover.

Changing I/O Settings

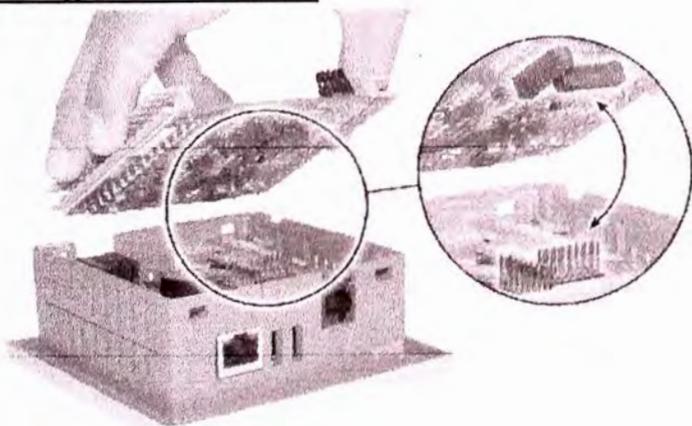
1. The I/O board of the controller is now exposed, enabling you to change I/O settings according to the jumpers shown on page 5.

Changing Communication Settings



1. To access the communication jumpers, hold the I/O PCB board by its top and bottom connectors and steadily pull the board off.
2. Locate the jumpers, and then change the settings as required. Jumper settings are shown on page 9.

Closing the Controller



1. Gently replace the board. Make certain that the pins fit correctly into their matching receptacle. Do not force the board into place; doing so may damage the controller.
2. Replace the back cover of the controller and fasten the corner screws.

Note that you must replace the back cover securely before powering up the controller.

The information in this document reflects products at the date of printing. Unitronics reserves the right, subject to all applicable laws, at any time, at its sole discretion, and without notice, to discontinue or change the features, designs, materials and other specifications of its products, and to either permanently or temporarily withdraw any of the forgoing from the market.

All information in this document is provided "as is" without warranty of any kind, either expressed or implied, including but not limited to any implied warranties of merchantability, fitness for a particular purpose, or non-infringement. Unitronics assumes no responsibility for errors or omissions in the information presented in this document. In no event shall Unitronics be liable for any special, incidental, indirect or consequential damages of any kind, or any damages whatsoever arising out of or in connection with the use or performance of this information.

The tradenames, trademarks, logos and service marks presented in this document, including their design, are the property of Unitronics (1989) (R"G) Ltd. or other third parties and you are not permitted to use them without the prior written consent of Unitronics or such third party as may own them

ANEXO 4

Conversores Análogo-Digital y Digital-Análogo: Conceptos Básicos

Huircán, Juan Ignacio

Abstract—El siguiente trabajo revisa las técnicas y conceptos básicos de la conversión análogo-digital y digital-análogo, para ello se describen los dispositivos clásicos junto con sus respectivas estructuras internas. La función básica de los conversores es transformar una señal analógica en su equivalente digital y vice-versa. Las distintas técnicas descritas muestran las ventajas e inconvenientes del componente, lo cual permite la selección dependiendo de la utilización y el modo de trabajo. Los parámetros que más influyen sobre la prestación de los dispositivos son la resolución y la velocidad. La evolución de estos componentes permite contar hoy con sistemas versátiles tanto con salidas paralelas como seriales.

Index Terms—ADC, DAC System

I. INTRODUCTION

El desarrollo de los microprocesadores y procesadores digitales de señal (DSP), ha permitido realizar tareas que durante años fueron hechas por sistemas electrónicos analógicos. Por otro lado, como que el mundo real es análogo, una forma de enlazar las variables analógicas con los procesos digitales es a través de los sistemas llamados conversores de análogo - digital (ADC- Analogue to Digital Converter) y conversores digital - analógico (DAC- Digital to Analogue Converter).

El objetivo básico de un ADC es transformar una señal eléctrica análoga en un número digital equivalente. De la misma forma, un DAC transforma un número digital en una señal eléctrica análoga.

Esta función exige que los pasos intermedios se realicen de forma optima para no perder información. Según el tipo de componente y su aplicación existen distintos parámetros que lo caracterizan, éstos pueden ser: la velocidad de conversión, la resolución, los rangos de entrada, etc.. Por ejemplo, una mayor cantidad de bit, implica mayor precisión, pero también mayor complejidad. Un incremento en un solo bit permite disponer del doble de precisión (mayor resolución), pero hace más difícil el diseño del circuito, además, la conversión podría volverse más lenta. Dentro de las de aplicaciones de estos sistemas está el manejo de señales de vídeo, audio, los discos compactos, instrumentación y control industrial. En los siguientes apartados se describen los conceptos básicos de conversión de señal, técnicas de implementación para los ADC o DAC, características y parámetros que los definen. Se revisarán las configuraciones más clásicas, atendiendo a criterios de velocidad y manejo de datos, como también los nuevos productos disponibles en el mercado.

II. CONVERSIÓN BÁSICA DE SEÑALES

Un transductor permite relacionar las señales del mundo real y sus análogas eléctricas. Para compatibilizar la información con un sistemas digital, se requiere de convertidores de datos del tipo ADC o DAC, según corresponda.

El diagrama de bloques de la Fig.1 muestra la secuencia desde que la variable física entra al sistema hasta que es transformada a señal digital (código binario). Para dicha señal ingrese al convertidor análogo - digital, ésta debe ser muestreada, es decir, se toman valores discretos en instantes de tiempo de la señal análoga, lo que recibe el nombre de *sampling*. Matemáticamente es el equivalente a multiplicar la señal análoga por una secuencia de impulsos de periodo constante. Como resultado se obtiene un tren de impulsos con amplitudes limitadas por la envolvente de la señal analógica.

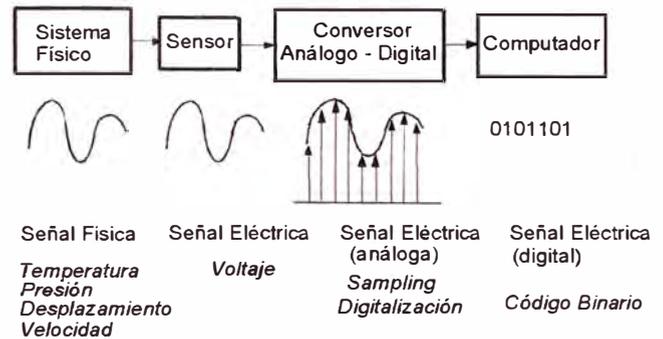


Fig. 1. Conversión análogo - digital.

Para garantizar la toma de muestra y la conversión de forma correcta se debe considerar la velocidad de muestreo, para lo cual el Teorema de Nyquist, establece que la frecuencia de muestreo f_s , debe ser como mínimo el doble que el ancho de banda de la señal muestreada como se indica en (1). Si no ocurre esta situación, se tiene lugar el fenómeno denominado *aliasing*.

$$f_s > 2 \cdot f_m \quad (1)$$

En el proceso inverso indicado en la Fig.2, en la cual la señal digital es transformada en señal eléctrica, para la recuperación de la señal eléctrica, la señal digital debe pasar por un convertidor del tipo digital - analógico. Esta señal modulada, es recuperada a través de un filtro pasa bajo e interpolada, obteniéndose la señal análoga equivalente.

III. CARACTERÍSTICAS

La data digital es un número binario que se define considerando desde el bit de mayor peso (MSB, More Signi-

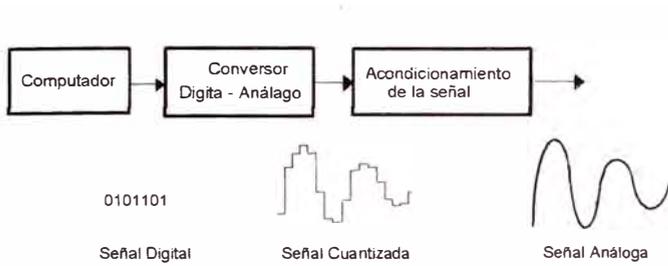


Fig. 2. Proceso de conversión digital - análogo.

ficative Bit) al bit de menor peso (LSB, Least Significant Bit) como se muestra en la Fig. 3.



Fig. 3. Data digital.

Cada convertor ADC ó DAC, esta determinado por una función de transferencia ideal de *entrada - salida* (ver Fig. 4), que muestra la equivalencia entre el mundo digital y el análogo.

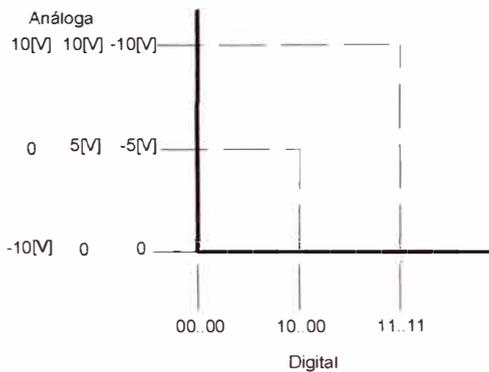


Fig. 4. Curva de entrada - salida de un convertor ADC ó DAC.

En el caso de una señal unipolar entre 0 a 10 [V], su equivalente digital para n bits sería entre 00..00 para 0[V] (zero - scale), 10.00 para 5[V] y 11.11 a 10[V] (full - scale).

A. Características Estáticas

A.1 Resolución:

Expresada en unidades de tensión, dependerá del escalón tomado como referencia con respecto a los niveles de tensión dado por el número de bit, por ejemplo, con n bit, habrá 2^n niveles de tensión. En la práctica corresponde el valor de un LSB (bit menos significativo).

$$Fullscale \cdot resolución = \frac{fullscale}{2^n} \quad (2)$$

A.2 La linealidad integral y el de linealidad diferencial:

Analizando la gráfica de transferencia entrada-salida en el caso ideal, el resultado es una línea recta formada por los puntos de transición de los valores de entrada que determinan cambios de nivel en la salida. Mientras más se ajuste el comportamiento real a esta recta, más preciso se considera al convertidor (ver Fig. 5).

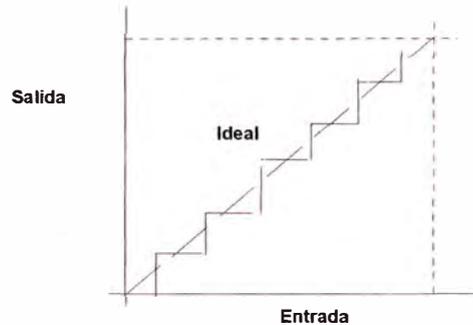


Fig. 5. Curva de entrada - salida lineal.

La máxima desviación entre la gráfica real y la recta ideal se define como linealidad integral, y se expresa en LSB, porcentaje del valor de fondo de escala (%FSR- font scale range). Como valor típico de linealidad integral es ± 0.5 LSB, con lo que es necesario que el convertor garantice, y para todas las condiciones de trabajo este valor. Si difiere en más de 0.5 LSB (tanto por encima como por debajo), se corre el riesgo de que identifique un valor con una combinación de bit que no le corresponde, y proporcionando de este modo un resultado erróneo.

La linealidad diferencial corresponde a la desviación máxima a partir de la amplitud ideal (1 LSB), y se expresa utilizando las mismas unidades que la linealidad integral.

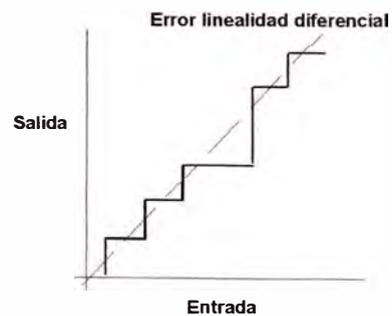


Fig. 6. Linealidad Diferencial.

A.3 Monotonicidad:

Un convertor es *monotónico* cuando un incremento de tensión en la entrada le corresponda un incremento en la salida, y para una disminución de la entrada, el correspondiente descenso. Si un convertidor no es monotónico, el resultado es la pérdida del código. Si para una determinada

combinación de bit no hay un aumento en función de un incremento de la entrada, sino un descenso, se identificará el valor analógico con el código que viene a continuación lo que provoca la no monotonicidad.

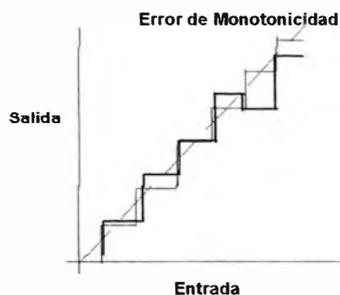


Fig. 7. Error de monotonicidad.

A.4 El error de ganancia, el error de Desplazamiento (offset) y el error de cuantificación:

En términos generales corresponden a la comparación y diferencia máxima entre la curva de transferencia ideal y la real en todo el margen de medidas. El error de ganancia es un parámetro que muestra la precisión de la función de transferencia del convertidor respecto a la ideal y se expresa en LSB (% FSR- font scale range). El error de offset, se toma cuando todos los bit de entrada son ceros en el caso de un DAC, gráficamente se representa como un desplazamiento constante de todos los valores de la curva característica, como se muestra en la Fig. 8.

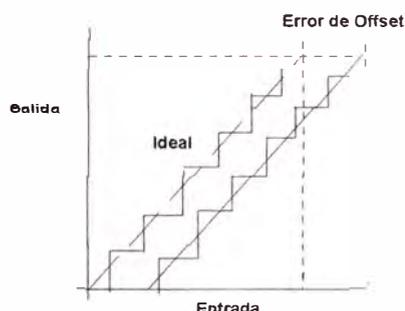


Fig. 8. Error de Offset.

A.5 Velocidad:

En algunas aplicaciones, es necesario disponer de un convertidor capaz de tratar señales de elevada frecuencia. Siempre es importante disponer de una velocidad de muestreo que garantice la conversión de forma correcta, teniendo en cuenta el teorema de muestreo, según el cual la frecuencia de muestreo debe ser, como mínimo el doble que el ancho de banda de la señal muestreada para que sea posible su digitalización. Como es lógico, la rapidez del conversor depende también del número de bits a la salida.

El código resultante se ve influida también, por el nivel de ruido que genera la conversión. Es interesante saber que la relación señal/ruido sea lo más elevada posible. La generación de señales espurias también influyen negativamente sobre el funcionamiento del convertidor (SFDR - Spurious Free Dynamic Range).

B. Características Dinámicas

B.1 Tiempos de conversión:

Es el tiempo desde que se aplica la señal a convertir hasta que la señal (análoga ó digital) este disponible en la salida. Esto se determina de acuerdo a la ecuación (3.)

$$t_c = \frac{1}{f \cdot \pi \cdot 2^{n+1}} \quad (3)$$

B.2 Tiempo de adquisición:

En el caso de conversores Análogo-Digital, es el tiempo durante el cual el sistema de muestreo y retención (Sample & Hold) debe permanecer en estado de muestreo (sample), para asegurarse que el consiguiente estado retención (hold) este dentro de la banda de error especificada para la señal de entrada.

B.3 Tiempo de asentamiento:

Es el intervalo de tiempo entre la señal de retención y el definitivo asentamiento de la señal (dentro de la banda de error especificada).

B.4 Slew rate:

Es la velocidad a la cual el valor de la salida del S&H converge al valor muestreado deseado. El proceso de conversión analógica-digital requiere que la señal analógica de entrada permanezca en un valor constante de tal forma que el ADC pueda realizar su tarea en forma adecuada. Aparece aquí, un elemento llamado sample & hold, que toma una muestra de la señal seleccionada y mantiene su valor durante el tiempo que dura la conversión analógica - digital ó T&H (track & hold), que se limita a detectar puntualmente el nivel de la señal analógica. El circuito básico S&H es el que se muestra en la Fig. 9.

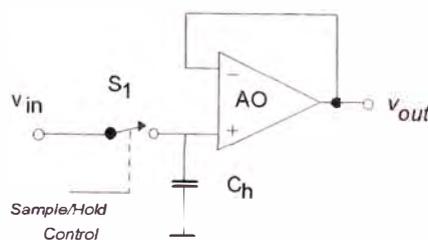


Fig. 9. Circuito Sample and Hold.

IV. CONVERTORES TIPO DAC

Convierten las señales digitales en cantidades eléctricas analógicas relacionadas en forma directa con el número de

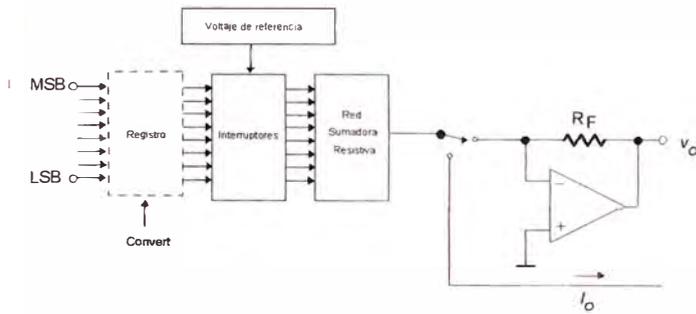


Fig. 10. Esquema básico de un DAC.

entradas codificado digitalmente. Los DAC efectúan sus conversiones recibiendo la información en forma serial o paralela. La decisión de emplearlos en serie o paralelo se basa en el uso final, como por ejemplo en instrumentos de medida como osciloscopios de almacenamiento digital se emplea la conversión de tipo paralelo y en aplicaciones del control de proceso como válvulas se puede efectuar en forma serie. Un sistema tipo DAC se basa en el diagrama que se muestra en la Fig. 10.

El registro acepta una entrada digital, sólo durante la duración de la señal *convert*. Después de la adquisición, el registro mantiene constante el número digital hasta que se reciba otro comando. Las salidas del registro controlan interruptores que permiten el paso de 0 [V] o el valor de la fuente de voltaje de referencia. Los interruptores dan acceso a una red sumadora resistiva que convierten cada bit en su valor en corriente y a continuación la suma obteniendo una corriente total. El valor total alimenta a un amplificador operacional que realiza la conversión a voltaje y el escalamiento de la salida. Cada resistor de la rama esta ajustado según el bit que tenga a la entrada como se muestra en el esquema correspondiente a la Fig. 11.

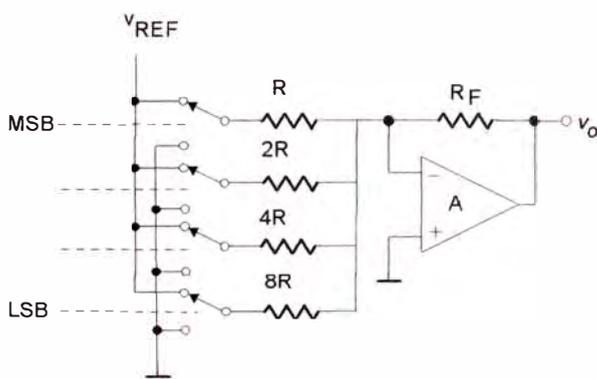


Fig. 11. Conversor básico escalera.

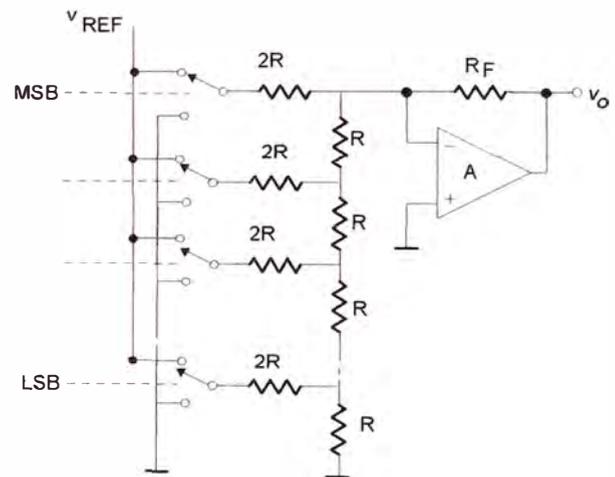
Luego, la tensión de salida de un conversor de n bits, esta dada por (4).

$$v(t) = \frac{R_f}{R} \left(\frac{a_0}{2^{n-1}} + \frac{a_1}{2^{n-2}} + \dots + \frac{a_{n-1}}{2^0} \right) \quad (4)$$

Donde cada a_n representa la información binaria "0" o "1".

El circuito de la Fig. 9 presenta un grave inconveniente, pues, se requieren n resistores y los cuales se van duplicando en magnitud. Debido a las características estándar en la fabricación de las resistencias, es difícil encontrar en valor exacto de los resistores adecuados para un diseño en particular. Para evitar la necesidad de disponer de tantos valores resistivos, la estructura $R/2R$ de la Fig. 10 utiliza solo dos valores aunque necesita el doble de resistencias.

Con esta técnica se pueden fabricar conversores tipo ADC de 12 a 16 bit, sin embargo, la estabilidad de la fuente de poder y el ruido viene a jugar un papel crítico al aumentar el número de bit. Un entorno de aplicación especialmente importante para los conversores DAC es el audio, empujado por el desarrollo del disco compacto.

Fig. 12. Estructura $R/2R$.

V. CONVERSORES TIPO ADC

Los dispositivos ADC convierten un nivel de tensión analógico en una palabra digital correspondiente. Si n es el número de bit obtenidos de la palabra, esto significa que habrá 2^n niveles de tensión diferentes

Todo convertidor ADC debe procurar que el conjunto de bit obtenidos a la salida sea un reflejo lo más exacto posible del valor analógico correspondiente. Se usan un gran número de métodos para convertir señales analógicas a la forma digital, los que más usados son: Rampa de escalera, aproximaciones sucesivas, paralelo (flash), doble rampa, voltaje a frecuencia, tipo serie.

A. Convertidor Analógico - Digital De Rampa De Escalera.

Se basa en la comparación de la señal analógica de entrada con una señal de rampa definida con precisión. El esquema se muestra en en la Fig. 13.

Se comienza activando un pulso de *inicio* en la lógica de control, con esta acción el contador se inicializará en cero, entregando en sus salidas el código binario del cero digital. La secuencia pasa directamente como entrada paralelo al

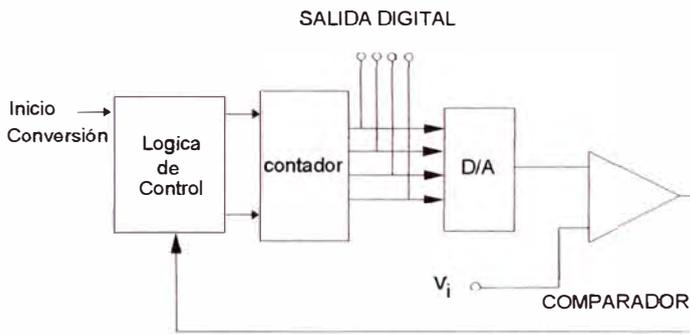


Fig. 13. Conversor de rampa escalera.

DAC que responde con 0 [V] a la salida. Esta señal es usada como entrada de referencia a un comparador, el cual compara la magnitud de la señal analógica de entrada con el valor entregado por el conversor. Del valor que proporcione el comparador dependerá que el contador continúe contando o bien, se detenga, pues si el comparador entrega un "1", entonces el reloj continuará alimentando al comparador. De lo contrario si entrega un "0", el contador se detendrá.

La lógica del comparador es si la señal de entrada es mayor que la referencia, entonces el comparador responderá con un "1" y se incrementa la cuenta en 1 digital, y así sucesivamente, sólo la cuenta se detendrá cuando la respuesta del DAC sea mayor que la entrada de la señal analógica. En este caso, el reloj se detendrá y se tendrá la salida digital del valor de cuenta anterior.

B. Convertidor Análogo - Digital Por Aproximaciones Sucesivas

Es una técnica de conversión más efectiva que la anterior. Se utiliza ampliamente debido a su combinación de alta resolución y velocidad. El esquema es prácticamente el mismo, difieren en que el contador dentro del registro no es un contador secuencial de uno en uno, sino un contador programable que se incrementa o decrementa de acuerdo a la influencia del bit de mayor peso (SAR). De esta manera no es necesario contar con 2^n veces como lo hacía el contador tipo rampa, ahora la cuenta máxima solo es de n veces. El esquema de la Fig. 14, muestra este convertidor.

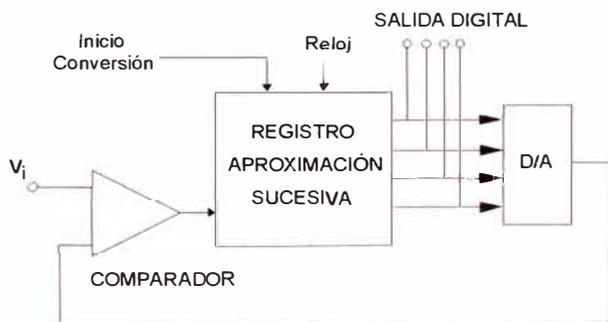


Fig. 14. Conversor de aproximación sucesiva.

El SAR pone el bit MSB en "1" y todos los restantes en "0". La cantidad es tomada por el DAC de tal manera que su equivalente analógico se compara con la señal de entrada. Si la salida del DAC es mayor que la entrada, se elimina el "1" del bit MSB y se pone a "1" el bit inmediatamente anterior, con todos los demás bits en "0", y así sucesivamente hasta que se logre encontrar una secuencia analógica pero que resulta ser menor que la entrada de la señal, cuando ocurra esto, el bit mantendrá su valor y se pone a "1" el bit inmediatamente anterior. El procedimiento anterior se repite hasta terminarse de probar "1" en cada bit del contador. Lo anterior equivale a un tanteo digital, a medida que se avanza, el procedimiento se va estabilizando hasta llegar a un valor estable y que corresponderá con el valor de la medición. La figura 15, se muestra la salida característica de este tipo de convertidor.

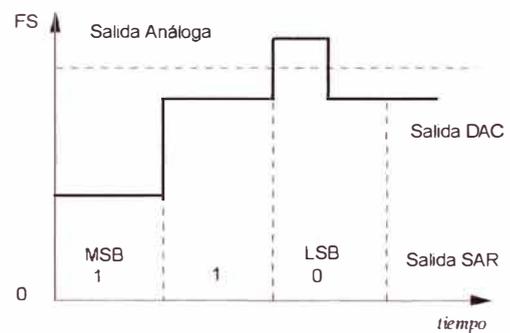


Fig. 15. Curva de salida del DAC.

El ADC de aproximaciones sucesivas es de los más utilizados, es posible encontrar modelos capaces de suministrar 16 bits en la salida y realizar la conversión en un tiempo de unas decenas de microsegundos. Los modelos de 12 y 8 bits, son los más comunes y ofrecen una elevada velocidad a un precio ajustado.

C. Convertidor Análogo - Digital Paralelo (Flash)

Los convertidores de tipo flash o conversión directa, parten de una concepción radicalmente opuesta: la velocidad es el objetivo básico de esta arquitectura y el costo que se debe pagar por ello es un circuito muy complejo aunque sencillo a nivel de concepto. Dos señales participan en la etapa de entrada, la propia señal analógica que se debe convertir y una señal de referencia. En la configuración básica, la señal analógica se aplica a las puertas no inversoras de un cierto número de amplificadores operacionales que, utilizados como comparadores, están dispuestos en paralelo, a la entrada de un decodificador (ver figura). A la entrada inversora de cada comparador se aplica la tensión de referencia, que a su vez ataca una red de resistencia de valor idéntico y dispuestas en serie. El resultado es la diferencia de tensión entre dos comparadores sucesivos es de 1 LSB.

La complejidad de la arquitectura flash se deriva precisamente del elevado número de comparadores necesarios a medida que aumenta el número de bits que se desea obtener a la salida. El número de éstos es $2^n - 1$, donde n

es el número de bits de salida, no es de extrañar que los conversores de tipo flash ven limitada su resolución por su elevada integración.

El resultado es que no existe ningún convertidor flash que ofrezca una resolución de 16 bit, y que mas allá no son prácticos teniendo en cuenta el tamaño del chip, el correcto funcionamiento de los comparadores e incluso el precio.

Este tipo de conversor por razón de velocidad es ampliamente usado en el campo de las telecomunicaciones, los instrumentos de medida y, en general, el tratamiento de señales rápidas como la de vídeo.

D. Convertidor De Doble Rampa

Los de tipo rampa tienen como punto fuerte la precisión (ver Fig. 16), y al mismo tiempo, sólo pueden aplicarse a señales cuyo nivel oscile de forma muy lenta (un valor típico de velocidad de muestreo es de 10 muestras por segundo). Este dispositivo consiste en un integrador basado en un amplificador operacional.

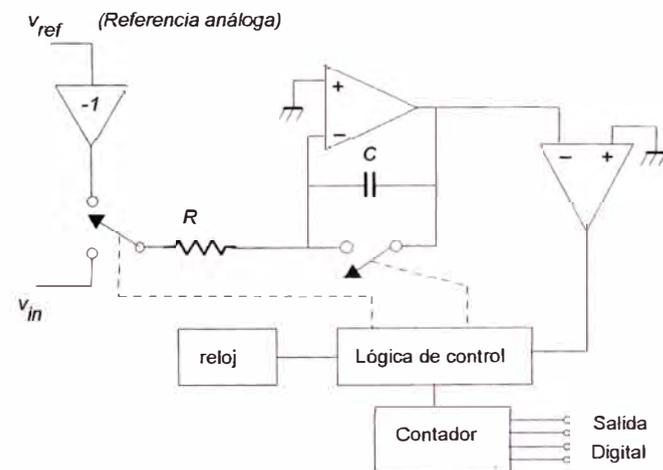


Fig. 16. Conversor doble rampa.

Para dos entradas, la señal analógica que se va a digitalizar y una señal de referencia de valor constante. Un interruptor se encarga de que una de las dos esté conectada en todo momento al amplificador integrador. Otro interruptor se halla en paralelo con el condensador, el que permite la intervención que éste o no. El resultado de la actuación coordinada de ambos interruptores es que en la salida se obtenga una señal de doble rampa.

Una de subida (la carga del condensador con la tensión analógica en la entrada) y la de bajada (con la tensión de referencia a la entrada). El cálculo de la señal digitalizada se fundamenta en la relación entre los tiempos de subida y bajada, de acuerdo con la ecuación (5).

$$\frac{t_s}{t_m} = \frac{V_{ref}}{V_a} \quad (5)$$

Donde t_s , es el tiempo de subida o de muestreo y t_m el de bajada o de medida, V_{ref} es la tensión de referencia y V_a es la tensión analógica.

Los tiempos de muestreo y de medida son detectados por un contador que se encuentra a la salida del integrador y dependen de la resistencia, el condensador y la tensión de entrada.

Dada sus especiales características, los ADC de doble rampa se utilizan, por ejemplo, en los voltímetros digitales, por su exactitud e inmunidad al ruido. Pueden alcanzar una resolución de hasta 18 o 20 bits.

E. Convertidor Voltaje Frecuencia

En este tipo de conversores, el voltaje continuo de entrada se convierte en un conjunto de pulsos cuya frecuencia es proporcional a la magnitud del voltaje de alimentación. Los pulsos se cuentan mediante un contador electrónico, durante un intervalo de tiempo específico y la cuenta resultante se exhibe como una representación digital del voltaje.

El esquema es el que se muestra en la figura 17. Cuando se aplica un voltaje de entrada el integrador genera un voltaje de salida de rampa con una pendiente proporcional al voltaje aplicado. Esta rampa se aplica a un generador monoestable el cual genera un pulso de amplitud definido por el voltaje de entrada rampa. El pulso es realimentado a un conmutador que descarga el condensador integrador, terminando así la rampa.

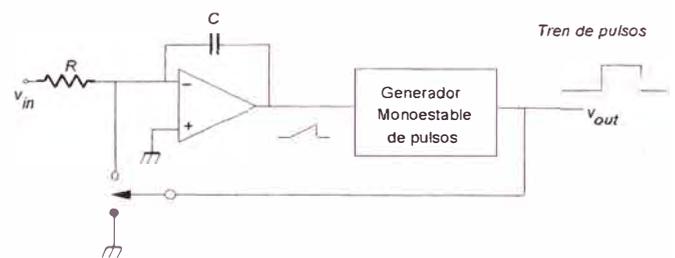


Fig. 17. Conversor Voltaje - Frecuencia

Su utilización es adecuada en ambientes ruidosos, por su alta inmunidad al ruido y exactitud. Las frecuencias típicas del convertidor voltaje frecuencia son entre 10 KHz a 1 MHz.

F. Convertidor Serie.

Dentro de los nuevos dispositivos, están los de conversión serie, la cual permite entregar una secuencia digital de ocho bit (o más) de salida en forma serial. La transmisión serie emplea una sola trayectoria para transportar bits de información, lo que la hace ideal para comunicaciones a grandes distancias, por su bajo costo en cableado. Esta transmisión es realizada de forma sincrónica o asíncrona. Muchos de estos dispositivos están basados en el método de capacitor conmutado, el cual se describe a continuación.

La data paralelo entra al conversor de capacitor conmutado, que corresponde a una red de condensadores en serie a cada bit y a un interruptor conectado al voltaje de referencia (V_{ref}). Este valor de voltaje establece los límites superiores e inferiores de la salida analógica. La conversión está directamente relacionada con el valor de tensión que

se carga el condensador, cada condensador de la rama esta ajustado según el bit que tenga a la entrada, lo que va a determinar el tiempo de carga. En la generación de la señal analógica, la carga de cada condensador es conmutada y sumada, obteniéndose la señal por intervalos de tiempo y suma en el punto inversor del amplificador operacional de la entrada.

VI. CONCLUSIONES

Los sistemas ADC y DAC son necesarios cuando se realiza procesamiento digital de señales, permiten el nexo entre ambos espacios, del mundo real y el digital. Son muy utilizados en sistemas de instrumentación y adquisición de datos. Cada convertidor posee sus propias características y parámetros que lo definen. Estos parámetros y medidas se toman con respecto a curvas ideales de transferencia, o sea, cuando más se ajuste un determinado modelo en su funcionamiento a estas curvas, más preciso será. Para obtener un buen funcionamiento de cada convertidor, es importante destacar los parámetros que aporta el fabricante de cada dispositivo y las condiciones de trabajo en que fueron medidas.

En todo ADC el conjunto de bits obtenidos a la salida sea un reflejo lo más exacto posible del valor analógico correspondiente. Si el ADC, está situado a la salida de un sensor (que habitualmente aportan una señal de amplitud débil) es esencial que en la etapa de conversión no se genere un nivel de ruido que impida la conversión real de la señal de entrada.

La arquitectura más extendida entre los ADC es la basada en el método de las aproximaciones sucesivas. Su éxito se fundamenta en conseguir tanto una resolución como una velocidad aceptable para una gran variedad de aplicaciones. Normalmente se trata de redes resistivas conectadas a los bits de entrada, con cada valor de resistencia ajustado al valor del bit de entrada, como estructura básica.

Los conversores se han enfrentado siempre a la dualidad velocidad y resolución, las diversas estructuras desarrolladas y disponibles comercialmente permiten adaptar un modelo para cada aplicación. Las configuraciones más frecuentes, atendiendo a criterios de velocidad, son: conversores lentos (de 1 a 100ms), que incluyen dispositivos de rampa y de escalera; los conversores medios (de $1\mu\text{s}$ a 1ms) abarcan los denominados aproximaciones sucesivas; y los rápidos (entre 25 Mhz), flash

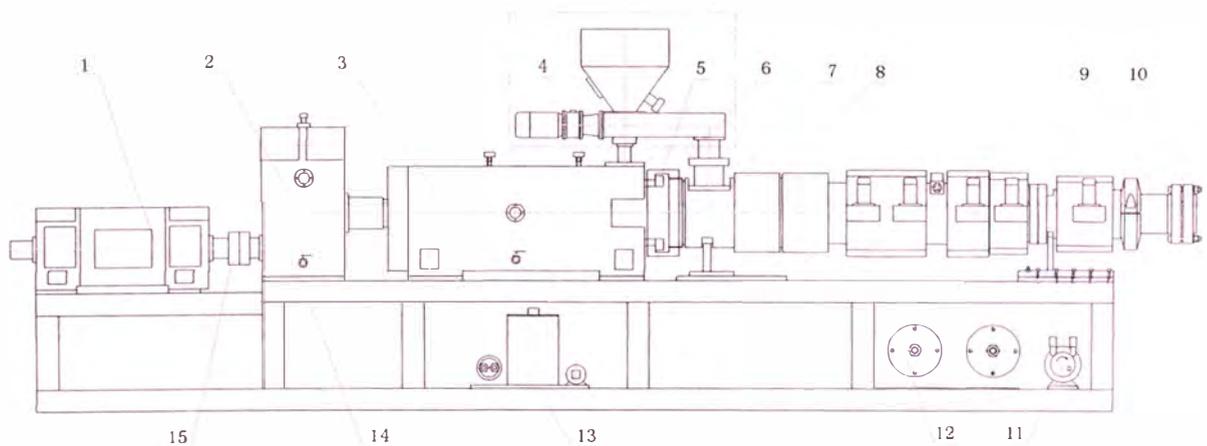
ANEXO 5

Resumen de la extrusora de doble tornillo cónico de LSE-92

Las extrusoras de doble tornillo cónico de LSE-92 producidas por nuestra compañía son las nuevas máquinas principales de extrusión de alta producción, disponen de las ventajas de baja velocidad de corte, buen efecto de limpieza automática del barril de tornillo, el corto tiempo de estancamiento de material en el barril y que los materiales son difíciles quemar durante el proceso de plasticización, son aplicadas en las líneas de producción de perfiles y tubos mecanizados de PVC duros. La máquina principal de doble tornillo cónico de LSE-92 producida por nuestra compañía dispone del único diseño de estructura de tornillo que mejora la plasticización y el efecto de mezcla durante el proceso de extrusión. El sistema de escape de aire de presión negativa de vacío mejora la calidad del producto.

Estructura principal de la máquina principal de LSE-92

El máquina está compuesta principalmente por el motor, el sistema de transmisión, el sistema de alimentación de cantidad fijada, el sistema de extrusión de plasticización, el sistema de escape de vacío, la pieza de conexión de cabezal de roscar, la pieza de conexión de barril, el dispositivo ajustador de barril, el sistema refrigerado por agua, el soporte de la máquina y el gabinete de control eléctrico etc. Ver la estructura en el siguiente diagrama esquemático:



(1)Motor (2)Reductor (3)Caja de distribución (4)Dispositivo de alimentación (5) Asiento de conexión (6) Tuerca de barril (7) Barril (8) Calentador(9) Trozo de coyuntura (10) Brida de conexión (11) Bomba de vacío (12) Separador (13) Dispositivo de control de temperatura de núcleo de tornillo (14) Soporte de máquina (15) Acoplador

1. *Sistema de conducción*

La energía está transmitida por un motor de corriente directa de Z4 al reductor mediante el acoplador. El motor se equipa del dispositivo refrigerado por aire para evitar de quemar el motor por el sobrecalentamiento. Atención: Debe eliminar con frecuencia los polvos de la malla de filtro de aire del dispositivo refrigerado por aire para evitar de quemar el motor por insuficiente aire.

2. *Sistema de transmisión*

El sistema de transmisión está compuesto por el reductor, la caja de distribución y el acoplador. La función del reductor es convertir la alta revolución y el pequeño torque transmitidos del motor en la baja revolución y el grande torque de modo que el tornillo consiga la suficiente fuerza del par de torsión. La función de la caja de distribución es distribuir la fuerza del par de torsión de un eje en las fuerzas del par de torsión equivalentes de dos ejes para que dos tornillos sufran las fuerzas del par de torsión equivalentes a la vez. Ver respectivamente las estructuras del reductor y la caja de distribución en las siguientes figuras:

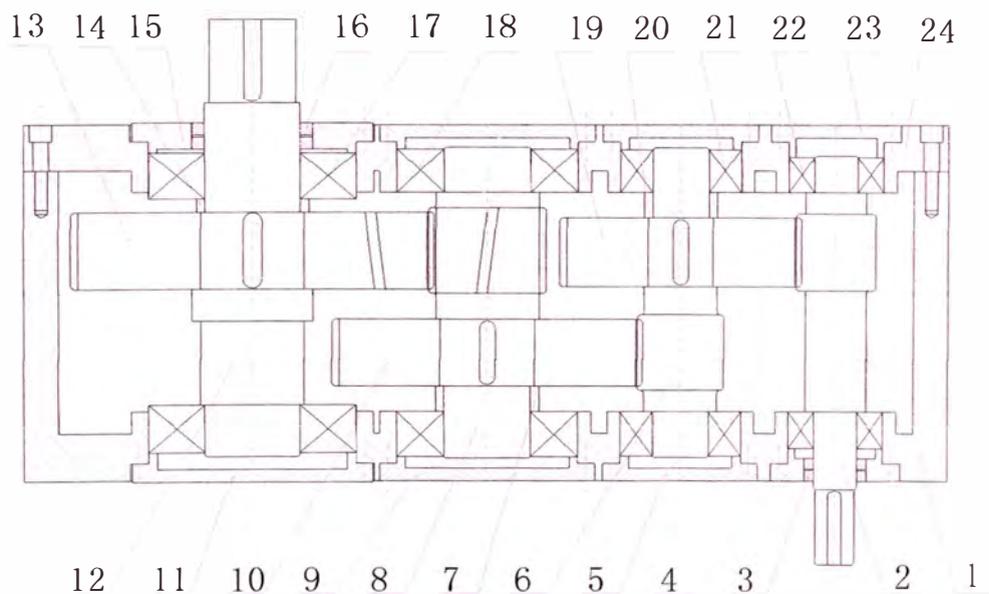


Diagrama esquemático de estructura de reductor

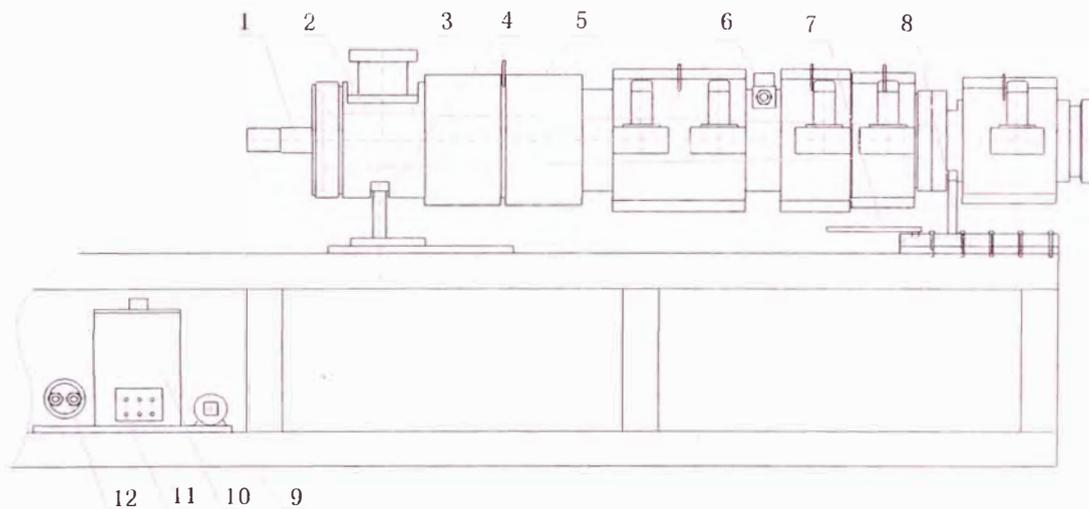
(1) *Placa lateral de caja* (2) *Eje de entrada* (3) *Anillo de sello SD65X90X12* (2)

Diagrama esquemático de mecanismo de alimentación

(1) Motor de alimentación (2) Reductor (3) Cojinete 110 (4) Anillo de sello SD55X75X8 (5) Tolya de materiales (6) Tornillo de alimentación (7) Camisa de alimentación (8) Anillo de sello SD40X65X12 (9) Cojinete 207 (10) Camisa de caída de materiales (11) Rosca (12) Camisa de soporte (13) Columna de soporte (14) Placas de ajuste delantera y trasera

4. Sistema de extrusión y plasticización

El sistema de extrusión y plasticización está compuesto principalmente por el barril, el tornillo, el dispositivo de control de temperatura de barril y el dispositivo de control de temperatura de tornillo etc. Ver su estructura en el siguiente diagrama esquemático:

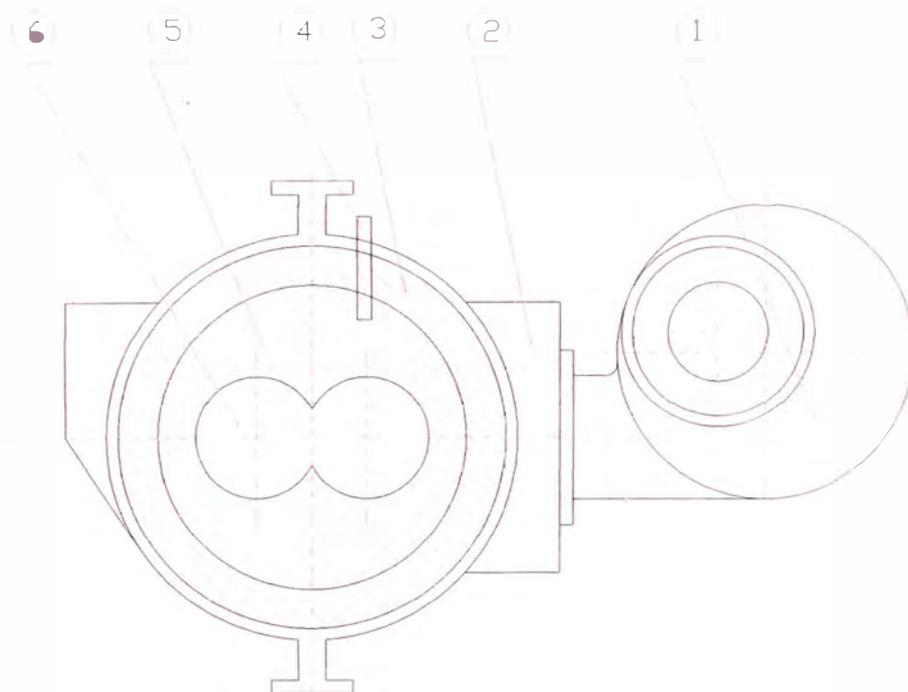


(1) Tornillo (2) Barril (3) Camisa refrigerante de caída de materiales (4) Soporte trasero (5) Calentador (6) Escape de aire (7) Brazo de fuerza de movimiento hacia delante o hacia atrás (8) Soporte delantero (9) Bomba de aceite (10) Depósito de aceite (11) Tubo de calentador (12) Refrigerador

El **barril** es la pieza que contiene los plásticos y los tornillos, fricciona directamente con los plásticos y los tornillos, por lo tanto, el barril está fabricado por el acero nitrurado y el agujero interior está tratado con nitrógeno para alcanzar la alta dureza y la mejor resistencia a la abrasión y dispone de cierta capacidad anticorrosiva. En la superficie exterior se instala el calentador de zona 4, el calor es transmitido del barril al plástico para fundir y plasticizarlo, luego crea los puntos de medición de

temperatura en las partes de calentador de barril, puede controlarlo automáticamente en el alcance de temperatura de mecanización de PVC.

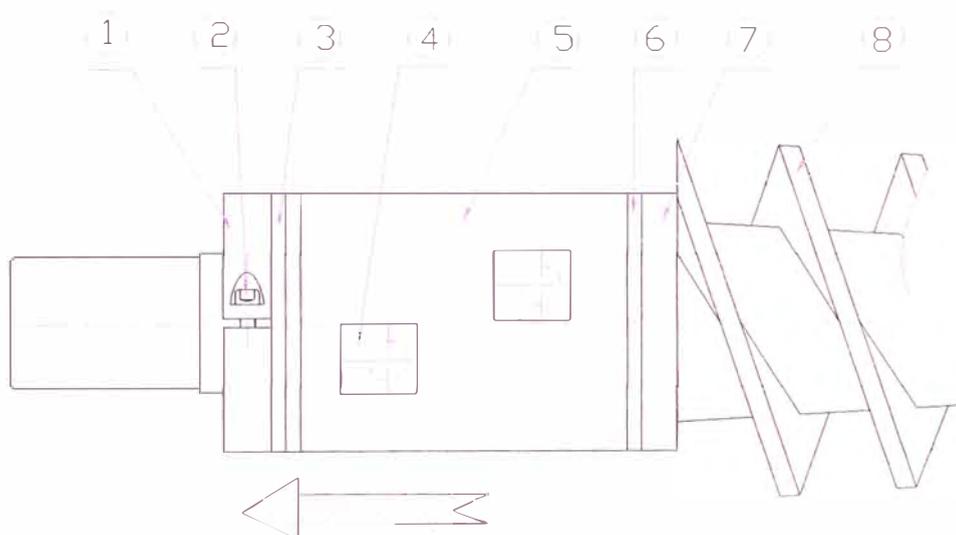
El dispositivo de control de temperatura de barril es la importante condición tecnológica durante el proceso tecnológico de plasticización de materia prima, incluyendo dos partes de calentar y refrigerar. Calienta la superficie exterior del barril mediante el calentador eléctrico, convierte el barril en la fuente de calor secundaria para transferir el calor necesario de plasticización a la materia prima. El método de refrigeración se adopta la refrigeración de ventilador. Junto con el examen, el control y el ajuste de temperatura compone un juego de sistema de control de temperatura. Cuando la temperatura de barril medida por el termopar es inferior a la configurada, el calentador se electrifica y calienta hasta que la temperatura de barril alcanza el valor configurado; Cuando la temperatura de barril es superior a la configurada, el ventilador funciona para soplar y refrigerar el calentador y hacer el barril en el estado de temperatura constante en cierto alcance. Ver el principio y estructura en la figura siguiente:



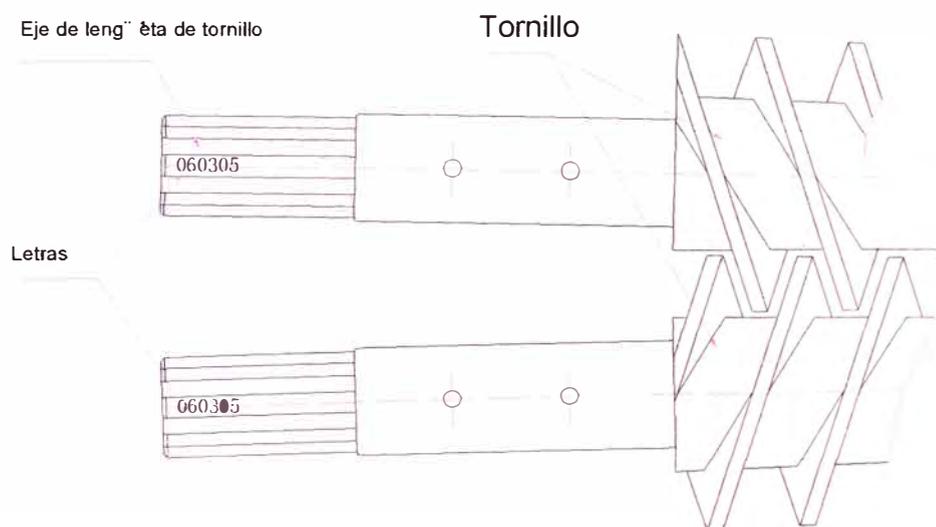
(1) Ventilador (2) Capota (3) Aro de calefacción de aluminio fundido (4) Termopar (5) Barril (6) Tornillo

El **tornillo** es la pieza clave para realizar la plasticización y la transmisión de los plásticos, es el alma de la máquina entera. Debido a su rotación, puede empujar los plásticos de foma polvo hacia delante mediante la ranura para alcanzar el propósito de pulsar, fundir, mezclar, homogeneizar y extrudir. El diseño del tornillo de nuestra compañía es único, el filete de tornillo se divide en unas secciones de distinto número de cabeza y diferente paso de tornillo para alcanzar el mejor efecto de mezcla y plasticización, y el propósito de descarga de aire.

figura:



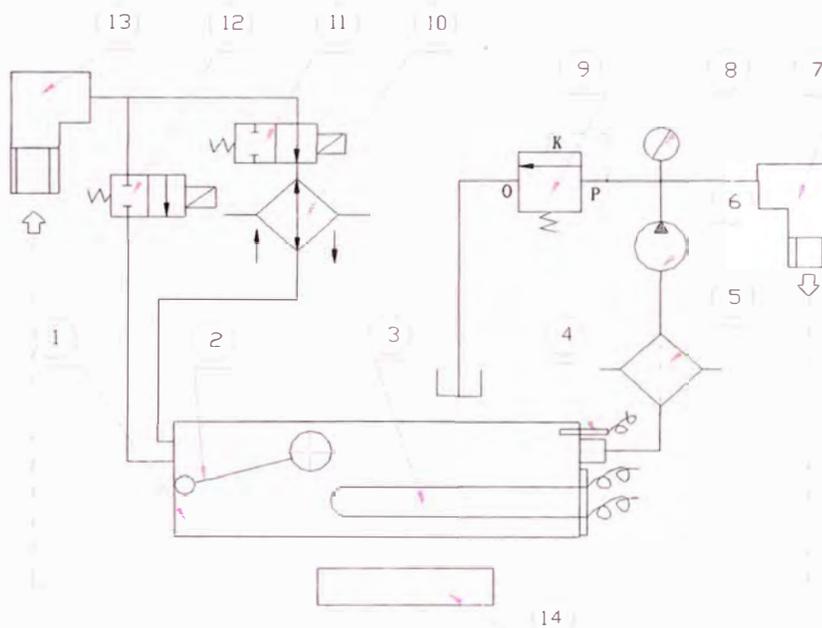
(1) Anillo de localización (2) Anillo de localización (3) Anillo plástico exterior
 (4) Conector de tubo de aceite (5) Camisa de intercambio (6) Anillo plástico interior
 (7) Anillo de separación (8) Tornillo



El dispositivo de control de temperatura de núcleo de tornillo está compuesto por el depósito de aceite, la bomba de aceite, el tubo de calefacción, el refrigerador y el canal de aceite. El dispositivo controla la temperatura de tornillo y evita de acumular el calor sobre el tornillo. Es otra medida para controlar la plasticización de materia prima, no sólo hace la materia prima recibir el control de ajuste de temperatura de la pared interior del barril, sino también de la superficie exterior del tornillo, su principio de trabajo es que la estación de aceite de transferencia de calor transmite el aceite de transferencia de calor al núcleo de tornillo, controla y ajusta la temperatura del plástico en el barril mediante el tornillo. El aceite de circulación se adopta el aceite de silicona con buen funcionamiento de conducción de calor y a prueba de alta temperatura. Antes de poner en marcha, debe añadir suficiente aceite de silicona y examinar el depósito de aceite una vez cada mes para ver si tiene suficiente aceite. El modelo del aceite de silicona es: SF-906-100CS. Cambiar el aceite una vez cada año y limpiar el depósito de aceite.

Al trabajar, la bomba de aceite empieza a funcionar, transmite el aceite en el depósito de aceite desde el conector de salida al núcleo de tornillo para calentar o refrigerar el tornillo. El aceite de vuelta se vuelve desde el conector de vuelta al canal de aceite de control de temperatura, y determina mediante la combinación de la válvula electromagnética A y B si utiliza el refrigerador para refrigerar el aceite de alta temperatura de vuelta. Esta operación está determinada por la relación entre la temperatura de aceite medida por el termopar y la temperatura configurada. Si la temperatura medida es superior a la configurada, se cierra la válvula B y abre la válvula A, el aceite de vuelta está refrigerado por el refrigerador y vuelve al depósito de aceite. Si la temperatura medida es inferior a la configurada, se cierra la válvula A y abre la válvula B, el aceite de vuelta vuelve directamente al depósito de aceite, a la vez se electrifica y calienta el tubo de calefacción, hasta que la temperatura de aceite medida alcanza la temperatura configurada. Hace la temperatura de aceite en el estado

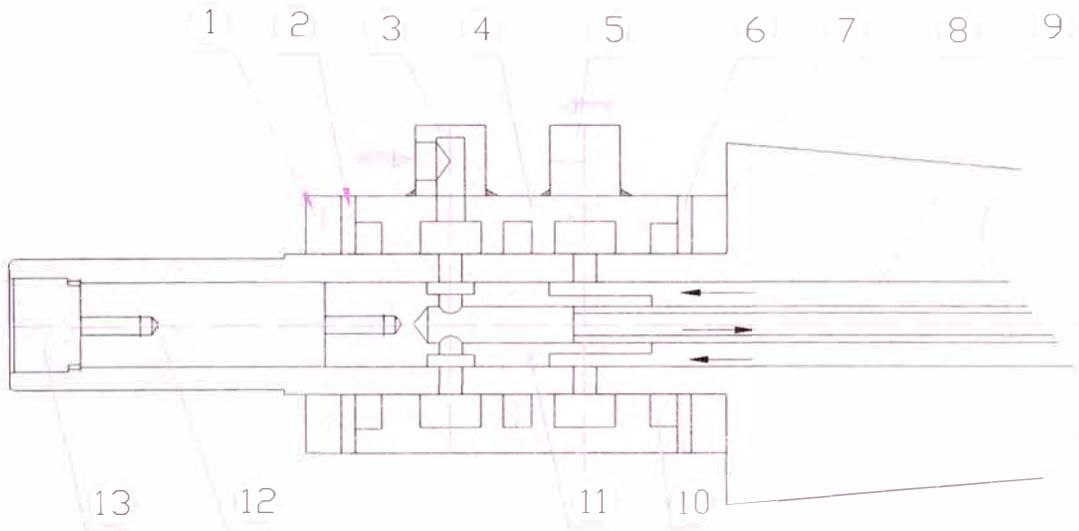
de temperatura constante en el alcance de desviación permitido de temperatura configurada para controlar la temperatura del tornillo. Ver el trabajo de canal de aceite en la siguiente figura:



(1) Depósito de aceite (2) Interruptor de nivel de aceite (3) Tubo de calefacción (4) Termopar (5) Filtro (6) Bomba de aceite (7) Conector de admisión de aceite (8) Indicador de presión (9) Válvula de descarga (10) Refrigerador (11) Válvula electromagnética A (12) Válvula electromagnética B (13) Conector de escape de aceite (14) Tornillo

Normalmente la temperatura de aceite está configurada entre: 90°C--100°C, por eso al principio de arranque y antes de arrancar el motor principal, debe calentar el aceite de transferencia de calor. Cuando la extrusora extrude los materiales normalmente, debe refrigerar el aceite de transferencia de calor. La velocidad de circulación del aceite de transferencia de calor determina la velocidad de refrigeración del núcleo del tornillo. Por eso, puede ajustar la presión de desbordamiento de la válvula de descarga para ajustar la eficiencia de refrigeración. Más la presión, mejor el efecto de refrigeración, sino fácil escapar el aceite del canal de aceite. Por eso debe reducir la presión de desbordamiento como sea posible en función de controlar la temperatura, normalmente entre 0.2—0.4Mpa. Si durante el proceso de producción, la temperatura de aceite medida es 10°C superior a la temperatura configurada a largo tiempo, debe examinar el aceite de transferencia de calor si

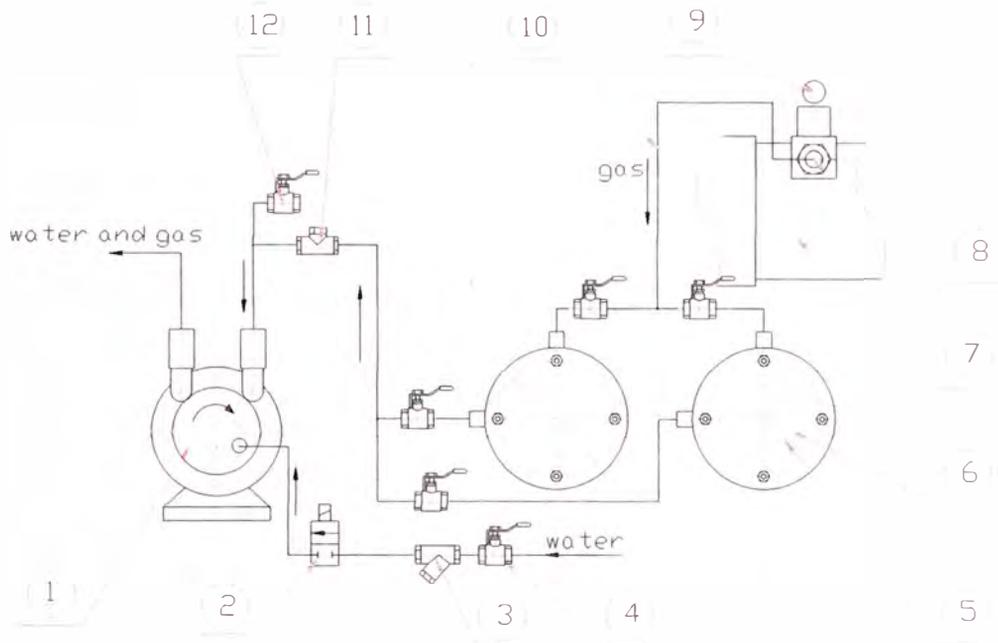
es suficiente o el canal de agua refrigerante del refrigerador si está libre. Si la temperatura de aceite medida no puede alcanzar la temperatura configurada a largo tiempo, debe examinar el tubo de calefacción si está quemado o el canal de aceite de núcleo de tornillo si está atascado. Ver el diagrama esquemático de la estructura del núcleo de tornillo en la figura siguiente. Cuando el núcleo de intercambio ocurre el desplazamiento axial, atascaría el canal de aceite.



(1) Anillo de localización (2) Aro plástico (3) Conector de admisión de aceite
 (4) Camisa de intercambio (5) Conector de escape de aceite (6) Aro plástico
 (7) Anillo de separación (8) Tornillo (9) Tubo de cobre (10) Anillo de sello (11)
 Núcleo de intercambio (12) Núcleo de junta (13) Tapón roscado

5. Sistema de escape de aire de vacío

Para mejorar la calidad de producto acabado plástico, en la parte superior del trozo intermedio del barril se instala el orificio de escape de aire, la bomba extrae el agua contenido en los materiales o las materias volátiles de bajo molecular. El sistema de escape de aire de vacío está compuesto por la bomba de vacío de anillo de agua, el separador y la tubería, véase la figura de principio de escape de aire a continuación.



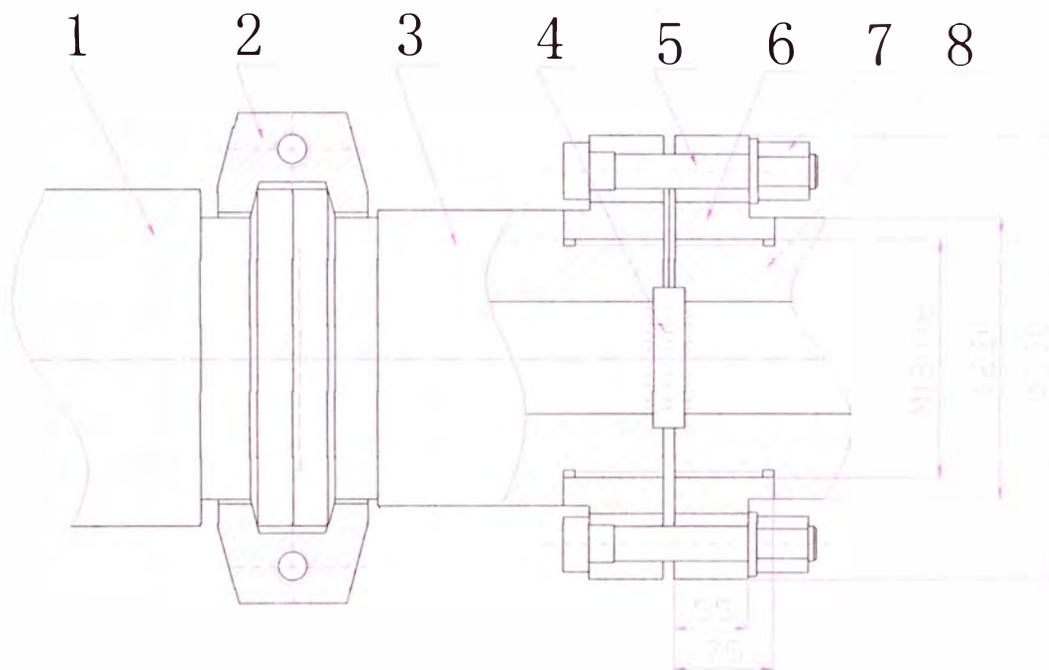
(1) Bomba de vacío (2) Válvula electromagnética (3) Válvula de filtro (4) Válvula de bola A (5) Malla de filtro (6) Separador (7) Barril (8) Asiento de vacío (9) Indicador de vacío (10) Tubo de escape de aire (11) Válvula direccional (12) Válvula de bola B

Bomba de vacío: El vacío está producido por la bomba de vacío de anillo de agua, sobre la cual hay los orificios de admisión y escape de aire, puede ajustar el grado de vacío a través de la cantidad de agua de entrada de la válvula de admisión y cerrar o abrir la válvula de bola en la tubería. La válvula de bola A controla la cantidad de agua de entrada de la bomba de vacío, la bomba de vacío es la bomba de vacío de anillo de agua, debe entrar el agua para extraer al vacío, por eso la presente válvula está en el estado semi-abierto. La válvula de bola B ajusta el grado de vacío por el desvío, si abre más, el grado de vacío es menor. Normalmente ajusta el grado de vacío entre: 0.02---0.04MPa. En el circuito se instala la válvula direccional para evitar que el agua vuelva en el separador de materia prima luego de cerrar la bomba de vacío, incluso entra en el barril. La válvula electromagnética sobre la tubería de admisión de agua y la bomba de vacío se cierran y abren a la vez para evitar de entrar el agua en la bomba luego de cerrar la bomba de vacío.

Separador de materia prima: En este dispositivo se instala una malla de filtro para

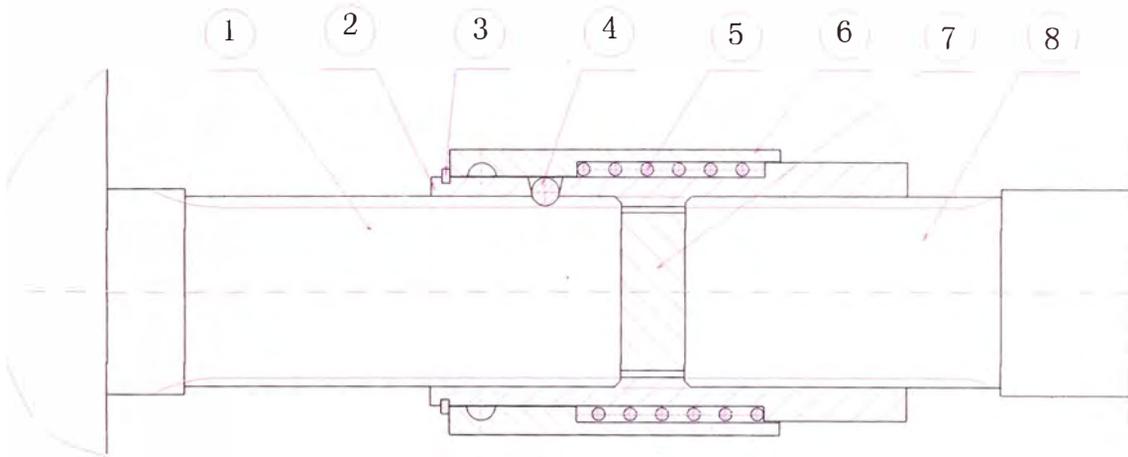
evitar de entrar las partículas de polvo en la bomba de vacío incluso dañarla. *Atención: Debe limpiar periódicamente las partículas de polvo sobre la malla de filtro.* El presente sistema de escape de aire se instalan dos separadores, uno es de repuesto. Cuando necesita limpiar el separador utilizado normalmente, puede abrir las válvulas de bola de salida y entrada del separador de repuesto sin cerrar la bomba de vacío y cerrar las válvulas de bola de salida y entrada del separador que necesita limpiar, puede limpiarlas sin afectar la producción normal.

La conexión entre el barril y el molde se utiliza la brida para conectar el trozo de coyuntura y el molde, véase su estructura en la siguiente figura:



(1) Barril (2) Anillo abrazadera (3) Trozo de coyuntura (4) Placa porosa
 (5) Perno de conexión de cabezal de roscar (6) Brida de cabezal de roscar (7)
 Tuerca de conexión de cabezal de roscar (8) Cabezal de roscar

Se utiliza la camisa de lengüeta para conetar el tornillo y el eje de salida de la caja de distribución, véase su estructura en la siguiente figura:



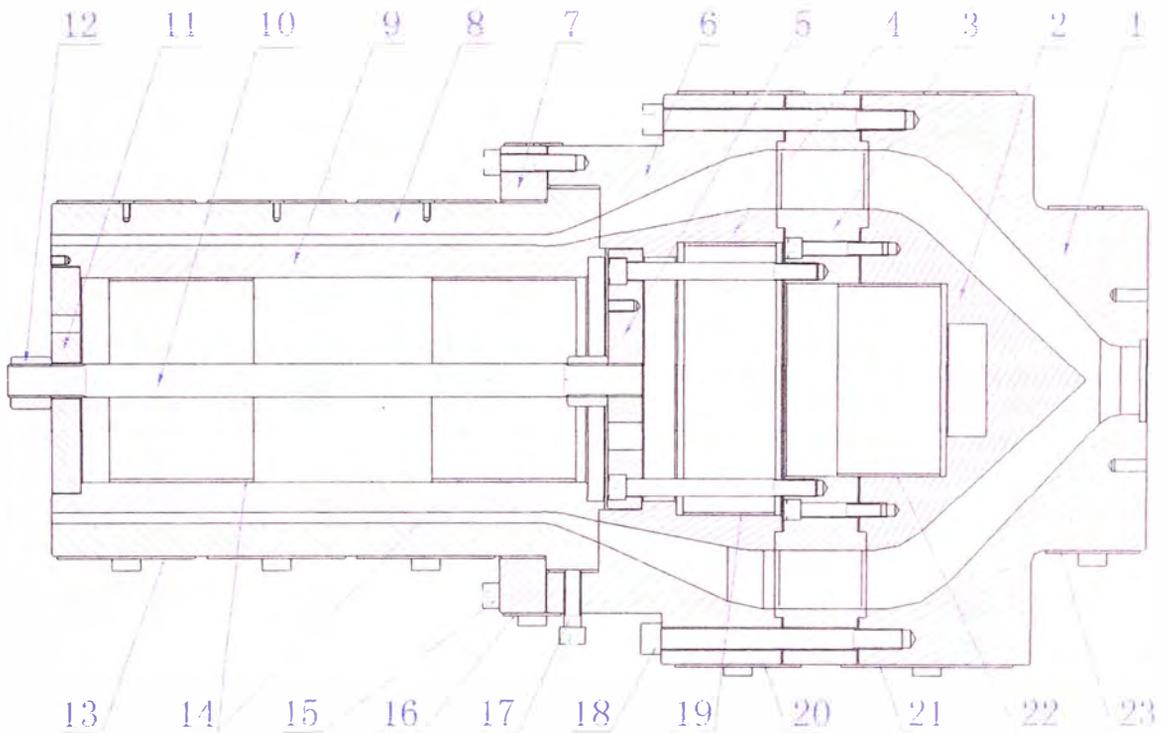
- (1) Eje de salida de caja de distribución (2) Camisa interior de lengüeta
(3) Anillo de tope de resorte (4) Bola de acero de localización (5) Resorte
(6) Camisa exterior de lengüeta (7) Cojín (8) Eje de lengüeta de tornillo

Resumen de molde de extrusión de LSP-630PVC

Normalmente las especificaciones de los moldes equipados de la línea de producción de LSP—630PVC son $\Phi 630$, $\Phi 560$, $\Phi 500$, $\Phi 450$, $\Phi 400$, $\Phi 355$, $\Phi 315$, $\Phi 250$ (El usuario puede pedir otras especificaciones). El molde de extrusión de gran tamaño es un gran logro de la investigación y las experiencias acumuladas de nuestra compañía. El canal de flujo más adecuado, el campo de temperatura uniforme y el control de temperatura de núcleo mejoran el proceso de extrusión y producen mejores productos.

Descripción de la estructura del molde de extrusión de LSP-630PVC

La estructura principal del molde de LSP—630PVC está compuesta por el asiento de conexión, el torpedero, la placa de distribución de flujo, la manga retráctil, el núcleo de molde retráctil, la placa de presión de molde de boca, el molde de boca, la barra de núcleo, la placa de presión de barra de núcleo y el sistema de control de temperatura etc. Ver su estructura en la siguiente figura:

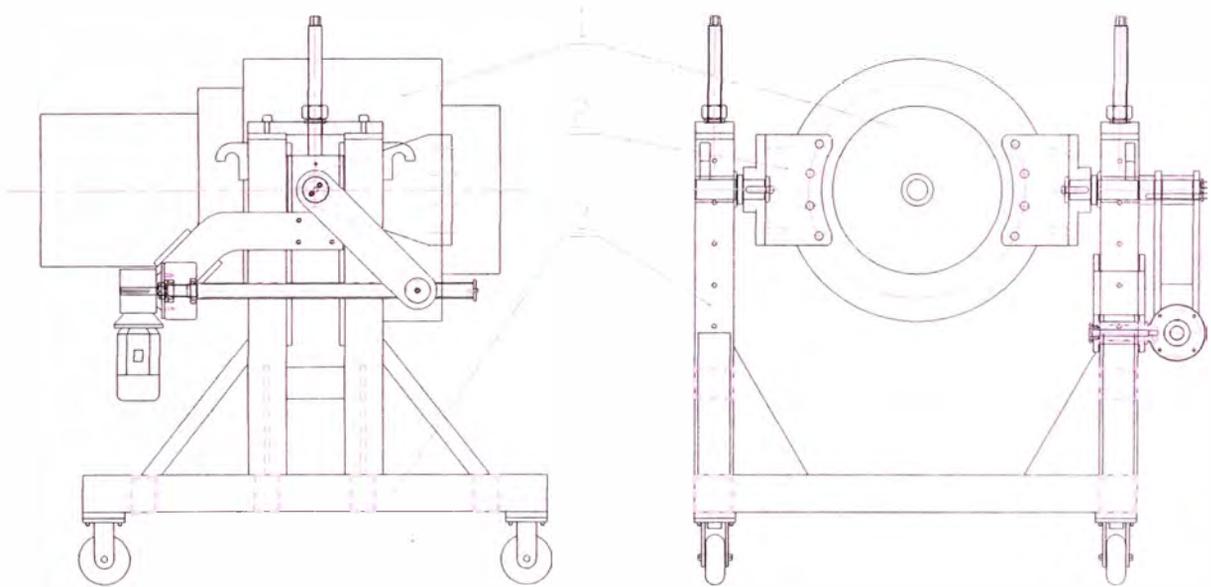


(1) Asiento de molde (2) Núcleo de distribución de flujo (3) Placa de distribución de flujo (4) Núcleo de molde fijado (5) Placa de presión de núcleo de molde fijado (6) Manga retráctil (7) Placa de presión de molde de boca (8) Molde de boca (9) Núcleo de molde (10) Husillo de cierre de molde de boca (11) Placa de presión de núcleo de molde (12) Tuerca autobloqueante (13) Anillo de calefacción de circulo exterior $\Phi 620 \times 240$ (14) Anillo de calefacción de agujero interior $\Phi 360 \times 250$ (15) Tornillo de cierre de molde de boca (16) Anillo de calefacción de circulo exterior $\Phi 820 \times 100$ (17) Tornillo de ajuste de molde de boca (18) Tornillo de cierre

de cuerpo de molde (19) Anillo de calefacción de agujero interior $\Phi 480 \times 160$ (20) Anillo de calefacción de círculo exterior $\Phi 1000 \times 220$ (21) Anillo de calefacción de círculo exterior $\Phi 1000 \times 300$ (22) Anillo de calefacción de agujero interior $\Phi 340 \times 180$ (23) Anillo de calefacción de círculo exterior $\Phi 600 \times 165$

Instalaciones de molde y carro de molde

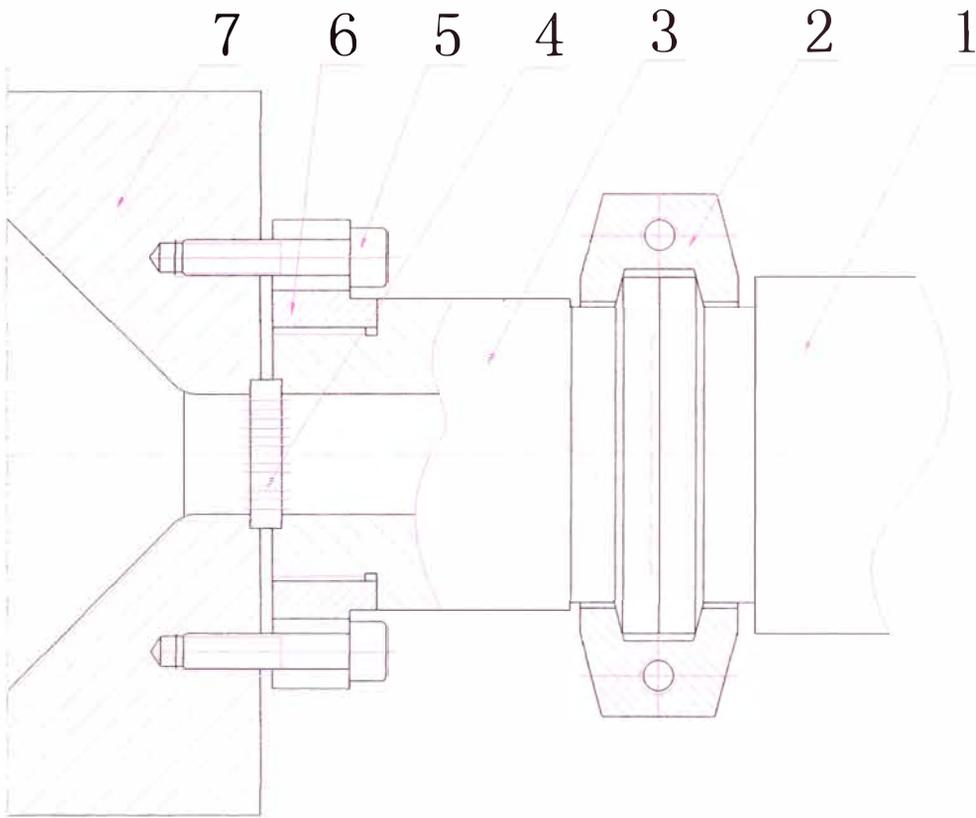
Monta y localiza el molde de LSP-630PVC sobre el carro de molde específico, (las instrucciones del carro de molde se refieren al capítulo de carro de molde de LSP-630PVC), cierra la placa de montaje oscilante y el asiento de conexión de molde. Ver la forma de montaje en la figura siguiente:



(1) Molde (2) Placa de montaje oscilante de carro de molde (3) Carro de molde

Conexión e instalación del molde y la máquina principal

La conexión e instalación del molde y la máquina principal se adopta la manera de conexión de brida, cerrada y conectada por el perno de brida de cabeza de molde. Ver la estructura en la siguiente figura:



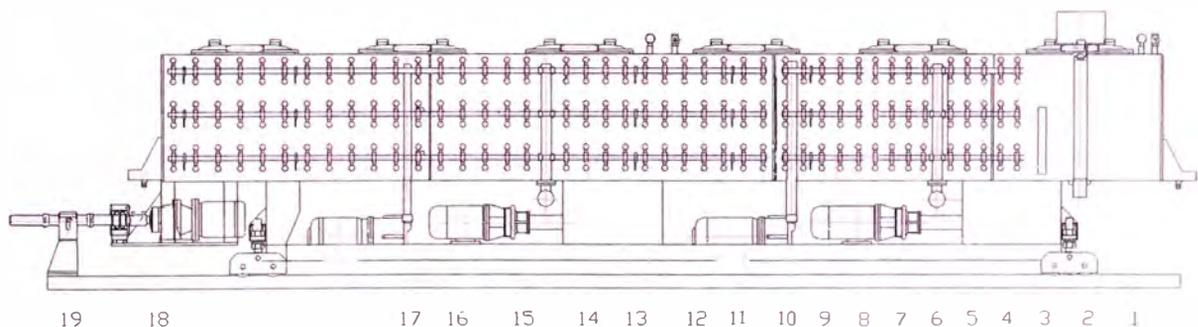
(1) Barril de extrusora (2) Anillo abrazadera (3) Trozo de coyuntura (4) Placa porosa (5) Perno de conexión de cabeza de molde (6) Brida de conexión de cabeza de molde (7) Cabeza de molde

Breve introducción del dispositivo de formación de vacío de LSP-630PVC

El dispositivo de formación de vacío es el equipo auxiliar de la línea de producción de tubos de LSP-630PVC. La cabeza de máquina extrude continuamente los plásticos fundidos que han obtenido la forma y la dimensión preliminares y los refrigera y moldea rápidamente. El dispositivo de formación de 630PVC cuenta con las características de fuerte vacío, rápida refrigeración, uniforme atomización de boquilla, formación de tamaño estable y uniforme el nivel y la temperatura de agua de tanque de agua dispone de la función de control automático, a la vez sobre el soporte de máquina se instala el mecanismo de ajuste izquierdo y derecho, arriba y abajo, para facilitar el ajuste. La caja está fabricada por el acero inoxidable de alta calidad.

Estructura principal del dispositivo de formación de vacío de doble tubo de 630PVC

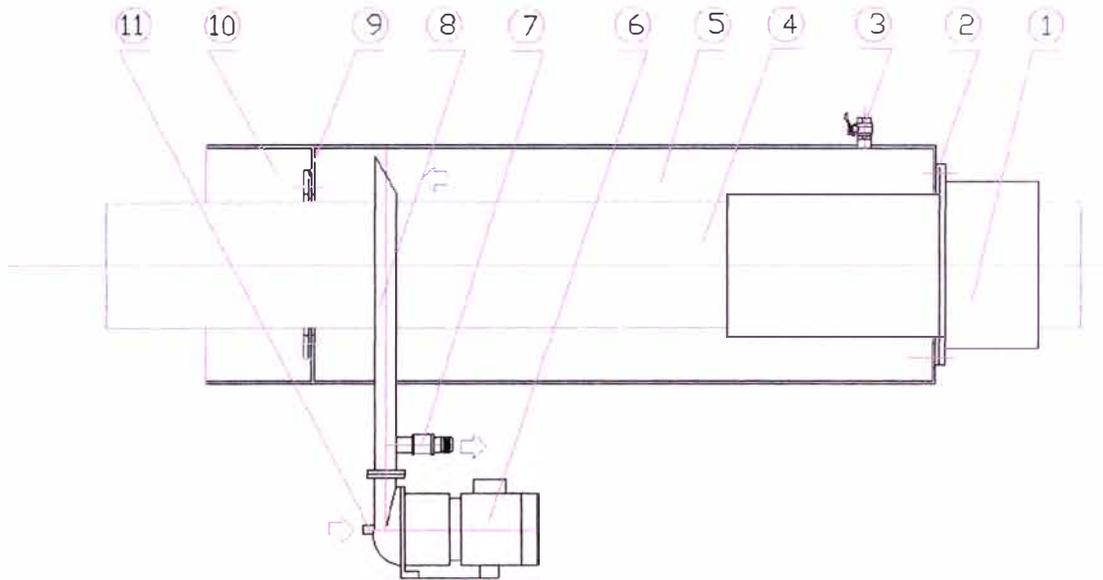
El dispositivo de diámetro fijado de vacío está compuesto por el cuerpo de caja, la cámara de vacío delantera, la cámara de vacío trasera, el sistema refrigerante de rocío delantero, el sistema refrigerante de rocío trasero, el dispositivo viajero de palanca de empuje, el dispositivo de movimiento izquierdo y derecho del eje central de trabajo, el mecanismo de elevación del eje central de trabajo y el sistema de control de nivel y temperatura de agua etc. Ver la estructura en la siguiente figura:



(1) Cuenco de agua (2) Mecanismo de ajuste de eje (3) Rueda orientable (4) Válvula de bola de ajuste de grado de vacío (5) Indicador de vacío (6) Termómetro de agua (7) Caja de operación de control eléctrico (8) Tanque de almacenamiento de agua delantero (9) 1# Bomba de agua (10) Cámara de vacío delantera (11) 1# Bomba de vacío (12) Listón intermedio (13) Cubierta de caja (14) Cámara de vacío trasera (15) Tanque de almacenamiento de agua trasero (16) 2# Bomba de agua (17) 2# Bomba de vacío (18) Dispositivo de palanca de empuje (19) Riel

1 Cámara de vacío delantera

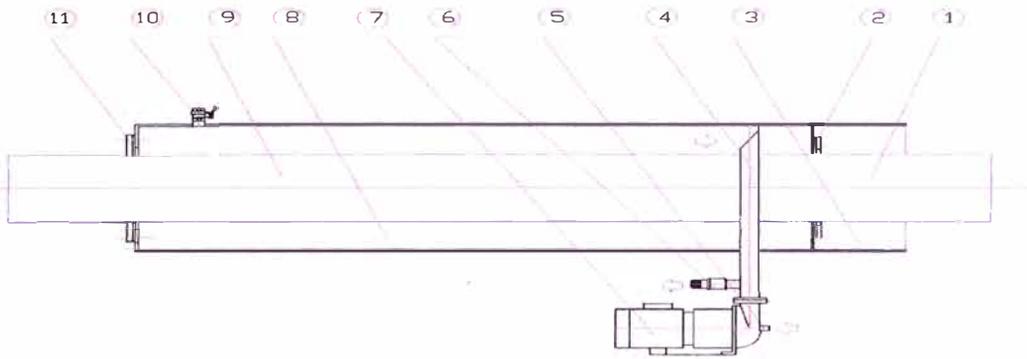
La función de la cámara de vacío delantera es que cuando el tubo fromado básicamente pasa por la manga de diámetro fijado de dimensión precisa, hace el interior del tubo bajo la presión normal y el exterior del tubo bajo la presión negativa, la diferencia de presión y el efecto refrigerante solidifican y forman el tubo rápidamente. Ver su estructura en la siguiente figura:



(1) Manga de diámetro fijado (2) Brida delantera (3) Válvula de bola de ajuste de grado de vacío (4) Tubo blanco de diámetro fijado (5) Cámara de vacío delantera (6) Bomba de vacío (7) Conector de escape de agua de bomba de vacío (8) Tubo de absorción de bomba de vacío (9) Brida de sello intermedio (10) Cámara de vacío trasera (11) Conector de compensación de agua de bomba de vacío

2 Cámara de vacío trasera

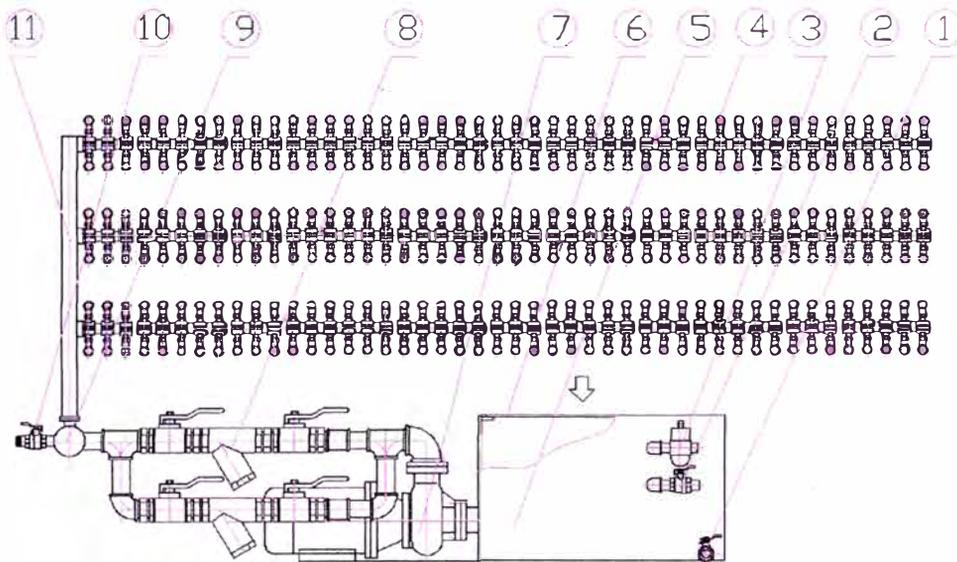
La función de la cámara de vacío trasera es que luego de fijar el diámetro básicamente la cámara de vacío delantera, el tubo de cierta rigidez y de alta temperatura aplica la fuerza sobre la diferencia de presión entre la pared exterior y la pared interior, reduce la temperatura y refrigera el tubo para aumentar la rigidez. Supera la formación debido a falta de rigidez y supera la deformación solidificada producida por la baja de temperatura de tubo, por eso la diferencia de presión entre la cámara de vacío trasera y la delantera se adopta el diferente grado, el suministro de agua refrigerante no es inferior a lo de la cámara de vacío delantera. La velocidad de refrigeración es inferior a la cámara de vacío delantera. Ver su estructura en la siguiente figura:



- (1) Tubo de pieza (2) Brida de sello intermedio (3) Cámara de vacío delantera
 (4) Tubo de absorción de bomba de vacío (5) Conector de compensación de agua
 de bomba de vacío (6) Conector de escape de agua de bomba de vacío (7)
 Bomba de vacío (8) Cámara de vacío trasera (9) Tubo de pieza (10) Válvula
 de bola de ajuste de grado de vacío (11) Brida de sello de extremo trasero

3 Sistema de aspersión delantero

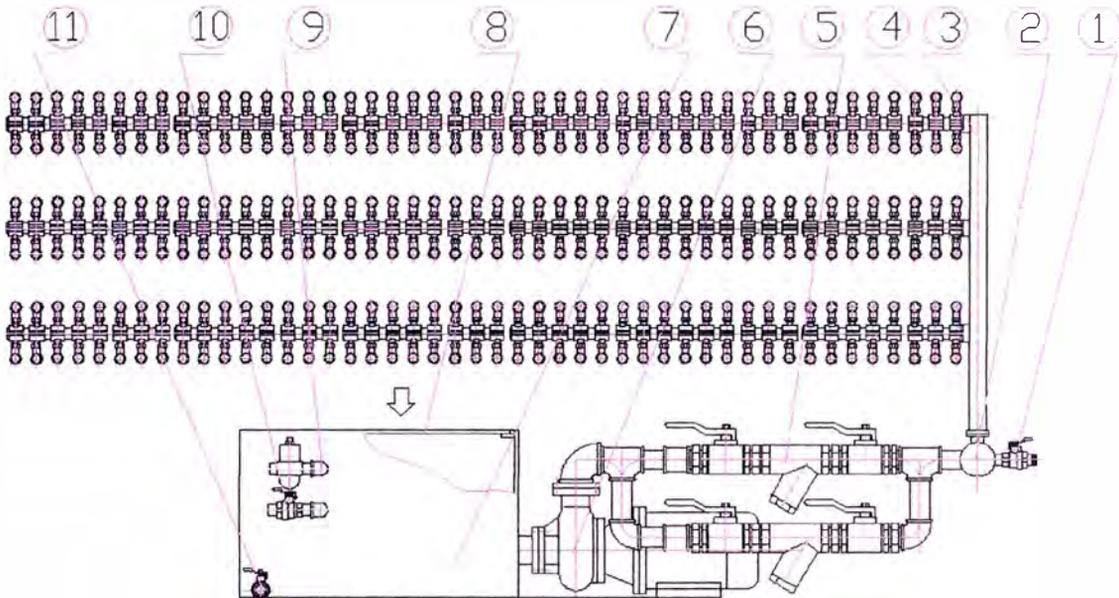
La función del sistema de aspersión delantero es refrigerar rápidamente el tubo blanco de la cámara delantera de forma aspersión para reducir la temperatura del tubo blanco y solidificarlo para fijar el diámetro. La presente cámara de aspersión se adopta el método de aspersión cruzada, las boquillas de fila densa y fuerte pulverización para refrigerar rápidamente el tubo blanco y formarlo. Ver su estructura en la siguiente figura:



- (1) Válvula de purga (2) Válvula de admisión manual (3) Salida de agua
 caliente (4) Boquilla de aspersión (5) Tanque de almacenamiento de agua
 delantero (6) Placa de filtro de colección de agua (7) Bomba de agua (8)
 Válvula de filtro (9) Distribuidor de agua (10) Válvula ajustadora de escape de agua
 (11) Tubo de distribución circular

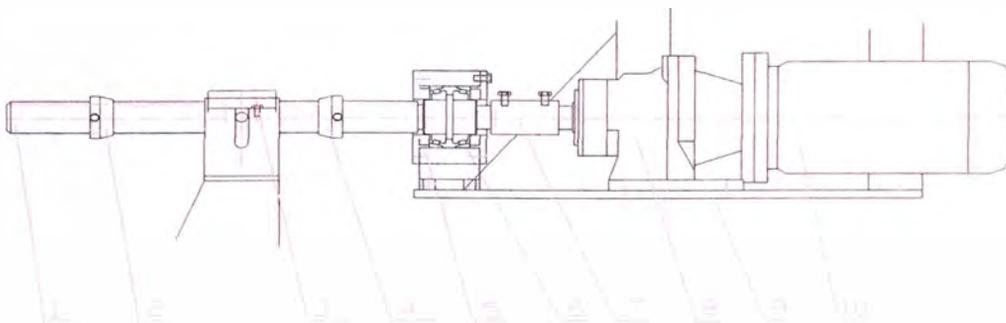
4 Sistema de aspersión trasero

La función del sistema de aspersión trasero es refrigerar más y reducir la temperatura el tubo blanco solidificado básicamente cuando existe la diferencia de presión en la pared interior y exterior. Solidifica y forma más el tubo blanco. Ver la estructura en la siguiente figura:

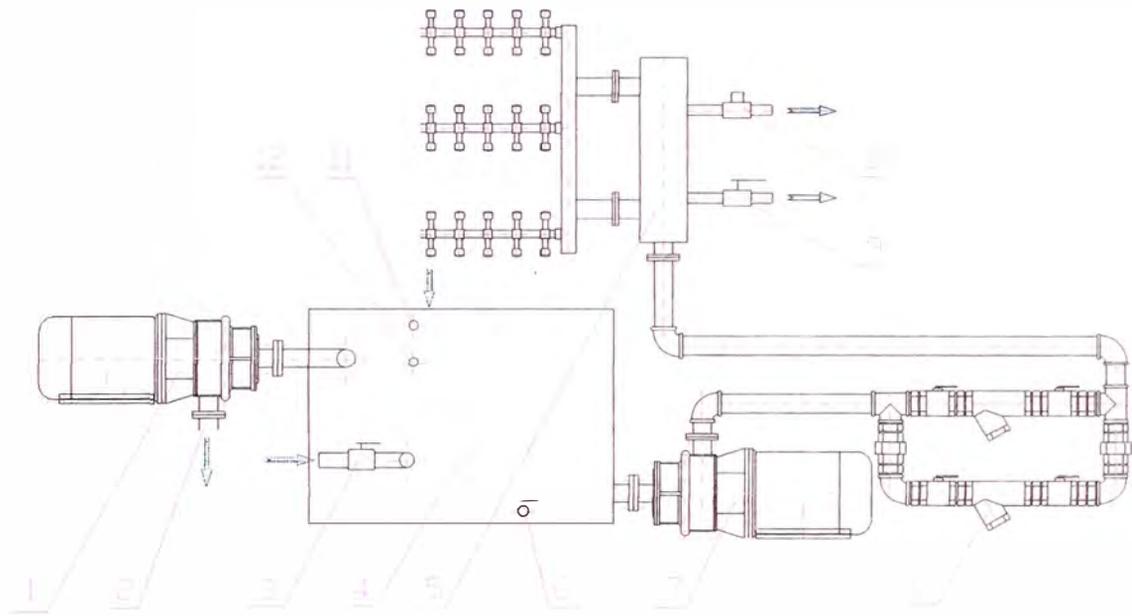


5 Dispositivo de palanca de empuje

La función del dispositivo de palanca de empuje es facilitar la producción y ajustar una distancia superior a la longitud de manga de diámetro fijado entre el molde y el dispositivo de diámetro fijado al cambiar la manga de diámetro fijado de distinta especificación, por eso la presente máquina se instala la estructura móvil integrada del dispositivo de diámetro fijado. Ver la estructura en la siguiente figura:



(1) Palanca de empuje (2) Bloque de tope delantero (3) Tuerca (4) Bloque de tope trasero (5) Asiento de cojinete (6) Cojinete 7211E (7) Camisa de acoplamiento (8) Reductor (9) Subestructura (10) Motor



(1) Bomba de escape de agua (2) Escape de agua (3) Válvula de admisión de agua manual (4) Tanque de almacenamiento de agua (5) Separador (6) Válvula de purga (7) Bomba de abastecimiento de agua (8) Válvula de filtro (9) Válvula de escape de agua manual (10) Válvula electromagnética de escape de agua automática (11) Interruptor de nivel de agua alto (12) Interruptor de nivel de agua bajo

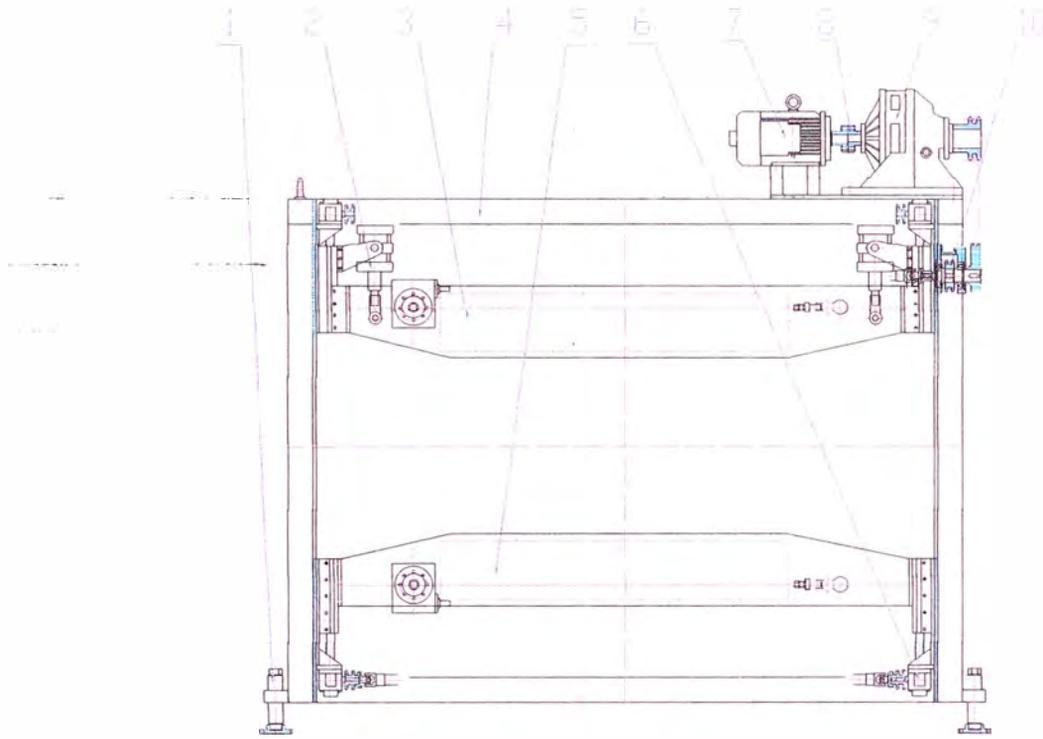
Resumen de la máquina de tracción de 6 correas de LSPQ-630

La máquina de tracción de 6 correas producida por nuestra compañía es el equipo de tracción específico equipado para la línea de producción de extrusión de tubos de gran tamaño. La máquina de tracción de 6 correas de serie LSPQ tiene 5 modelos de LSPQ-400, LSPQ-450, LSPQ-630, LSPQ-710, LSPQ-800. La máquina de tracción de serie LSPQ cuenta de las características de mayor fuerza de tracción y tracción estable que son aptas para la línea de producción de tubos de gran tamaño. Dispone de la función de correa superior e inferior ajustables apta para sujeción y tracción de tubos de distintos diámetros. La máquina de tracción de 6 correas de LSPQ-630 es un modelo de serie de LSPQ que es apta para tracción de tubos de distintos diámetros entre $\Phi 250$ - $\Phi 630$. Las 3 correas superiores están controladas por el cilindro y las 3 correas inferiores están ajustadas manualmente mediante el mecanismo de par helicoidal. Su estructura es compacta, adecuada, segura y confiable, es el equipo de tracción ideal de la línea de producción de extrusión de tubos de gran tamaño.

Estructura y principio de la máquina de tracción de 6 correas de LSPQ-630

El principio de trabajo de la máquina de tracción de 6 correas de LSPQ-630 es que el motor de corriente directa se reduce la velocidad, luego la cadena transmite la energía al sistema de distribución de energía, seis ejes de energía transmite la energía al reductor de tornillo sin fin del soporte de correa mediante el mecanismo de acoplamiento universal espacial, el reductor de tornillo sin fin acciona la correa de apriete para hacer el movimiento de línea recta uniforme a lo largo el eje del tubo, la correa superior forzada por la presión positiva del cilindro produce la fuerza de fricción necesaria en la superficie de contacto entre el bloque de goma y el tubo, de modo que el tubo supere la resistencia y realice la tracción favorablemente

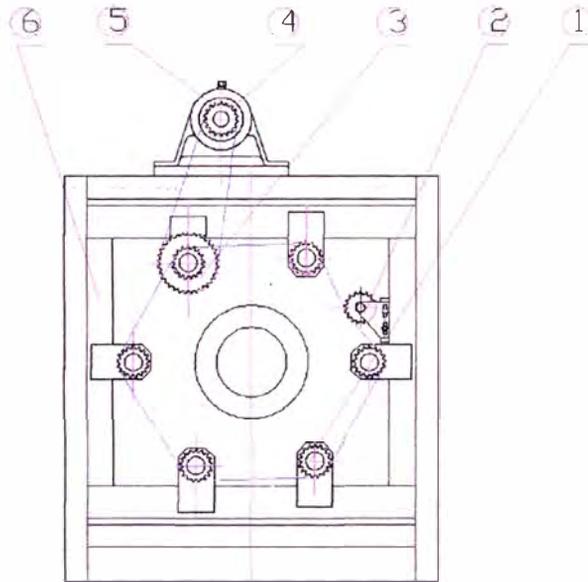
La estructura principal de la máquina de tracción de LSPQ-630 está compuesta por el soporte de máquina, el motor y el reductor, el sistema de distribución y transmisión, el mecanismo de transmisión universal, la correa de tracción, el mecanismo de ajuste de elevación de correa, el mecanismo de elevación de correa inferior etc. Ver la estructura en la figura siguiente:



(1) Dispositivo de elevación de altura de centro (2) Mecanismo de elevación de correa superior (3) Correa superior (4) Soporte de máquina (5) Correa inferior (6) Mecanismo de elevación de correa inferior (7) Motor (8) Acoplador (9) Reductor (10) Sistema de transmisión

1 Sistema de conducción y distribución de energía

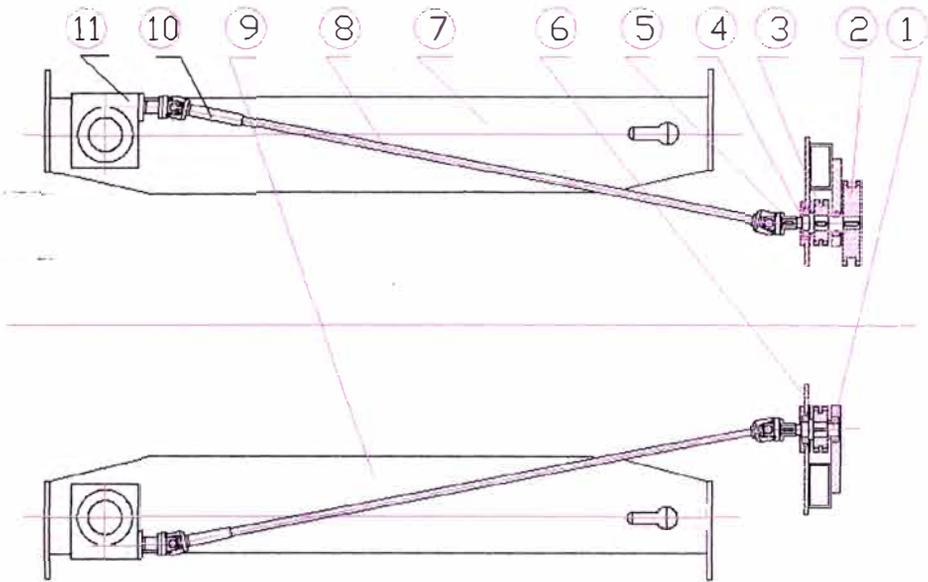
El sistema de conducción y distribución de energía es que el motor y el reductor exportan la energía, transmitida por la rueda y la cadena, acciona el eje principal del sistema de distribución para rotar, el eje principal de distribución distribuye la energía al sistema de conducción de 6 correas mediante la cadena. Ver su estructura en la figura siguiente.



- (1) Rueda del sistema de distribución de energía (2) Dispositivo de tensión de cadena (3) Eje motriz del sistema de distribución (4) Rueda de salida del reductor (5) Reductor (6) Soporte de la máquina

2 Sistema de transmisión universal

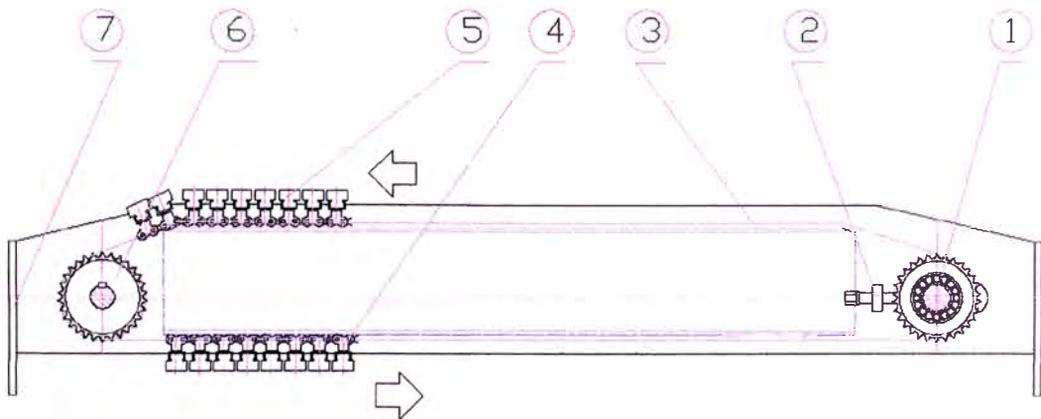
La función del sistema de transmisión universal es transmitir la energía distribuida a los 6 ejes de distribución al reductor de tornillo sin fin sobre el soporte de correa. Su estructura es como se indica en la siguiente figura, cuando el soporte de correa está en las diferentes posiciones de trabajo por arrastrar los tubos de distintos diámetros, la distancia entre la cabeza de semi-acoplamiento fijada sobre el soporte de correa y la cabeza de semi-acoplamiento del eje de transmisión se varía de acuerdo con el diámetro del tubo arrastrado por la correa. El sistema se adopta la conexión de barra de chaveta deslizante (8) y la camisa de chaveta deslizante fijada (10) para garantizar la transmisión de energía al cambiar la distancia de transmisión.



(1) Soporte de la máquina (2) Rueda de transmisión principal (3) Rueda de transmisión del eje de distribución (4) Eje de transmisión principal (5) Semi-acoplador superior del eje de transmisión principal (6) Rueda de transmisión del eje de distribución (7) Soporte de correa (8) Eje deslizando de transmisión (9) Soporte de correa (10) Camisa deslizando fijada (11) Reductor de tornillo sin fin

3 Correa de tracción

La correa de tracción está compuesta por el soporte de correa, la cadena de tracción, la rueda de tensión, la cadena de doble oreja interior de dos filas y el par helicoidal de tensión etc. Ver su estructura en la siguiente figura:

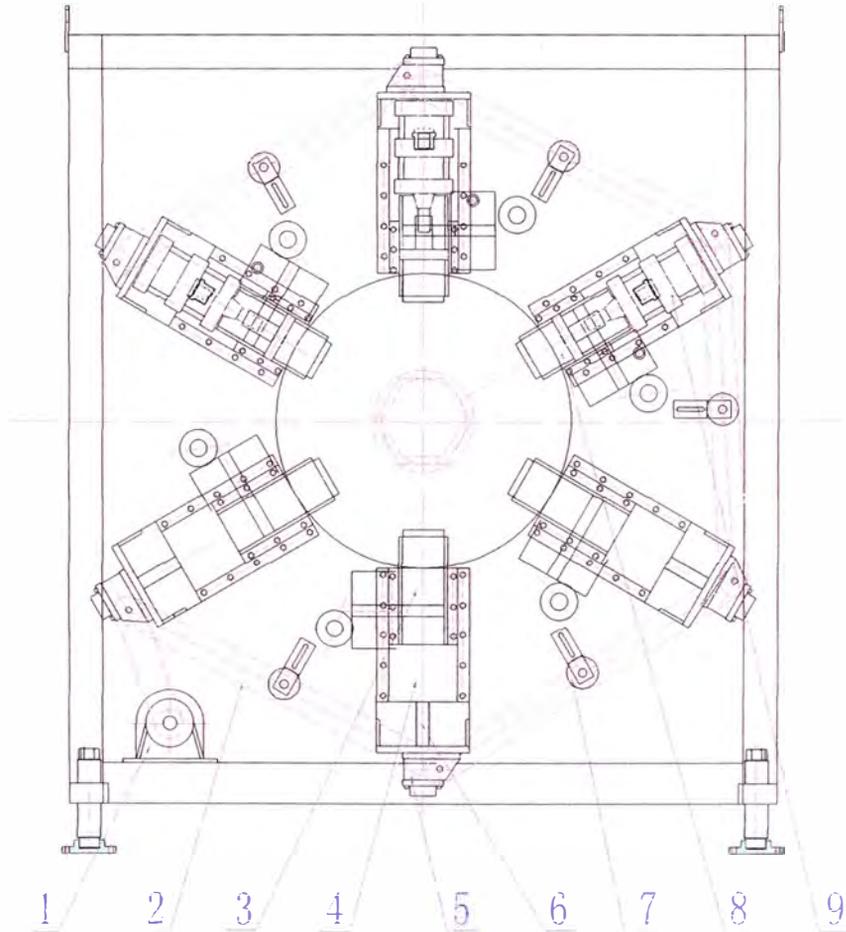


(1) Rueda de tensión (2) Tuerca de husillo de tensión (3) Placa deslizando de soporte (4) Cadena de doble oreja interior de dos filas (5) Bloque de goma de apriete (6) Rueda de tracción (7) Placa de conexión de patin de elevación

4 Mecanismo de ajuste de correa

La función del mecanismo de ajuste de elevación de correa es que cuando produce

los tubos de distintos diámetros, hay que ajustar la posición de la correa para que el bloque de goma de apriete puede abrazar y arrastrar los tubos de diversas especificaciones dentro del diámetro del tubo entre $\Phi 250\text{-}\Phi 630$. Su principio es que dos placas extremas del soporte de correa que están instaladas sobre el patin que puede ajustar el desplazamiento mediante el mecanismo de husillo en el asiento deslizante. Arranque el motor de ajuste (sentido horario y contrahorario), 6 correas pueden mover al centro de un círculo o alejarse del centro de un círculo mediante las transmisiones de la cadena de transmisión, el eje de transmisión, la tuerca y el husillo. Ver su estructura en la siguiente figura:



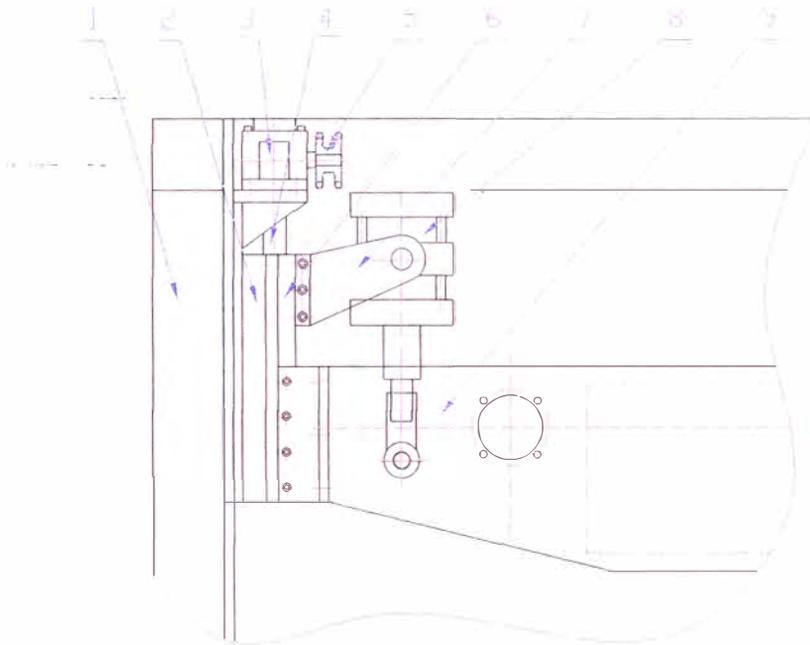
(1) Motor de ajuste (2) Cadena de transmisión (3) Reductor de tornillo sin fin (4) Husillo (5) Asiento deslizante (6) Correa inferior (7) Rueda de tensión (8) Correa superior (9) Cilindro

5 *Mecanismo de elevación de correa superior*

El mecanismo de elevación de la correa superior controla las posiciones de trabajo de 4 correas superiores mediante el cilindro y adapta a la presión positiva de

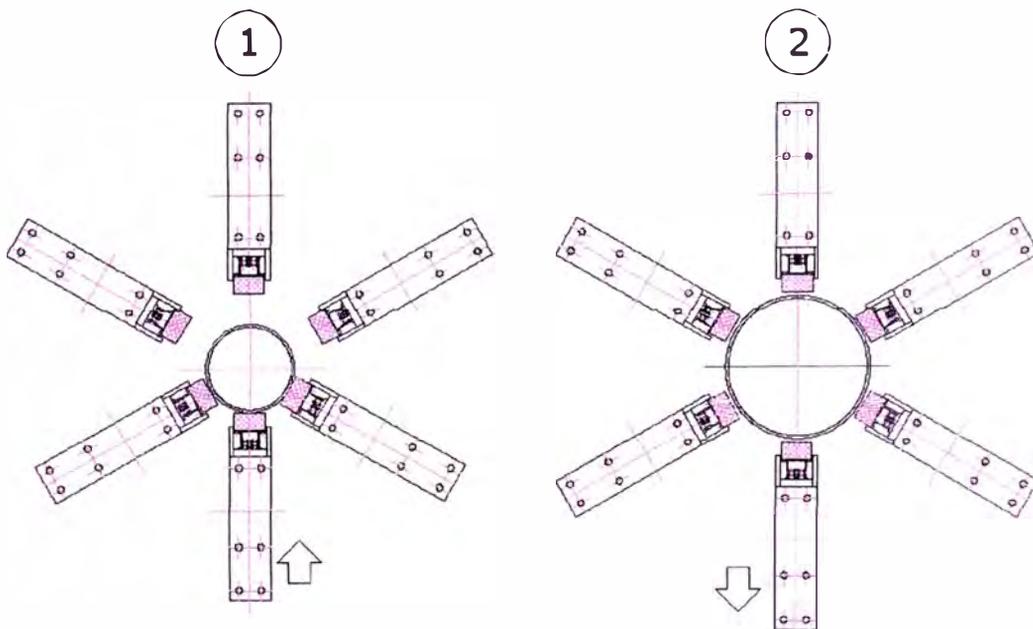
fricción necesaria al arrastrar los tubos de distintos diámetros entre $\Phi 250$ - $\Phi 630$.

Ver su estructura en la siguiente figura:



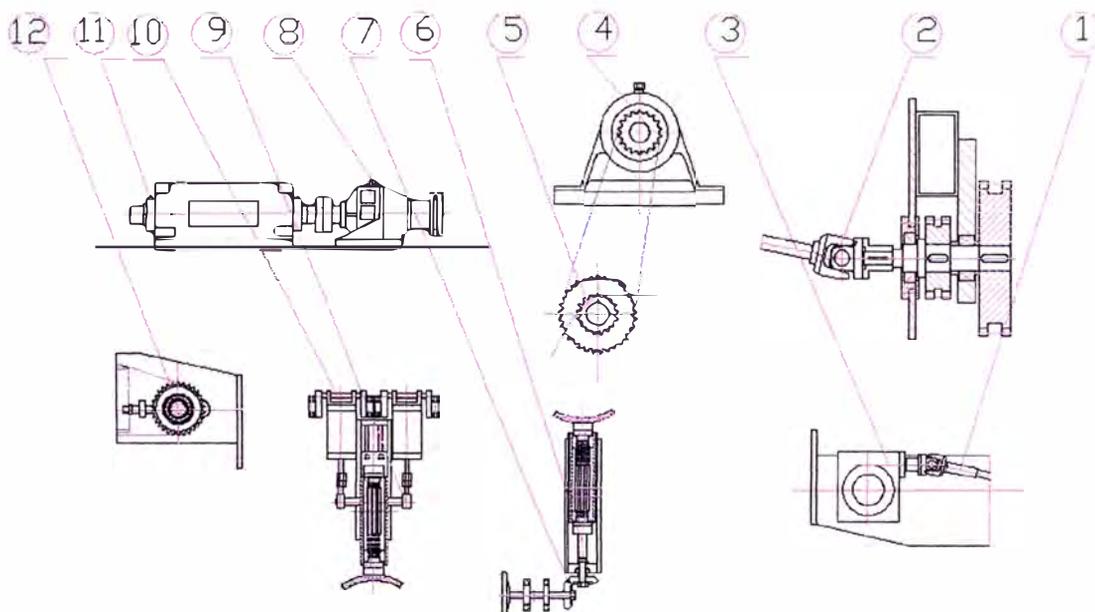
(1) Soporte de la máquina (2) Asiento deslizante (3) Reductor de tornillo sin fin (4) Husillo de ajuste (5) Rueda de transmisión (6) Patin de elevación (7) Asiento de cilindro (8) Cilindro de elevación (9) Correa superior

- (1) La figura indica las posiciones de trabajo de tres correas inferiores del tubo de diámetro mínimo.
- (2) La figura indica las posiciones de trabajo de tres correas inferiores del tubo de diámetro máximo.



Mantenimientos de la máquina de tracción de 6 correas de LSPQ-630

1 Los puntos y los requerimientos de lubricación de la presente máquina son como se indica en la siguiente figura:



- (1) Añadir la grasa lubricante en la camisa de chaveta de acoplamiento -----
Una vez cada mes.
- (2) Añadir la grasa lubricante en el pasador de bisagra de eje de acoplamiento universal----- Una vez cada mes.
- (3) Añadir el aceite mecánico de No. 90 en el reductor de tornillo sin fin -----Cambiar por 3600 horas.
- (4) Añadir la grasa lubricante en la cadena y la rueda de transmisión. -----
Una vez cada 3 días.
- (5) Añadir la grasa lubricante en la cadena y la rueda de distribución ----- Una vez cada 3 días.
- (6) Añadir la grasa lubricante en la rosca y el husillo de elevación. -----Una vez cada mes.
- (7) Añadir la grasa lubricante en el engranaje de paraguas----- Una vez cada mes.
- (8) Añadir el aceite mecánico de No. 90 en el reductor de tornillo sin fin -----Cambiar por 3600 horas.

- (9) Añadir la grasa lubricante en el cojinete ----- Una vez cada mes.
 - (10) Añadir la grasa lubricante en el pasador de bisagra de cilindro -----
Una vez cada mes.
 - (11) Añadir la grasa lubricante en el motor principal----- Una vez cada
mes.
 - (12) Añadir la grasa lubricante en la cadena de tracción ----- Una vez cada 3
días.
- 2 Hay que examinar con frecuencia el estado de trabajo del bloque de goma de apriete, debe cambiarlo si está dañado.
 - 3 No se permite pegar las sustancias de grasa sobre el bloque de goma de apriete.
 - 4 Hay que examinar con frecuencia el estado de trabajo de la placa de soporte de nilón de la cadena de tracción, debe cambiarla si está dañada.
 - 5 Examine el estado de trabajo del cilindro de elevación, si no puede subir o bajar, debe examinar y repararlo a tiempo.
 - 6 Examine la subida de temperatura y el ruido del motor, el reductor y la caja de tornillo sin fin. Si ocurre el fenómeno anormal, debe examinar y repararlo.

Resumen de la cortadora planetaria de LSXX-630

La presente cortadora es un modelo de cortadora diseñada para la línea de producción de tubos de LSP-630-PE. Es apta para los cortes de longitud fijada o no fijada de los tubos de diversos espesores de pared entre $\phi 250$ y $\phi 630$.

Como una cortadora de tubos plásticos, sus características son las que tiene fuerte fuerza de sujeción, la superficie cortada es plana, equipada de la función de ángulo de biselado y el dispositivo de aspiración de virutas y de polvo.

Principales parámetros técnicos de la cortadora planetaria de LSXX-630

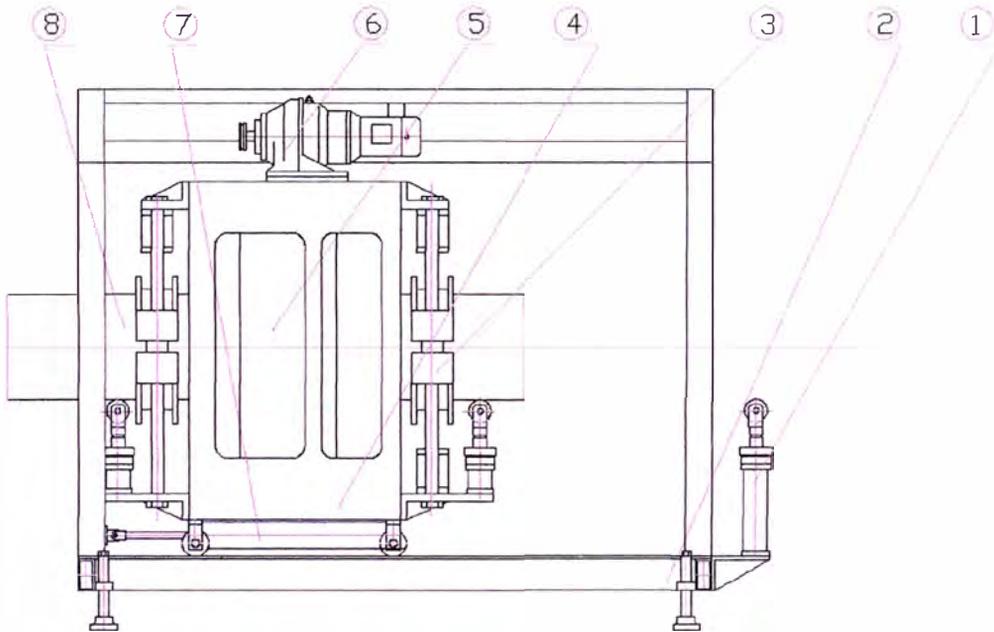
1	Alcance de diámetro del tubo cortado:	$\phi 250-\phi 630$ mm
2	Número de cilindro de apriete:	4
3	Potencia de motor de corte:	3 kW
4	Potencia de motor de rotación:	1.1 kW
5	Recorrido recíproco del soporte de la máquina interior:	800 mm
6	Presión de trabajo de cilindro:	0.6-0.8MPa
7	Recorrido de cilindro	80 mm
8	Diámetro de hoja de sierra de corte	228.6 mm
9	Consumo de aire	0.6 M3/min
10	Forma y dimensión	3100×2200×2300 mm
11	Peso de la máquina entera	2000 kg

Principio y estructura de la cortadora planetaria de LSXX-630

El principio de trabajo de la cortadora planetaria de LSXX-630 es: Cuando el tubo que atraviesa la cortadora alcanza la longitud configurada, el sistema de control controla el cilindro de apriete para mover, dos bloques de apriete de Half delantero y trasero sujetan el tubo, el carro de corte es empujado por el tubo y realiza el movimiento de línea recta vertical, luego arranca el motor de corte, acciona la hoja de sierra para rotar a alta velocidad; A la vez, arranca el motor giratorio, acciona el cuerpo giratorio para realizar el movimiento rotatorio a lo largo del tubo. Luego se mueve el cilindro, a través de la oscilación del brazo de fuerza de palanca, hace la hoja de sierra que rota a alta velocidad se mueve al centro del tubo hasta romper la pared de tubo. La hoja de sierra de corte instalada sobre el cuerpo rotatorio realiza la rotación de alta velocidad mientras que el cuerpo realice la revolución a lo largo del tubo para terminar el corte periférico del tubo a lo largo del sentido circunferencial. El cuerpo rotatorio gira un cierto tiempo a lo largo del tubo (puede ajustar el tiempo y normalmente girar por unos círculos), se apagará automáticamente, luego el cilindro volverá a la posición original y retirará la hoja de sierra. A continuación, el bloque de

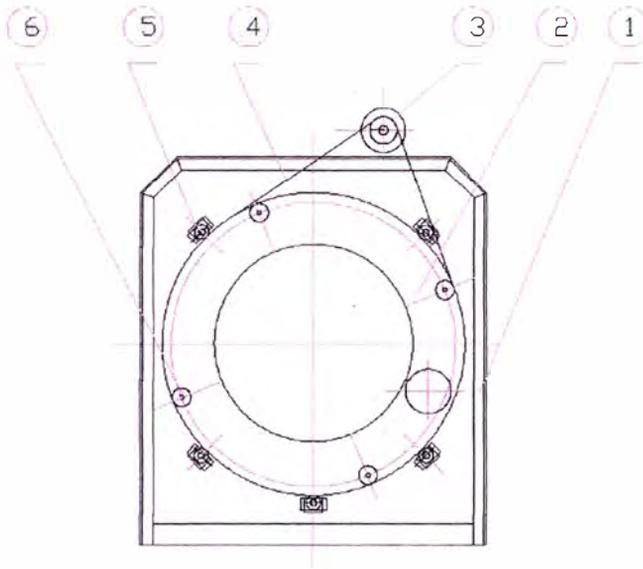
apriete de Half suelta el tubo, el cilindro recíproco empuja el carro de corte a la posición original, cuando desmonta el tubo y restaura a la posición, el sistema entero entra en el siguiente ciclo de corte.

La estructura está compuesta principalmente por el cuerpo recíproco de revolución, el brazo de fuerza de corte y el sistema de corte, el sistema de apriete, el soporte de la máquina interior, el sistema conductivo y el sistema de aspiración de virutas como se indica en la siguiente figura:



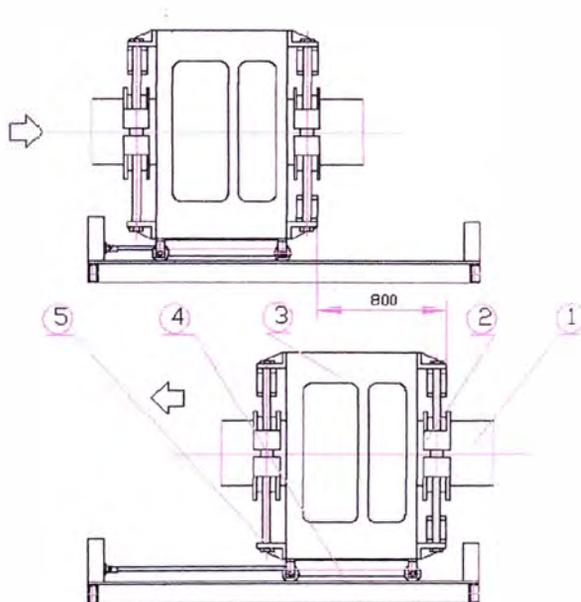
- (1) Rueda de soporte (2) Soporte de la máquina (3) Mecanismo de apriete de Half
(4) Soporte de la máquina interior recíproco (5) Cuerpo rotatorio (6) Sistema de
conducción rotatorio (7) Cilindro recíproco (8) Tubo acabado

1 La revolución del **cuerpo rotatorio** está accionada por el sistema de conducción en la parte superior del soporte de la máquina interior, cuatro unidades de ruedas rotatorias de soporte sobre el cuerpo rotatorio están fijadas al único centro del círculo fijado. La cadena acciona el cuerpo rotatorio para realizar la revolución periférica.



- (1) Soporte de máquina de movimiento sincrónico (2) Cuerpo rotatorio que realiza la revolución (3) Sistema de conducción (4) Cadena (5) Rueda de soporte de cuerpo rotatorio (6) Rueda planetaria pasiva

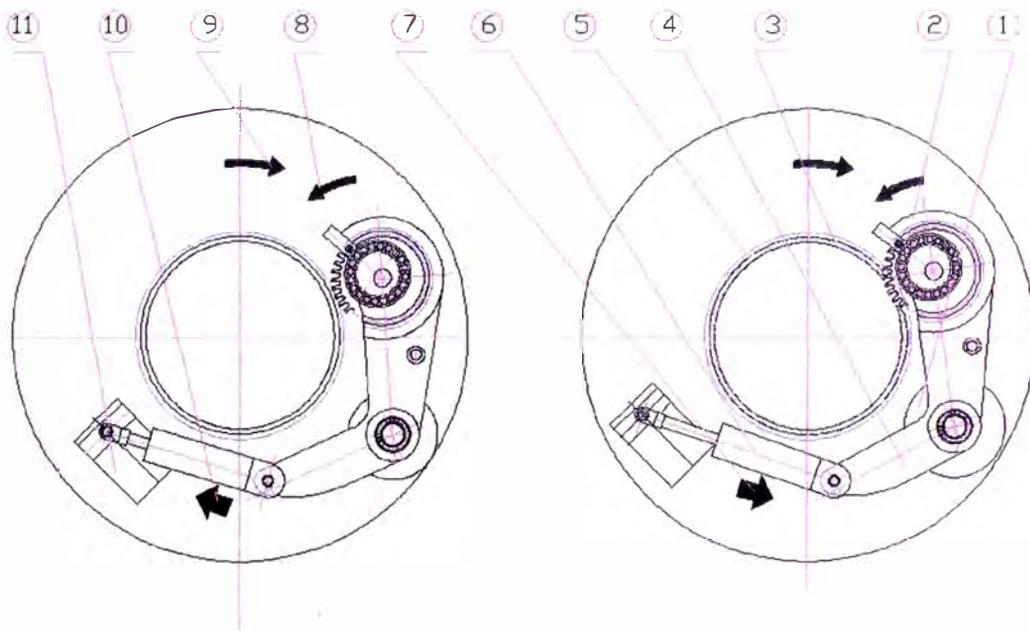
2 Accionado por el cilindro recíproco, cuatro ruedas viajeras del soporte de la máquina interior sincrónico de movimiento realiza el movimiento recíproco a lo largo el riel del soporte de la máquina exterior. Cuando el tubo de corte trabaja, el Dispositivo de sujeción instalado sobre el soporte de la máquina interior conecta el soporte de máquina sincrónico con el tubo moviendo de línea recta junto con el tubo debido a la fuerza de tracción para realizar el proceso de corte bajo la velocidad de tracción:



- (1) Tubos (2) Dispositivo de sujeción (3) Soporte de máquina de movimiento (4) Cilindro recíproco (5) Rueda de riel

3 Brazo de fuerza de corte

El cuerpo rotatorio rota a lo largo el eje de tubo cortado y la hoja de sierra de corte realiza la rotación, al trabajar, el cilindro hace el brazo de fuerza de la hoja de sierra instalada formando un ángulo oscilante acercando al tubo cortado y corta en la pared de tubo. Cuando el cuerpo rotatorio gira por un círculo a lo largo el tubo, la hoja de sierra de rotación corta el tubo y forma una sección de separación para terminar la tarea de corte de tubo. Cuando cambia los tubos de distintas especificaciones, debe ajustar el asiento fijo del cilindro para cambiar la posición de la hoja de sierra de corte y cortar los tubos de distintas especificaciones. Si la especificación del tubo se convierte en pequeña, ajuste el asiento de ajuste de cilindro hacia delante, de lo contrario, ajuste hacia atrás. El principio del corte es como se indica en la siguiente figura:

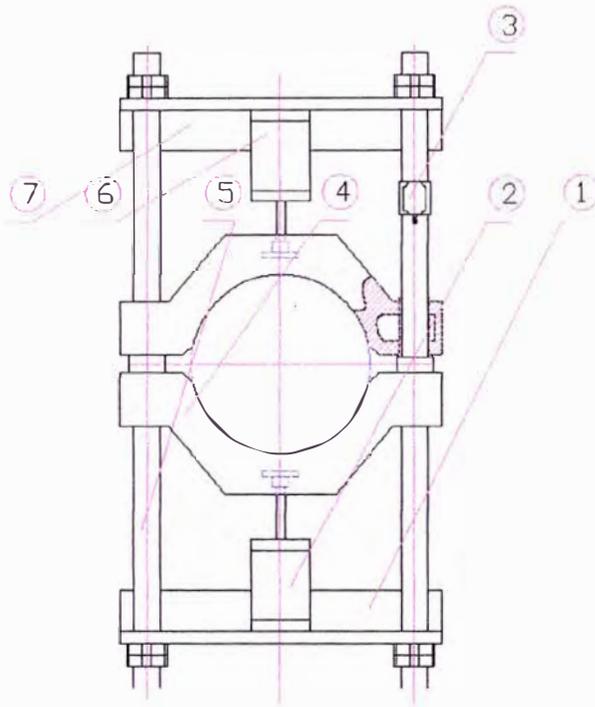


La figura izquierda indica las posiciones del cilindro y brazo de fuerza al cortar.
 La figura derecha indica las posiciones del cilindro y brazo de fuerza al cortar el tubo.

- (1) Asiento de brazo de fuerza y motor de conducción
- (2) Hoja de sierra de corte
- (3) Tubo acabado
- (4) Brazo de fuerza oscilante
- (5) Cuerpo rotatorio
- (6) Cilindro de conducción de brazo de fuerza
- (7) Dirección de empuje de cilindro al cortar
- (8) Sentido giratorio de hoja de sierra
- (9) Sentido de revolución del cuerpo giratorio
- (10) Dirección reciproca del cilindro al cortar
- (11) Asiento de ángulo de brazo de fuerza al cortar tubos grande y pequeño

4 Dispositivo de sujeción

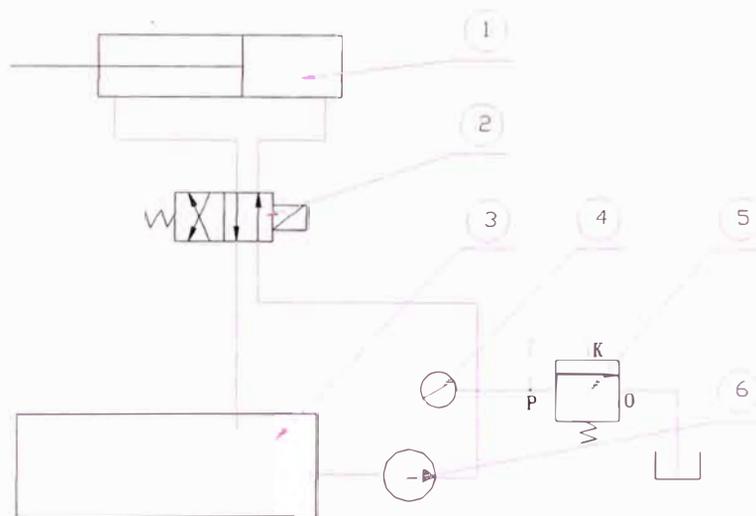
El dispositivo de sujeción está compuesto por el bloque de apriete de Half partido, la columna guía, el cilindro de apriete y el interruptor de localización de recorrido. Ver su estructura en la siguiente figura:



(1) Asiento de cilindro (2) Cilindro (3) Interruptor de tope de recorrido (4) Bloque de apriete exterior (5) Columna guía (6) Cilindro superior (7) Asiento de montaje del cilindro superior

5 Sistema Hidráulico

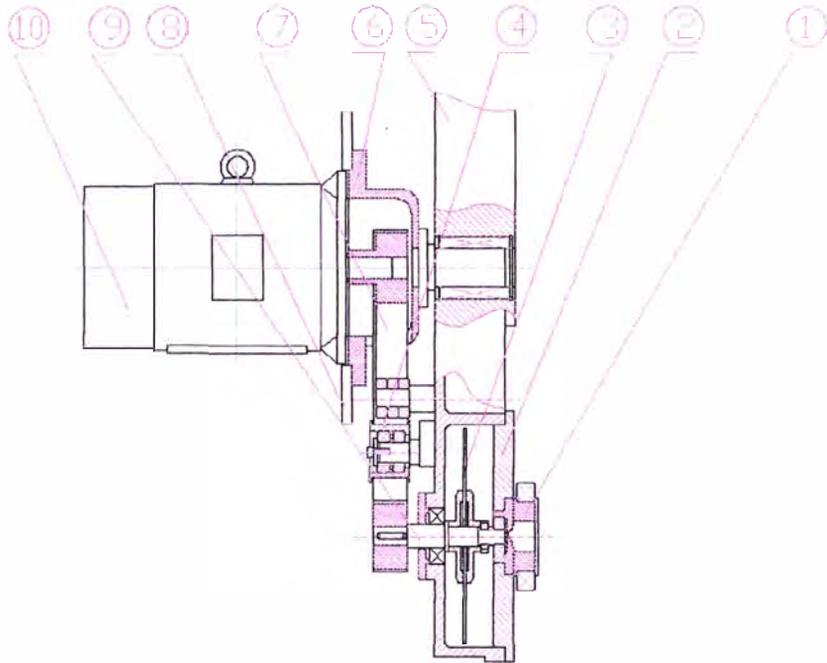
El cilindro empuja el brazo de fuerza, el sistema hidráulico está montado sobre el cuerpo rotatorio como se indica en la siguiente figura:



(1) Cilindro de empuje (2) Válvula de derivación (3) Tanque de aceite (4) Indicador de presión (5) Válvula de descarga (6) Bobina de aceite

6 Sistema de corte

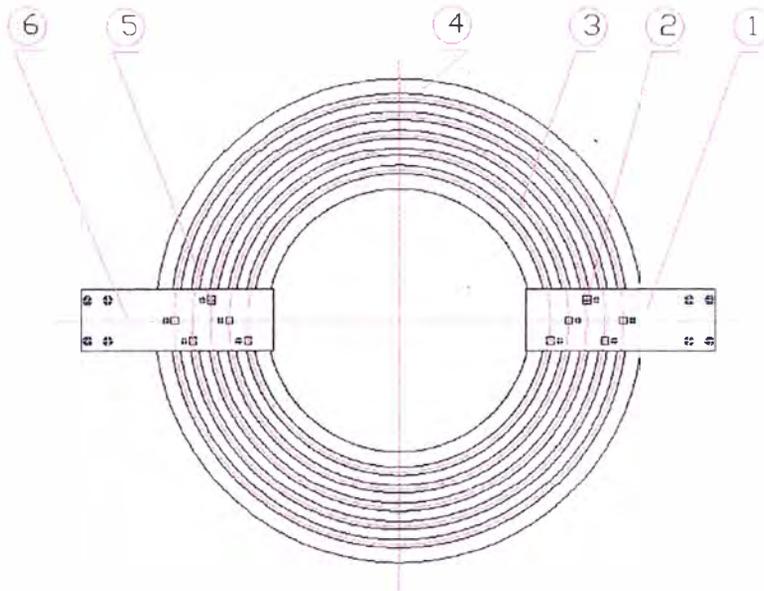
El sistema de corte realiza la rotación para cortar en función de que el motor acciona la hoja de sierra de corte mediante la correa síncrona. Su principal estructura es el eje de corte, la hoja de sierra, el bloque de cierre de hoja de sierra, la correa síncrona, la rueda de rotación y el motor. Ver su estructura en la siguiente figura:



- (1) Rueda de tubo de ángulo de biselado (2) Cubierta de presión (3) Hoja de sierra
 (4) Rueda excéntrica de tensión (5) Brazo de fuerza (6) Asiento de motor
 (7) Correa de conducción síncrona (8) Placa de montaje de soporte de máquina
 (9) Eje de corte (10) Motor de corte

7 Sistema conductivo

La estación de aceite hidráulica de la presente máquina y el motor de corte rotan junto con el cuerpo rotatorio, su energía dinámica está suministrada en el sistema de distribución rotatorio, su método de alimentación eléctrica es que suministra la electricidad al panel de distribución mediante el cepillo eléctrico montado sobre el soporte de máquina fijado, el panel de distribución suministra la electricidad al motor de corte y el motor de la estación hidráulica mediante el cepillo eléctrico montado sobre el cuerpo rotatorio. Ver su estructura en la siguiente figura:

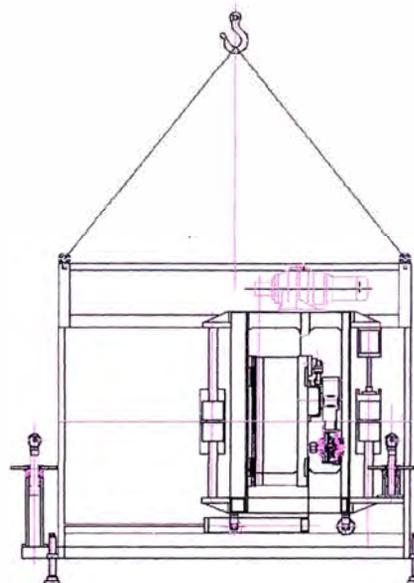


(1) Dispositivo de cepillo eléctrico de alimentación eléctrica (2) Dispositivo de cepillo eléctrico (3) Electrodo de cinco fase (4) Placa de aislamiento (5) Dispositivo de cepillo eléctrico sobre el cuerpo rotatorio (6) Placa de soporte de cepillo eléctrico

Levantamiento y transporte de la cortadora planetaria de

LSXX-630

Hay que colgar las guayas de acero de transporte en cuatro elevadores del soporte de la máquina como se indica en la siguiente figura:



Durante el transporte, evita los accidentes. Hay que atar y fijar los soportes interior y exterior de la máquina entera y fijar el soporte de máquina exterior a la carrocería antes de transportar.