

Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña
Facultad de Ciencias y Tecnología
Escuela de Ingeniería Industrial

Función de fuentes conmutadas en Máquinas Inyectoras: Estudio Comparativo



Tesis de grado para obtener el título de
Ingeniero Industrial

Sustentado por:

Melissa Feliz Liriano

Facilitador:

Ing.: Manuel Pérez

Santo Domingo, D.N.

17 de Septiembre 2012

TEMA:

**Función de Fuentes Conmutadas en
máquinas inyectoras: Estudio Comparativo.**

INDICE

Dedicatoria.	i
Agradecimientos.	ii
Introducción.	iv
Justificación.	v
Motivación.	vi
Objetivos.	viii
Capítulo I- Marco Conceptual.	1
1.1 Antecedentes Históricos.	1
1.2 Importancia del Tema.	4
1.3 Planteamiento del problema.	5
1.4 Formulación del problema.	5
1.5 Alcance y Límite del Problema.	5
Capítulo II- Marco Teórico: Conceptos y Definiciones .	7
2.1 Máquina Inyectora y sus unidades.	7
2.2 Componentes principales de la máquina inyectora.	11
2.3 Equipos periféricos de la Máquina inyectora: componente, ventajas y desventajas.	12
2.3.1 Torre de Enfriamiento.	13
2.3.2 Chillers.	16
2.3.3 Moldes.	22
Capítulo III- Fuentes a instalar: Componentes, Ventajas y Desventajas.	26
3.1 Fuente de alimentación.	28
3.1.1 Fuentes de alimentación lineales.	29
3.1.2 Fuente conmutada.	33
3.1.3 Variador de velocidad/frecuencia.	40
3.1.4 UPS.	53
Capítulo IV- Marco Metodológico	59
4.1 Metodología a utilizar.	59
4.2 Breve descripción de la organización.	59
4.3 Medición y cuantificación.	60
4.4 Selección de un Convertidor de Frecuencia/Velocidad	69
4.4.1 Diferentes modos de configuración del convertidor.	72
4.4.2 Conexión de regleta de control.	73
4.4.3 Alimentación principal de fuerza.	74
4.5 instalación de un convertidor de frecuencia/velocidad en una máquina de 850 Toneladas.	75
4.5.1 Modo de empleo.	78
4.5.2 Mantenimiento de los variadores de frecuencia/velocidad.	78

4.6 Instalación de fuente conmutada.	79
4.6.1 Variable.	79
4.6.2 Elección del cable de alimentación.	80
4.6.3 Pasos para instalar.	80
4.6.4 Modo de empleo.	82
4.6.5 Mantenimiento.	82
4.7 Instalación del UPS.	83
4.7.1 Parámetros.	83
4.7.2 Modelo.	84
4.7.3 Proceso de Instalación.	84
4.7.4 Modo de uso.	86
4.7.5 Mantenimiento.	86
Capítulo V- Resultados.	87
5.1 Planta de inyección posteriormente a la implementación.	87
5.2 Máquina 1 posteriormente a la implementación.	88
5.3 Resultados obtenidos después de la implementación.	95
Capítulo VI- Análisis de Resultados.	98
Capítulo VII - Análisis Financiero.	100
7.1 Análisis Financiero	100
7.2 Comparación de costos unitarios	105
Conclusión.	108
Recomendación.	110
Bibliografía.	111
Anexos.	113

Dedicatoria

En memoria del Ing. Julio Núñez, quien se desvivió para formar Ingenieros Industriales en nuestra universidad. Que descanse en paz.

A mis padres y abuelos quienes merecen ver el fruto de su sacrificio.

Mi madrina Marisol Duvergé y mi padrino Ricardo Arias, porque la alta estima que nos une se agigante.

A mis amigos y compañeros de la UNPHU que con su apoyo, ayuda y aceptación, me hicieron sentirme amena y confiable en todo el trayecto de mi carrera. Entre ellos Reymond Vicioso, Marian de la Cruz, Carlos Leocadio, Carlos Palmer, Diana Tavarez y Juan Bautista. Augusto Lama, Luis Alonzo, Jorge Gómez, Omar Ríos L., Tibaldo Rancier y Rayma Ciprian Mejia. Danni de la Cruz, Donni de la Cruz, Mac Ferreras, Dennis Veras Martínez, Lenin Ramírez y Ariel Villalva. También a Ana Iris y Digna Cristina.

Otros amigos a los que va mi dedicatoria son: Katherine del Rosario, Bladimir Cruz, Abner Mueses y Carlos Ángeles.

Paola Gómez, Carlos Santana, Edwin Ureña, Paola Pardo, Rosangel Herrera y Carlos Llamacho; quienes entre otros me apoyaron incondicionalmente.

Agradecimientos

A nuestra Universidad

Por ser forjadora de hombres y mujeres con sed de conocimientos y hambre de vivir en una patria mejor.

A nuestro Padre Celestial

No tengo palabras para expresar todo lo que me ha dado, permitiéndome ser testigo de su inmenso amor y poder continuar el sendero de su sabiduría.

A mis Padres

Claudio Félix y Juana J. Liriano por apoyarme en todo momento y hacer posible el camino de mi futuro profesional. En especial a mi padre quien estuvo ayudándome en la realización de este trabajo de grado para que fuera exitoso.

A mis Profesores

Que se esforzaron para que yo entendiera todos los conceptos de las clases y pudiera adaptarlos a la realidad: En especial a Emgelberth Vargas.

Manuel Pérez, por ser culto, gran asesor y gran profesor. Marcelino Paniagua porque sabe enseñar el valor del trabajo y a Próspero Delgado, Jannire Peralta, Eduardo Oller y el extinto Julio Núñez, de los cuales aprendí la base de la Ingeniería

Industrial. Igor Bordas, José Guillen, Amelia Parra, Fermín, Tavares, Fer, Genaro, Francia y Calderón.

A Mónica quien siempre estuvo disponible para resolver los problemas y velar por que los estudiantes de Ing. Industrial pudieran cursar todas sus materias y indudablemente se dedico por nosotros.

Novoplast (J.Frankengerg)

Por ser la empresa que me abrió las puertas para realizar este trabajo de grado. Gracias por su apoyo señores: Artemio Pérez Sierra, Kleysi Ferreras, Wilson Pérez, José Guzmán, José Medrano, José Guillen, Eliezel del Rosario y Federico Molina.

Gracias a todos

Introducción

Cualquier mecanismo que en nuestro país tienda a reducir el consumo de energía eléctrica, debe de atribuírsele una función relevante y más aun, cuando además de esto es capaz de rendir otros beneficios.

La instalación de fuentes conmutadas en máquinas inyectoras es una medida eficaz para aumentar la eficiencia del proceso productivo en una planta semi-automatizada, ya que disminuye las fallas operacionales, tiempos improductivos y con ello los costes operacionales; obteniendo un producto final mejor acabado, de mayor calidad y al menor precio. Las fuentes conmutadas se han convertido en una solución para muchos fabricantes, y de ellas se sabe que fueron desarrolladas inicialmente para aplicaciones militares y aeroespaciales, por considerarse inestable el peso y volumen de las fuentes lineales utilizadas para entonces.

Con el propósito de analizar los beneficios significativos en la empresa Novoplast (J. Frankenberg), dedicada a la fabricación de productos plásticos, se realizó este trabajo de grado, en el cual se describen los tipos de fuentes conmutadas instaladas a las máquinas inyectoras y los resultados obtenidos antes y después de dicha instalación.

Este trabajo a continuación se presenta en siete (7) capítulos:

El primero y el Segundo, contienen las partes teóricas conceptuales que las sustentan. En el tercero, se detallan cada una de las funciones y beneficios de las

fuentes conmutadas, ilustradas con gráficos de las mismas. En el cuarto (Marco Metodológico), se detallan cada uno de los pasos seguidos su justificación. El cinco y el seis contienen los resultados y análisis de los mismos, y por último se describe un análisis financiero en el capítulo 7, en el que se indican las variaciones en los costos de producción y mantenimiento antes y después de la instalación de las fuentes conmutadas.

Justificación

Los costes energéticos en los procesos de transformación de productos plásticos, ocupan el segundo lugar en el renglón de los costes variables de fabricación de un producto. Estos van interrelacionados con el factor de potencia, de modo tal que si este varía entonces aumenta el consumo y los fallos eléctricos- electrónicos. La variación eléctrica del estándar establecido por las normas de la distribuidora del sur (EdeSur) en el factor de potencia, han ocasionado sanciones monetarias para Novopplast (J.Frankenberg), trayendo como consecuencia un aumento en los productos finales.

Se le llama factor de potencia a la relación de la potencia real y la potencia aparente; es el porcentaje que se obtiene de la potencia suministrada por la distribuidora de energía. La potencia compleja de un circuito eléctrico de corriente alterna cuya magnitud se conoce como potencia aparente y se identifica con la letra S, es la suma (vectorial) de la potencia que disipa dicho circuito y se transforma en calor o trabajo conocida como potencia promedio, activa o real, que se designa con la letra P y se

mide en vatios (W). El factor de potencia debe estar entre 0.9 y 1; si el factor de potencia se encuentra por debajo de estos parámetros, entonces es penalizado por la distribuidora de energía, cobrando la factura del mes por el porcentaje que disminuyó el factor.

Cuando las máquinas inyectoras se accionan mediante fuentes conmutadas regulables, generalmente consumen menos energía que cuando son activadas con fuentes convencionales. Con la elección de la instalación de las fuentes conmutadas se busca:

- Reducir el consumo de energía eléctrica.
- Mejor control operativo
- Minimizar las pérdidas en las instalaciones.
 - Ahorrar en los costos de mantenimiento

Con estos aspectos logrados, se espera maximizar la eficiencia, minimizar costos y riesgos y a su vez aumentar la vida útil de las máquinas inyectoras.

Motivación

La empresa Novoplast (J.Frankenberg), motivada por una mayor demanda de los productos plásticos que fábrica, se ha visto en la necesidad de aumentar su oferta. Este incremento entre oferta y demanda, se puede ejemplificar en los últimos dos años con las siguientes cifras: En los primeros seis meses del año 2011, la empresa produjo 222,056 unidades de productos plásticos, para los cuales se procesaron 225,087 Kg de

resina; mientras que en los primeros seis meses del año 2012 la misma empresa produjo 856,762 unidades de los productos mencionados y proceso 991,539.3 Kg de resina; lo que implica un incremento de 385.82% (ver gráfico en el anexo 4). Esto significó para la empresa la necesidad de instalar más del doble de maquinaria existente para suplir la demanda y en consecuencia, se generó un aumento en el nivel de consumo de energía eléctrica y un incremento de Sanciones Monetarias para Novoplast por parte de empresa distribuidora de electricidad.

El interés de implementar fuentes conmutadas a máquinas inyectoras radica en maximizar la eficiencia de estas, buscando al mismo tiempo minimizar costos y riesgos. También se espera aumentar la vida útil de las máquinas durante su proceso de producción y reducir costes operacionales y energéticos, tiempo de operación y de inproductividad por motivo de equipos que se encuentren en proceso de reparación. Igualmente, se pueden prevenir daños al producto final por variación de ciclo, temperatura y presión de las máquinas.

Objetivos

Objetivo General

Analizar la implementación de Fuentes conmutadas en máquinas inyectoras para determinar la influencia en la eficiencia, costos y riesgos y el aumento de la vida útil de las máquinas en el proceso productivo.

Objetivos Específicos

- Analizar el funcionamiento de una máquina inyectora.
- Determinar los equipos periféricos con que debe trabajar.
- Definir las fuentes conmutadas a instalar.
- Instalar variador de frecuencia/Velocidad a los motores eléctricos.
- Cambiar fuente lineal 24vdc a fuentes Conmutada Half Forward.
- Instalar Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (Uninterruptible Power Supply, UPS) a sistema de control de máquinas inyectoras.
- Realizar análisis comparativo en periodo semestral.
- Reducir el consumo energético en un 8%.
- Reducir los costes unitarios de producción.
- Analizar los resultados obtenidos a través de la implementación.
- Por medio de la Máquina 1, demostrar los resultados obtenidos en la planta completa.

Capítulo I- Marco Conceptual

1.1 Antecedentes Históricos:

Las industrias de procesos continuos fueron las primeras en requerir mantener las variables de proceso en un determinado rango a fin de lograr los objetivos de diseño. Las primeras industrias realizaban el control de las variables en forma manual a través de operadores que visualizaban el estado del proceso a través de indicadores ubicados en las cañerías y/o recipientes y equipos. Ésta descripción se ajusta en sus principios a lo que conocemos como lazo cerrado de control o lazo realimentado (feedback). El control manual era por supuesto descentralizado. A medida que las plantas de producción crecieron y se tornaron más complejas se requirió cada vez mayor cantidad de mano de obra.

El primer intento de reemplazar al ser humano en las tareas de control se realizó a través de elementos mecánicos. Mecanismos como las válvulas de control de nivel a flotante permitieron liberar a los operadores el tener que dedicarse a estas tareas. Sin embargo el hecho de que el elemento mecánico de control estuviera ubicado directamente sobre el proceso, mantenía la obligación de ir al campo para conocer el verdadero estado de las variables, así como dejaba expuesto al medio ambiente (muchas veces agresivo) a elementos de regulación delicados.

A medida que las plantas crecían, fue surgiendo la necesidad de tener más información en forma ordenada y accesible. Aparecieron entonces los primeros tableros

de control, muchas veces ubicados cerca de los equipos de proceso, y con frecuencia transportando la variable a medir hasta el indicador instalado en el panel. Esto no resolvió el problema del manejo de toda la planta y traía ciertos riesgos (tener elementos a presión o fluidos riesgosos en los tableros requería cuidados especiales).

Si se revisa la historia se verá que en la industria no se contaba con equipos eléctricos hasta finales del siglo XIX. En el 1882 se inicia la era de la corriente eléctrica cuando Tomás Alva Edison construye el primer generador eléctrico, en el mundo, en la ciudad de New York, por lo que se empezó a introducir, en las industrias, dispositivos eléctricos no muy sofisticados, por lo que no eran muy sensibles a sobretensiones, luego llegaron los equipos más modernos que necesitaban de bajos voltajes y por lo tanto eran muy sensibles a sobretensiones, cambios bruscos o ruido en las tensiones de alimentación por lo que se ha iniciado la construcción de fuentes de alimentación que proporcionaran el voltaje suficiente de estos dispositivos y que garanticen la estabilidad de la tensión que ingresa al equipo

El diseño actual de la máquina de moldeo por inyección ha sido influido por la demanda de productos con diferentes características geométricas, con diferentes polímeros involucrados y colores. Además, su diseño se ha modificado de manera que las piezas moldeadas tengan un menor costo de producción, lo cual exige rapidez de inyección, bajas temperaturas, y un ciclo de moldeo corto y preciso. John Hyatt registró en 1872 la primera patente de una máquina de inyección, la cual consistía en un pistón que contenía en la cámara derivados celulósicos fundidos. Sin embargo, se atribuye a

la compañía alemana Cellon-Werke el haber sido pionera de la máquina de inyección moderna. Esta firma presentó, en 1928, una patente incluyendo la descripción de nitrocelulosa (celuloide). Debido al carácter inflamable de la nitrocelulosa, se utilizaron posteriormente otros derivados celulósicos como el etanoato de celulosa. Los británicos John Beard y Peter Delafield, debido a ciertas diferencias en la traducción de la patente alemana, desarrollaron paralelamente la misma técnica en Inglaterra, con los derechos de patente inglesa para la compañía F.A. Hughes Ltd. El primer artículo de producción masiva en Inglaterra fue la pluma fuente, producida durante los años treinta por la compañía Mentmore Manufacturing. La misma utilizaba máquinas de moldeo por inyección de Eckert & Ziegler (Alemania). Estas máquinas funcionaban originalmente con aire comprimido (aproximadamente a una presión de 31 kg/cm²); el sistema de apertura de molde y la extracción de la pieza eran realizados manualmente, y los controles incluían válvulas manuales, sin control automático ni pantallas digitales; además, carecían de sistemas de seguridad. En 1932 apareció la primera máquina para inyección operada con sistemas eléctricos, desarrollada por la compañía Eckert & Ziegler. Al mismo tiempo, otros países como Suiza e Italia empezaban a conseguir importantes avances en maquinaria. Ya a finales de los años treinta, el polietileno y el PVC, ambos, de alta producción y bajo costo, provocaron una revolución en el desarrollo de la maquinaria, teniendo el PVC mayor éxito como material para extrusión. En 1951 se desarrolló en Estados Unidos la primera máquina de inyección con un tornillo recíprocante (o, simplemente, husillo), aunque no fue patentada hasta 1956. Este cambio ha sido la aportación más importante en la historia de las máquinas inyectoras. Al finalizar la segunda guerra mundial, la industria de la

inyección de plástico experimentó un crecimiento comercial sostenido. Sin embargo, a partir de la década de los ochenta, las mejoras se han enfocado a la eficiencia del diseño, del flujo del polímero, el uso de sistemas de software CAD, inclusión de robots más rápidos para extracción de piezas, inyección asistida por computadora, eficacia en el control de calentamiento y mejoras en el control de la calidad del producto.

1.2 Importancia del Tema:

Se ha determinado por diferentes estudios, que las plantas de procesos semi-automatizados que trabajan con sistemas de alimentación lineales en sus equipos eléctricos-electrónicos, generan fallas técnicas durante su funcionamiento productivo, y estas fallas afectan considerablemente la eficiencia y utilidad de las máquinas, lo cual genera a su vez un alto costo en el producto terminado. En estos costes se notan los requerimientos de mayor cantidad de mano de obra, en el tiempo de producción y en el incremento de los artículos rechazados

Debido al aumento de costes de producción, la compañía se ve en la necesidad de aumentar los precios, por lo cual se generó una disminución de demanda (véase anexo 3). Se espera que la implementación de las fuentes conmutadas favorezca cualitativa y cuantitativamente el rendimiento productivo, mejore el ambiente laboral, maximice la eficiencia, minimice riesgos y costos en dicho proceso y a la vez garantice el aumento de la vida útil de las mismas máquinas.

1.3 Planteamiento del problema

En el campo industrial el proceso productivo generado por máquinas inyectoras es ampliamente utilizado en nuestro país y prácticamente en casi todo el mundo. Su utilidad y ventajas es altamente atractiva, pero presentan algunos inconvenientes que ameritan ser tomados en consideración; entre ellos el sobrecalentamiento, alteración en el voltaje eléctrico, movimientos de las máquinas, disminución de velocidad y errores de precisión. Estas fallas que ocurren con cierta regularidad tienden a ocasionar daños en los motores, al software del computador, entre otros, ocasionando lentitud, paradas y, en sentido general, disminución en la eficiencia del proceso productivo y en la vida útil de las Máquinas.

1.4 Formulación del problema

¿Hasta qué punto la instalación de Fuentes conmutadas a máquinas inyectoras favorecen los procesos productivos, incrementan la eficiencia, reducen los costos y riesgos y a su vez aumentan la vida útil de las Máquinas?

1.5 Alcance y Limite del Problema

En este trabajo se pretende describir los beneficios logrados en Novoplast (J. Frankenberg), una empresa dedicada a la fabricación de productos plásticos por medio de máquinas de inyección, cuando a éstas se le instalan fuentes conmutadas encaminadas a hacer eficiente la producción, reducir el costo y aumentar la vida útil de dichas máquinas.

Se hará un análisis de los principales problemas que afectan el buen funcionamiento de las máquinas inyectoras sin fuentes conmutadas y los resultados obtenidos serán comparados antes y después de la instalación de estos equipos electrónicos; la instalación que se llevara a cabo en tres etapas y con periodo probatorio según la producción y el producto a evaluar.

Este proyecto tomó como modelo una (1) Máquinas inyectoras de 850 Toneladas de 9 máquinas totales ubicadas en la planta de inyección. Esta muestra seleccionada sólo representó un piloto para tratar de demostrar la efectividad y las mejoras palpables que pueden lograrse con la implementación de estas fuentes en la planta completa. Los resultados serán expuestos de manera general.

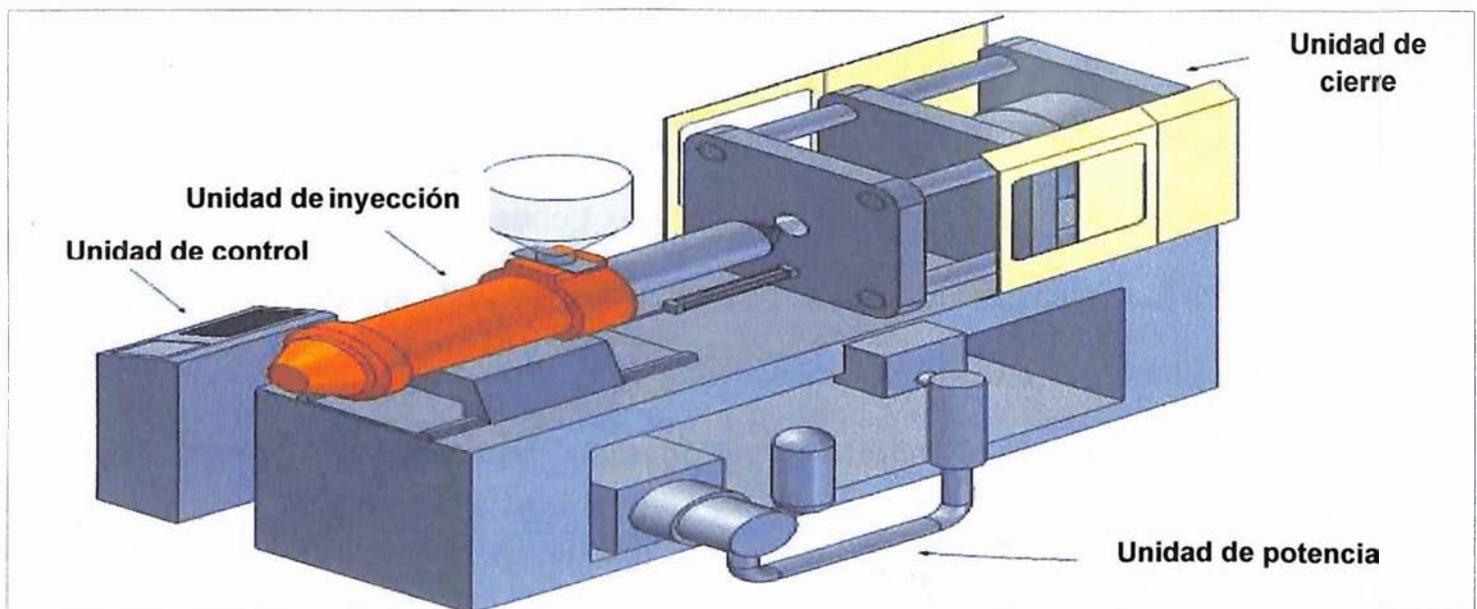
Capítulo II- Marco Teórico: Conceptos y Definiciones

2.1 Máquinas Inyectora y sus unidades

Una máquina inyectora es aquella que se encarga de recibir materia prima, calentarla y comprimirla mediante la acción mecánica de un extrusor por el cual es fundido, mezclado y posteriormente inyectado hacia el molde, donde se solidifica según el proceso de enfriamiento hasta obtener un producto deseado.

Una inyectora se compone de cuatro unidades principales:

- La unidad de cierre
- La unidad de inyección
- La unidad de potencia
- La unidad de control



Gráfica1

Esquema de Máquina Inyectora

Unidad de cierre

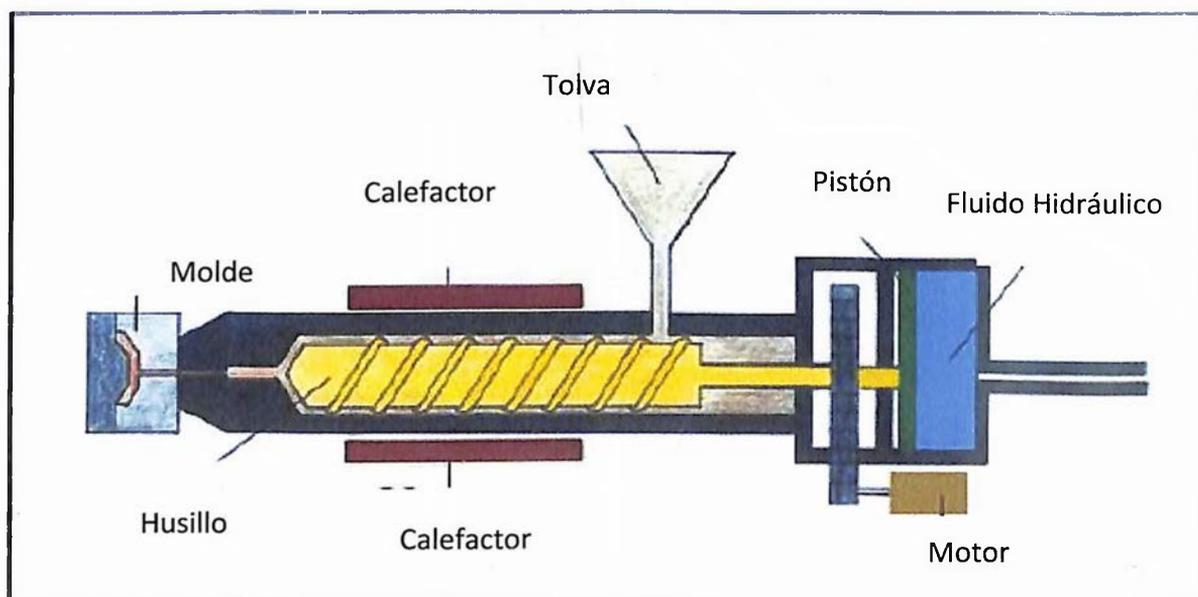
Consiste de una prensa conformada por dos placas porta moldes, una móvil y otra fija. El sistema de accionamiento de la placa móvil puede ser un mecanismo de palancas acodadas, accionado hidráulicamente, un cilindro hidráulico o un sistema eléctrico de tornillo sin fin accionado por un motor. El parámetro fundamental para dimensionar una unidad de cierre es su fuerza para mantener el molde cerrado. Usualmente se da este valor en toneladas (ton). Otros parámetros importantes en una unidad de cierre son: la distancia mínima entre placas, la distancia máxima de apertura, las dimensiones de las placas y la distancia entre columnas, la carrera del sistema de expulsión. Estos datos se utilizan para dimensionar los moldes.

Unidad de inyección

La unidad de inyección está conformada por el tornillo y el barril de inyección, la boquilla y las resistencias alrededor del barril. El material sólido ingresa por la tolva a la zona de alimentación del tornillo, en esta zona es transportado, por efecto de la rotación del tornillo dentro del barril, hacia la zona de fusión donde se plastifica; finalmente el material es bombeado hacia la parte delantera del tornillo en la zona de dosificación. Durante el proceso de plastificación del material el tornillo gira constantemente. Cuando se va a realizar la inyección hacia el molde, el tornillo deja de girar y actúa a manera de pistón, haciendo fluir el plástico fundido hacia el molde y llenando las cavidades.

La conductividad térmica de los plásticos es muy inferior a la de los metales, por lo que su procesamiento debe hacerse en capas delgadas para que la transferencia de calor sea lo más rápida posible y sostenible económicamente. Esto se logra aprovechando el fenómeno de plastificación, que consiste en la fusión de la capa de material directamente en contacto con la superficie del barril, la cual transmite el calor, por convección forzada, al material sólido en las capas inferiores hasta que se plastifica completamente la masa de material.

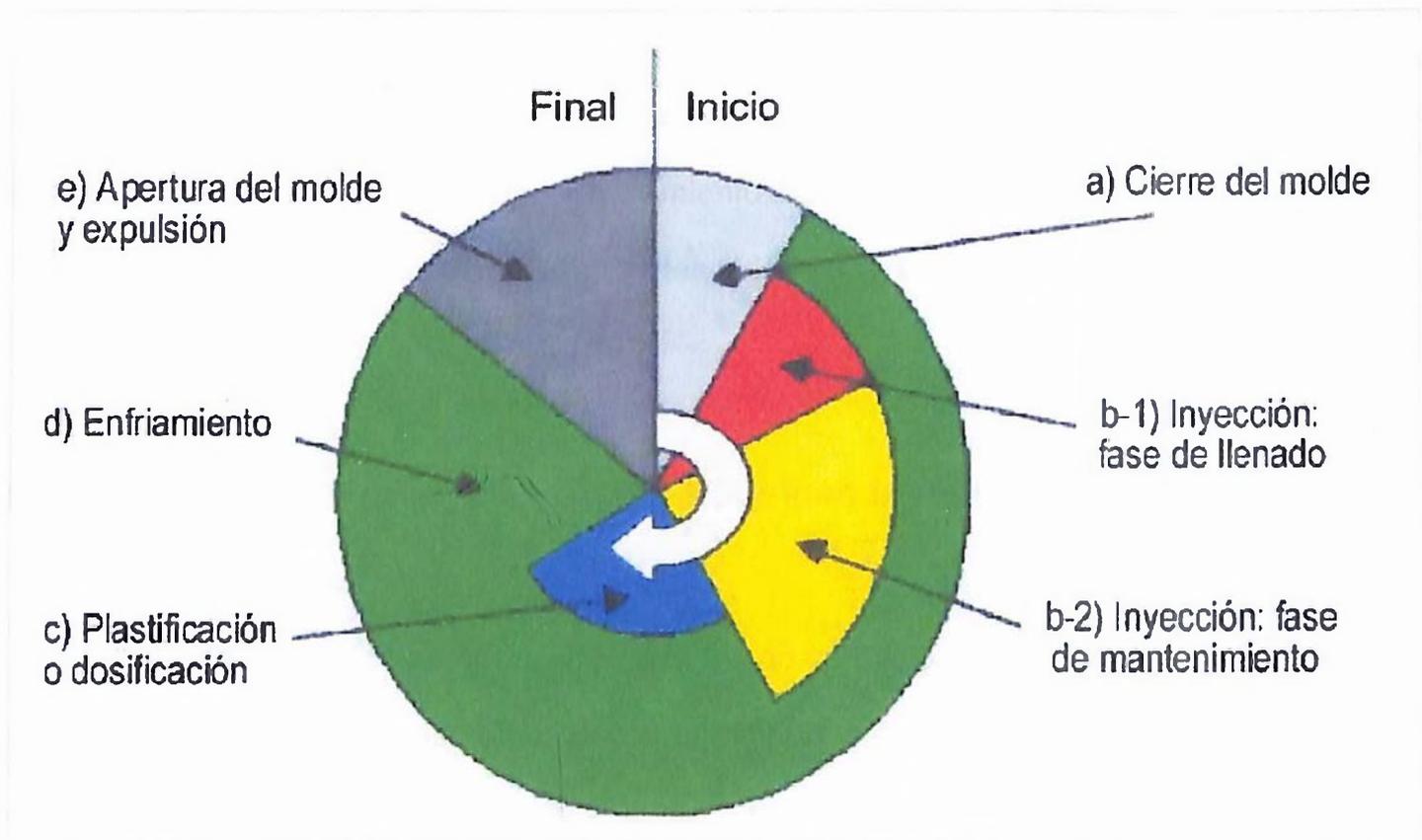
Nota 0: La Gráfica1, del esquema de proceso de las máquina inyectoras se encuentra en el anexo uno (1)



Gráfica2

Esquema del interior de una Máquina inyectora

El proceso de obtención de una pieza de plástico por inyección, sigue un orden de operaciones que se repite para cada una de las piezas. Este orden, conocido como ciclo de inyección, se puede dividir en las siguientes etapas:

**Gráfica4****Etapas del ciclo de Inyección****Unidad de plastificación**

La unidad de inyección realiza las funciones de cargar y plastificar el material sólido mediante el giro del tornillo, mover el tornillo axialmente para inyectar el material plastificado hacia las cavidades del molde y mantenerlo bajo presión hasta que sea expulsado. El tornillo tiene una acción recíprocante además de girar para fundir el plástico, se mueve de manera axial para actuar como pistón durante el proceso de inyección.

La unidad de inyección consta de un barril (o cañón) de acero capaz de soportar altas presiones, este cilindro va cubierto por bandas calefactores para calentar y ayudar a fundir el material mientras avanza por el tornillo. Consta además de una unidad hidráulica que es la que transmite el movimiento lineal al husillo en el proceso de inyección. Algunas máquinas tienen 2 unidades hidráulicas, una para la inyección y otra para el cierre.

2.2 Componentes Principales de las Máquinas inyectoras

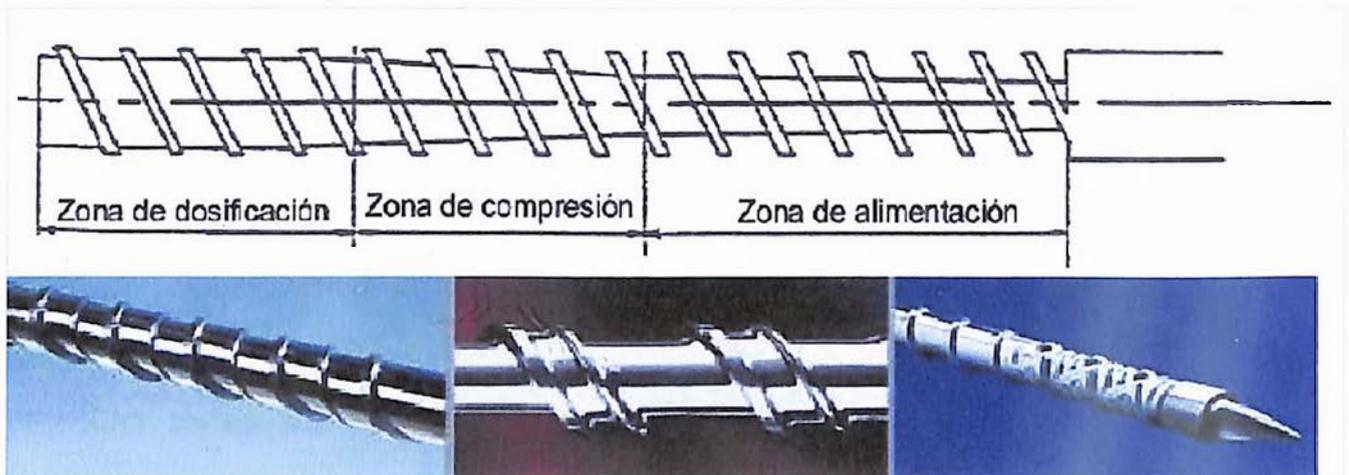
Tolva de alimentación

Las partículas sólidas de la resina en forma de gránulos, se depositan en la tolva de alimentación de la máquina, esta tolva normalmente está conectada a algún equipo periférico o auxiliar que proporciona las condiciones especificadas por el fabricante de la resina para obtener los óptimos resultados de procesamiento. Estas condiciones normalmente son las de porcentaje máximo permitido de humedad. Dependiendo del material a inyectar, si es higroscópico o no, será necesario secarlo antes de introducirlo al cañón o barril de inyección a través de una tolva secadora especial. También encontramos que algunos fabricantes emplean sistemas de alimentación continua de resina de manera centralizada para toda la planta o particular en cada máquina.

Husillo

El calentamiento del tornillo se hace por zonas y el número de zonas dependerá del tamaño del cañón, normalmente se dividen en tres. Dentro del barril se encuentra un tornillo de material muy duro, el cual generalmente está pulido y cromado para

facilitar el movimiento del material sobre su superficie. El tornillo se encarga de recibir el plástico, fundirlo, mezclarlo y alimentarlo en la parte delantera hasta que se junta la cantidad suficiente para luego inyectarlo hacia el molde.



Gráfica5

Zonas por donde pasa el Husillo

2.3 Equipos Periféricos de las Máquinas Inyectoras: Componentes, ventajas y desventajas

Los periféricos son equipos auxiliares que no forman parte de las máquinas inyectoras, mas, sin embargo, son necesarios para un funcionamiento más eficiente; estos van interconectados a la Máquina principal.

Nota 1: Las máquinas inyectoras deben contener los siguientes equipos periféricos indispensables para realizar un funcionamiento óptimo.

- Torre de enfriamiento
- Chillers
- Moldes

2.3.1 Torres de Enfriamiento:

Son estructuras para refrigerar agua y otros medios a temperaturas muy altas. El uso principal de grandes torres de refrigeración industriales es el de rebajar la temperatura del agua de refrigeración utilizada en plantas de energía, refinerías de petróleo, plantas petroquímicas, plantas de procesamiento de gas natural y otras instalaciones industriales.

Las torres de enfriamiento son utilizadas en industrias de fabricación de productos plásticos, para varios procesos, entre los cuales están: enfriar los aceites, los cuales se calientan por las altas presiones a que trabajan las máquinas, para enfriar motores, moldes y paneles eléctricos. Otra aplicación es el enfriamiento de la unidad condensadora de los chillers de enfriamiento, con la finalidad de enfriar una corriente de agua por vaporización parcial de ésta, con el consiguiente intercambio de calor sensible y latente de una corriente de aire seco y frío que circula por el mismo aparato.

Las torres pueden ser de muchos tipos, sin embargo, el enfoque se centra en un equipo de costo inicial bajo y de costo de operación también reducido. Con frecuencia la armazón y el empaque interno son de madera. Es común la impregnación de la manera, bajo presión con fungicidas. Generalmente el entablado de los costados de la torre es de pino, poliéster reforzado con vidrio, o cemento de asbesto. Pueden empacarse con empaques plásticos. El empaque de plástico puede ser polipropileno, moldeado en forma de enrejado o alguna otra forma.

Clasificación de las torres de enfriamiento

Las torres de enfriamiento se clasifican según la forma de suministro de aire en:

-Torres de circulación natural

1. Atmosféricas
2. Tiro natural

-Torres de tiro mecánico

1. Tiro inducido
2. Tiro Forzado

- **Otros tipos:** Torres de flujo cruzado

Nota 2: Solo nos limitaremos a definir el tipo de torre de enfriamiento utilizado en la empresa, que es la Torre de Tiro Mecánico.

Torres de Tiro mecánico

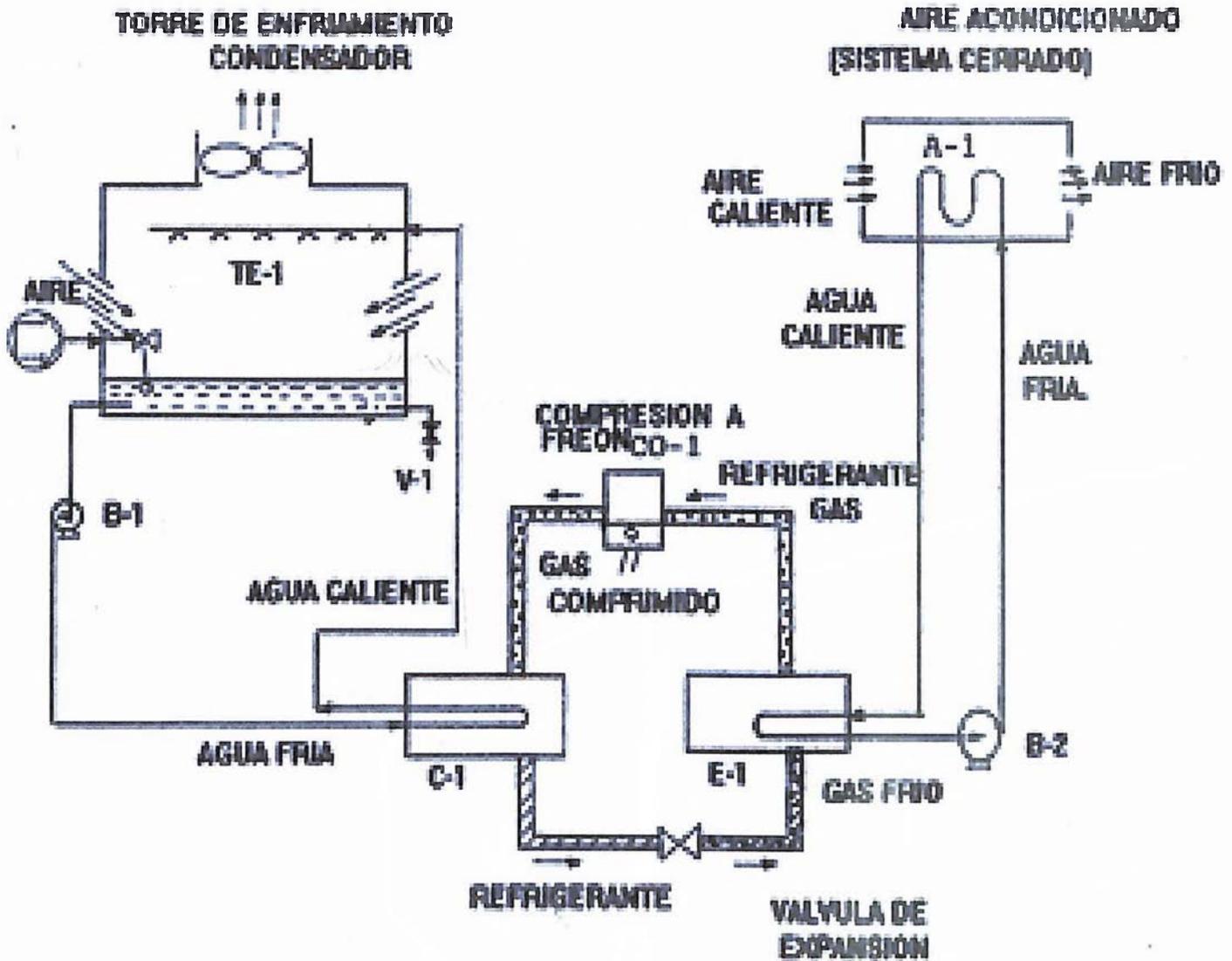
Las torres de tiro mecánico proporcionan un control total sobre el caudal de aire suministrado. Se trata de torres compactas, con una sección transversal y una altura de bombeo pequeñas en comparación con las torres de tiro natural. En estas torres se puede controlar de forma precisa la temperatura del agua de salida, y se pueden lograr

valores de acercamiento muy pequeños (hasta de 1 o 2 °C, aunque en la práctica acostumbra a ser de 3 o 4 °C).

El agua caliente que llega a la torre puede distribuirse por boquillas aspersoras o compartimientos que dejan pasar hacia abajo el flujo de agua a través de unos orificios. El aire usado para enfriar el agua caliente es extraído de la torre, en cualquiera de las dos formas siguientes:

1. **Tiro Inducido:** El aire se succiona a través de la torre mediante un ventilador situado en la parte superior de la torre. Son las más utilizadas.
2. **Tiro forzado:** El aire se fuerza por un ventilador situado en el fondo de la torre y se descarga por la parte superior. Estas torres están sujetas particularmente a la recirculación del aire caliente y húmedo que es descargado, dentro de la toma del ventilador, debido a la baja velocidad de descarga y que materialmente reduce la efectividad de la torre.

El tiro inducido con el ventilador en la parte superior de la torre evita esto y además permite una distribución interna más uniforme del aire.



Gráfica6 Torres de enfriamiento de Tiro Inducido

2.3.2 Chillers

El chiller surge por la necesidad de optimizar el sistema de enfriamiento ya que este puede disminuir la temperatura del agua hasta 20 grados celsius, algo que es imposible para una torre de enfriamiento; esta característica nos ayuda a que el

proceso de enfriamiento en el molde sea mucho mas rápido y por ende esto trae consigo un descenso del ciclo operacional de la maquina.

Un Chiller (o enfriador de agua) es un aparato industrial que produce agua fría para el enfriamiento de procesos industriales. La idea consiste en extraer el calor generado en un proceso por contacto con agua a una temperatura menor a la que el proceso finalmente debe quedar. Así, el proceso cede calor bajando su temperatura y el agua, durante el paso por el proceso, la eleva. El agua ahora caliente retorna al chiller adonde nuevamente se reduce su temperatura para ser enviada nuevamente al proceso.

Un chiller es un sistema completo de refrigeración que incluye un compresor, un condensador, evaporador, válvula de expansión (evaporación), refrigerante y tuberías, además de bomba de impulsión de agua, sistema electrónico de control del sistema, depósito de agua, gabinete, etc.

Distintos procesos requieren alimentarse con distintos caudales, presiones y temperaturas de agua. El agua se puede enfriar a temperaturas finales que alcanzan los 20C o inclusive temperaturas negativas con la adición de anticongelantes.

Componentes principales.

El Compresor

El compresor es el corazón del sistema, ya que es el encargado de hacer circular al refrigerante a través de los diferentes componentes del sistema de refrigeración del "chiller". Succiona el gas refrigerante sobrecalentado a baja presión y temperatura, lo comprime, aumentando la presión y la temperatura a un punto tal que se puede condensar por medios condensantes normales (Aire o agua). A través de las líneas de descarga de gas caliente, fluye el gas refrigerante a alta presión y temperatura hacia la entrada del condensador.

El Evaporador

El Evaporador es un intercambiador de calor del tipo casco y tubo; su función es proporcionar una superficie para transferir calor del líquido a enfriar al refrigerante en condiciones de saturación. Mediante la línea de succión fluye el gas refrigerante como vapor a baja presión proveniente del evaporador a la succión del compresor. El evaporador es el componente del sistema de refrigeración donde se efectúa el cambio de fase del refrigerante. Es aquí donde el calor del agua es transferido al refrigerante, el cual se evapora al tiempo de ir absorbiendo el calor.

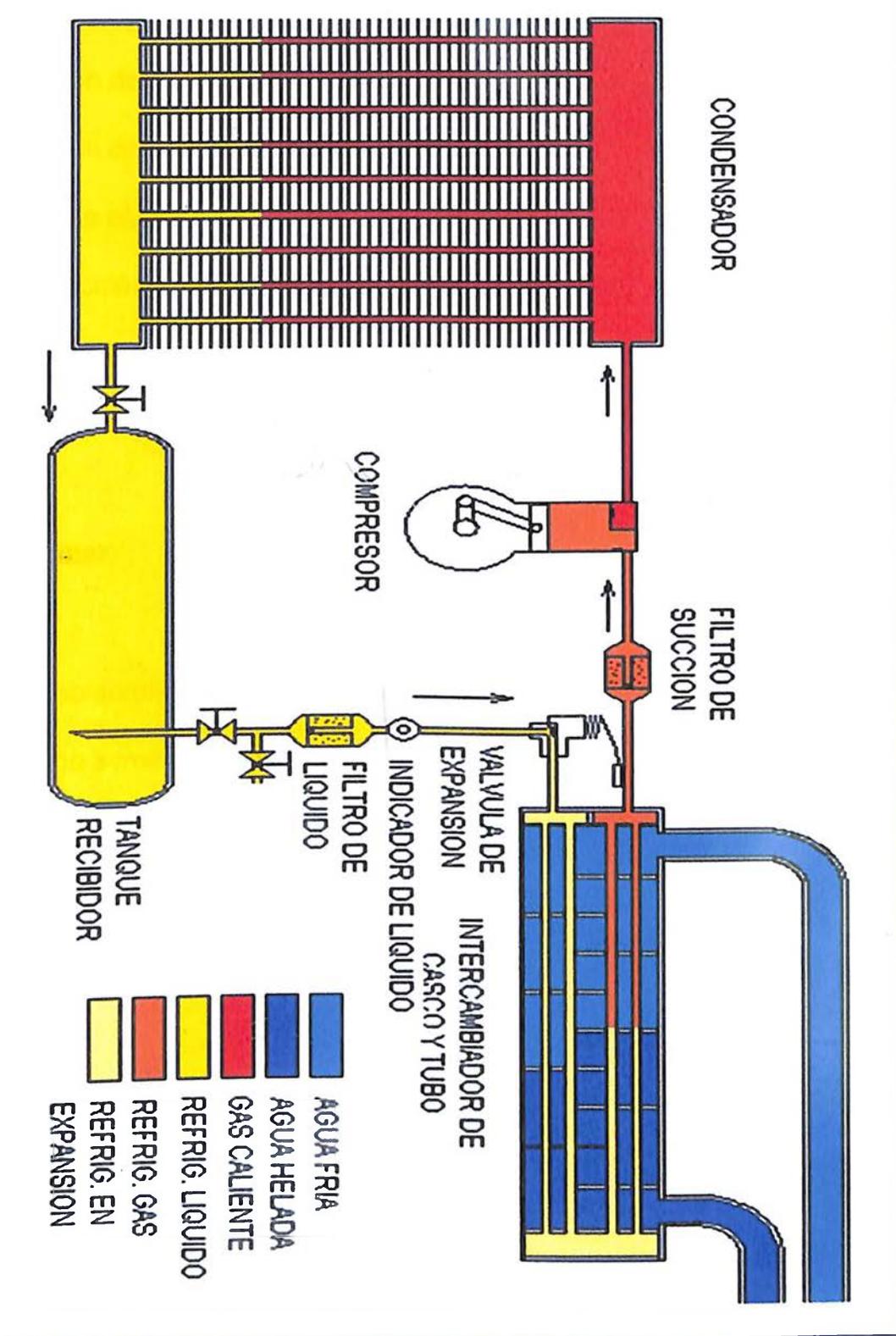
El Condensador

El condensador es el componente del sistema que extrae el calor del refrigerante y lo transfiere al aire o al agua. Esta pérdida de calor provoca que el refrigerante se condense. Su función es proporcionar una superficie de transferencia de calor a través

de la cual pasa el calor del gas refrigerante caliente al medio condensante. Mediante la línea de líquido fluye el refrigerante en estado líquido a alta presión a la válvula termostática de expansión.

La Válvula Termostática

La válvula termostática de expansión su finalidad es controlar el suministro apropiado del líquido refrigerante al evaporado, así como reducir la presión del refrigerante de manera que vaporice en el evaporador a la temperatura deseada.



Gráfica 7 Esquema de operación de un Chiller

Ventajas:

- Disminución del ciclo operacional de la máquina
- Disminución del tiempo de enfriamiento
- Aumento de eficiencia
- Mas producción en menor tiempo
- Ahorro energético
- Disminución de costo de operación

Tipos de Chiller

- Minichiller
- Chillers tipo scroll enfriados por aire
- Chillers tipo scroll enfriados por agua
- Chillers tipo tornillo enfriados por aire
- Chillers tipo tornillo enfriados por agua
- Chillers tipo absorción enfriados por agua

Nota 3: Solo nos limitaremos a definir el tipo de Chiller utilizado en la empresa.

Chillers tipo tornillo enfriados por aire

Los Chillers Tipo Tornillo enfriados por aire proporcionan una elevada eficiencia operacional y un nivel silencioso de operación, la familia de enfriadores YCAV están disponibles para capacidades de 150 a 550 TR, proporcionando eficiencia 10.3 SEER

en carga plena y 15.2 SEER en carga parcial, utilizan gas refrigerante ecológico HFC-134 a y un 50% menos piezas móviles de que los compresores tradicionales.

Estos equipos cuentan con la tecnología del variador de velocidad para controlar la capacidad de los compresores, permitiendo el mejor desempeño del mercado en este tipo de equipos, aseguran un factor de potencia de 0.95 a cualquier capacidad y evitan los picos de energía al arranque de los compresores que nunca exceden del 100% de su FLA.

2.3.3 Moldes

El molde (también llamado herramienta) es el espacio donde se genera la pieza; para producir un producto diferente, simplemente se cambia el molde, al ser una pieza intercambiable que se atornilla en la unidad de cierre. Existen varios tipos de molde, para inyectar plásticos, metal, etc.

Las partes del molde son:

Cavidad

Es el volumen en el cual la pieza será moldeada.

Canales o ductos

Son conductos a través de los cuales el polímero fundido fluye debido a la presión de inyección. El canal de alimentación se llena a través de la boquilla, los

3. La presión se mantiene constante para lograr que la pieza tenga las dimensiones adecuadas, pues al enfriarse tiende a contraerse.
4. La presión se elimina. La válvula se cierra y el husillo gira para cargar material; al girar también retrocede.
5. La pieza en el molde termina de enfriarse (este tiempo es el más caro pues es largo e interrumpe el proceso continuo), la prensa libera la presión y el molde se abre; las barras expulsan la parte moldeada fuera de la cavidad.

siguientes canales son los denominados bebederos y finalmente se encuentra la compuerta.

Canales de enfriamiento

Son canales por los cuales circula refrigerante (el más común agua) para regular la temperatura del molde. Su diseño es complejo y específico para cada pieza y molde, esto en vista de que la refrigeración debe ser lo más homogénea posible en toda la cavidad y en la parte fija como en la parte móvil, esto con el fin de evitar los efectos de contracción diferencial. Cabe destacar que al momento de realizar el diseño de un molde, el sistema de refrigeración es lo último que se debe diseñar.

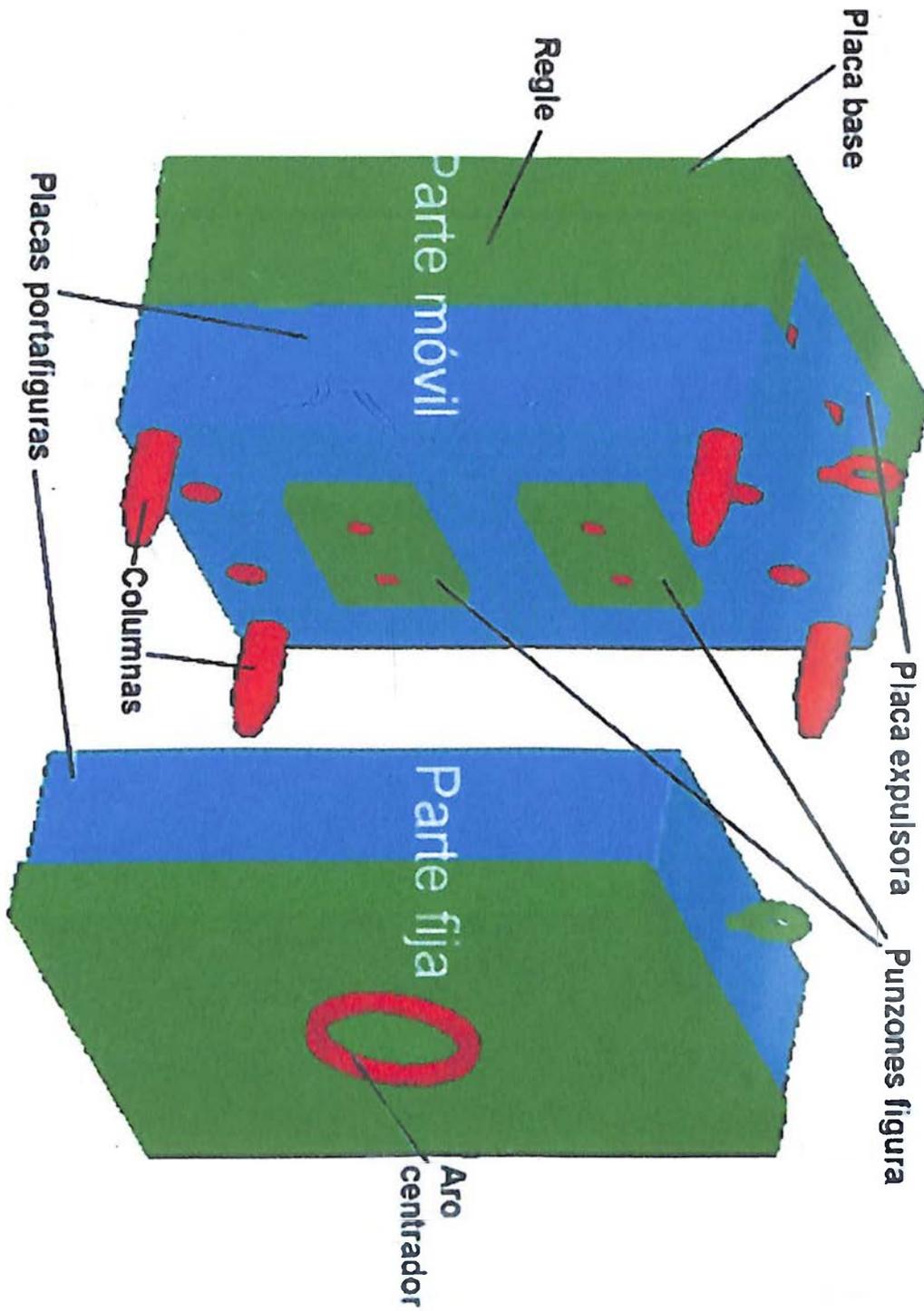
Barras expulsoras

Al abrir el molde, estas barras expulsan la pieza moldeada fuera de la cavidad, pudiendo a veces contar con la ayuda de un robot para realizar esta operación.

Ciclo de moldeo

En el ciclo de moldeo se distinguen 6 pasos principales (aunque algunos autores llegan a distinguir hasta 9 pasos):

1. Molde cerrado y vacío. La unidad de inyección carga material y se llena de polímero fundido.
2. Se inyecta el polímero abriéndose la válvula y, con el husillo que actúa como un pistón, se hace pasar el material a través de la boquilla hacia las cavidades del molde.



Gráfica 9 Partes de un Molde

Capítulo III- Fuentes a instalar: Componentes, Ventajas y Desventajas

Las máquinas eléctricas sirven para transformar la energía mecánica en eléctrica (generadores) o, inversamente, para transformar la energía eléctrica en mecánica (motores); es decir que las máquinas eléctricas son reversibles y pueden trabajar como generador o como motor.

Estas máquinas asíncronas se basan en el principio de la acción de un campo magnético giratorio sobre un arrollamiento en cortocircuito.

El sistema magnético de una máquina asíncrona consta de dos (2) núcleos: el núcleo exterior fijo que tiene la forma de un cilindro hueco y el núcleo cilíndrico interior giratorio.

La parte fija de la máquina se llama estator y la parte giratoria rotor.

Estator: en las ranuras ubicadas en el lado interior del estator se coloca un arrollamiento trifásico, constituido por tres (3) arrollamientos iguales (uno por cada fase) desplazado 120° entre sí (para un motor con un solo par de polos). Por lo visto en campos giratorios, los efectos simultáneos de las tres (3) corrientes de una red trifásica originan un campo constante que gira a velocidad síncrona (norte-sur).

Rotor: si en el interior del estator colocamos una espira en cortocircuito (rotor) que pueda girar alrededor de un eje, se tiene que:

- Al conectar el estator a la red se origina un campo giratorio que originará una Fuerza Electro Motriz (fem) inducida.
- Esta fem inducida, a su vez hace circular una corriente en la espira en cortocircuito (rotor), y por la acción del campo magnético creará cuplas distribuidas a lo largo de la espira haciendo que ésta trate de seguir al campo giratorio.
- Es obvio que la espira nunca podrá alcanzar al campo giratorio debido a la cupla resistente, que está compuesta en primer término por las pérdidas por rozamiento en los cojinetes, y en segundo término por la carga que mueve el eje del motor.
- Es decir que siempre habrá una diferencia entre la velocidad “norte (s) sur (s)” del campo giratorio y la del rotor “norte” (o la del eje del motor).

Por lo tanto, llamaremos velocidad relativa a la diferencia entre n_s y n , que para el caso de motores será positiva y para el caso de generadores será negativa.

Sin duda alguna los accionamientos a base de motores eléctricos son los más numerosos de la mayoría de las aplicaciones, y dentro de ellos los basados en motores de corriente continua han gozado de una total hegemonía en el campo industrial durante décadas.

Sin embargo, los motores con menor nivel de exigencias en el mantenimiento son los motores asíncronos de jaula de ardilla, debido a que carecen de colector, tienen

una relación peso-potencia mucho menor que otros, y por tanto un coste significativamente más bajo. Por estas razones, dada su capacidad de soportar sobrecargas y su elevado rendimiento, es el motor más atractivo para la industria. Desde hace aproximadamente 20 años, el elevado desarrollo de la electrónica de potencia y los microprocesadores ha permitido variar la velocidad de estos motores, de una forma rápida, robusta y fiable, mediante los reguladores electrónicos de velocidad.

Prácticamente todos los equipos electrónicos operan con una fuente DC. Este voltaje puede provenir de una batería, o puede venir de la red eléctrica AC. Los dos métodos utilizados para convertir la fuente alterna en una fuente directa son: por conmutación y por regulación lineal.

3.1 Fuente de alimentación: componentes, ventajas y desventajas

Una fuente de alimentación es un dispositivo que convierte la tensión alterna de la red de suministro, en una o varias tensiones, prácticamente continuas, que alimentan los distintos circuitos del aparato electrónico al que se conecta.

Clasificación

Las fuentes de alimentación, para dispositivos electrónicos, pueden clasificarse básicamente como fuentes de alimentación lineal y conmutada. Las lineales tienen un diseño relativamente simple, que puede llegar a ser más complejo cuanto mayor es la corriente que deben suministrar, sin embargo su regulación de tensión es poco eficiente. Una fuente conmutada, de la misma potencia que una lineal, será más

pequeña y normalmente más eficiente pero será más compleja y por tanto más susceptible a averías.

3.1.1 Fuentes de alimentación lineales:

Las fuentes lineales siguen el esquema: transformador, rectificador, filtro, regulación y salida. En primer lugar el transformador adapta los niveles de tensión y proporciona aislamiento galvánico. El circuito que convierte la corriente alterna en continua se llama rectificador, después suelen llevar un circuito que disminuye el rizado como un filtro de condensador. La regulación, o estabilización de la tensión a un valor establecido, se consigue con un componente denominado regulador de tensión. La salida puede ser simplemente un condensador. Esta corriente abarca toda la energía del circuito, esta fuente de alimentación deben tenerse en cuenta unos puntos concretos a la hora de decidir las características del transformador.

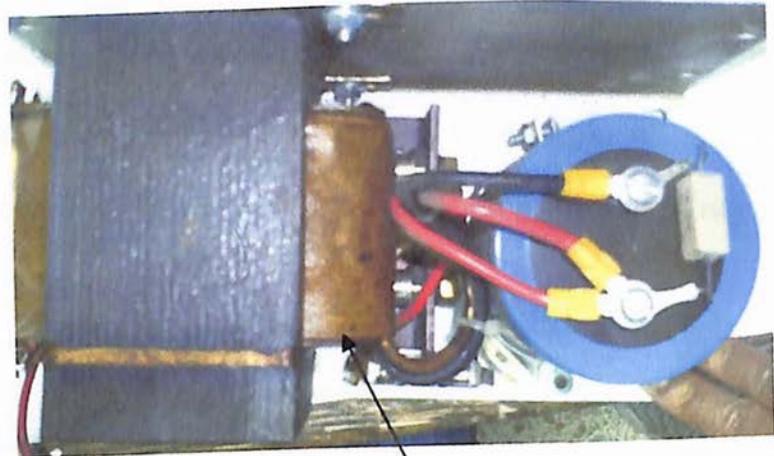


FUSIBLE



FILTRO CONDENSADOR

Nota4: las Gráfica12,13, 14 y 15 muestran una fuente lineal de 24Vdc

CONEXION DEL TRANSFORMADOR**PUENTE DE DIODO****Fuente 24VDC diseñada a transformador de diodo y filtros****Transformador de entrada:**

Modifica los niveles de tensión alterna a los requeridos por el circuito a alimentar. El transformador de entrada reduce la tensión de red (generalmente 220 o 120 V) a otra tensión más adecuada para ser tratada. Solo es capaz de trabajar con corrientes

alternas, esto quiere decir que la tensión de entrada será alterna y la de salida también. Consta de dos arroyamientos sobre un mismo núcleo de hierro, ambos arroyamientos, primario y secundario, son completamente independientes y la energía eléctrica se transmite del primario al secundario en forma de energía magnética a través del núcleo.

El capacitor de filtrado

Cuando se enciende la fuente, un voltaje rectificado de 120 Hz se aplica al capacitor. El capacitor es lo suficientemente grande para suministrar la corriente con sólo una pequeña caída. Si el capacitor está cerca del valor pico cuando se inicia un ciclo de carga, como sería el caso con cargas pequeñas o capacitores grandes, entonces los diodos conducen por un tiempo muy corto. Este tiempo es el tiempo en el cual el voltaje en el capacitor es menor que el voltaje del secundario. El tiempo exacto en el cual el capacitor suple la corriente está determinado por el voltaje pico- pico de rizado.

El puente rectificador

Existen consideraciones básicas a la hora de considerar la elección de un puente rectificador, las cuales son:

- **Corriente pico:** Cuando la fuente se enciende por primera vez, el filtro está totalmente descargado, y aparece como un corto para el puente rectificador. Lo único que limita la corriente en ese momento es la resistencia de las bobinas del secundario. Este flujo de corriente repentino se llama corriente pico.

Generalmente estos picos no dañarán el puente de diodos si esta corriente pico es menor que la corriente pico nominal del dispositivo

- **Corriente continua:** Debemos utilizar un puente rectificador que pueda manejar la corriente de salida sin dañarse. Para ello basta con revisar las especificaciones del fabricante.
- **Disipación de potencia:** Debido a que los diodos exhiben una caída de voltaje a través de ellos disipan potencia. La forma correcta de calcular la potencia disipada es considerando que la única ocasión en que el puente conduce por un ciclo completo es inmediatamente después de encender la fuente. Después de ese momento conducirá únicamente cuando el voltaje de entrada sea superior al voltaje del capacitor

Ventajas:

- Simplicidad de diseño.
- Operación suave y capacidad de manejar cargas. Bajo ruido de salida y una respuesta dinámica muy rápida.
- Para potencias menores a 10W, el costo de los componentes es mucho menor que el de las fuentes conmutadas.

Desventajas:

- Es su límite de aplicación. Sólo pueden ser reductores de tensión, lo que significa que se necesitará una caída de tensión aceptable para poder controlar la polarización de la etapa de potencia lineal y la regulación en la línea. En

aplicaciones de línea de 50Hz, deberán utilizarse transformadores de línea adicionales de gran volumen, condicionando su versatilidad y practicidad.

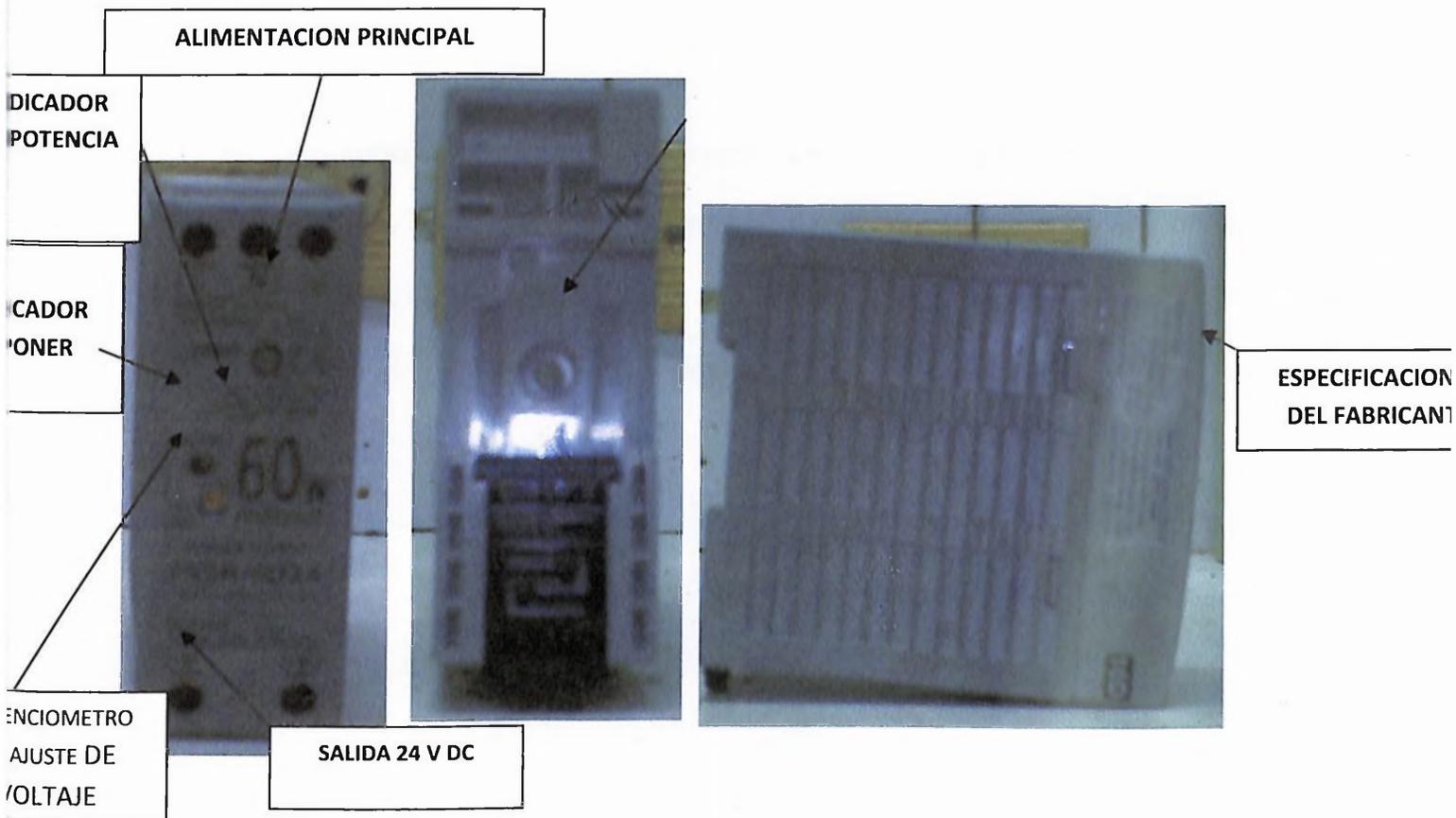
- Cada regulador lineal puede tener sólo una salida. Por esto, para cada salida regulada adicional necesaria, deberá incrementarse el circuito de potencia.
- En aplicaciones normales, los reguladores lineales tienen una eficiencia del 30 al 60%. Esto significa que por cada Watt los costos se irán incrementando. Esta pérdida llamada "headroom loss", ocurre en el transistor de paso y, desafortunadamente es necesaria para polarizar la etapa de potencia y para cumplir con las especificaciones de regulación de línea, cuando la mayoría del tiempo el regulador no funcionará en esas condiciones.

3.1.2 Fuente conmutadas

Es un dispositivo electrónico que transforma energía eléctrica mediante transistores en conmutación. Mientras que un regulador de tensión utiliza transistores polarizados en su región activa de amplificación, las fuentes conmutadas utilizan los mismos conmutándolos activamente a altas frecuencias (20-100 Kilociclos típicamente) entre corte (abiertos) y saturación (Cerrados). La forma de onda cuadrada o diente de sierra resultante es aplicada a transformadores con núcleo de ferrita (Los núcleos de hierro no son adecuados para estas altas frecuencias porque tienen pocas pérdidas debido a corrientes de Foucault y alta densidad de flujo) para obtener uno o varios voltajes de salida de corriente alterna (CA) en el secundario, que luego van al diodo

rectificador, para rectificar la onda convirtiéndola en pulsante (CC) y luego pasa al capacitor filtrado, la cual filtra la onda y la convierte en DC.

Nota 4: Hay fuentes que son de base de riel y fijas para atornillar, utilizaremos la de base de riel por su fácil instalación.



Nota5: las Gráfica17,18 y 19 muestran una fuente Conmutada Half forward de 24Vdc de salida.

Ventajas:

- La eficiencia de las fuentes conmutadas está comprendida entre el 68 y el 90%. Esto hace reducir el costo de los dispositivos de potencia. Además, los dispositivos de potencia funcionan en el régimen de corte y saturación, haciendo el uso más eficiente de un dispositivo de potencia.

- Debido a que la tensión de entrada es conmutada en una forma de alterna y ubicada en un elemento magnético, se puede variar la relación de transformación pudiendo funcionar como reductor, elevador, o inversor de tensión con múltiples salidas.
- No es necesario el uso del transformador de línea, ya que el elemento magnético de transferencia de energía lo puede reemplazar, funcionando no en 50/60 Hz, sino en alta frecuencia de conmutación, reduciendo el tamaño del transformador y en consecuencia, de la fuente; reduciendo el peso, y el coste.
- Un transformador de energía de 50/60 Hz tiene un volumen efectivo significativamente mayor que uno aplicado en una fuente conmutada, cuya frecuencia es típicamente mayor que 15 kHz.

Desventajas:

- Su diseño más elaborado. Un diseño de una fuente conmutada puede llevar varias semanas o meses de desarrollo y puesta a punto, dependiendo de los requerimientos.
- El ruido es mayor que el de las fuentes lineales. En la salida y entrada, radia interferencia electromagnética y de radiofrecuencia. Esto puede dificultar el control y no deberá ser ignorado durante la fase de diseño. Por éste motivo se deberán

agregar de protección, de arranque suave, y filtros de línea adicionales como etapas previas.

- Toma proporciones de energía de la entrada en pulsos de tiempos limitados para transferirlo a la salida en otras condiciones de corriente y tensión, por lo que le llevará mayor tiempo de restablecimiento al circuito para soportar variaciones en la entrada. Esto se llama "respuesta transitoria en el tiempo". Para compensar este funcionamiento lento, los capacitores de filtro de salida se deberán incrementar para almacenar la energía necesaria por la carga durante el tiempo en que la fuente conmutada se está ajustando.

Clasificación de fuentes conmutadas:

Las fuentes conmutadas pueden ser clasificadas en cuatro tipos:

- **Alimentación CA, salida CD:** rectificador, conmutador, transformador, rectificador de salida, filtro. (Ejemplo: fuente de alimentación de ordenador)
- **Alimentación CA, salida CA:** Variador de frecuencia, conversor de Frecuencia. (Ejemplo, variador de motor)
- **Alimentación CC, salida CA:** Inversor (Ejemplo: generar 220v/50ciclos a partir de una batería de 12v)
- **Alimentación CC, salida CC:** conversor de voltaje o de corriente. (Ejemplo: cargador de baterías de celulares para auto)

Topologías de fuentes conmutadas de Alimentación CA, salida DC

Las fuentes conmutadas existen en diferentes topologías con características particulares en cada una, estas según la aplicación para las cuales fueron fabricadas.

TABLA 2
TOPOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS DE FUENTES CONMUTADAS DE ALIMENTACIÓN CA, SALIDA CD

Topología	Potencia (W)	Eficiencia (típica)	Costo relativo	Tensiones (V)	Aislamiento	Almacenaje de energía	Relación de tensión	Características
Buck	0-1000	75%	1.0	5-1000*	No	Inductor Simple	V salida < V entrada	Disminuir Tensión
Boost	0-150	78%	1.0	5-600*	No	Inductor Simple	V salida > V entrada	Aumentar Tensión
Buck-boost	0-150	78%	1.0	5-600*	No	Inductor Simple	V salida mayor o menor que V entrada	Permite invertir la salida
Flyback	0-150	78%	1.0	5-600	Si	Transformador	V salida mayor o menor que V entrada	Salidas Múltiples
Half-forward	0-250	75%	1.2	5-500	Si	Transformador + inductor		
Forward					Si	Transformador + inductor		Salidas Múltiples
Push-Pull	100-1000	72%	1.75	50-1000	Si			

Topología	Potencia (W)	Eficiencia (típica)	Costo relativo	Tensiones (V)	Aislamiento	Almacenaje de energía	Relación de tensión	Características
Semipunto Half-bridge	0-500	72%	1.9	50-1000	Si			
Punto H completo	400-2000	69%	>2.0	50-1000	Si			
Resonante, conmutada en cruce por cero	>1000		>2.0					
Cuk					No	Condensador + dos inductores		-
SEPIC					No	Dos inductores	V salida mayor o menor que V entrada	
Multiplicador de tensión	0.1-1	90%	0.2	500-100000	No	Condensador	V salida >> V entrada	Los multiplicadores de tensión se utilizan para generar muy altas tensiones.

Nota 6: Solo nos limitaremos a definir el tipo de Fuente utilizado en la empresa.

FORWARD (DIRECTO):

- Rango desde 50 hasta 250 vatios.
- Variación del voltaje de entrada: $V_{in} +10\%$, -20%
- Eficiencia del convertidor: $\eta = 80\%$
- Regulación por variación del ciclo de trabajo: $d(\max) = 0.4$
- Máxima corriente de trabajo en el transistor:

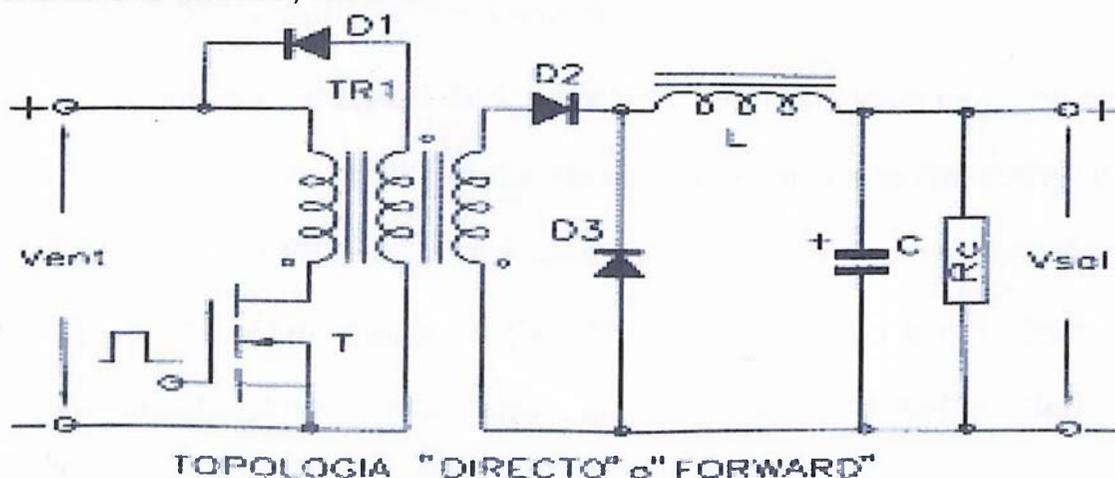
• **Regulación por variación del ciclo de trabajo:** $d(\max) = 0.4$

• **Máxima corriente de trabajo en el transistor:**

$$I_w = P_{out} / (h \cdot d(\max) \cdot V_{in}(\min) \cdot 1.41) = 2.25 P_{out} / V_{in}$$

Es algo más complejo que el sistema Flyback aunque razonablemente sencillo y rentable en cuanto a costes para potencias de 100 a 250w.

Cuando el transistor conmutador «T» está conduciendo «ON», la corriente crece en el primario del transformador, transfiriendo energía al secundario. Como quiera que el sentido de los devanados el diodo D2 está polarizado directamente, la corriente pasa a través de la inductancia L a la carga, acumulándose energía magnética en L. Cuando «T» se apaga «OFF», la corriente en el primario cesa invirtiendo la tensión en el secundario. En este momento D2 queda polarizado inversamente bloqueando la corriente de secundario, pero D3 conduce permitiendo que la energía almacenada en L se descargue alimentando a la carga. El tercer devanado, llamado de recuperación, permite aprovechar la energía que queda en el transformador durante el ciclo «OFF» devolviéndola a la entrada, vía D1.



Gráfica 20

Contrariamente al método Flyback, la inductancia cede energía a la carga durante los períodos «ON» y «OFF», esto hace que los diodos soporten la mitad de la corriente y los niveles de rizado de salida sean más bajos.

Nota 7: Una especificación fundamental de las fuentes de alimentación es el rendimiento, que se define como la potencia total de salida entre la potencia activa de entrada. Como se ha dicho antes, las fuentes conmutadas son mejores en este aspecto.

El factor de potencia es la potencia activa entre la potencia aparente de entrada. Es una medida de la calidad de la corriente.

Aparte de disminuir lo más posible el rizado, la fuente debe mantener la tensión de salida al voltaje solicitado independientemente de las oscilaciones de la línea, regulación de línea o de la carga requerida por el circuito, regulación de carga.

3.1.3 Variador de velocidad/frecuencia:

Es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor. Los variadores de frecuencia/Velocidad son también conocidos como drivers de frecuencia ajustable (AFD), drivers de CA, micro drivers o inversores. Dado que el voltaje es variado a la vez que la frecuencia, a veces son llamados drivers VVVF (variador de voltaje variador de frecuencia).

El variador también se utiliza como arrancador o ralentizador para la puesta en marcha y la parada progresiva adaptada a una rampa. Integra la protección térmica del motor y la protección contra corto circuitos.

El diálogo con el operador se simplifica gracias a los diodos electroluminiscentes, los visualizadores de 7 segmentos, las consolas de puesta en servicio y la posibilidad de interconexión con un microprocesador de tipo PC. El dialogo con los automáticos puede realizarse por medio de un enlace serie o de bus multipunto.

Tipos de variador de velocidad/frecuencia:

En términos generales, puede decirse que existen tres tipos básicos de variadores de velocidad: mecánico, hidráulicos y eléctrico-electrónicos. Dentro de cada tipo pueden encontrarse más subtipos. Cabe destacar que los variadores más antiguos fueron los mecánicos, que se emplearon originalmente para controlar la velocidad de las ruedas hidráulicas de molinos, así como la velocidad de las Máquinas de vapores.

Principales tipos de variadores eléctricos-electrónicos:

Los variadores son convertidores encargados de modular la energía eléctrica que recibe del motor. Los tipos más habituales son:

- **Rectificador controlado:**

Suministra corriente continua a partir de la red alterna monofásica o trifásica y controla el valor medio de la tensión..

- **Regulador de tensión:**

Suministra tensión alterna a partir de una red alterna monofásica o trifásica, con la misma frecuencia fija de la red y controlando el valor eficaz de la tensión.

- **Convertidor de frecuencia:**

Suministra tensión alterna a partir de una red alterna monofásica o trifásica de frecuencia fija, con valor eficaz y frecuencia variable según la ley V/F constante. Se utiliza como variador de velocidad para motores asíncronos de jaula.

Convertidor de Frecuencia/Velocidad



Gráfica 21

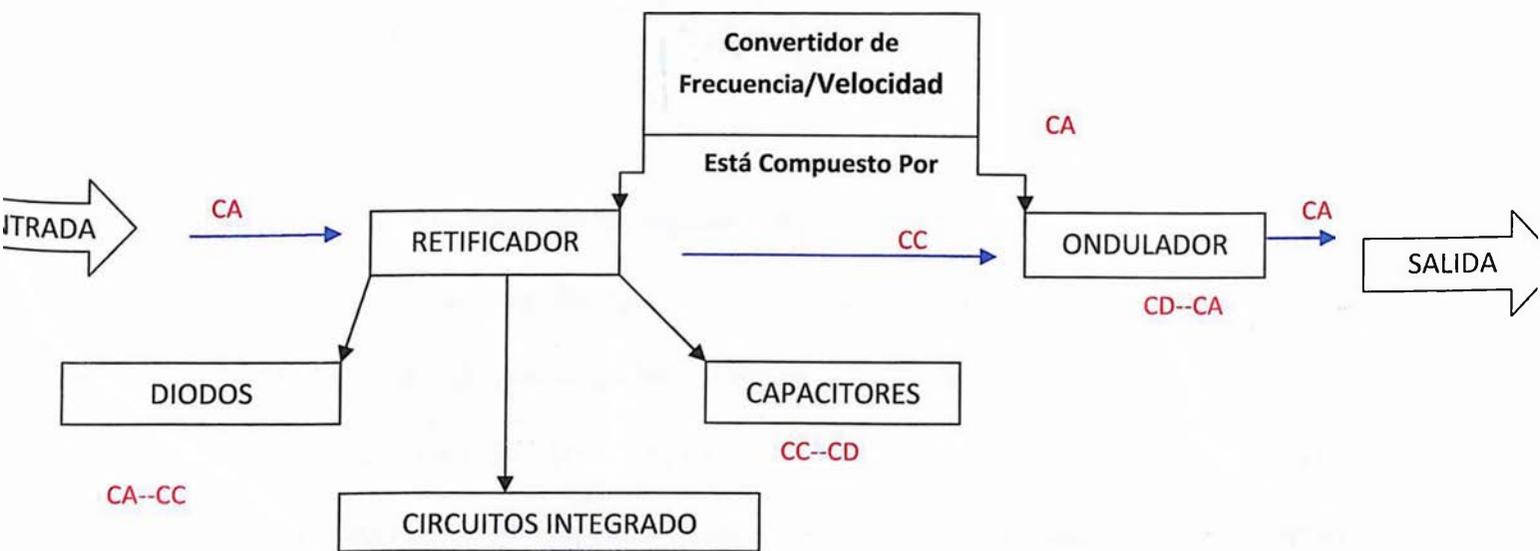
Un regulador electrónico de velocidad está formado por circuitos que incorporan transistores de potencia como el IGBT (transistor bipolar de puerta aislada) o tiristores,

siendo el principio básico de funcionamiento transformar la energía eléctrica de frecuencia industrial en energía eléctrica de frecuencia variable.

Esta variación de frecuencia se consigue mediante dos etapas en serie. Una etapa rectificadora y otra inversora conocida como ondulator.

El rectificador está compuesto por diodos, capacitores y circuitos integrados. Los diodos convierte la corriente alterna en corriente continua, y luego pasa a los capacitores que convierte la corriente continua en corriente directa.

El ondulator recibe la corriente directa y la convierte en corriente alterna controlada.

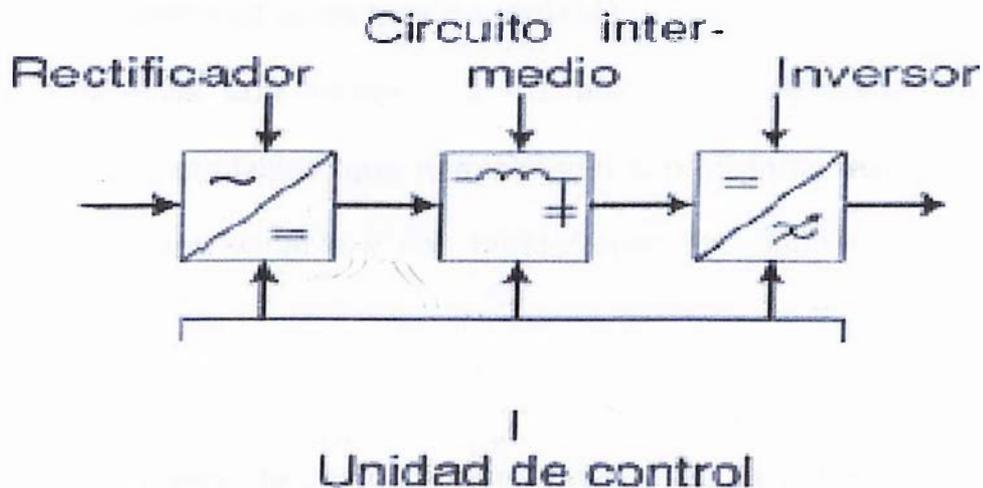


Gráfica22

Diagrama de funcionamiento del Convertidor de Frecuencia/Velocidad

Todo el conjunto del convertidor de frecuencia recibe el nombre de inversor.

El convertidor de frecuencia hace posible que el motor funcione en ambos sentido de la marcha y permite la opción de frenado. La frecuencia de salida puede ser superior a la de alimentación.



Gráfica22

Rectificadores no controlados de tensión fija.

Fenómeno de la rectificación se da porque los diodos van conmutando cíclicamente al circuito de cc sobre las fases de ca. Es la tensión de esta red la que va forzando el paso a conducción o bloqueo de los diodos, a esta conmutación se le llama forzada. Si sólo se rectifican las semiondas positivas de la tensión alterna tenemos un montaje de media onda y si se rectifican ambas semiondas, tenemos un montaje de onda completa.

En los montajes de media onda la tensión no es continua pura, ya que exhibe cierto grado de rizado u oscilación en torno a su valor medio.

Los diodos que conducen en cada momento son aquellos en los que la tensión de la fase en la que van conectados supera a la de las otras dos.

Rectificadores controlados de tensión variable.

Los esquemas son similares a los anteriores, cambiando los diodos por semiconductores controlables, que normalmente son tiristores, así lograremos que la tensión de salida sea variable y con prestaciones más interesantes debido a esta circunstancia.

El puente trifásico de onda completa o de Graetz es el más empleado desde el punto de vista industrial, ya que tiene las siguientes ventajas:

- Se cargan simétricamente línea trifásica.
- Se absorben menos armónicos de intensidad en la línea trifásica.
- La tensión continua es de rizado con menor amplitud y por tanto los filtros para alisado son menores.
- Las prestaciones dinámicas son mayores, ya que con seis pulsos. se puede variar el ángulo de encendido seis veces por periodo.

Circuito intermedio.

La etapa central es el denominado circuito intermedio de continua y que puede funcionar como fuente de tensión o intensidad para la etapa final del ondulator, según

la disposición que se adopte. A veces al ondulator se le llama inversor, aunque es más correcto llamar inversor a todo el conjunto (rectificador, circuito intermedio y ondulator).

La función del circuito intermedio es alimentar la tercera etapa, es decir al ondulator, y esto puede hacerlo funcionando como fuente de tensión, en cuyo caso se colocaría un condensador electrostático entre los terminales (+) y (-) para mantener constante la tensión y daría lugar a un inversor con circuito intermedio de tensión. Cuando el circuito intermedio funciona como fuente de intensidad para el ondulator, se pone una inductancia en serie con una de sus ramas, su función es mantener constante la intensidad, y estaríamos hablando de un inversor con circuito intermedio de intensidad.

Según la configuración que se adopte, las características del inversor son distintas y condiciona cuestiones tales como: armónicos, resistencia de frenado, gama de potencias, accionamiento para un solo motor o varios a la vez, etc.

Ondulator.

El ondulator es un conmutador electrónico que comunica alternativamente la tensión o intensidad continua del circuito intermedio sobre las fases del motor de ca conectado a su salida. La disposición más común es el puente trifásico de Graetz y está formado por semiconductores controlables que pueden ser tiristores, tiristores desconectables por puerta (GTO), transistores de potencia, IGBT (transistor bipolar de

puerta aislada o MOSFET (transistor de efecto campo de óxido metálico). De los anteriores el que más se está utilizando para motores industriales de BT es el IGBT.

En función de la mayor o menor perfección del sistema de conmutación lograremos que las ondas de tensión a la salida hagan que las corrientes absorbidas se acerquen más o menos al sistema trifásico senoidal.

Hay distintas formas de regular la tensión de salida del inversor como son:

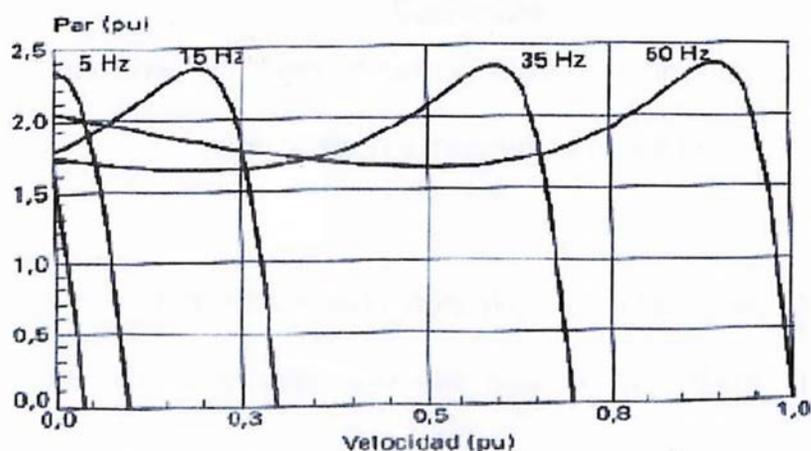
- Variar el valor de la tensión en el circuito intermedio.
- Variar el ancho de la zona de conducción de cada semionda de salida.
- Variar la tensión de salida en función de la proporción entre los tiempos de conexión y desconexión de los semiconductores de potencia mediante la técnica de regulación PWM (iniciales de Modulación del Ancho de Pulso, en inglés). Además de regular la salida, este método tiene la ventaja de generar una onda de tensión de salida que mejora notablemente la onda de intensidad absorbida por el motor, lo cual hace que el motor funcione de forma semejante a si estuviera alimentado por tensiones senoidales de la red. Con ello se logra la grandísima ventaja de emplear motores normalizados de fabricación en serie sin la necesidad de fabricar motores específicos para poder ser regulados por convertidores.

Funcionamiento del motor asíncrono alimentado por Variadores de frecuencia/velocidad.

Los variadores con circuito intermedio de tensión son los más usados en aplicaciones prácticas, siendo su campo predominante el de las pequeñas y medianas potencias. Un variador se elige en función de parámetros tales como:

- Accionar a un solo motor o varios.
- Banda necesaria de regulación y su precisión.
- Consecuencias sobre la red eléctrica del convertidor adoptado.
- ¿Tiene sentido económico prever un retorno de energía? (Frenado regenerativo).
- Velocidad de respuesta para adaptarse a los cambios de consigna.

Para aprovechar al máximo el motor hay que controlarlo de modo que el flujo se aproxime lo más posible al nominal para el cual ha sido diseñado. Cuando el motor está regulado con flujo constante e igual al nominal presenta unas curvas características como las siguientes:

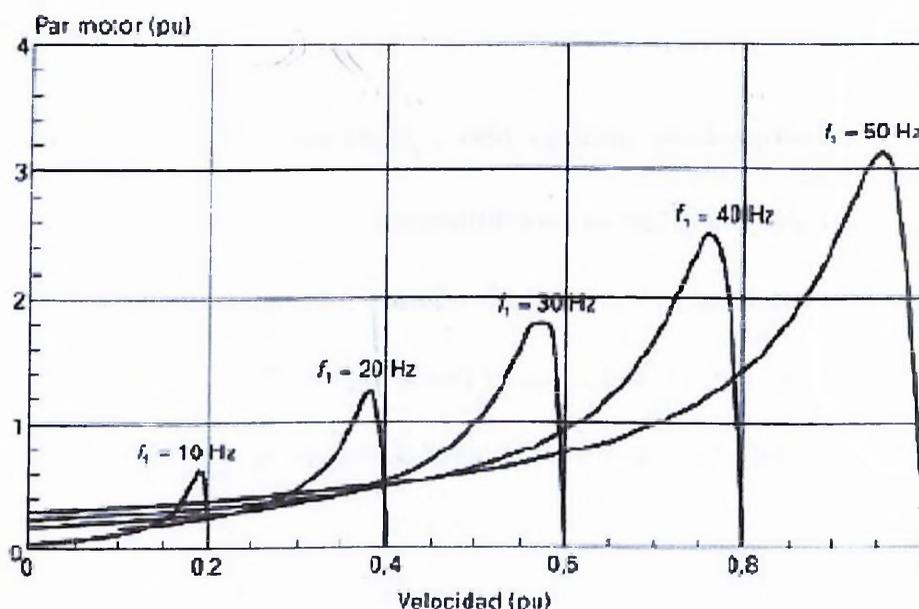


Gráfica23

Curvas de par-velocidad de un motor asíncrono alimentado a flujo constante.

Una forma de lograr que el flujo sea constante de manera aproximada, es hacer que la tensión y la frecuencia varíen de forma proporcional.

Sin embargo, esto es sólo aproximado, y a medida que las frecuencias van bajando los flujos disminuyen también por lo que el par para bajas frecuencias disminuye de forma importante.



Gráfica 24

Curvas de par-velocidad en régimen permanente para un motor asíncrono alimentado con tensión y frecuencia variable.

Para lograr el funcionamiento con flujo constante es preciso que a bajas frecuencias la tensión sea más elevada que lo que dicta la ley sencilla de la proporcionalidad.

Cuando la regulación necesaria para modificar la velocidad supera la frecuencia nominal (60 Hz para República Dominicana, Estados Unidos y otros países y en Europa se utiliza 50 Hz), el flujo ha de disminuir, ya que la tensión no debe ser elevada para no sobrepasar las posibilidades dieléctricas del bobinado del motor. En este caso las curvas de par para frecuencias elevadas decrecen, por lo que habrá que verificar que los menores pares disponibles cumplen los requisitos de la máquina accionada a alta velocidad.

En general en aquellos inversores con circuito intermedio de tensión, para el control del par electromagnético del accionamiento se emplean los siguientes métodos:

- Regular la tensión del estator en función de la frecuencia. (Control V/f).
- Regulación mediante la descomposición vectorial de la intensidad del estator sobre unos ejes orientados con el flujo magnético. (Control vectorial).

Control V/f .

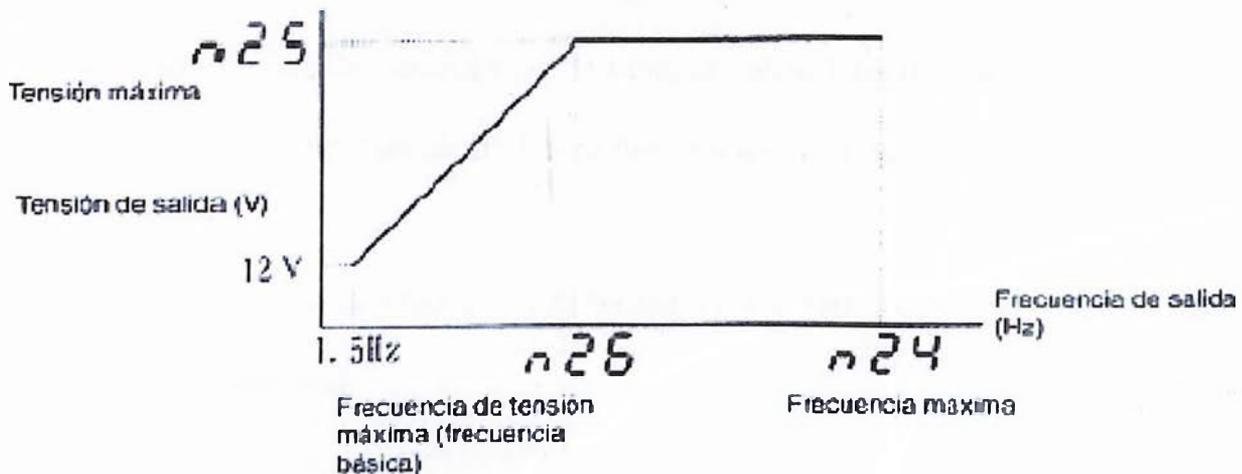
Con este método la tensión de alimentación evoluciona proporcionalmente a la frecuencia. Cuando V/f es constante el motor funciona de forma aproximada con flujo constante en los regímenes permanentes. Este tipo de control es más fácil de llevar a la práctica en un convertidor y se suele emplear cuando los requisitos de regulación son de baja velocidad.

Como hemos dicho anteriormente la proporcionalidad V/f desaparece en las bajas frecuencias, además la característica de la curva de par depende también de la

frecuencia del rotor y de su temperatura, por lo que el dispositivo de control del convertidor ha de incluir las correspondientes correcciones.

En los convertidores con este tipo de control, una de las parametrizaciones más importante es la selección o ajuste de la curva V/f.

Algunos convertidores traen varias curvas ya ajustadas en su programación. Para seleccionar la curva adecuada se debe tener en cuenta las características de tensión y frecuencia del motor y la velocidad máxima a la que puede girar el rotor.



Gráfica25

El modo de trabajo puede ser manual o automático, según las necesidades del proceso, dada la enorme flexibilidad que ofrecen los reguladores de velocidad, permitiendo hallar soluciones para obtener puntos de trabajo óptimos en todo tipo de procesos, pudiendo ser manejados por ordenador, PLC, señales digitales o de forma manual.

La mayoría de las marcas incluyen dentro del propio convertidor protecciones para el motor, tales como protecciones contra sobre intensidad, sobre temperatura, fallo contra desequilibrios, defectos a tierra, etc., además de ofrecer procesos de arranque y frenados suaves mediante rampas de aceleración y de frenado, lo que redundará en un aumento de la vida del motor y las instalaciones.

El uso de convertidores de frecuencia añade un enorme potencial para el ahorro de energía disminuyendo la velocidad del motor en muchas aplicaciones. Además aportan los siguientes beneficios:

- Mejora el proceso de control y por lo tanto la calidad del producto.
- Se puede programar un arranque suave, parada y freno (funciones de arrancador progresivo).
- Amplio rango de velocidad, par y potencia. (velocidades continuas y discretas).
- Bucles de velocidad.
- Puede controlar varios motores.
- Factor de potencia unitario.
- Respuesta dinámica comparable con los drivers de DC.
- Capacidad de by-pass ante fallos del variador.
- Protección integrada del motor.
- Marcha paso a paso (comando JOG).

Con respecto a la velocidad, los convertidores suelen permitir dos tipos de control:

Control manual de velocidad.

La velocidad puede ser establecida o modificada manualmente (display de operador). Posibilidad de variación en el sentido de giro.

Control automático de velocidad

Utilizando realimentación se puede ajustar la velocidad automáticamente. Esta solución es la ideal para su instalación en aplicaciones en las que la velocidad demandada varía de forma continua.

3.1.4 Sistemas Ininterrumpibles de Energía

Los UPS (Uninterrumpible Power Supply) ó sistemas ininterrumpibles de energía, son equipos destinados a garantizar una tensión segura y libre de perturbaciones eléctricas para distintos tipos de consumos con red eléctrica presente y durante un lapso de tiempo frente a un corte de energía. Los UPS en sus primeros días eran equipos que tenían únicamente la función de entregar energía eléctrica frente a un corte de luz, sin que los consumos notaran la interrupción del suministro y seguir operando durante un tiempo determinado por la capacidad de una batería.

El avance tecnológico hizo que los consumos tuviesen requerimientos más estrictos y los UPS debieron adaptarse a estos, siendo hoy en día, sistemas muy complejos que eliminan todo tipo de perturbaciones de la línea eléctrica y garantizan que los consumos no se vean afectados e inclusive ni se enteren que la instalación eléctrica sufre de tales anomalías.

Ahora bien, ¿qué se entiende por perturbaciones eléctricas? ó ¿qué es lo que concretamente los UPS pueden eliminar o evitar que llegue a los equipos que está alimentando?

Fallas eléctricas

En los últimos tiempos, en Novoplast, las fallas eléctricas se han vuelto comunes, lo que ha generado daños en los equipos, entre las fallas eléctricas que ocurren muy frecuentemente tenemos:

Caída de tensión

Son reducciones en los niveles de tensión por instantes pequeños ó por lapsos. Son uno de los defectos energéticos más comunes y generan el 87 % del total de daños en equipamiento. Esta anomalía es causada frecuentemente por la presencia de equipos en la instalación con consumos de arranque que alcanzan 6 veces el consumo nominal de trabajo (por ejemplo: motores, bombas, compresores, ascensores, etc.).

Picos de tensión

También conocidos como impulsos, son aumentos bruscos de tensión, (semejantes a la fuerza de una avalancha) que arrasan con todos los consumos conectados en segundos destruyendo fuentes y todo lo que este asociado a ellas.

Sobretensiones transitorias

Se llama así al aumento momentáneo de la tensión. Comúnmente es causada por el apagado de consumos de alta potencia, al desaparecer estos consumos de la

red la sobretensión se dispara en la red, por lo que puede no estar relacionada la instalación propia sino a las vecinas.

Ruido eléctrico

Técnicamente se lo conoce con el nombre de interferencia electromagnética e interferencia de radio frecuencia. Las causas de esta anomalía son variadas, desde radiotransmisores ó emisoras de radio hasta fuentes switching. Son muy peligrosos en la transmisión de datos, generando errores en la información ó en la lectura de datos.

Apagón

Perdida total de energía eléctrica. Las razones pueden ser locales ó totalmente ajenas a una instalación siendo responsabilidad de la empresa distribuidora, pero alguna de las razones más comunes son una excesiva demanda de energía que supere la capacidad de la prestataria, problemas climatológicos como rayos, árboles que caen sobre líneas de alta tensión, fuertes lluvias e incluso inundaciones. Las consecuencias para nosotros son considerables desde perdida de información en los sistemas informáticos, daños en microprocesadores, discos duros y hasta incalculables pérdidas de materia prima en una producción automatizada.

Los UPS evitan que las perturbaciones lleguen a los equipos, pero los sistemas ininterrumpibles de energía, como se ha mencionado, son a la vez excelentes filtros de anomalías, y aparatos que permiten que los equipos conectados a él no se enteren que se ha producido un corte del suministro eléctrico o una anomalía, ya que tiene la propiedad de seguir alimentando a los consumos a través de un sistema de baterías

incorporado. El tiempo que continúe el UPS alimentando a los consumos dependerá evidentemente de la capacidad de energía almacenada en las baterías.

Partes que componen un UPS

Panel de botones

Controlan la prueba de diagnóstico de carga y encendido digital ("Stand By").

Indicadores

Muestran si se encuentra funcionando desde la corriente alterna del enchufe, utilizando las baterías de respaldo y encendido.

Cubierta

Protege los elementos electrónicos internos y da estética al "No Brake".

Entradas de aire

Introducen aire fresco al interior del UPS, ya que las baterías tienden a sobrecalentarse.

Encendido mecánico

Prende o apaga totalmente el suministro eléctrico al UPS..

Ventilador

Expulsa el calor generado internamente y evita desgaste de elementos electrónicos.

Enchufes de 3 terminales

Permite suministrar de electricidad estabilizada a los equipos a conectar.

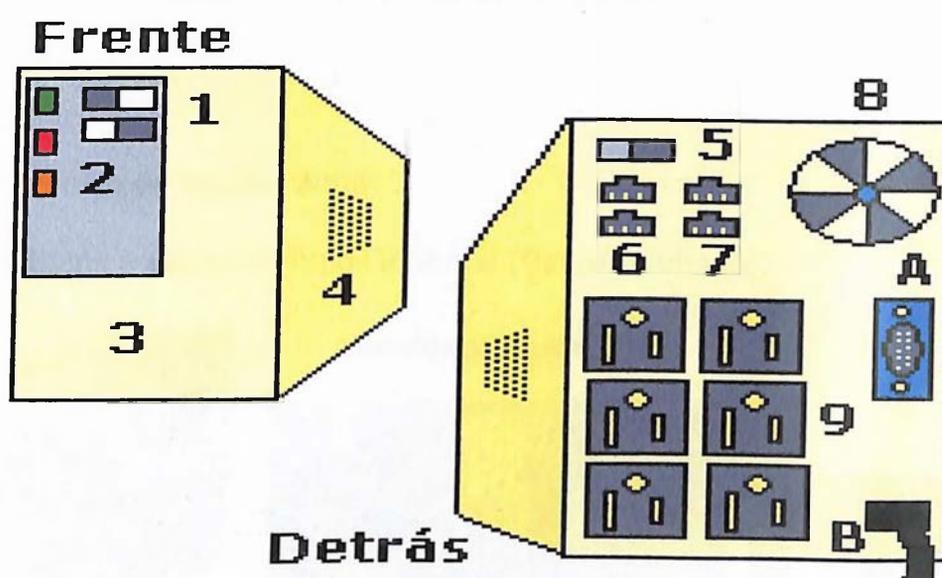
Puerto

Se encarga de conectarse con la Máquina industrial y enviar información como el nivel de carga, tensión, variaciones, etc.

Cable de alimentación

Suministra de la electricidad a regular desde el enchufe.

Partes del UPS- "No Brake"



Gráfica26

Clasificación

Existen dos tipos de ups industriales los cuales se describen a continuación:

- **Sps:** sistema de automatización en estado de espera. Detecta fallos en el suministro de energía y automáticamente activa la alimentación desde la batería.
- **True Online:** Siempre mandan energía; sin importar que ocurra o no una anomalía en el sistema, siempre será constante.

Ventajas:

Al utilizar UPS en Máquinas inyectoras, se obtienen las siguientes ventajas:

- Elimina reprogramación por anomalía energética en el sistema.
- Elimina daños de tarjetas electrónicas.
- Disminución de paradas por fallos eléctricos.
- Fácil operación.
- Reducción de costos indirectos.
- Contiene un sistema de alarma, que se activa al detectar cualquier anomalía (disminución del voltaje de entrada, cortos circuitos en la salida, entre otros).

Desventajas:

- Requiere cambio de batería anual.
- Fallos eléctricos a causa de fallos internos (Batería dañada).

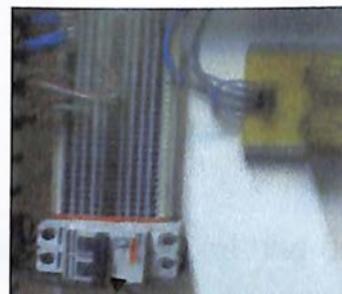


UPS 1.5KVA TRUE LINE
220VACENTRADA/220VAC
SALIDA

CONEXIÓN DE SALIDA 220 VAC



TOMA DE ENTRADA 220 VAC



BREAKERS, PROTECCIÓN
DOBLE 220VAC/15Amp

Nota8: las gráficas 27,28 y 29 muestran un UPS de un (1) Kilo Eaton de 110 Vac en la salida.

Capítulo IV- Marco Metodológico

4.1 Metodología a utilizar

Investigación explicativa.

La implementación se expresará en modo infinitivo, para que cualquier persona pueda realizar este proyecto, sin ninguna complicación.

4.2 Breve descripción de la organización

J. Frankenberg es una empresa que surge en 1937, por Julius Frankenberg como representante en República Dominicana de diferentes firmas extranjeras para la comercialización de joyas, relojes, distintos géneros textiles y artículos en general hasta la década de los sesenta. Con el advenimiento de ciertas restricciones cambiarias al sector importador, las operaciones de la empresa se fueron orientando hacia la producción fabril, surgiendo la primera división en 1963 para la fabricación de artículos plásticos para el hogar y cepillos dentales, teniendo gran éxito en el mercado.

A través del tiempo la empresa ha incursionado en la producción de una gran gama de artículos en busca de estar acorde con los tiempos y las necesidades del mercado. En el 1968 inicia la manufactura de envases huecos donde experimentó un gran crecimiento en todas las áreas productivas y determinó la necesidad de establecer organismos que velen por la calidad de los productos y satisfacción de los clientes. Para 1984 se decide trabajar en el proceso de extrusión de láminas y termoformado de

las mismas para la fabricación de envases desechables y envases para las industrias alimenticias, contando con un departamento de impresión altamente calificado. En la década de los 90 surge un nuevo equipo capacitado de trabajo para el área de soplado de envases, cuyo objetivo fue lograr un proceso totalmente automático que aumente las producciones, maximice la calidad de los productos, minimice los costos y aumente la competitividad en el mercado.

4.3 Medición y Cuantificación

Al momento de decidir en cual máquina inyectora se implementarían las fuentes, se tomaron en cuenta las siguientes variables:

- Consumo energético elevado.
- Factor de potencia sobrepasa al estándar.
- Sanciones económicas por falta a las normas.
- Fallos eléctricos y paradas en las máquinas.
- Variación de ciclo, temperatura, presión y aceite en las máquinas.
- Daños al software del computador, monitor y control de mando.
- Variación de la velocidad.
- Reproceso y desperdicios.

Al evaluar los procesos y las máquinas se decidió iniciar el proyecto para implementar las fuentes conmutadas, entendiendo que con esta implementación se cumplirían las variables anteriormente mencionadas.

Los gráficos a continuación muestran como se encontraba la fábrica antes de la implementación:

Eficiencia inyeccion 2011

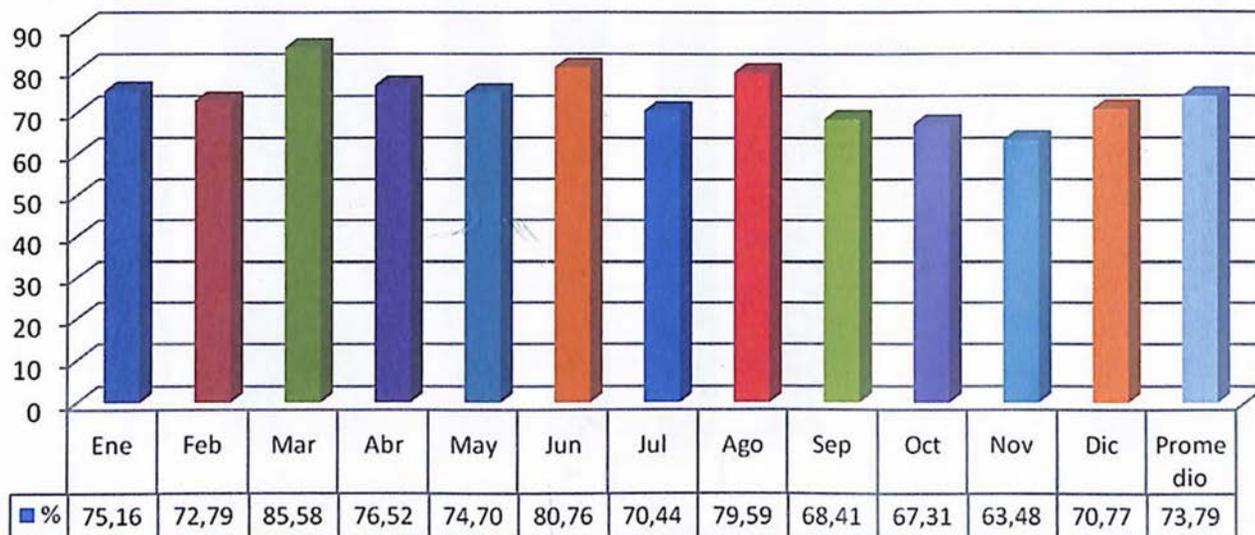


Figura 1. Eficiencia de la planta de inyección, en porciento, del año 2011

Nota 9: La máquina tomada como piloto se denominara como Máquina 1.

La máquina 1 es una representación de las 9 máquinas inyectoras, las cuales poseen una presión de 850 toneladas cada una. Con la prueba que se hará en ésta, se inferirá los resultados de la planta completa; puesto que todas pasaran por el mismo proceso.

Eficiencia de la Máquinas1

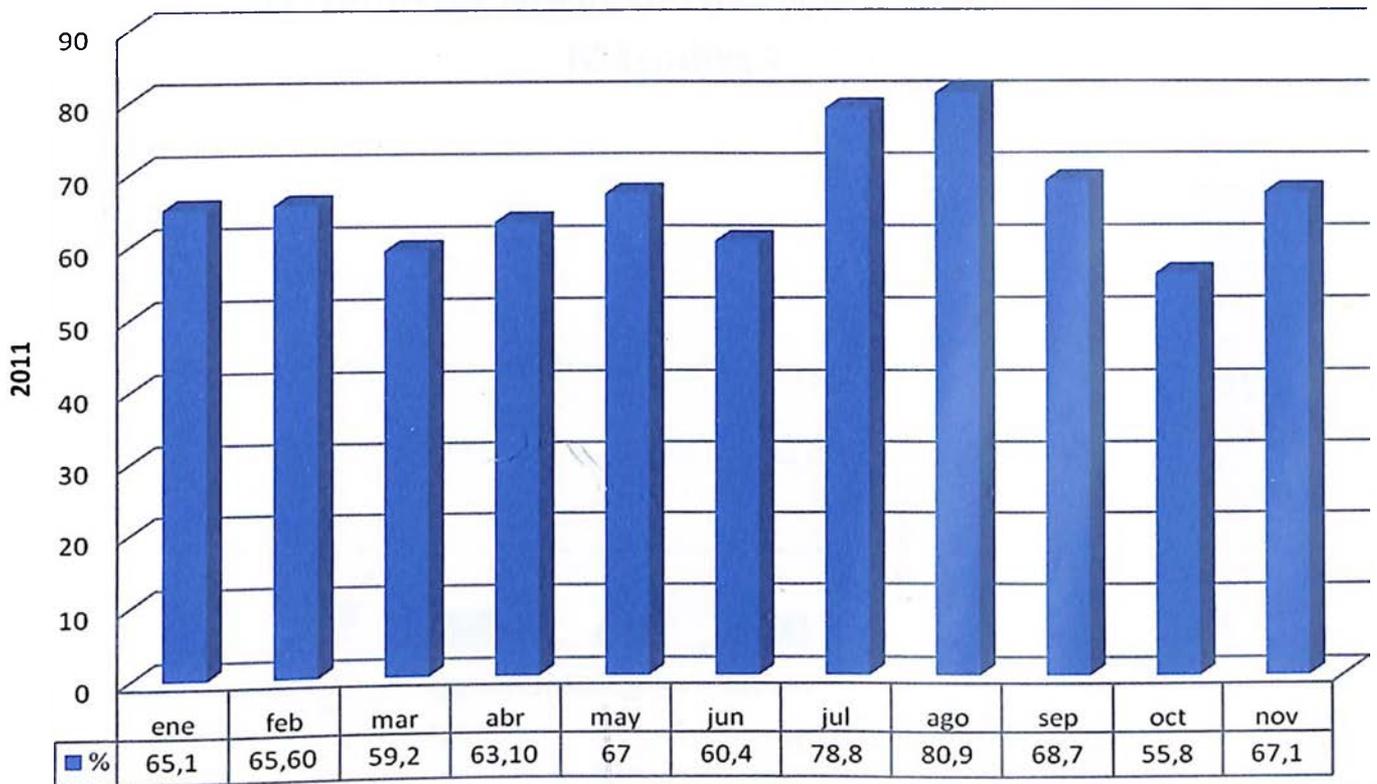


Figura 2. Eficiencia, en porciento, de la máquina 1 en el año 2011

Utilidad Inyección 2011

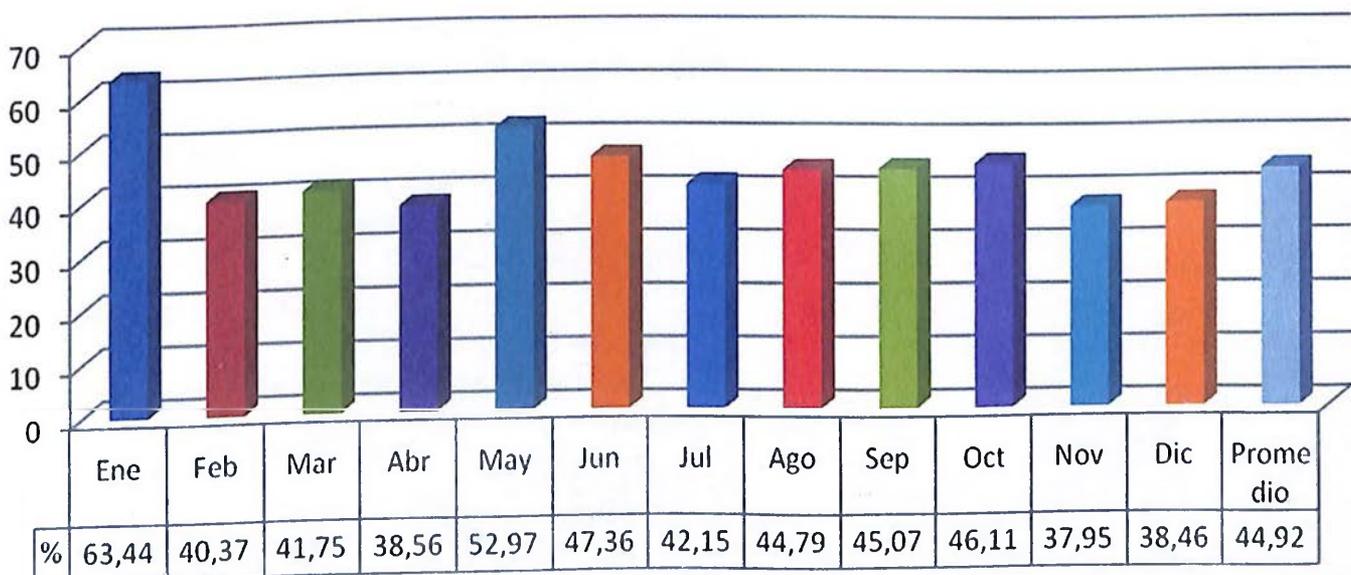


Figura 3. Utilidad, en porciento, de la planta de inyección en el 2011

Promedio de Horas perdidas por Fallos de la Máquina 1

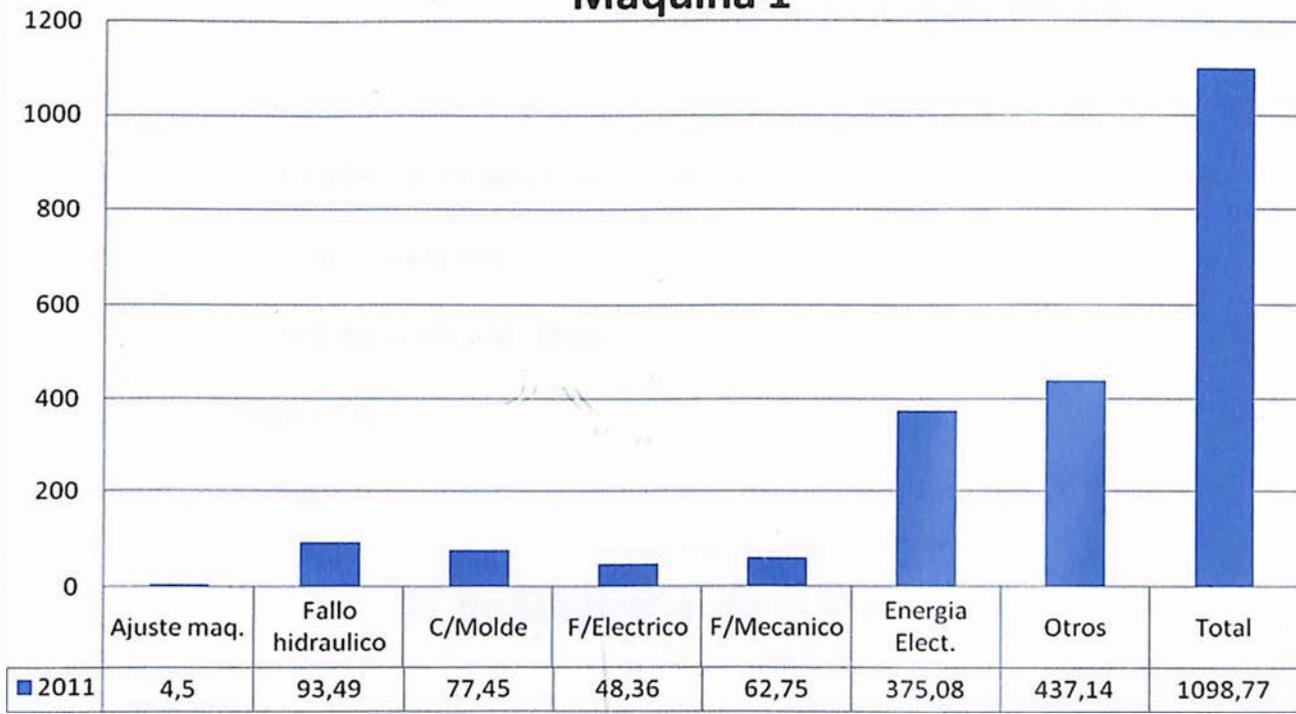


Figura 4. Promedio de Horas perdidas por fallas de la máquina piloto antes de la implementación en el 2011.

Parámetros

Para poder comparar si el proyecto será factible, se deben tener en cuenta los siguientes datos:

- Producto, ciclo y peso
- Material a inyectar
- Variación de la velocidad de inyección
- Carga
- Presión de cierre
- Tipo de material

- Tonelaje en que trabaja la máquina
- Tonelaje de la máquina
- Entre otras.

Para la realización del proyecto se tomará en cuenta los siguientes parámetros:

- Máquina de 850 Toneladas
- Producto: Jarra de cuatro (4) litros
- Ciclo: 32 segundos
- Peso: 218 Gramos

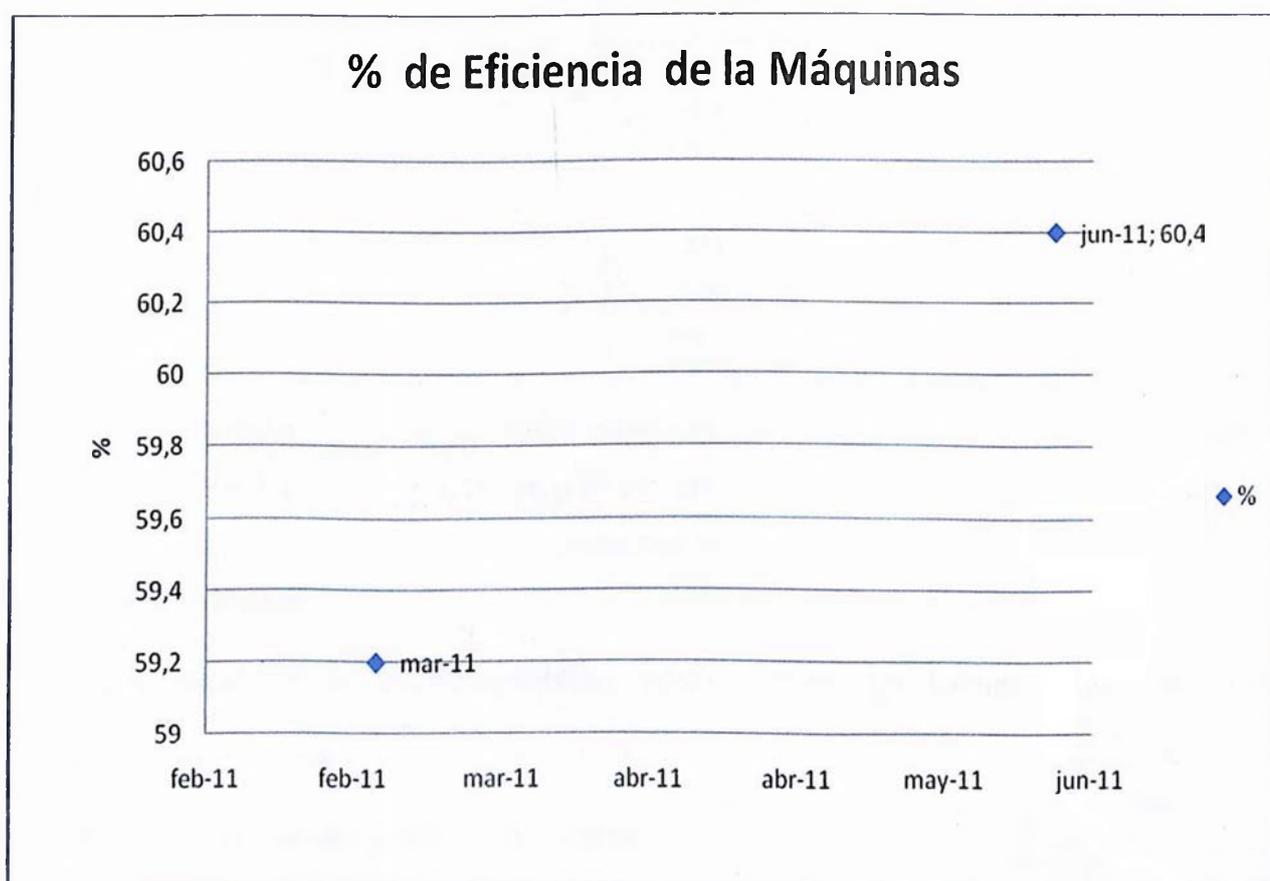
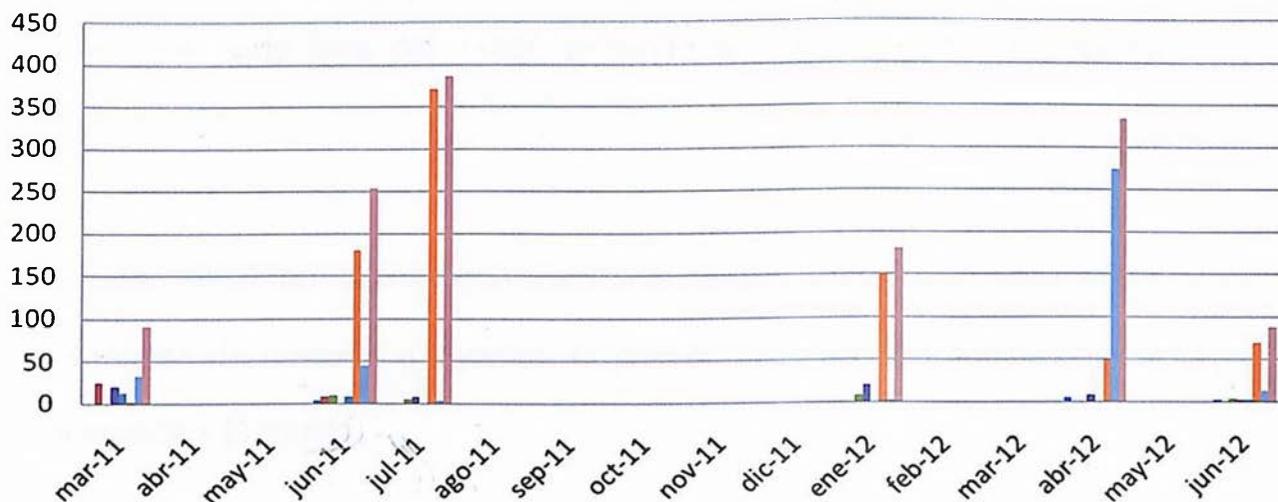


Figura 4. Eficiencia, en porciento, de la máquina 1, trabajando con la Jarra de 4litros.

Horas perdidas por Fallos de la Máquina 1



	mar-11	jun-11	jul-11	ene-12	abr-12	jun-12
■ Ajuste maq.		2,48		0	4	1
■ Fallo hidraulico	24,76	7,87		0	0	0
■ F/Elctrico		9,88	4,2	8,1	0	2,4
■ F/Mecanico	20,32		8,3	20	7,5	1,7
■ Energia Elect.	13,12	8,40		0,4	0	1,6
■ P/Produc.	1,46	180,67	371	150,9	49	68,6
■ Otros	31,93	44,54	3,02	1,6	273,95	12,4
■ Total	91,59	253,84	386,52	181	334,45	87,7

Figura 5. Cantidad de horas de fallas perdidas en la máquina 1, en los meses que trabajó el producto de la Jarra de 4 litros, antes de la instalación de las fuentes conmutadas.

Variables a calcular

Para saber si la implementación será factible, se tomaron las siguientes variables como muestra:

- Calcular el consumo del motor por fases.
- Calcular el consumo Kw/H de la planta.
- Calcular el consumo Kw/H de la Máquina 1.
- Calcular el factor de potencia de la planta.

Cálculo de consumo del motor de la Máquina 1

Para calcular el consumo del motor trifásico se utiliza un amperímetro o multímetro y se mide cada fase del motor, tomando en cuenta el mayor y menor (Reposo) dato.

Nota 10: Se debe tomar en cuenta que los datos varían según la capacidad de inyección, la cantidad de material a inyectar, la presión de inyección, tonelaje de la máquina, temperatura y producto.

Nota 11: Cabe destacar que el cálculo del motor por fases no es un cálculo exacto.

La situación de la máquina 1 antes de la implementación:

Fase A: 205.2 A	Reposo: 32.0 A
Fase B: 174.5 A	Reposo: 30.2 A
Fase C: 203.5 A	Reposo: 38.5 A

Consumo Kw/H

Este se consigue a través del Kilowatimetro, el cual registra el consumo de la fábrica en general.

Situación de la fábrica antes de la implementación:

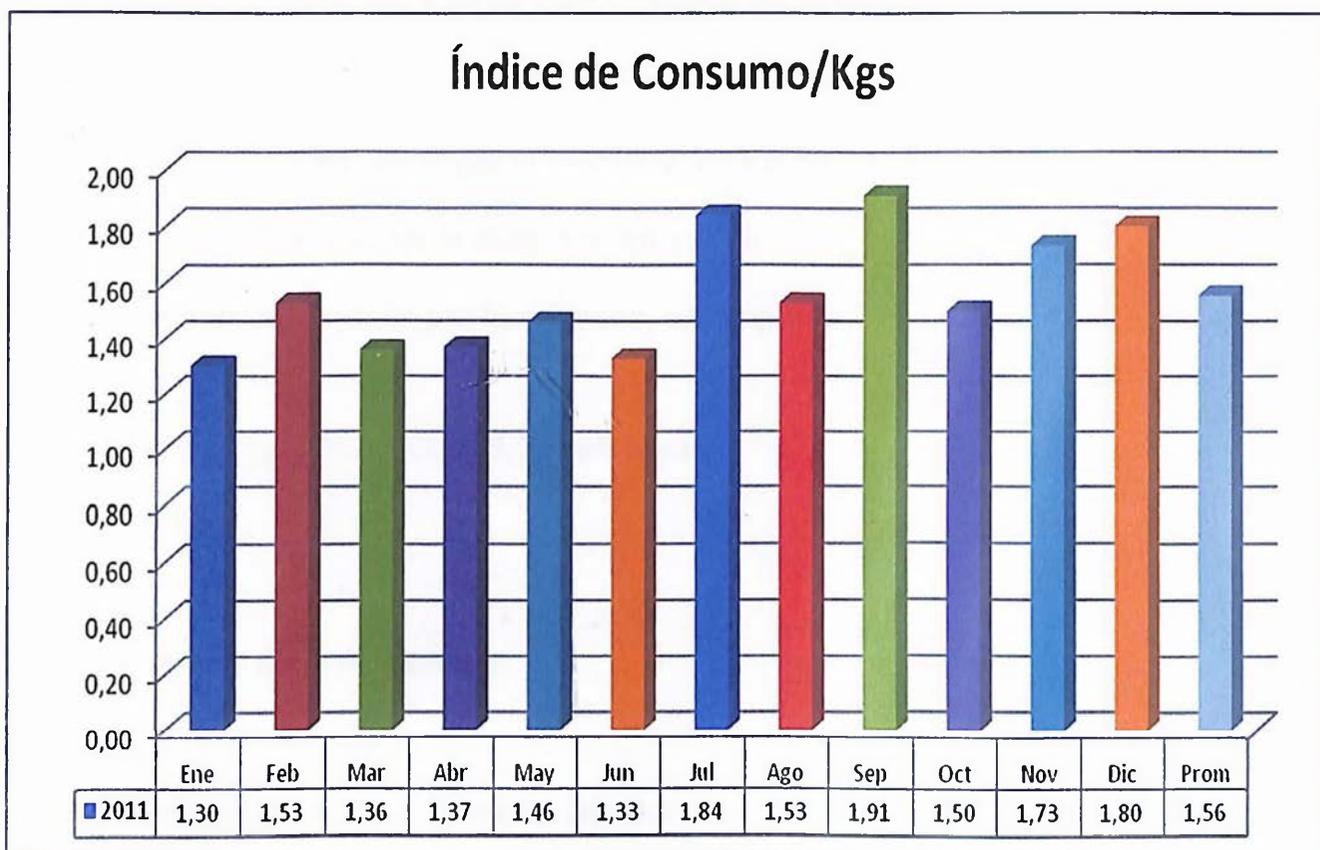


Figura 6. Índice consumo de Kilowatios/Horas de la planta de inyección en el año 2011

Consumo Kw/H de la Máquina 1

Para calcular el consumo de la máquina 1 se utiliza un amperímetro o multímetro y se mide cada fase de la máquina y sacando la media de las tres fases. Después por medio de la fórmula de potencia, se determina el consumo Kw/H de la máquina en cuestión.

Fase 1: 161.9 amperios

Fase 2: 158.7 amperios

Fase 3: 154.6 amperios

Media de las tres fases: 158.4 amperios

Fórmula de la potencia: $P = 1.7372 * V * I * \text{Factor de Potencia}$.

Donde,

P = es la potencia consumida por la máquina, en Kilowatt-hora (KWh)

V: es el voltaje a que trabaja la máquina, en voltios.

I: es la corriente consumida por la máquina, en amperes

$P = 460 * 158.4 * 1.73 * 0.86 = 108,133.3 \text{ Watt-hora}$

$P = 108.13 \text{ KWh}$

Datos técnicos de la Máquina 1:

Product: MH850-140

Control Volts: 115 VAC Others: 24VDC

Supply Volts: 460 Ph:3 Hertz:60 Fli:24

Amp rating of largest motor or load: 161

short circuit interrupting capacity: 30,000 pms

Amp: 480 Volts

Machine Diagrams: 5242453

Heater Diagrams: 5068594F

Logic Diagrams: 303379.99A

Pneumatic Diagrams:508475o

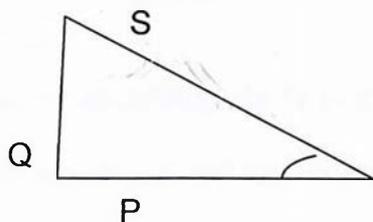
Hydraulic Diagrams: 5079924R5

Year Built: 1999

Cálculo del Factor de potencia de la planta

El factor de potencia se calcula a través del triángulo de potencia. Se deben sacar del Kilowattmetro los siguientes datos:

- Potencia Real $P= 483.6 \text{ Kw}$
- Potencia Reactiva $Q=309.5 \text{ Kva}$
- Potencia Aparente $S=574.2 \text{ Kva}$



$$Q = \sqrt{((574.2\text{K})^2 - (483.6\text{K})^2)}$$

$$Q = 309.5\text{Kva}$$

$$F_p = P/S = 483.6\text{Kw}/574.2\text{Kva} = 0.54$$

4.4 Selección de un convertidor de frecuencia/Velocidad:

El número de aplicaciones que requieren el uso de un convertidor aumentan de manera constante, aunque todavía no alcanza al de aplicaciones que utilizan un contactor. Para las aplicaciones corrientes, que representan la gran mayoría de los casos, los fabricantes incluyen tablas en sus catálogos que permiten seleccionar y determinar el variador más adecuado.

Dicha tablas corresponden a las condiciones ambientales y de funcionamientos normales en base a:

- El tipo de motor que se alimenta
- La tensión de la red
- La potencia del motor

Pasos para seleccionar un Convertidor de Frecuencia/Velocidad

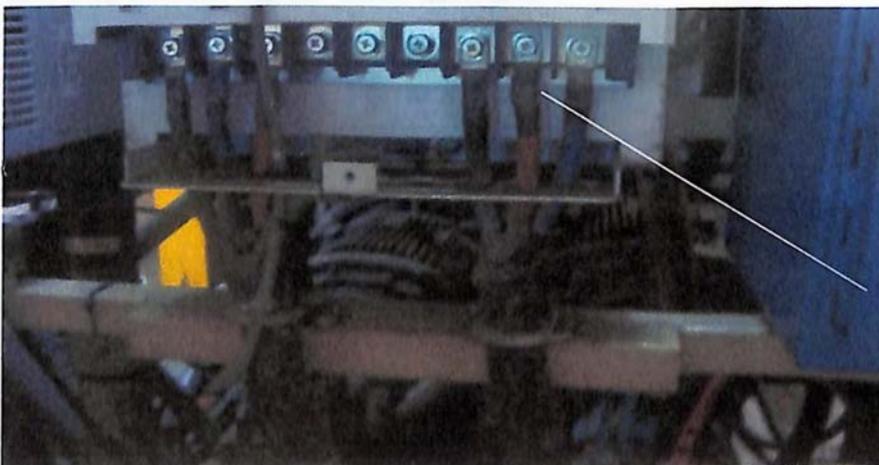
Comprobación de la compatibilidad de la red:

Verificar que la tensión de la red sea compatible con el rango del variador.

Instalación del convertidor de frecuencia/velocidad:

La instalación del convertidor de frecuencia/velocidad debe ser de posición vertical y con temperatura no más de 122 °F, para un país de clima tropical. No puede estar expuesto al polvo ni a la humedad ni colocado en lugares donde pueda sufrir vibraciones ni golpes con objetos.

Conexión del Convertidor:



Gráfica27

Conexiones de Fuerza de entrada y Salida del Variador

Alimentación principal:

- Conectar el convertidor a la masa
- Comprobar el calibre del disyuntor o del fusible
- Comprobar si la tensión del motor es compatible con la tensión del convertidor.
- Conectar el convertidor al motor
- Conectar el convertidor a la alimentación de la red.

Elección del tipo de control:

- Configuración retorno, control por referencia externa
- Cableado de la referencia de velocidad
- Cableado de control
- Configuración local, control por referencia interna

Alimentación del convertidor:

- Comprobar que las entradas lógicas utilizadas no estén activas.
- Alimentar el convertidor.
- La primera vez que se encienda el convertidor mostrará b f r.
- En los siguientes arranques, el convertidor mostrará r d y.

Ajustes de los parámetros del motor:

- Frecuencia estándar del motor
- Potencia nominal del motor
- Corriente nominal del motor

Ajustes de parámetros básicos

- Tiempo de aceleración
- Tiempo de desaceleración
- Frecuencia del motor con referencia mínima
- Frecuencia del motor con referencia máxima

Ajustes de los parámetros de control:

- Control de referencia
- Control de comando

4.4.1 Diferentes modos de configuración del convertidor

Configuración remota: con elementos periféricos

- Pushbutton
- Potenciómetro de velocidad
- Señal análoga de variación de temperatura (termocupla)
- Señal análoga de variación de presión hidráulica (tranduce de presión)
- Señal análoga de variación de presión neumática (tranduce de presión)
- Señal análoga de variación de corriente

Configuración local: con los elementos del panel frontal

- Star
- Stop

Selector de frecuencia variable:

- Pulsor hacia arriba
- Pulsor hacia abajo

4.4.2 Conexión de regleta de control:

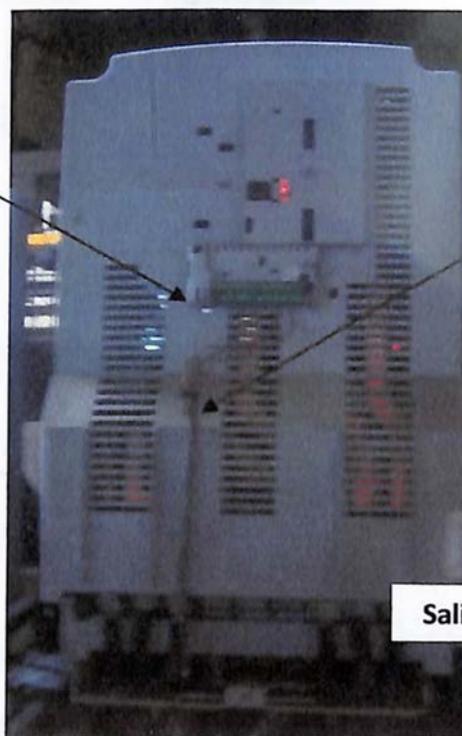
- Entrada giro a la izquierda
- Entrada giro a la derecha
- Entrada análoga
- Salida contacto seco para alarmas
- Salida 12-24vdc

Conexión de la
pantalla

Área de Conexión de
control

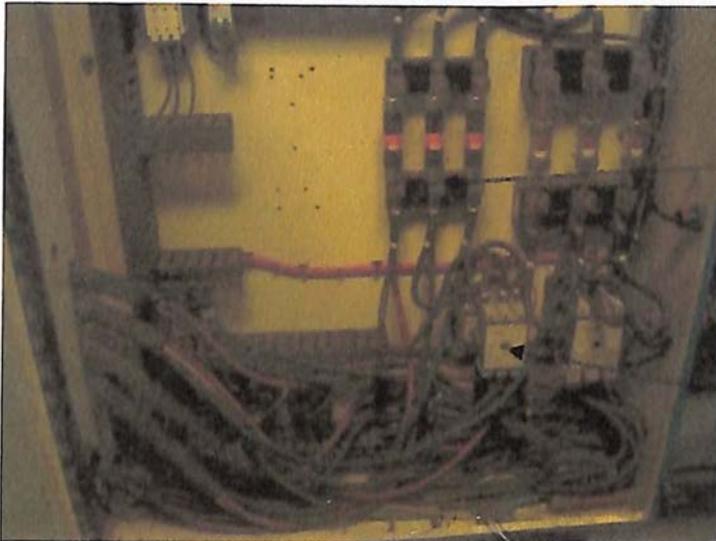
Entrada Principal L1, L2.

Salida Del Motor R S T



Gráfica 28. Área de Fuerza y Control del Variador

4.4.3 Alimentación principal de fuerza



Fusible de protección de entrada de la alimentación

Contactor activación de señal de encendido

Cable de entrada y Salida de fuerza de alimentación principal

Gráfica29

- Seleccionar los fusibles según la capacidad del convertidor y la capacidad de la carga.
- Seleccionar el calibre de los conductores según la potencia que posea el motor.
- Contadores que manejan las cargas o el motor eléctrico
- Calcular la distancia con la cual se va a instalar el convertidor para calcular el calibre del alambre, para cuantificar la pérdida o caída de tensión ocasionada por la distancia.

Después de instalar el Convertidor se debe escoger si es de salida de frecuencia (V/F) variable o constante:

- Si es constante, entonces se mantiene girando a una frecuencia fija que se desee.

- Si es variable, la frecuencia varía dependiendo el cambio de presión, variación de corriente o cambio mecánico. Esto a base de lo que el operador les asigne.

Las Máquinas inyectoras deben programarse con un convertidor de frecuencia variable. Tienen la ventaja de cuando la Máquina esta en reposo el motor va a reposos y, por ende, la velocidad del motor baja al mínimo rpm por lo que se refleja en el consumo de corriente de manera disminuida.

4.5 Instalación del convertidor de frecuencia/velocidad en una Máquina de 850 Toneladas



Pantalla de Programación

Gráfica30

Nota12: se utilizó un convertidor 1S7

- **Determinar las Revoluciones por minuto**

$$Rpm=1780$$

- **Determinar la potencia de la carga (motor)**

$$100HP= 75Kw$$

- **Determinar el voltaje de la placa del motor**

$$220/460VAC$$

- **La potencia del convertidor se selecciona siempre igual o por encima de la potencia del motor, se calcula la corriente por medio de la fórmula de la potencia, (en este caso para motor trifásico) = $I = P/V * 1.7372 * FP$.**

$$I = \frac{(75*1000)}{460*\sqrt{3}*0.86} = 109.46 \text{ Amp.}$$

- **Se utilizo 10 pies de cable de goma de 4 hilos #2 AWG**

Para la alimentación principal o fuerza de la barra de línea del convertidor

- **10 pies de tubería flexible (bx) liquid tight, de 2 pulgadas**

- para cubrir el cable de goma, contra daños (golpes humedad)

- **Un conector curvo de 2 pulg**

Para la entrada del panel principal de la máquina, (instalar el bx)

- **Un conector recto de 2 pulg**

Va ubicado en los extremos del bx para así conectar el convertidor

- **1 breaker de línea de 100 Amperes o fusible tipo cartucho**

Para protección de la línea y apagado y encendido de la alimentación principal del convertidor.

- **5 terminales tipo ojo para alambre #2 AWG**

Para la conexión de la alimentación principal

- **Alambre de control de goma apantallado de 12 hilos #18 AWG**

Para mejorar la señal de control

- **Interface modelo DVP12SA electrónico:** la cual monitorea todos los elementos de la máquina (apertura, cierre, inyección, carga, rechupe, movimiento unidad de inyección adelante, atrás, expulsor adelante-atrás, cierre de entrada y salida), esta señal es procesada por la interface y mandada a la entrada análoga del convertidor.

Nota 13: Cabe destacar que los convertidores se instalan de acuerdo a la cantidad de motores con que trabaje dicho aparato electrónico, si la Máquina funciona con 2 motores, entonces se instalan 2 convertidores.



Gráfica31

Nota 14: El proceso de instalación tiene un tiempo estimado de 8 horas.

4.5.1 Modo de empleo

Pasos para utilizar un convertidor de frecuencia/velocidad después de la instalación:

- Verificar el estado físico del convertidor de frecuencia/velocidad.
- Subir el breaker principal.
- Medir el voltaje de entrada.
- Comparar el voltaje de entrada con el voltaje que se encuentra en la placa.
- Verificar que el display este encendido.
- Activar el control remoto, desde el panel de control de la máquina.
- Verificar si el display de frecuencia está trabajando.
- Verificar la corriente indicada en el display.
- Comparar la corriente indicada en el display, con la corriente de la placa del motor.
- Medir la corriente de cada fase con un amperímetro digital.
- Darle seguimiento durante el funcionamiento de éste

Nota15: Generalmente cualquier anomalía que presente el convertidor de frecuencia/velocidad en los elementos periféricos, serán presentados en el display.

4.5.2 Mantenimiento de los convertidores de frecuencia/velocidad:

Después de haber instalado el convertidor, es necesario darle mantenimiento con el fin de disminuir los riegos del equipo, facilitar su funcionamiento y prolongar la vida útil del equipo.

El mantenimiento se da de manera semanal según los siguientes pasos:

- Quitar la energía completamente del convertidor.
- Sopletear a baja presión entre 30 a 40 psi, para retirar el polvo únicamente del área de potencia.
- Quitar la parte frontal del convertidor (que es de fácil acceso), luego con una brocha fina se retira el polvo alojado en toda la superficie.
- Los tornillos de la fuerza de entrada en las terminales RST (entrada principal de alimentación), supervisar los tornillos de sujeción y se requintan con la herramienta adecuada.
- Supervisar el área de salida de alimentación del motor o carga y requintar si es necesario.
- Supervisar la conexión en el área de control, en caso de ser necesario requintar los tornillos de conexión de la regleta.
- Limpiar toda área externa del convertidor con una brocha o paño seco
- Supervisar la alimentación del breaker principal.
- Supervisar la conexión eléctrica del motor.

4.6 Instalación de fuente conmutada:

4.6.1 Variable:

Antes de instalar fuentes conmutada hay que tomar en cuenta las siguientes variables:

- Especificaciones del fabricante

- Potencia de disipación
- Voltaje de entrada
- Voltaje de salida
- Corriente que manejará la carga
- Protección de la corriente en la entrada de la alimentación
- Colocar la carga en un lugar seco, a temperatura ambiente.
- Colocar la carga en un lugar donde no esté expuesta a filtraciones ni golpes.
- Usar el calibre de alambre recomendado, tanto en la entrada como en la salida

Siguiendo las variables anteriores se procede a comprar una fuente que cumpla con los requerimientos de la máquina.

Voltaje de alimentación: (115 o 230) Voltios

Voltaje de salida: 24 Voltios DC a 10 Amp

Frecuencia: 50 a 60 Helz

4.6.2 Elección del cable de alimentación:

Se utiliza un cable dependiendo de la corriente especificada por la fuente según el fabricante.

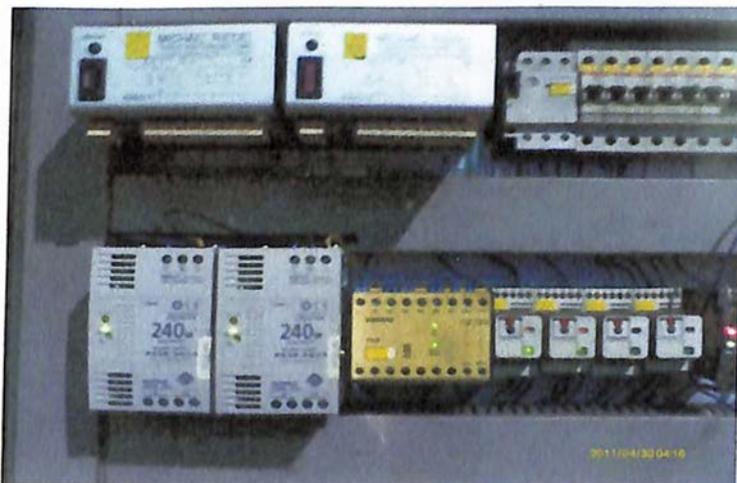
Corriente de entrada= 3.5 Amperes

Cable a utilizar= cable numero 12 AWG

4.6.3 Pasos para instalar

- Tomar en cuenta las variables.

- Desinstalar la fuente lineal de la maquina.
- Colocar un riel industrial, donde estaba instalada la fuente lineal.
- Fijar la fuente conmutada, según el riel y las conexiones de entrada y salida.
- Colocar el breaker o protección según la especificación de datos de entrada de la fuente.
- Conectar eléctricamente con el calibre de alambre especificado en la corriente de entrada.
- Chequear que el voltaje de entrada sea igual al de la fuente.
- Verificar la correcta polaridad del voltaje DC de salida.
- Conectar la carga correspondiente a la salida.
- Energizar
- Verificar que el voltaje de salida sea igual al especificado por la fuente.
- Medir la corriente de entrada, que debe ser por debajo de la especificación de la fuente.



Fuente 24vdc, 3Amp a transformador

Fuente Conmutada regulable 24 VDC, 10Amp

Gráfica32

Nota 16: En esta ocasión en vez de desinstalar las fuentes lineales, simplemente se desconectaron dejándolas fuera de servicio, a causa del que espacio era muy pequeño

para poner en su lugar las fuentes conmutadas, por lo cual se instalaron en otro lugar en el mismo plantel.

Nota 17: El proceso de instalación tiene un tiempo estimado de 5 horas.

4.6.4 Modo de empleo

Pasos para utilizar las fuentes conmutadas regulables después de ser instaladas:

- Energizar subiendo el switch de la máquina.
- Subir el breaker de la alimentación de la fuente.
- Verificar que el led indicador de power de encendido, este activado.
- Verificar el voltaje de entrada y salida.

4.6.5 Mantenimiento

El mantenimiento se realizara de manera mensual, siguiendo los siguientes pasos:

- Chequear la alimentación principal de la fuente.
- Requintar las conexiones terminales.
- Verificar el estado de los cables.
- Retirar el polvo que se encuentra en el área de la fuente, con una pequeña brocha.

- Sin abrir la fuente (para no perder la garantía) extraer el polvo con una aspiradora pequeña.
- Medir el voltaje de entrada y salida verificando que se encuentra dentro de los parámetros.

4.7 Instalación del UPS

4.7.1 Parámetros

Antes de instalar el UPS se deben tener en cuenta los siguientes parámetros:

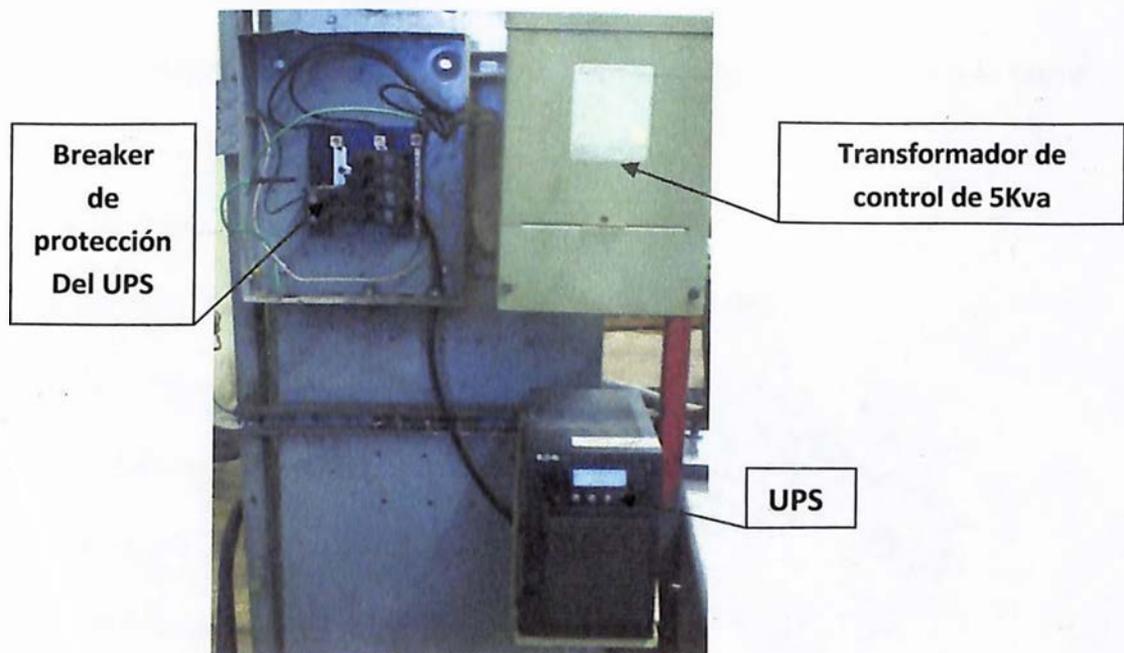
- **Voltaje de entrada y salida**
110 Voltios Ac
- **Potencia.**
1.5Kva
- **Voltaje de control de la maquina.**
- 110 Voltios Ac
- **Frecuencia**
60 Herzt
- **Corriente que la parte de control va a manejar.**
10Amperes
- **Espacio físico en el que se instalara el equipo.**
Dependiendo del modelo
- **Ambiente a exposición del equipo.**
(El ambiente debe ser seco, expuesto a temperatura ambiente)
Se instalara encima del panel de control.

4.7.2 Modelo:

Al momento de seleccionar un Ups se deben tener en cuenta las siguientes variables:

- El modelo de UPS a utilizar se debe escoger según la aplicación para la cual se desea.
- Tomar en cuenta que tenga garantía y respaldo en piezas y servicios.
- La temperatura de operación. **(28 a 25 grados Celsius)**
- Que trabaje expuesto a variaciones de voltaje de entrada.
- Tiempo de operación prolongado a interrupciones de energía de entrada.
- Que trabaje en área de bajo riesgos (polvo, vibraciones, ruido, humo).

4.7.3 Proceso de Instalación:



Gráfica33

- Quitar energía al equipo.
- Seleccionar la protección o breakers en la alimentación.
- Calcular la capacidad del ups.

$$I=P/V= 1.5\text{kva}/220\text{v}=6.81\text{Amperes}$$

- Seleccionar el calibre de alambre de entrada y salida.

Según la intensidad de la corriente, se utilizará alambre de calibre número 12 AWG

- Seleccionar la base del área de fijación (metal o aluminio).
- Ubicarlo en un lugar de fácil operación.
- Conectar de la alimentación principal a la entrada del breaker.
- Conectar del breaker a la toma de corriente industrial correctamente polarizado de 110 voltios.
- Conectar de un tomacorriente industrial las dos fases de alimentación y la tierra.
- Conectar el enchufe del UPS del tomacorriente.
- Verificar la polaridad de la salida.
- Conectar el enchufe industrial en la toma de salida del UPS.
- Verificar los niveles de voltaje de entrada y salida.
- Verificar la corriente de la carga.
- Verificar la frecuencia.
- Encender el UPS por la parte frontal.
- Monitorear por un tiempo.

4.7.4 Modo de uso:

- Encender el UPS en la parte frontal.
- Trabaja de manera automática.

4.7.5 Mantenimiento

Mantenimiento mensual:

- Limpiar el equipo con una brocha o paño seco.
- Sopetear la parte externa del equipo con aire seco a baja presión.
- Revisar y apretar los terminales de alimentación.

Mantenimiento semestral:

- Revisar que la batería este en buen estado.

Mantenimiento anual:

- Revisar que la batería esté en buen estado.
- Cambiar batería cada 2 años para evitar, fallas futuras.

Capítulo V- Resultados

5.1 Planta de inyección posteriormente a la implementación

A continuación se muestran los resultados obtenidos en un periodo semestral, después de realizada la implementación.

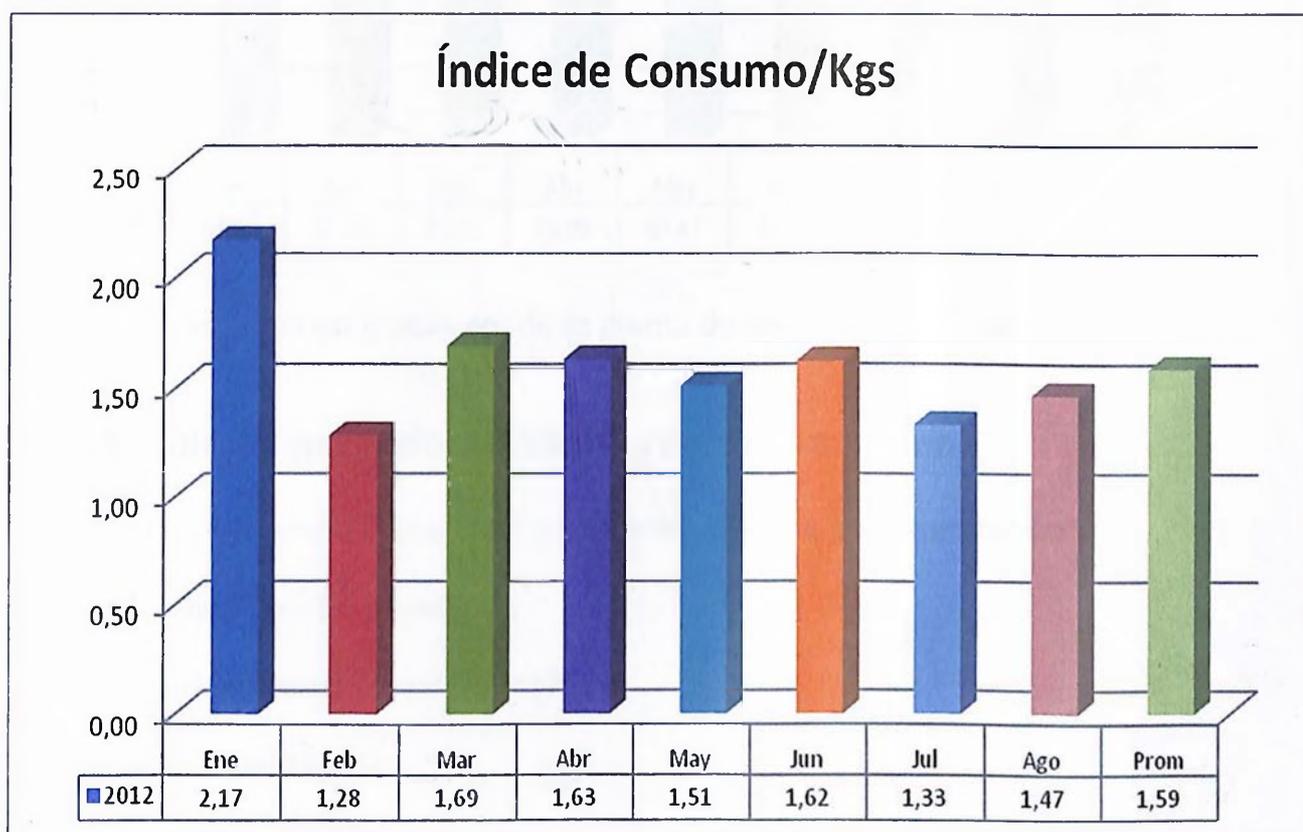


Figura 7. Índice de consumo de Kilowatio/Horas, por cantidad de kilogramos de resina consumidos por mes de la planta de inyección en el año 2012.

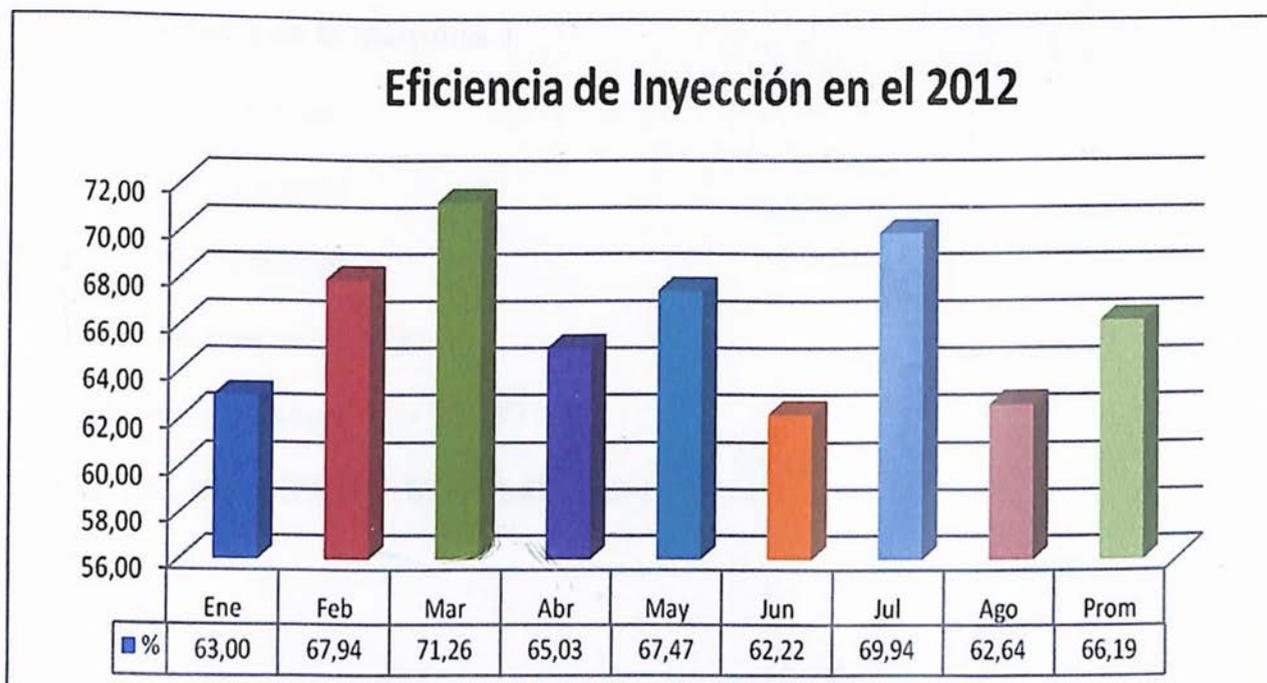


Figura 8. Eficiencia en porcentaje de la planta de inyección en el año 2012.

5.2 Máquina 1 posteriormente a la implementación

Datos de máquina-producto posteriormente a la implementación:

- Máquina de 850 Toneladas
- Producto: Jarra de cuatro (4) litros
- Ciclo: 32 segundos
- Peso: 218 gramos

Cálculo por fases del motor de la Máquina 1

La situación de la máquina 1 después de la implementación:

Fase A: 102.7A Reposo: 5.2 A

Fase B: 102.9 A Reposo: 6.9 A

Fase C: 101.7 A Reposo: 5.2 A

Consumo Kw/H de la Máquina 1

Fase 1: 117.1 amperes

Fase 2: 136.9 amperes

Fase 3: 145.8 amperes

Media de las tres fases: 133.26

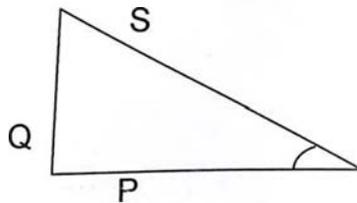
Fórmula de la potencia: $P = 1.7372 \cdot V \cdot I$

$P = 460 \cdot 133.26 \cdot 1.73 \cdot 0.90 = 95,443.47$ Watt-hora

$P = 95.44$ KWh

Cálculo del Factor de potencia de la planta

- Potencia Real $P = 483.6$ Kw
- Potencia Reactiva $Q = 163.5$ KWh-reactivo
- Potencia Aparente $S = ?$



$$S = \sqrt{((163.5K)^2 + (483.6K)^2)}$$

$$S = 510.49 \text{ Kva}$$

$$F_p = P/S = 483.6Kw / 510.49Kva = 0.95$$

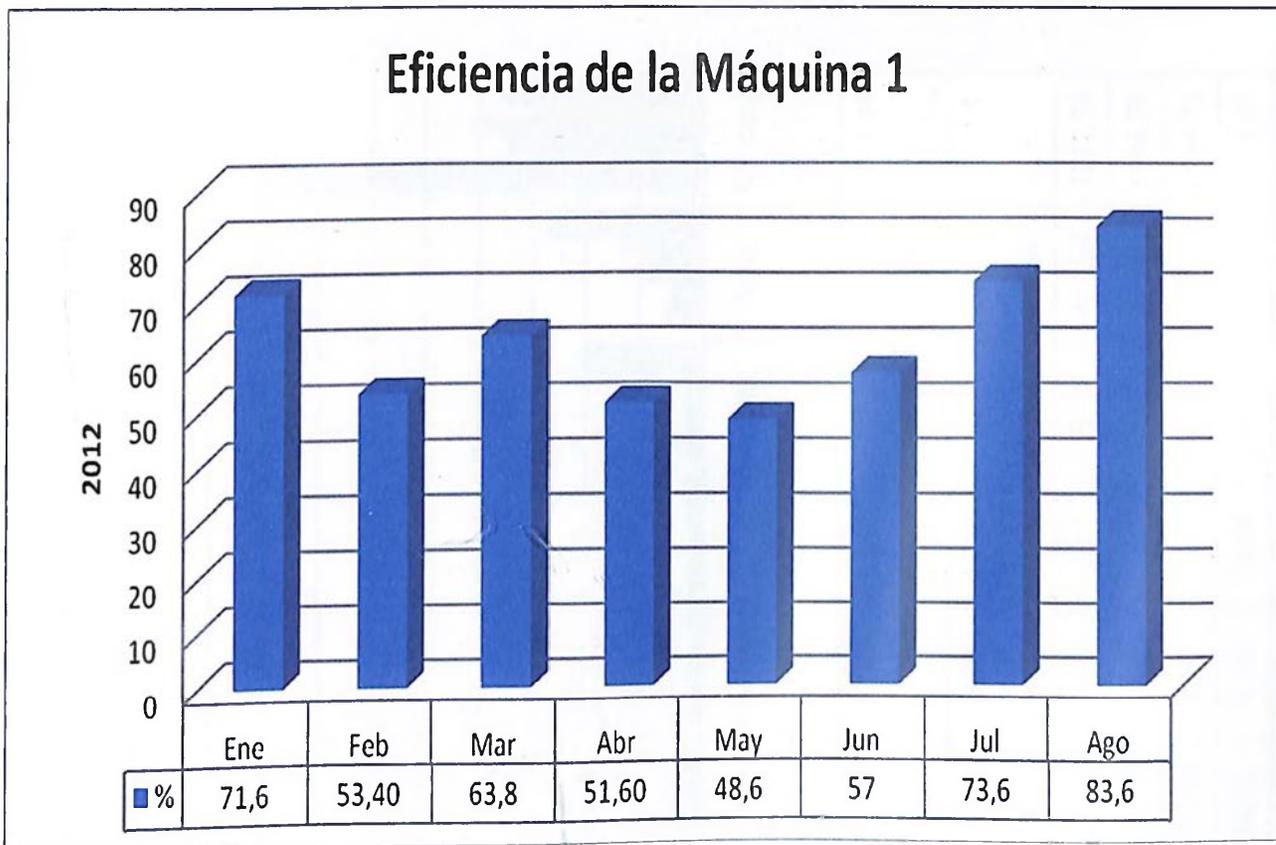


Figura 9. Eficiencia, en por ciento, de la Máquina 1 en el año 2012

Figura 10. Total de horas perdidas por fallas de la planta de inyección en el año 2012

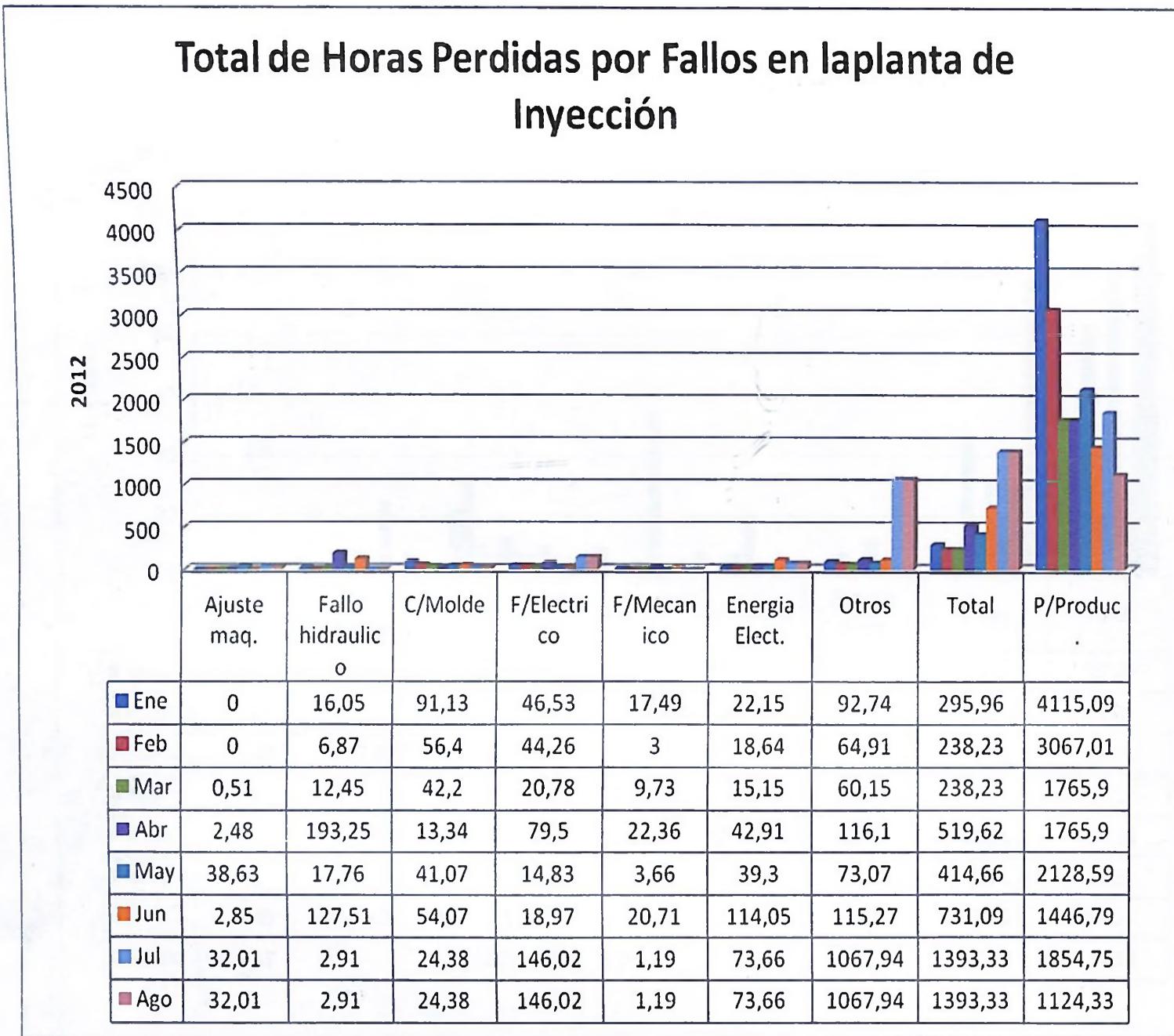
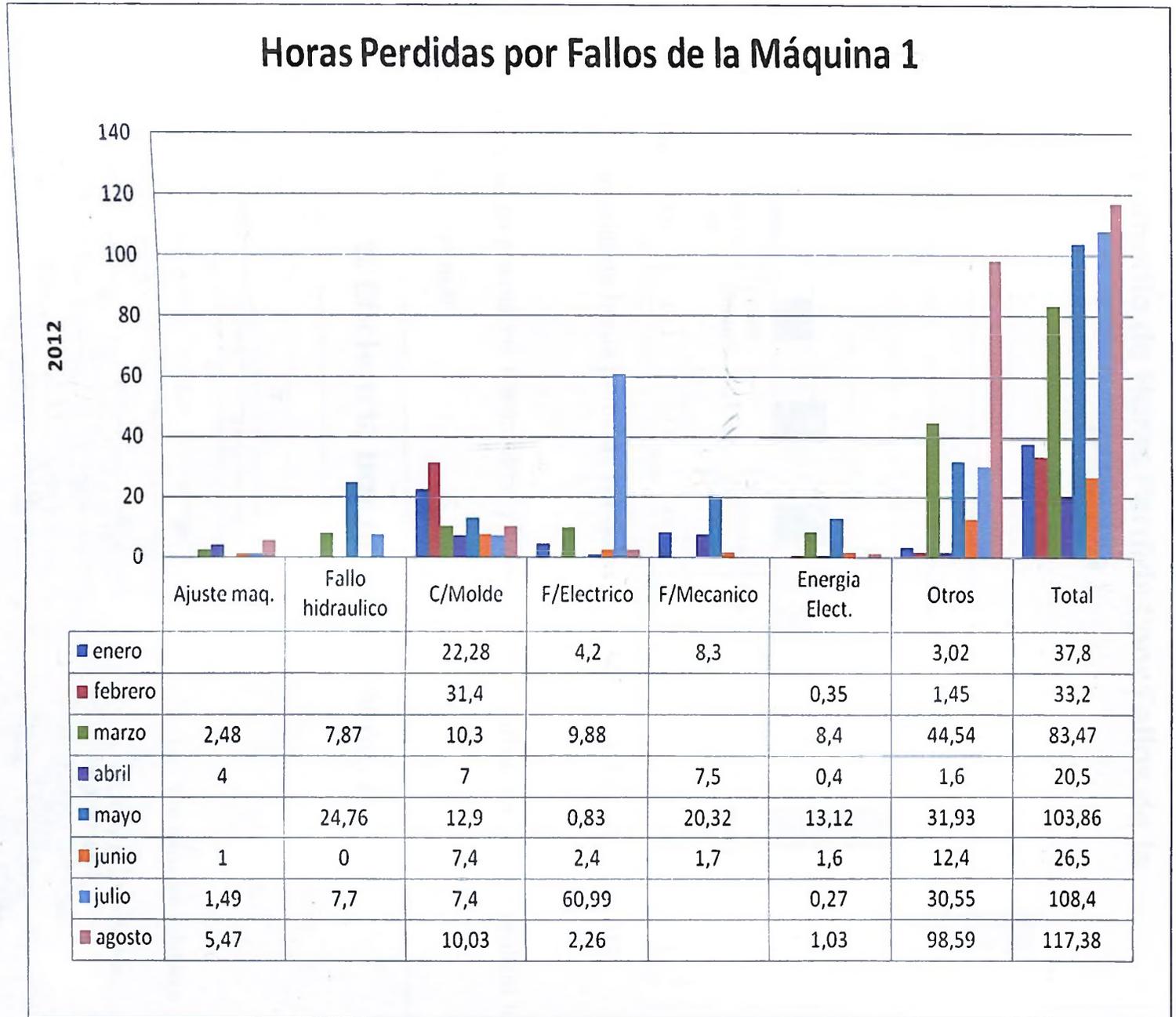


Figura 11. Total de horas perdidas por fallas de la Máquina 1 en el año 2012



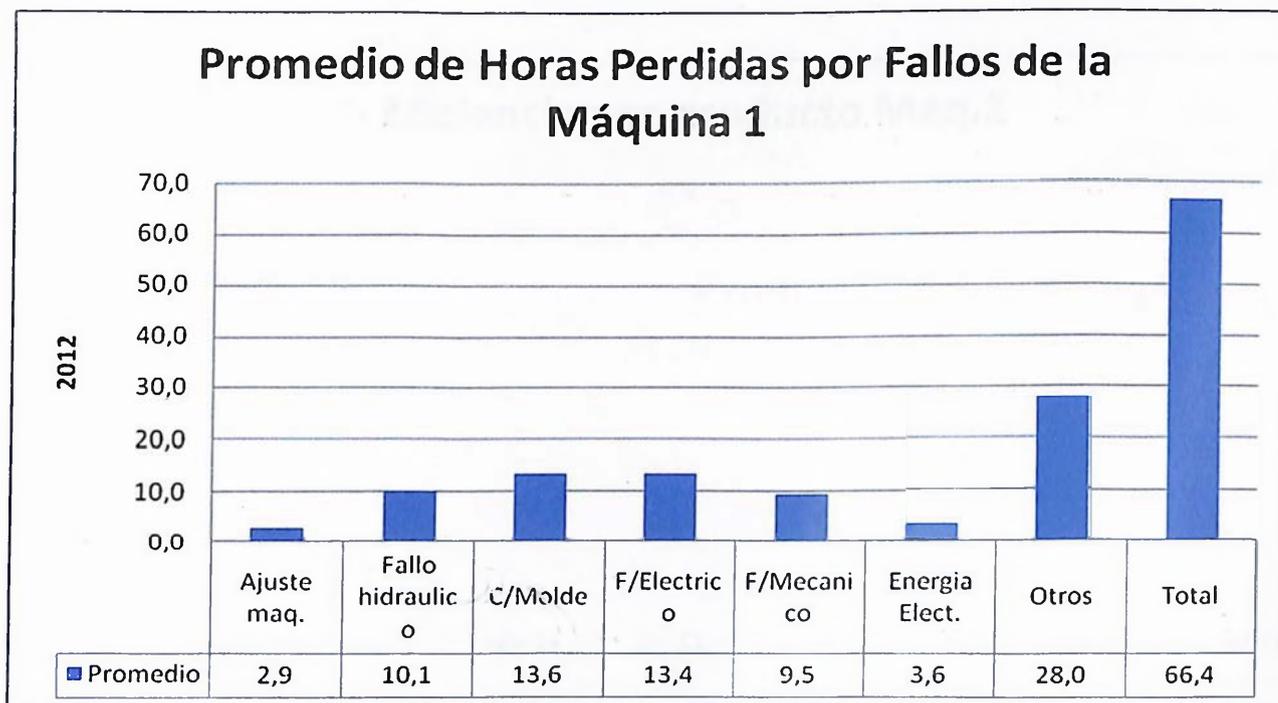


Figura 12. Promedio de horas perdidas por fallas en la Máquina 1 en el año 2012

Tomando en cuenta los Parámetros y Variables necesarias para poder realizar la comparación se tiene que:

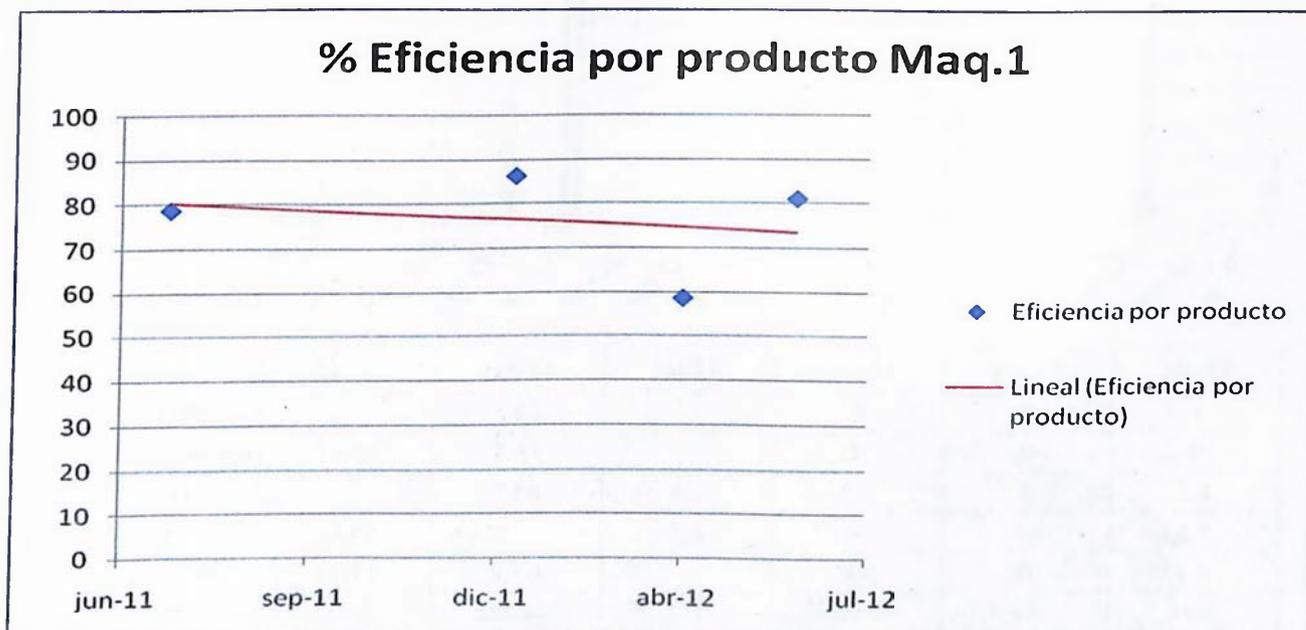


Figura 13. Gráfica comparativa de tendencia de eficiencia en porcentaje de la Máquina 1 con la Jarra de 4 litros después de la implementación

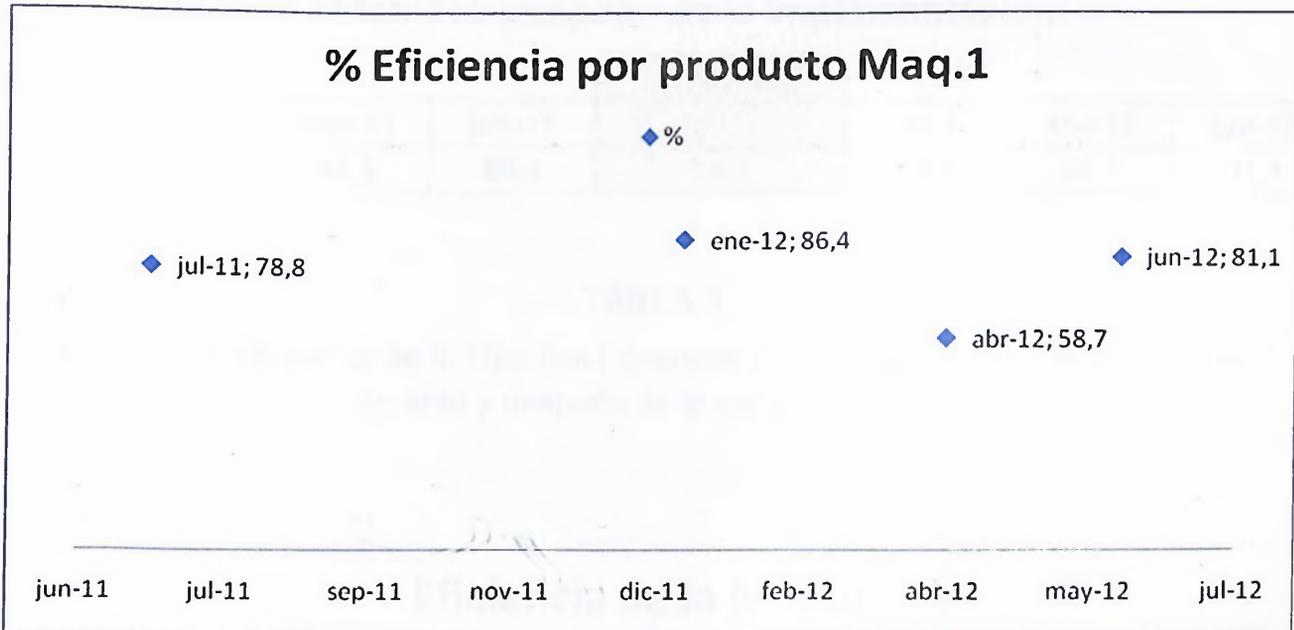


Figura 14. Gráficacomparativa de tendencia de eficiencia en porciento de la Máquina 1 con la Jarra de 4 litros después de la implementacion

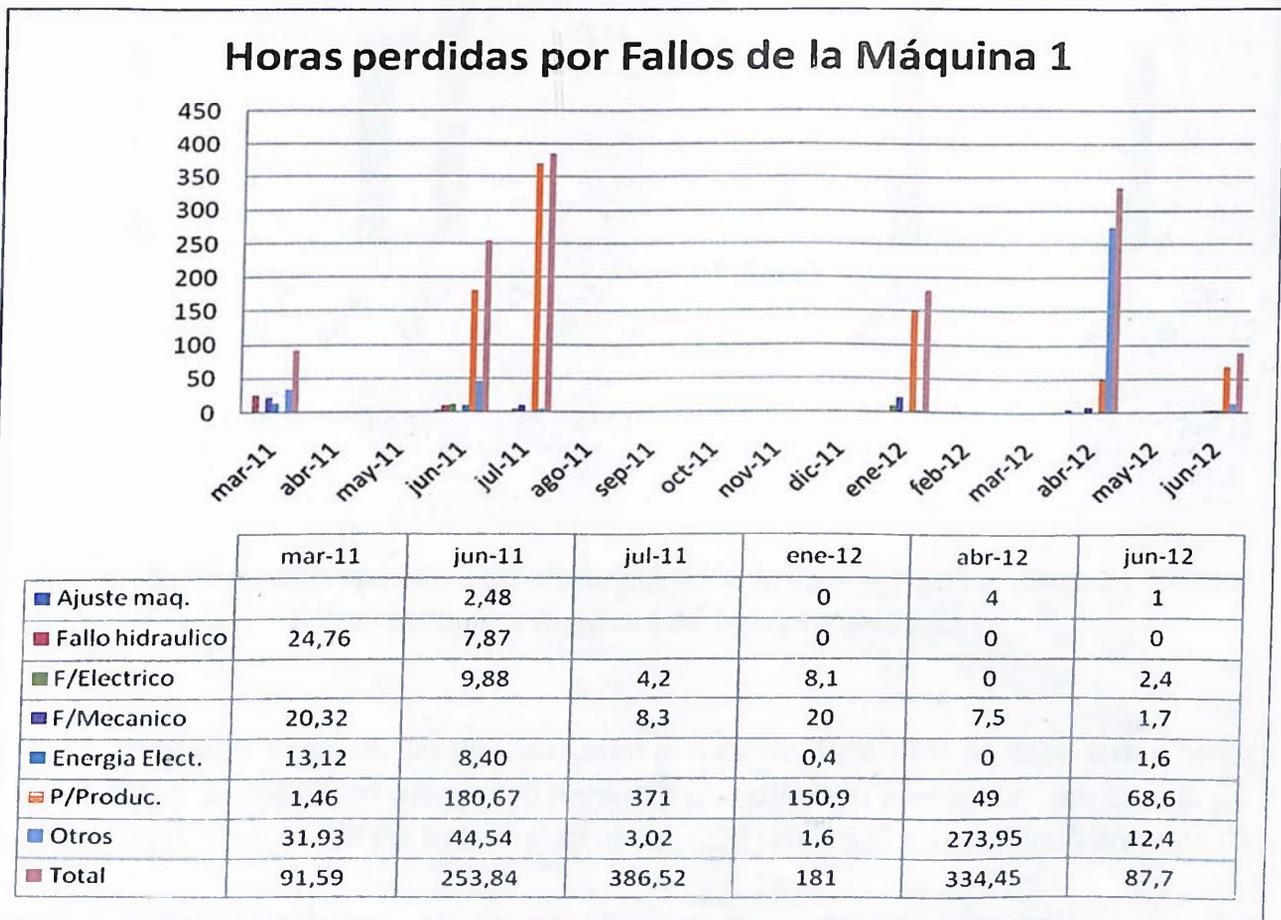


Figura 15. Gráficacomparativa de horas de fallas perdidas de la Máquina 1 con la Jarra de 4 litros después de la implementacion

5.3 Resultados obtenidos después de la implementación:

	mar-11	jun-11	instalación jul-11	ene-12	abr-12	jun-12
Eficiencia	59,2	60,4	78,8	86,4	58,7	81,1

TABLA 3

Promedio de eficiencia de la Máquina1 después de producir la Jarra de 4 Lts antes, durante y después de la implementación

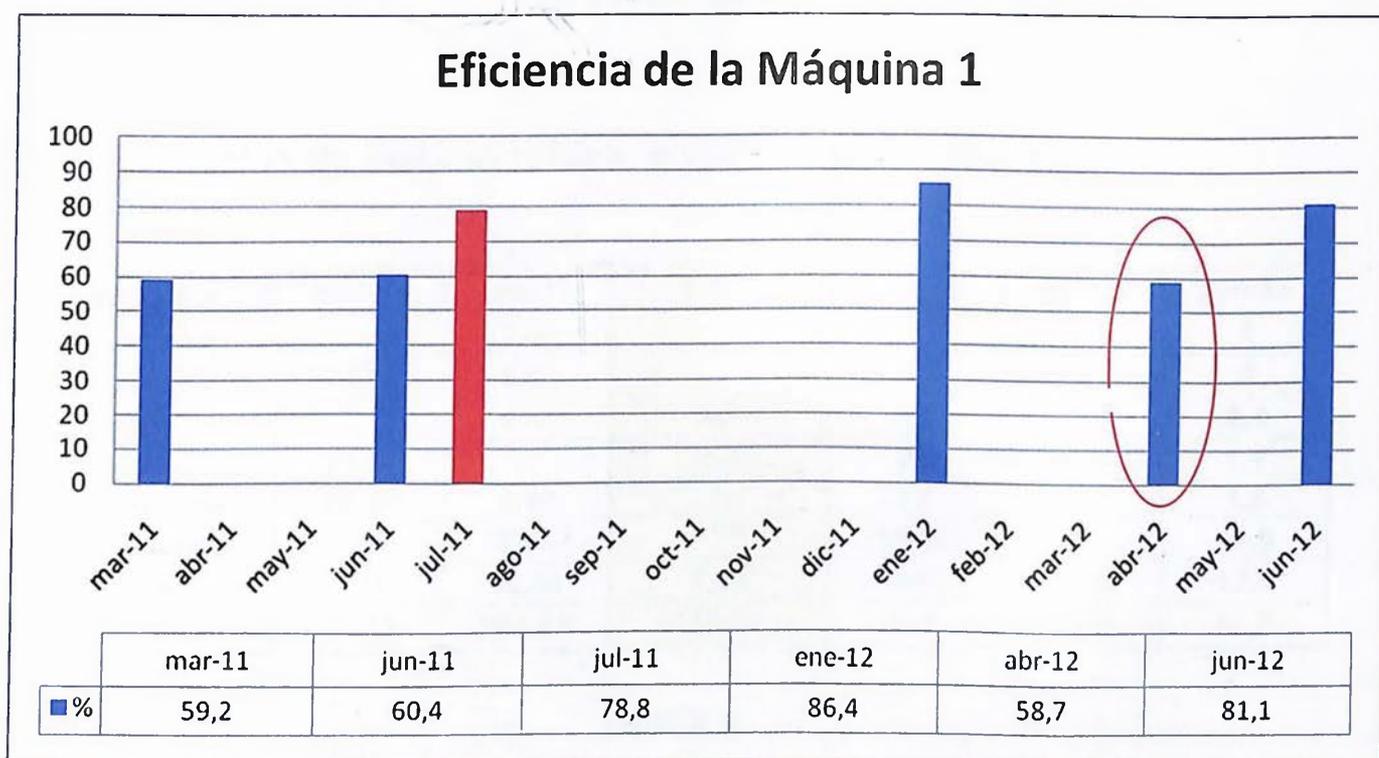


Figura 16. Gráficacomparativa de eficiencia de la Máquina 1 con la Jarra de 4 litros, antes, durante y después de la implementación

Nota18: Se puede observar un descenso en el mes de Abril, esto se debe a que la disponibilidad de máquinas disminuyó debido a un problema energetico, por lo cual se paro la máquina para realizar trabajos en otras, este problema se clasificó en otros.

Máquina 1	abr-12
Ajuste maq.	4
Fallo hidraulico	0
F/Elctrico	0
F/Mecanico	7,5
Energia Elect.	0
P/Produc.	49
Otros	273,95
Total	334,45

TABLA 4

Total de horas perdidas de la Máquina 1 después de producir la Jarra de 4 litros en el mes de Abril del 2012

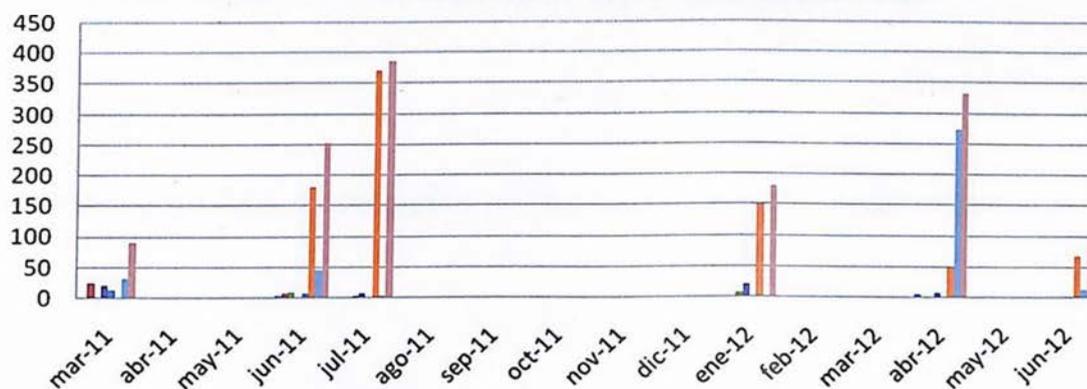
Horas de Falla perdidas, según el producto a evaluar

Máquina 1	mar-11	jun-11	jul-11	ene-12	abr-12	jun-12
Ajuste maq.		2,48		0	4	1
Fallo hidráulico	24,76	7,87		0	0	0
F/Eléctrico		9,88	4,2	8,1	0	2,4
F/Mecánico	20,32		8,3	20	7,5	1,7
Energía Elect.	13,12	8,40		0,4	0	1,6
P/Producción.	1,46	180,67	371	150,9	49	68,6
Otros	31,93	44,54	3,02	1,6	273,95	12,4
Total	91,59	253,84	386,52	181	334,45	87,7

TABLA 5

Horas perdidas por fallas de la Máquina 1 después de producir la Jarra de 4 litros antes, durante y después de la implementación

Horas perdidas por Fallos de la Máquina 1



	mar-11	jun-11	jul-11	ene-12	abr-12	jun-12
Ajuste maq.		2,48		0	4	1
Fallo hidraulico	24,76	7,87		0	0	0
F/Elctrico		9,88	4,2	8,1	0	2,4
F/Mecanico	20,32		8,3	20	7,5	1,7
Energia Elect.	13,12	8,40		0,4	0	1,6
P/Produc.	1,46	180,67	371	150,9	49	68,6
Otros	31,93	44,54	3,02	1,6	273,95	12,4
Total	91,59	253,84	386,52	181	334,45	87,7

Figura 17. Gráficacomparativa de la cantidad horas perdidas por fallos de la Máquina 1 con la Jarra de 4 litros, antes, durante y despues de la implementacion

Utilidad Inyección 2012

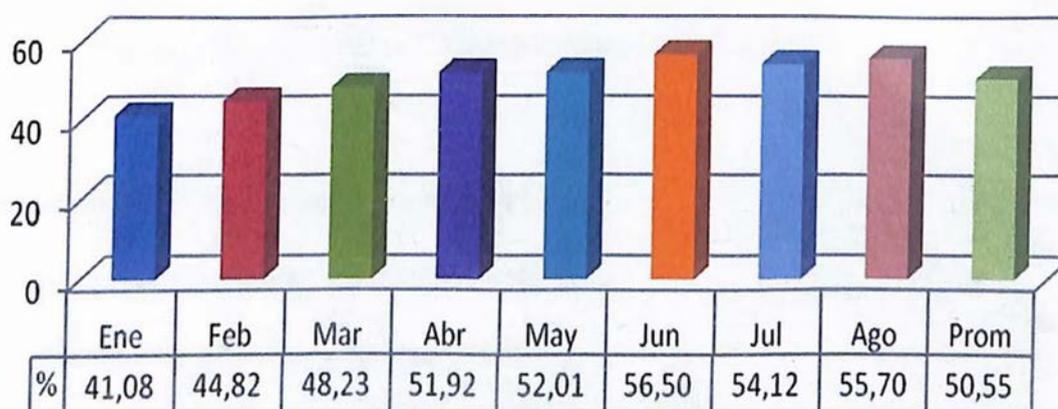


Figura 17. Utilidad de la planta de Inyección en el 2012.

Capítulo VI- Análisis de Resultados

Al instalar las fuentes conmutadas en las máquinas inyectoras obtuvimos los siguientes resultados:

- Mejoro el proceso de control y por lo tanto la calidad del producto.
- Se pudo programar un arranque suave, parada y freno
- Amplio rango de velocidad, par y potencia.
- Se facilito el control de los motores.
- Factor de potencia unitario estuvo entre 0.90 y 1
- Se logro protección integrada del motor ante fallos eléctricos - electrónicos.
- Se consiguió un ahorro significativo de energía eléctrica.
- Disminuyeron los fallos eléctricos-electrónicos.

Otros logros conseguidos en esta investigación fueron:

- Actualización de sistema de maquinaria.
- Monitoreo de entrada y salida de corriente.
- Monitoreo de entrada y salida del voltaje.
- Monitoreo de entrada y salida de frecuencia.
- Protección de equipos (corriente, temperatura, voltaje, frecuencia).
- Funcionamiento de los equipos a temperatura ambiente.

- Disminución de torque (Fuerza) en el motor eléctrico de inducción interna.
- Disminución de reactivos e inductivos en redes eléctricas
- Disminución de los conductores en la conducción de motores y equipos genéricos.
- Aumento la eficiencia de las máquinas.
- Disminución del consumo total energéticos de las Máquinas.

Capítulo VII- Análisis Financiero

7.1 Análisis Financiero

Novoplast S.A

Balance General Clasificado

Del 1 Enero al 31 de Diciembre 2011

Activo Corriente:		
Efectivo en caja General		25,000,000.00
Banco Popular		165,000,000.00
Caja Chica		10,000,000.00
Documentos por Cobrar		150,000,000.00
Cuentas por Cobrar		100,000,000.00
Inventario de Productos Terminados		195,000,000.00
Inventario de Productos en Proceso		85,000,000.00
Activos Corrientes Totales		730,000,000.00
Propiedad Planta y Equipo:		
Terreno		600,000,000.00
Edificios		400,000,000.00
Depreciación Acumulada (Edificios)	100,000.00	300,000.00
Maquinaria		50,000,000.00
Equipos de Transporte		180,000,000.00
Depreciación Acumulada	10,000,000.00	170,000,000.00
Equipos de Oficina		150,000,000.00
Depreciación Acumulada	20,000,000.00	130,000,000.00
Total de Propiedad Planta y Equipo		1,250,000,000.00
Activos Diferidos:		
Gastos Pagados por Adelantado		50,000,000.00
Otros Activos:		
Fianza	5,000,000.00	
Deposito de Alquiler	20,000,000.00	
Deposito de Compañía Telefónica	5,000,000.00	
Total de otros Activos		30,000,000.00
Total de Activos		2,060,000,000.00
Pasivos y Patrimonio de Accionistas		
Pasivos corrientes		
Cuentas por Pagar	250,000,000.00	
Retenciones por Pagar	45,000,000.00	
Sueldos Acumulados por Pagar	28,500,000.00	
Gastos Acumulados por Pagar	24,000,000.00	

Total de Pasivos Corrientes		347,500,000.00
Patrimonio de Accionistas		
Capital Suscrito y Pagado	1,510,000,000.00	
Utilidad del Periodo	192,375,000.00	
Reserva Legal	10,125,000.00	
Total de patrimonio de Accionista		1,662,500,000.00
Total de Pasivos y Patrimonio		2,060,000,000.00

Novoplast S.A			
Estado de Resultados Clasificado			
Del 1 Enero al 31 de Diciembre 2011			
Ingresos:			
Por Ventas			2,000,000.00
Costo de Ventas:			
Inventario Inicial		200,000,000.00	
Compras	1,350,000,000.00		
Fletes	50,000,000.00		
Descuentos	20,000,000.00		
Compras Netas		1,380,000,000.00	
Mercancía Disponible para las Ventas		1,580,000,000.00	
Inventario Final		280,000,000.00	
Costo de Ventas			1,300,000,000.00
Margen Bruto			700,000,000.00
Gastos Operacionales			
Ventas:			
Sueldo		100,000,000.00	
Publicidad		30,000,000.00	
Comisiones sobre Ventas		30,000,000.00	
Combustible		20,000,000.00	180,000,000.00
Generales y Administrativos			
Sueldo		150,000,000.00	
Vacaciones		10,000,000.00	
Regalía Pascual		20,000,000.00	
Reparación cat.II		10,000,000.00	
Energía Eléctrica		10,000,000.00	210,000,000.00
Financieros:			
Interés sobre Prestamos		5,000,000.00	
Ley 200-04		5,000,000.00	10,000,000.00
Total de Gastos Operacionales			400,000,000.00

Utilidades en operaciones antes de B/I/R			300,000,000.00
Bonificaciones			30,000,000.00
Utilidades en operaciones antes de I/Res			270,000,000.00
Impuesto sobre la Renta(25%)			67,500,000.00
Utilidades Operacionales antes de Res. Legal			202,500,000.00
Reserva Legal			10,125,000.00
Utilidades de Periodo			192,375,000.00

- **Pagos de energía eléctrica:** RD\$ 20, 000,000.00
 - **Inversión:** RD\$ 3, 000,000.00 + RD\$ 150,000.00 = RD\$ 3, 150,000.00
 - **Proyección de Ahorro (12%anual):** RD\$ 2, 400,000.00
 - **Ahorro Mensual:** RD\$ 2, 000,000.00 de energía mensual
 - **Costo de Batería de UPS:** RD\$ 75,000.00
 - **Proyección de Ahorro (anual):**
RD\$ 2, 400,000.00 - RD\$ 75,000.00= RD\$ 2,325,000.00
 - **Ganancia Mensual:** RD\$ $\frac{2,325,000.00}{12}$ = RD\$ 193,750.00
 - **Ahorro Anual:** RD\$ 2, 150,000.00
- Nota 19:** El ahorro anual de RD\$ 2, 150,000.00 se debe a que al ahorrar RD\$ 200,000.00 de energía mensual; al cabo de un año son = RD\$ 2, 400,000.00 - RD\$ 75,000.00 (equivale a la compra de baterías para UPS, cada dos (2) años)
- **Utilidad:** La utilidad pasaría de RD\$ 192,375,000.00 a RD\$ 194,775,000.00
 - **Rentabilidad (Retorno de la Inversión):** Empieza a ser rentable a mediano plazo de un (1) año y cuatro (4) meses.
 - **Rendimiento:** Mejoró rendimiento de la inversión en 27% al año.

- **Efecto:** El proyecto tendrá efecto positivo en las razones de rentabilidad como se muestra a continuación:
- **Beneficios:** RD\$ 196,875.00 que equivale al 100% de ganancia en ahorro de gastos de mantenimiento.
- **Gastos Instalación:** En la empresa existe personal capacitado para realizar las instalaciones de equipos mecánicos, eléctricos y electrónicos que equivale a su sueldo mensual.
- **Mantenimiento:** son gastos periódicos (solo cuando sea necesarios), se incluyo en gastos administrativos.
- **Gastos de Mantenimiento de la Inversión:** RD\$ 196,875.00 en baterías para el UPS, cada dos (2) años.

A) Rendimiento sobre ventas del 2011

$$\frac{192,375,000}{200,000,000.00} \times 100 = 9.61\%$$

B) Rendimiento sobre ventas Proyectado para el 2013

$$\frac{197,775,000.00}{200,000,000.00} \times 100 = 9.8\%$$

C) Diferencia del rendimiento: $9.88 - 9.61 = 0.27$

Nota 20: Con la realización de este proyecto la empresa mejoró su rendimiento en un 27%

Nota 21: El mantenimiento de los equipos instalados no se incluyó en los informes puesto que representa un valor poco significativo, por costo mínimo, entonces representaría un rendimiento de 26.3%.

Nota 22: El factor de potencia no se contabiliza en cuentas porque es un valor, que simplemente si se mantiene en los estándares evitara sanciones monetarias por encima del saldo a pagar total normal.

Hallar el Valor Presente Neto (VPN) Y Tasa Interna de Retorno (TIR), para verificar la rentabilidad del proyecto al cabo de 5 años.

Datos:

Dólar: 1 Dólar = RD\$ 39.15

Inversión inicial: RD\$ 3,150,000.00 = US\$ 80,769.23

Tasa de Interés (En Dólares): 12% Anual = 1% Mensual

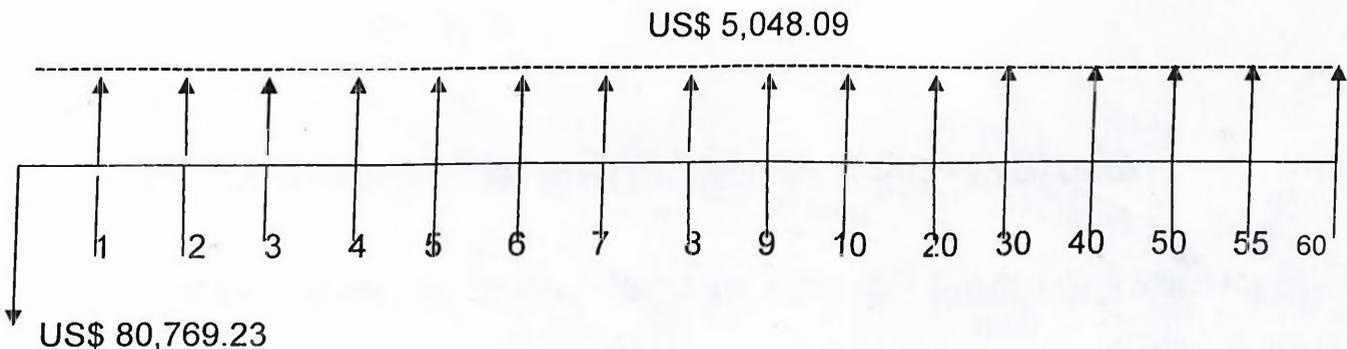
Tiempo: n= 5 años m= 12

Ahorro Mensual: RD\$ 196,875.00 = US\$ 5,048.09

$$\text{Formula: } \text{VPN} = A \times \frac{[(1+i)^{n \cdot m} - 1]}{1/m}$$

$$\text{Tasa de interés mensual} = i(\text{anual})/12$$

Desarrollo:



$$\text{VPN} = -80,769.23 + 5,048.09 \frac{(1+0.01)^{5 \cdot 12} - 1}{0.01} = \text{US\$ } 331,506.61 = \text{RD\$ } 12,978,483.00$$

Nota 22: Esto demuestra que a cinco años el proyecto es rentable.

A partir de la tabla "Flujo de Efectivo Discreto: Factores de Interés Compuesto.", se obtiene que:

TRI= La inversión será igual al ahorro a una tasa de 1% en un tiempo estimado entre 14 y 15 meses

$$A/p\ 14 = US\$ 5,048.09 \cdot (14.9474) = US\$ 75,455,52$$

$$A/P\ 15 = US\$ 5,048.09 \cdot (16.0969) = US\$ 81,258.27$$

7.2 Comparación de costo unitario

Datos:

- Máquina de 850 Toneladas
- Producto: Jarra de cuatro (4) litros
- Ciclo: 32 segundos
- Peso: 218 Gramos
- Tasa del Dólar: US\$ 39.15

Producto:

$$\text{Cantidad nominal de producción en un día: } \frac{3600 \text{ seg} \times 24 \text{ H}}{32 \text{ seg}} = 2,700 \text{ Unids}$$

$$\text{Kilogramos Consumidos en un día: } 2,700 \text{ Unids} \times 218 \text{ Gr} = \frac{588,600 \text{ Gr}}{1000} = 588.6 \text{ Kg}$$

Costos Directos**Materia Prima:**

$$Mp = \text{US\$ } 1.54 \times \text{Kg}$$

$$Mp = \text{US\$ } 1.54 \times 588.6 \text{ Kg} = \text{US\$ } 906.44 = \text{RD\$ } 35,487.28$$

Mano de Obra Directa:

$$2 \text{ Supervisores, cada uno en turnos de 12 horas} = \text{RD\$ } 630.25 \times (2) = \text{RD\$ } 1,260.5$$

$$2 \text{ Operarios, cada uno en turnos de 12 horas} = \text{RD\$ } 416.12 \times (2) = \text{RD\$ } 832.34$$

$$1 \text{ Mecánico, un turno de 8 horas} = \text{RD\$ } 840.33 \times (1) = \text{RD\$ } 840.33$$

$$\text{Mo total} = \text{RD\$ } 1,260.5 + \text{RD\$ } 832.34 + \text{RD\$ } 840.33 = \text{RD\$ } 2,933.70$$

Equipos:

Máquina de 850 Toneladas: Máquina usada US\$ 250,000.00 con amortización a 5 años; en maquinaria se incluye los insumos a utilizar.

$$\frac{\text{US\$ } 250,000.00}{(5 \text{ años} \times 350 \text{ días})} = \text{US\$ } 142.85 = \text{RD\$ } 5,592.57$$

Moldes: molde usado US\$ 300,000.00 con amortización a 5 años

$$\frac{\text{US\$ } 300,000.00}{(5 \text{ años} \times 350 \text{ días})} = \text{US\$ } 171.42 = \text{RD\$ } 6,711.093$$

Costos Indirectos

$$\text{Energía: } \text{US\$ } 0.14 \times \text{Kg} = \text{US\$ } 0.14 \times 588.6 \text{ Kg} = \text{US\$ } 82.40 = \text{RD\$ } 3,226.116$$

Transporte: RD\$ 100,000.00 Furgón

1 Furgón = 8,000 Unids de Jarras

$$T = \frac{\text{RD\$ } 10,000.00}{8,000 \text{ Unids}} = \text{RD\$ } 1.25 \text{ Unids} \times 2700 \text{ Unids} = \text{RD\$ } 3,375.00$$

Costo Total = Costo directos + Costos Indirectos = RD\$ 35,487.28 + RD\$ 2,933.70 +
 RD\$ 5,592.57 + RD\$ 6,711.093 + RD\$ 3,226.116 + RD\$ 3,375.00 =
 RD\$ 57,325.759

Costo Unitario antes de la implementación:

Ct= RD\$ 57,325.759

Fp = Sanciones por factor de potencia= 4% del costo de energía = RD\$ 1,290.44

Ef= Eficiencia de la Máquina 1 = 65.1%

$$CU = \frac{Ct}{Unids \times Ef} = \frac{RD\$ 57,325.759 + RD\$ 1,290.44}{2,700 \text{ Unids} \times 65.1\%} = RD\$ 33.34$$

Costo Unitario después de la implementación:

Ct= RD\$ 57,325.759

Fp = no hay sanciones monetarias puesto que el factor de potencia esta en los
 estándares establecidos

Ef= Eficiencia de la Máquina 1 = 95%

$$CU = \frac{Ct}{Unids \times Ef} = \frac{RD\$ 57,325.759}{2,700 \text{ Unids} \times 95\%} = RD\$ 22.34$$

Nota23: Se puede notar que con la instalación de las fuentes conmutadas reduce un
 33% del costo unitario de fabricación del producto.

Conclusión

Los resultados obtenidos en este trabajo, permiten concluir que la implementación de fuentes conmutadas en máquinas inyectoras de plástico, constituyen una solución factible para problemas eléctricos- electrónicos que presentan las máquinas inyectoras en las compañías que fabrican productos plásticos por moldeo de inyección. Así lo indican las fuentes instaladas en Novoplast (J.Frankenberg), en donde se logró una reducción de consumo energético del motor de la máquina 1 equivalente a un 50%. En esta misma máquina la reducción total consumo fue de un 12%, superando así el estimado para los fines de esta investigación de consumo establecido que era de un 8%. También se pudo verificar que disminuyeron notablemente los fallos eléctrico- electrónicos; el ciclo de la máquina (tiempo que dura para fabricar un producto) disminuyó de manera indirecta, lo que vino acompañado de un incremento significativo en la producción.

No se pudo determinar que con la instalación de las fuentes conmutadas aumentara la eficiencia en la planta de inyección, ya que no se tomaron en cuenta la existencia de otros factores que de manera directa o indirecta afectan la producción, entre ellos: el aumento de la utilidad de la maquinaria. Tampoco se tomaron en cuenta otras fallas no consideradas eléctricas- electrónicas, como la cantidad de horas perdidas por fallos y reparación de molde. Sin embargo, se pudo observar que en los resultados de la Máquina 1 disminuyeron los fallos eléctricos-electrónicos y aumento la eficiencia de esa máquina en particular.

Para ejemplificar los beneficios del costo unitario de producción, se evaluó una jarra de cuatro litros y se determinó que este costo se redujo en un 33%. Tomando de base este resultado, mediante un análisis financiero se proyectó que para el año 2013, la disminución de los costos operacionales en la empresa Novoplast será reducido a mediano plazo en un 27%.

Otro logro altamente significativo obtenidos en Novoplast con la instalación de las fuentes conmutadas en las Máquinas inyectoras, fue que el factor de potencia se mantuvo en los estándares establecidos por las normas de Ede Sur, lo que permitió una eliminación total de las sanciones monetarias a pagar.

También ha de esperarse que la disminución de los fallos eléctricos- electrónicos en estas Máquinas inyectora, a consecuencia de la instalación de fuentes conmutadas, traiga consigo un aumento a largo plazo de la vida útil de las máquinas inyectoras y por ende una mejora significativa para la empresa.

Recomendaciones

En toda planta industrial es recomendable que a la Máquinas de alto consumo energético se le instalen fuentes conmutadas para facilitar y fortalecer el proceso productivo, en razón de que estas medidas reducen los costos de producción; costos que se manifiestan mediante la disminución del consumo energético y los fallos eléctricos- electrónicos, entre otras ventajas.

Bibliografía

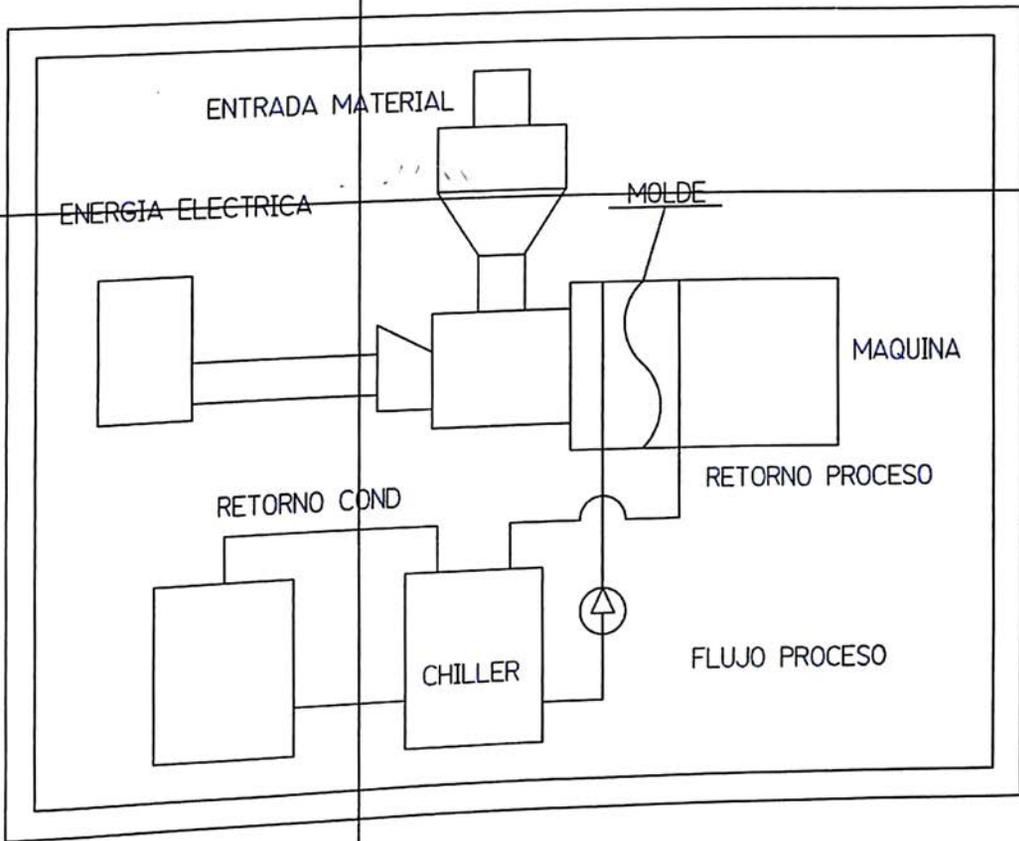
- Baglini D. Nicola A. Sistema de Alimentación UPS para sala de Máquinas, cuartos de cableado y el moto generador.
- Cavanilles Alicante, Antonio José. Regulación de velocidad de motores asíncronos trifásicos.
- Elizabeth Ramírez Molina 1993. Diseño de una fuente tipo power switching para impresora OTC 850XL y/o 888XL. Santo Domingo UNAPEC
- Gastrow Hans. Introducción a las Máquinas de Inyección de Termoplásticos Tipos de máquinas Materiales utilizados Sistemas.
- Glass Beltre, Ignacio Eliseo 1991. Diseño de fuentes de alimentación tipo "power switching P.W. Inversor" para ser utilizado en computadoras personales, PC. Santo Domingo UNAPEC.
- Hill, Frederick; Peterson Gerard P. 1981. Introduction to switching theory and logical design. Tercera edición - New York: Wiley.
- <http://ayudaelectronica.com/fuente-lineal-vs-fuente-conmutada/>
- http://docencia.udea.edu.co/ingenieria/moldes_inyección/unidad_2/maquina.html
- http://electronika2.tripod.com/info_files/fvlineales.htm
- <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20101010151206AAAdTHvq>
- <http://es.scribd.com/doc/94618524/Moldeo-Por-Inyección>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Fuente_de_alimentaci%C3%B3n
- http://es.wikipedia.org/wiki/Torre_de_refrigeraci%C3%B3n
- <http://ladelec.com/practicas/circuitos-analogos/477-fuente-de-poder-triple-24-vdc-9-vdc-y-5-vdc>
- <http://www.aireyork.net/pasos-para-el-calculo-y-seleccion-de-chillers>.
- <http://www.aireyork.net/que-es-un-chiller>
- <http://www.dbup.com.ar/investigacion/fuentes-conmutadas/tipos-de-fuentes-conmutadas/>
- <http://www.electronica-basica.com/fuente-de-alimentacion.html>

- http://www.fra.utn.edu.ar/download/carreras/ingenierias/electrica/materias/planes_tudio/quintonivel/electronicall/apuntes/variadores_de_frecuencia.pdf
- http://www.info-ab.uclm.es/labelec/Solar/elementos_del_pc/fuentes_de_alimentacion/fff_pdf.pdf
- <http://www.lenntech.es/procesos/desinfeccion/refrigeracion/torres-enfriamiento.htm#ixzz1xoji5iL1>
- <http://www.monografias.com/trabajos10/toen/toen.shtml>
- <http://www.monografias.com/trabajos71/fuente-regulable-voltaje/fuente-regulable-voltaje.shtml>
- http://www.qsl.net/lu9dpd/Homebrew/Modificacion_Fuentes_PC/Modificacion_Fuentes_PC.htm
- <http://www.todochiller.com.ar/Teoria.html>
- Jaquenod, Guillermo; Charro Rafael. Diseño de fuentes de alimentación por switching con conversión directa desde 110/220 Vac.
- manual de instalación de variadores de frecuencia IS7
- Martínez, María. Fuentes de Alimentación.
- Meigs Williams, Haka Betther Contabilidad: La Base para decisiones Gerenciales. Undécima Edición.
- Novoplast (J.Frankenberg)
- Tarquin, A. & Blenk,. Ingeniería Económica.
- Wildi, Theodore. Máquinas eléctricas, sistema de potencia. Sexta edición.

Anexos

Anexo No. 1

Please purchase PDFcamp Printer on <http://www.verypdf.com/> to remove this watermark.



Y
X
New:TOP WC&TOP Op&am:TOP

0.0020
inch

Anexo No. 2

Fuentes a instalar: Componentes, Ventajas y Desventajas

La función que tiene el transformador es la de aislar la línea AC de la fuente y reducir el voltaje de entrada (120 o 220 V AC) en voltajes menores que puedan utilizarse en la fuente. Por otra parte, la función del rectificador es la de la onda AC en una cuyo valor sea siempre positivo, así como proveer las demandas de corriente de carga del capacitor de filtrado. Un diagrama esquemático muestra la relación entre estos elementos:

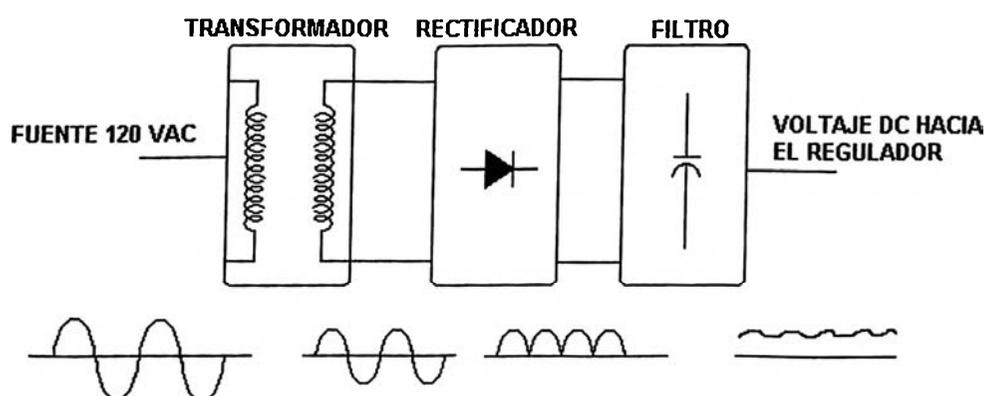


DIAGRAMA DE BLOQUES DE UNA FUENTE LINEAL NO REGULADA

Gráfica10

La primera consideración a la hora de construir la fuente regulada es la topología que vamos a utilizar para el transformador-rectificador. Existen tres configuraciones básicas que son las siguientes:

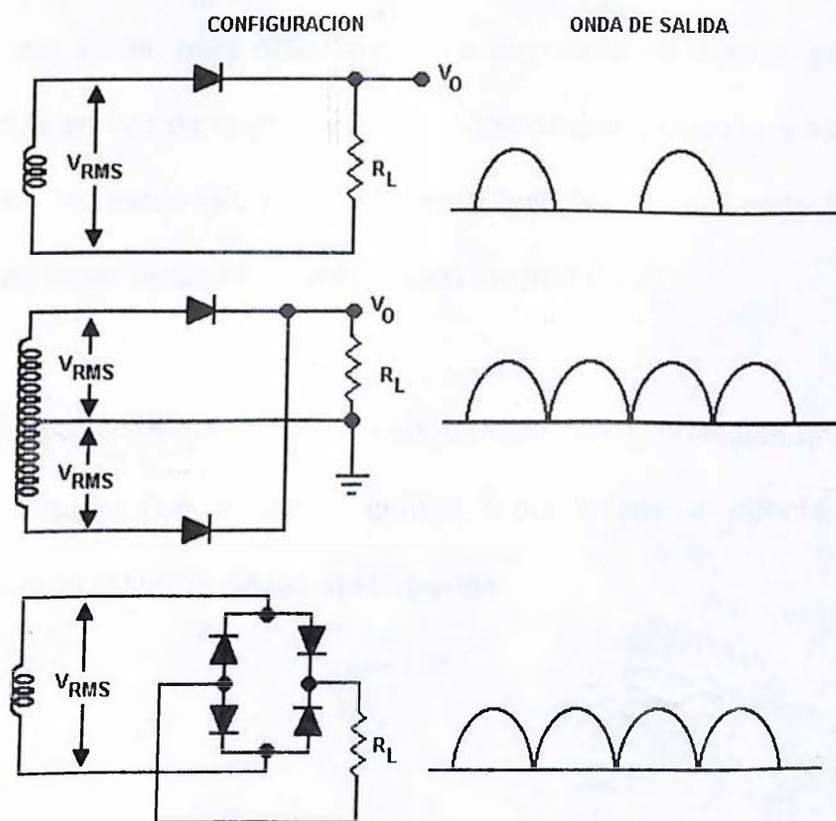
- Media onda
- Onda completa con derivación central
- Onda completa

- Es importante comparar ciertas características de las tres topologías, para poder elegir con criterio a la hora de diseñar. La tabla 1 muestra ciertos valores comparativos:

TABLA 1

TABLA COMPARATIVA

CONFIGURACION	VOLTAJE PICO DE SALIDA	VOLTAJE DC PROMEDIO	VOLTAJE PICO INVERSO POR DIODO	FRECUENCIA DEL VOLTAJE DE RIZO FL=60Hz
MEDIA ONDA	1.41 VRMS	$1/\pi VP = 0.45 VRMS$	1.41 VRMS	FL
DERIVACION CENTRAL	1.41 VRMS	$2/\pi VP = 0.90 VRMS$	2.82 VRMS	2FL
PUENTE DE DIODOS	1.41 VRMS	$2/\pi VP = 0.90 VRMS$	1.41 VRMS	2FL



CONFIGURACIONES PARA TRANSFORMADORES RECTIFICADORES

Gráfica11

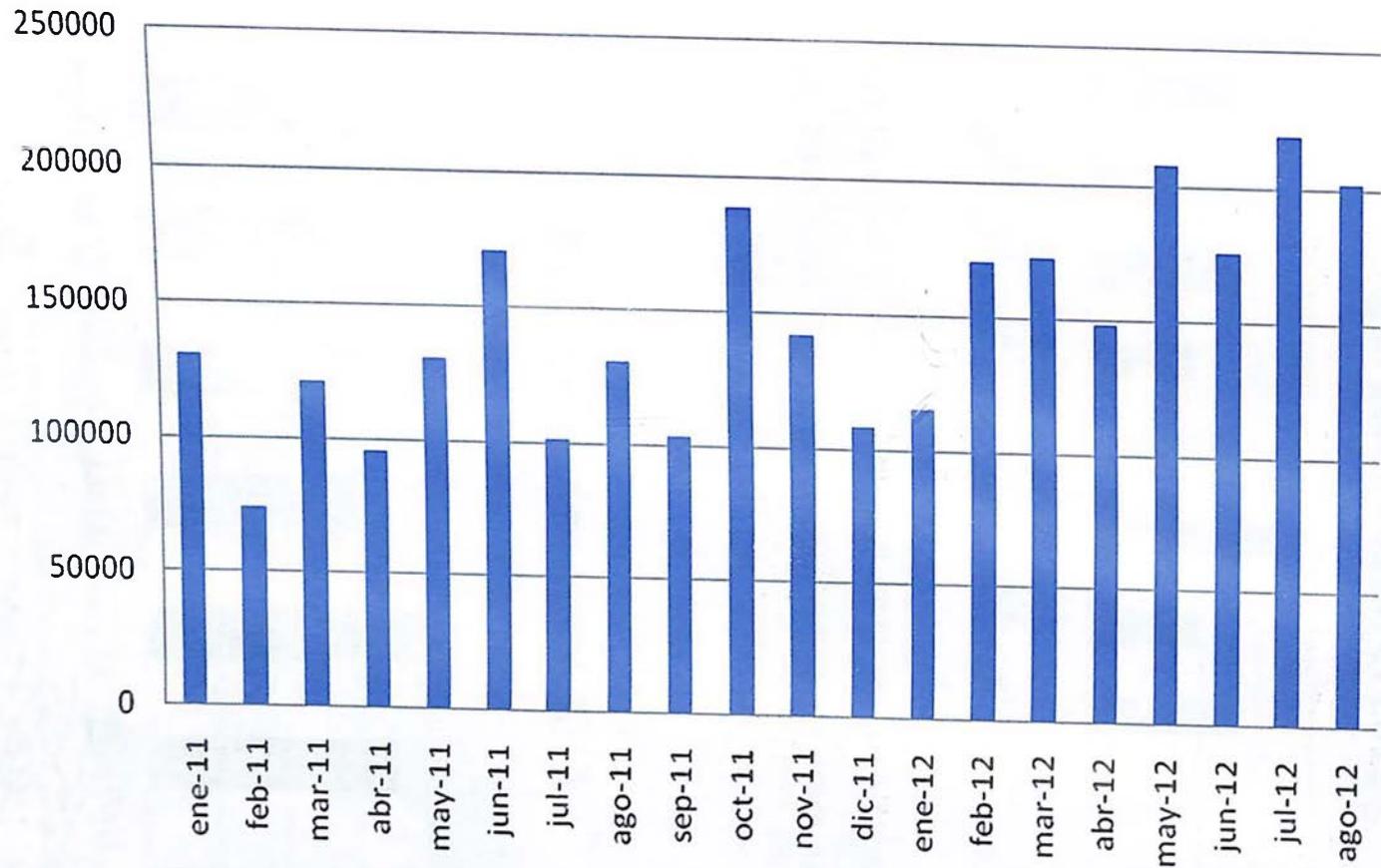
Tenemos, por lo tanto, que la primera consideración que debe hacerse al diseñar la fuente lineal, es la escogencia de la topología del rectificador. Podemos mencionar los siguientes criterios al respecto:

El rectificador de media onda generalmente se usa sólo para aplicaciones de baja corriente, o de alta frecuencia, ya que requiere una capacitancia de filtrado mayor para mantener el mismo voltaje de rizado que un rectificador de onda completa.

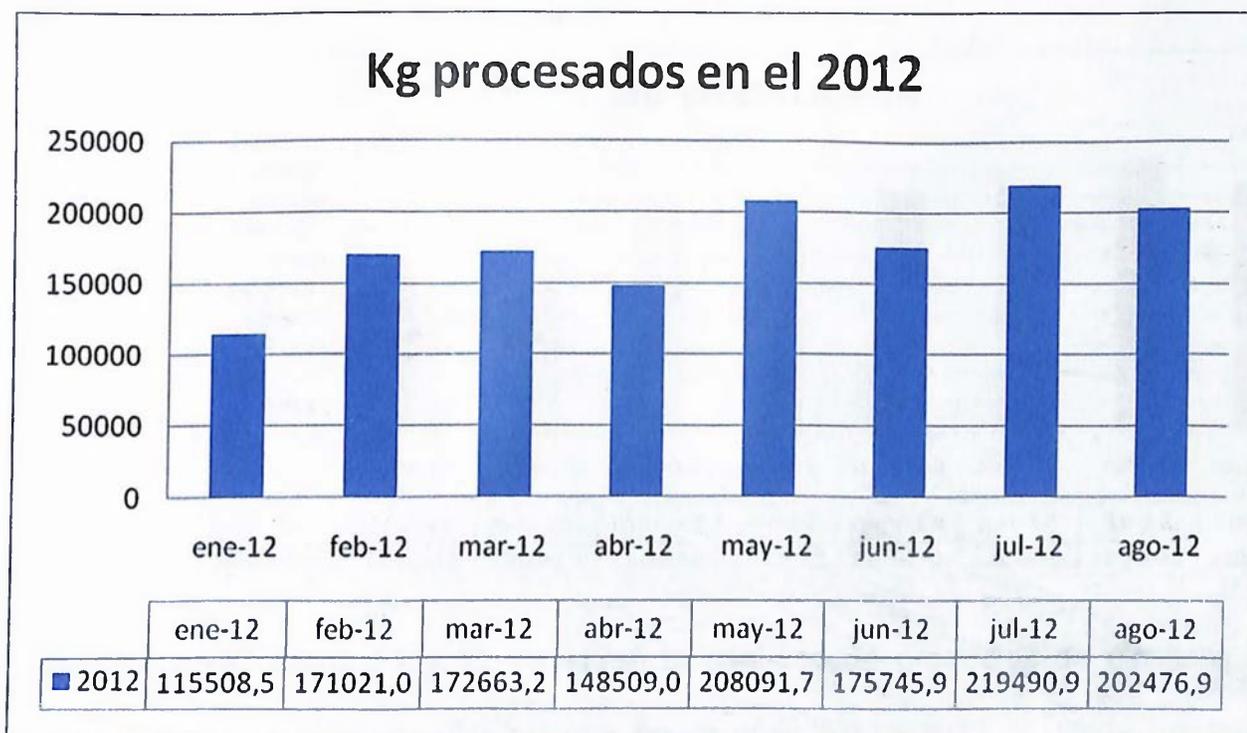
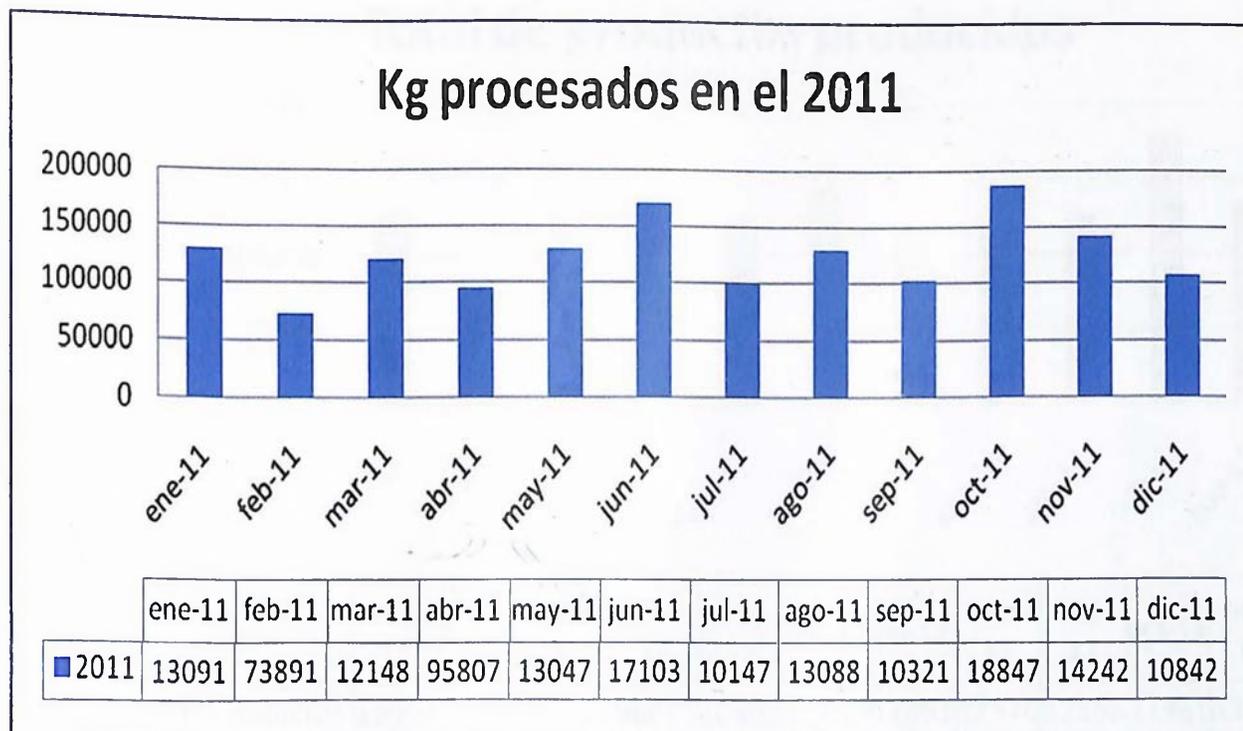
El rectificador con derivación central disipa menos potencia, requiere menos espacio, y es, en teoría, más económico que el puente de diodos, ya que solamente utiliza dos diodos en vez de cuatro. Al utilizar dos diodos, posee una impedancia menor que un puente. Sin embargo, para el mismo voltaje DC requerido en la salida, los diodos deben de tener el doble de voltaje pico inverso (PIV)

En vista de que los diodos no son en realidad caros, no existe una economía real al utilizar el rectificador con derivación central, y por lo tanto el puente de diodos es la mejor opción para la mayoría de las aplicaciones.

Total de Kg Procesados por productos



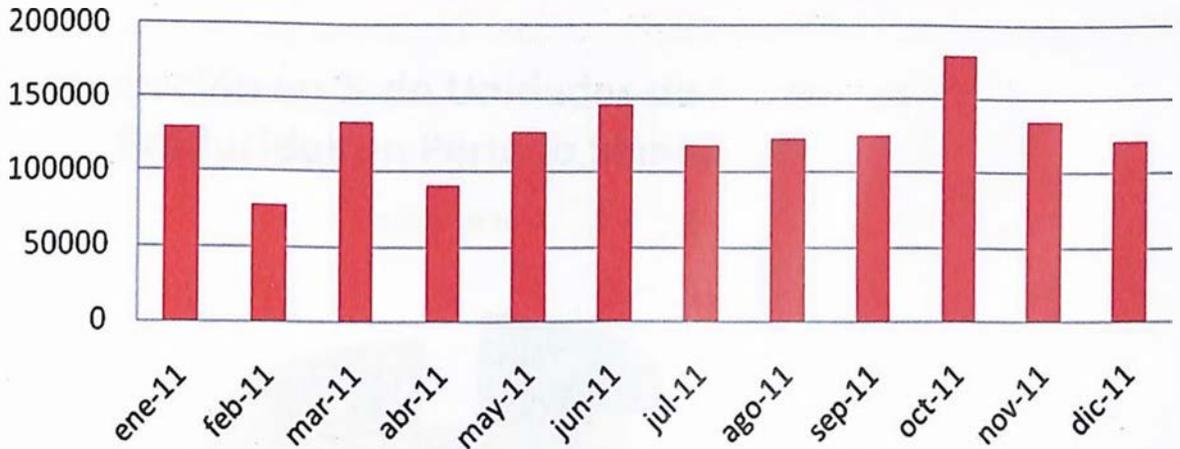
	ene-11	feb-11	mar-11	abr-11	may-11	jun-11	jul-11	ago-11	sep-11	oct-11	nov-11	dic-11	ene-12	feb-12	mar-12	abr-12	may-12	jun-12	jul-12	ago-12
Series1	1E+	738	1E+	958	1E+	2E+	1E+	1E+	1E+	2E+	1E+	1E+	1E+	2E+	2E+	1E+	2E+	2E+	2E+	2E+



Nota 24: las Gráficas 18,19 y 20 muestran la cantidad de kilogramos de resina o materia prima procesados por mes en los años 2011 y 2012.

Total de productos producidos

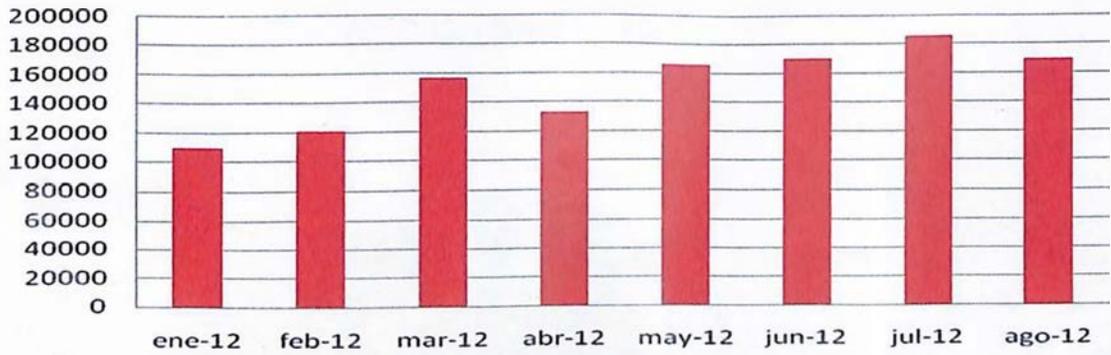
2011



	ene-11	feb-11	mar-11	abr-11	may-11	jun-11	jul-11	ago-11	sep-11	oct-11	nov-11	dic-11
■ Total de productos	12994	77260	13463	90883	12803	14653	11891	12370	12556	17961	13568	12200

Total de productos

2012



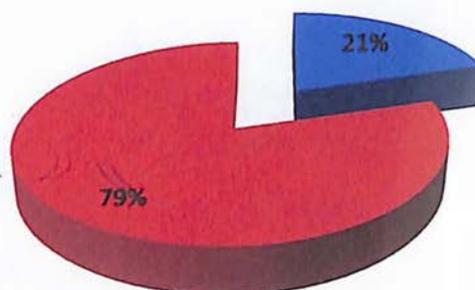
	ene-12	feb-12	mar-12	abr-12	may-12	jun-12	jul-12	ago-12
■ Total de productos	109582	120918	156996	132795	165871	170600	185702	169671

Nota 25: las Gráficas 21 y 22 muestran la cantidad de productos de plasticos por mioldeo de inyección producidos por mes en los años 2011 y 2012.

Anexo No. 4

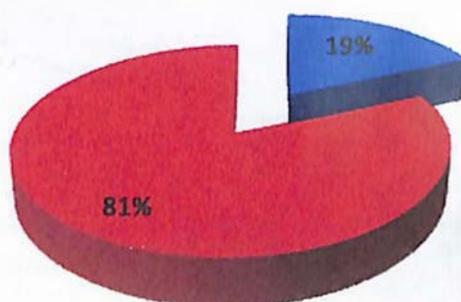
Comparación en % de Unidades de Productos Producidos en Periodo Semestral

■ 2011 ■ 2012



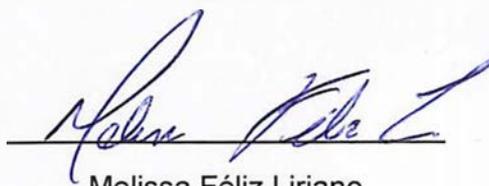
Comparación en % de kg Procesados de Resina en Periodo Semestral

■ 2011 ■ 2012



Nota 25: las Gráficas 23 y 24 muestran una comparación entre Kg y Cantidades de Productos plásticos en porcentajes procesadas en periodo semestral en los años 2011 y 2012.

HOJA DE EVALUACIÓN



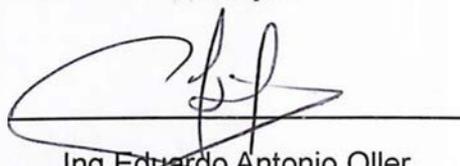
Melissa Féliz Liriano

Sustentante



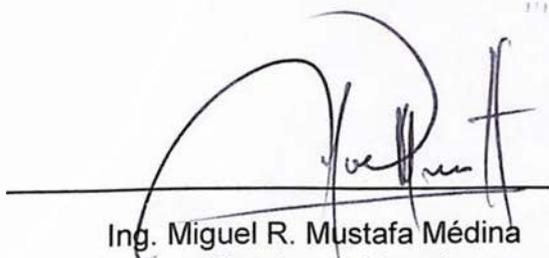
Ing. Manuel Elidio Pérez

Consejero



Ing. Eduardo Antonio Oller

Presidente del jurado



Ing. Miguel R. Mustafa Medina
Miembro del jurado



Ing. Ramón Montero Montero
Miembro del jurado



Ing. Miguel R. Mustafa Medina

Director Escuela Ingeniería Industrial



Calificación Numérica 94

Calificación Alfabética A

17/09/2012