



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PRÁCTICA PROFESIONAL

INGENIERO DE PROCESOS: PLÁSTICOS DE HONDURAS S.A. DE C.V.

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO EN MECATRÓNICA

PRESENTADO POR:

11511354 RICARDO MARTIN ALVARADO MATAMOROS

ASESOR METODOLÓGICO: ING. RIGOBERTO CASTRO CASTRO

CAMPUS TEGUCIGALPA; OCTUBRE, 2020

Dedicatoria

A mis padres que han sido mi apoyo incondicional en todo momento serán mi ejemplo a seguir, a toda mi familia Alvarado-Matamoros, a mi novia que ha estado a mi lado durante todo este tiempo siendo mi apoyo, mi ejemplo, mi mejor compañera de victorias y grandezas. Dedicado especialmente a mi abuela Isidora Cruz (Q.D.D.G) que siempre será mi motivación el resto de mi vida.

EPÍGRAFE

"Gracias totales, mereces lo que sueñas"

Gustavo Cerati

RESUMEN EJECUTIVO

El mantenimiento industrial es el área que se encarga de planear, programar y controlar todas las actividades encaminadas a garantizar el correcto funcionamiento de los equipos utilizados en los procesos de producción. La ingeniería de procesos va orientado a la mejora continua de proyectos, en este caso relacionado con el mantenimiento preventivo, correctivo y procesos de producción en una empresa. Todo esto con el fin de minimizar los tiempos de fallas en máquinas, al mismo tiempo, proporcionar una correcta respuesta frente algún problema para evitar pérdidas o bajas eficiencias de producción.

El cargo de ingeniero de procesos tiene como objetivo principal dar seguimiento a las mejoras en los procesos de producción, en este caso se controlan eficiencias y ciclos de trabajo en la elaboración de piezas de plásticos. También se realizan mantenimientos establecidos, incluyendo planes de mejoras para minimizar tiempos de paro de maquinaria para producción

Como ingeniero de procesos se realizaron varios proyectos para el desarrollo de innovación en la empresa Plásticos de Honduras S.A de C.V. relacionados con una técnica de ajuste de parámetros por moldeo científico en las máquinas inyectoras, también la conexión eléctrica de nueva máquina, además se desarrollaron actividades de mantenimiento correctivo en todas las máquinas inyectoras y otros problemas presentados en la planta. Se realizó un análisis de eficiencia productiva según lo establecido por Plásticos de Honduras. Finalmente se investigó la técnica de inyección por moldeo científico, esta técnica es implementada para determinar los parámetros a los cuales deben configurarse las máquinas inyectoras para obtener un proceso de producción de calidad.

En el periodo de práctica profesional fueron implementados los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de ingeniería en mecatrónica, dando como resultado un destacado desempeño en el área laboral. Adicionalmente, se proporcionó un apoyo a la empresa mediante el desarrollo de actividades que hicieron eficientes las tareas de producción.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	Introducción.....	2
II.	Generalidades de la empresa.....	4
2.1	Descripción de la empresa.....	4
2.2	Descripción del departamento o unidad.....	4
2.3	Objetivos del puesto	4
2.3.1	Objetivo general	4
2.3.2	Objetivos específicos.....	4
III.	Marco teórico	5
3.1	Plásticos y su manufactura.....	5
3.1.1	Generalidades sobre los plásticos.....	5
3.1.2	Polímeros.....	7
3.1.3	Propiedades de los plásticos.....	9
3.1.4	Manufactura de plásticos por inyección.....	9
3.1.5	Control de presión, temperatura y tiempo.....	11
3.1.6	Perfil para una correcta inyección.....	12
3.2	Mantenimiento industrial	13
3.2.1	Generalidades mantenimiento industrial	13

3.3	Máquinas de inyección de plástico y su mantenimiento	14
3.3.1	Generalidades máquinas de inyección.....	14
3.3.2	Mantenimiento máquinas de inyección de plásticos.....	15
3.4	máquinas en la planta y su mantenimiento.....	16
3.4.1	Chillers	16
3.4.2	Molino de cuchillas rotatorias	18
3.5	moldes en inyección de plásticos.....	19
3.5.1	Generalidades de moldes de inyección	19
3.5.2	sistemas de inyección en moldes.....	21
IV.	Desarrollo.....	23
4.1	Instalación del sistema eléctrico y de control de máquina de inyección kl1000 windsor	23
4.1.1	objetivo del trabajo.....	24
4.1.2	Descripción del trabajo desarrollado	24
4.2	desarrollo de requisita de materia en proceso de planta	30
4.2.1	Objetivo del trabajo.....	30
4.2.2	Descripción del trabado desarrollado	30
4.3	Cambios de molde en máquina de inyección.....	32
4.3.1	Objetivo del trabajo.....	32

4.3.2	Descripción del trabajo desarrollado.....	33
4.4	Calibración balanza Metter toledo ind 231	34
4.4.1	Objetivo del trabajo.....	34
4.4.2	Descripción del trabajo	35
4.5	Cambios de varillas de expulsión de los moldes de inyección.....	38
4.5.1	Objetivo del trabajo.....	38
4.5.2	Descripción del trabajo	38
4.6	Técnica de proceso de inyección por moldeo científico	40
4.6.1	Objetivo del trabajo.....	40
4.6.2	Descripción del trabajo	40
4.7	Cronograma de actividades.....	50
V.	Conclusiones.....	51
VI.	Recomendaciones.....	52
	Bibliografía.....	53

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Polímeros en su estado sólidos	5
Ilustración 2. Clasificación de los plásticos.....	7
Ilustración 3. Resultado de unión de monómeros	7
Ilustración 4. Estructura molecular plásticos.....	8
Ilustración 5. Proceso de inyección	11
Ilustración 6. Primer máquina inyectora.....	14
Ilustración 7. Partes de una máquina inyectora	15
Ilustración 8. Chiller.....	17
Ilustración 9. Molino rotatorio.....	18
Ilustración 10. Molde en inyección de plásticos.....	19
Ilustración 11. Partes de un molde en inyección de plásticos	20
Ilustración 12. Molde colada fría.....	21
Ilustración 13. Molde colada caliente.....	22
Ilustración 14. KL1000 Windsor	23
Ilustración 15. Conexión de bobinas de válvulas	25
Ilustración 16. Válvula 4/2 de doble efecto y válvula de accionamiento eléctrico retorno por resorte	26
Ilustración 17. Bloques de terminal utilizados en máquina KL1000	27

Ilustración 18. Conexión de borneras completa.....	28
Ilustración 19. Tablero principal de alta potencia.....	29
Ilustración 20. Materia virgen con colorante café	30
Ilustración 21. Material molido procesado en Plásticos de Honduras.....	31
Ilustración 22. Ejemplo de requisa de materia.....	32
Ilustración 23. Cambio de molde	34
Ilustración 24. Balanza Metter Toledo IND 231.....	35
Ilustración 25. Tomando peso de piezas de gaveta.....	37
Ilustración 26. Varillas de expulsión en molde diseñado para hacer soportes de ropero	38
Ilustración 27. Varillas de molde dañadas	39
Ilustración 28. Máquina de inyección Haitian	40
Ilustración 29. Proceso de ajuste de variables en el moldeo científico	43
Ilustración 30. Temperatura a utilizar según tiempo de residencia	46
Ilustración 31. Cronograma de actividades de semana 1 a semana 5.....	50
Ilustración 32. Cronograma de actividades de semana 5 a semana 10	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultado obtenidos de moldeo científico realizado en maquina Haitian	48
Tabla 2. Valores visualizados en la pantalla de maquina Haitian	49

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Fuerza de cierre.....	44
Ecuación 2. Tiempo de enfriamiento.....	44
Ecuación 3. Tiempo de sostenimiento.....	45
Ecuación 4. Tiempo de carga.....	45
Ecuación 5. Tiempo de ciclo.....	45
Ecuación 6. Numero de tiros en el cañón.....	45
Ecuación 7. Tiempo de residencia.....	45
Ecuación 8. Distancia de carga.....	46
Ecuación 9. Presión de sostenimiento.....	46
Ecuación 10. Eficiencia de inyección.....	47

GLOSARIO

Bebedero: que es el elemento de conexión entre el molde y la boquilla de inyección.

Requisa de material: es una hoja especial que generalmente se hace por triplicado, exigida por el almacenista para entregar la materia prima con destino a un trabajo específico. Una de las copias de esa solicitud queda en poder del almacenista, y las otras dos se envían a los departamentos de contabilidad y de Costos. Se establece así un control más efectivo de los materiales que se suministran a producción (Mejia & Romero, 2012).

Piroxilina: Sustancia explosiva obtenida impregnando algodón en ácidos nítrico y sulfúrico (RAE, 2019).

Solidificación: Es el cambio de estado de la materia de líquido a sólido al disminuir la temperatura o por una compresión de este material (RAE, 2019).

I. INTRODUCCIÓN

El mantenimiento industrial es el área que se encarga de planear, programar y controlar todas las actividades encaminadas a garantizar el correcto funcionamiento de los equipos utilizados en los procesos de producción. La ingeniería de procesos va orientado a la mejora continua de proyectos, en este caso relacionado con el mantenimiento preventivo, correctivo y procesos de producción en una empresa. Todo esto con el fin de minimizar los tiempos de fallas en máquinas, al mismo tiempo, proporcionar una correcta respuesta frente algún problema para evitar pérdidas o bajas eficiencias de producción.

Plásticos de Honduras S.A de C.V fundada en 1964 dedicada a la transformación y comercialización de productos plásticos, su planta está ubicada en la ciudad de San Pedro Sula. Esta dentro de una de las empresas de manufactura de plásticos más grande de Honduras el cual su proceso está orientado a la inyección de plásticos. Cuenta con un departamento de mantenimiento el cual vela por el buen funcionamiento de las máquinas de inyección corrigiendo y previniendo posibles fallas.

El cargo de ingeniero de procesos tiene como objetivo principal dar seguimiento a las mejoras en los procesos de producción, en este caso se controlan eficiencias y ciclos de trabajo en la elaboración de piezas de plásticos. También se realizan mantenimientos establecidos, incluyendo planes de mejoras para minimizar tiempos de paro de maquinaria para producción.

El informe está conformado por cinco capítulos: Generalidades de la empresa, planteamiento del problema, marco teórico, desarrollo de actividades, conclusiones y recomendaciones.

Cada sección que conforma el presente documento, se detallan de manera breve a continuación:

Generalidades de la empresa: esta sección pretende dar a conocer una breve reseña de la historia de Plásticos de Honduras.

Marco teórico: representa el fundamento teórico de la investigación y diseño realizado, ofrece al lector un criterio válido para el entendimiento teórico del trabajo.

Desarrollo: este segmento ofrece una descripción de las actividades desarrolladas dentro del área de mantenimiento y producción. Por otro lado, se presenta un programa de actividades en donde se muestran las fechas y duración de cada actividad efectuada durante el periodo de ejecución de la práctica profesional.

En los demás capítulos posteriores se presentan las conclusiones y recomendaciones recopiladas durante la ejecución de la práctica profesional.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Plásticos de Honduras, empresa que nace en 1964 dedicada a la transformación y comercialización de productos plásticos. Su planta ubicada en San Pedro Sula, Honduras. Su localización estratégica que le permite acceder a todos los mercados en Latinoamérica. La empresa cuenta con 24 máquinas de inyección de plástico. (Plastimas, 2020).

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO O UNIDAD

La empresa Plásticos de Honduras cuenta con un departamento de mantenimiento el cual se encarga de la reparación, cambios de moldes y conservando las mejores condiciones de operación de las máquinas. Dicha unidad está constituida por un jefe de mantenimiento seguido de siete técnicos mecánicos el cual varían dependiendo los turnos de trabajo.

2.3 OBJETIVOS DEL PUESTO

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar mejoras al plan de mantenimiento preventivo y análisis de eficiencia de producción en la empresa plásticos de Honduras.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Revisión y elaboración de requisa diaria de materia en proceso planta.
2. Revisión y evaluación de mezclas utilizadas en proceso de inyección de plástico.
3. Responsable de administrar, organizar y planificar el correcto funcionamiento de maquinaria que se utiliza para inyectar plástico.
4. Programar los requerimientos de producción, los cambios de moldes minimizando tiempos que afectan la producción de piezas plásticas.
5. Coordinar el trabajo del personal de mantenimiento

III. MARCO TEÓRICO

3.1 PLÁSTICOS Y SU MANUFACTURA

3.1.1 GENERALIDADES SOBRE LOS PLÁSTICOS

El plástico es un material constituido por una variedad de compuestos orgánicos sintéticos o semi sintético, que tiene la propiedad de ser maleable y por tanto puede ser moldeado en objetos sólidos de diversas formas (Ilustración No.2). Esta propiedad confiere a los plásticos una gran variedad de aplicaciones. Su nombre deriva de plasticidad, una propiedad de los materiales, que se refiere a la capacidad de deformarse sin llegar a romperse (Vega, 2018).



Ilustración 1. Polímeros en su estado sólido

Fuente: (PlasticsEurope, 2020).

Es uno de los inventos que ha contribuido al avance de la ciencia. Su descubrimiento fue en el en 1860, cuando el inventor estadounidense Wesley Hyatt desarrolló un método de procesamiento presión de la piroxilina. Hoy en día donde sea que miremos hay algo que tenga plástico (Lopez B. , 2019).

Hay plástico en la ropa, en el coche, en objetos cotidianos, desde cepillos de dientes hasta televisores. El término plástico es genérico engloba a una serie de materiales sintéticos o semi-sintéticos que tienen muchas aplicaciones. Los plásticos por lo general son sintéticos derivados de la industria petroquímica, aunque también hay alternativas plásticas parcialmente naturales, biodegradables que son más respetuosos con el medio ambiente.

Clasificación de los plásticos

- Polietileno Tereftalato (PET): plástico de alta calidad, se emplea en embotellado y envasado, es el único cuyo reciclaje es rentable, su uso es principales usados Botellas de refrescos. Tardan el tiempo en que degradándose es entre 100 a 1000 años.
- Polietileno de alta densidad (HDPE): gran resistencia y durabilidad en forma laminar. Ideal para productos de vida media-larga. Reciclaje viable. Usos principales: Botellas de leche, botellas de detergentes, productos en forma de láminas y bolsas.
- Polietileno de baja densidad (LDPE): plástico duro y resistente, pero de calidad mediana-baja. No es reciclable. Usos principales: Cajas para botellas, valijas, tapas y etiquetas. Tardan el tiempo en que degradándose en 150 años aproximadamente.
- Polipropileno (PP): el plástico más común en la fabricación de las tapas de gaseosa. Tardan el tiempo en que degradándose es 1000 años.
- Cloruro de polivinilo (PVC): gran capacidad de combinación con diversos productos químicos. Útil para todo tipo de usos. Es muy difícil de reciclar. Usos Principales: Recipientes domésticos y de comida, tuberías, etc. Tardan el tiempo en que degradándose es más 1000 años.
- Polipropileno: semirrígido, translucido, buena resistencia química, duro y buena resistencia al calor. En bandejas de comida, envases microondas, envases alimentarios. Fibras para alfombras, revestimientos de paredes y tapicería. Tardan el tiempo en que degradándose es más 1000 años.
- Poliestileno (PS): plástico liviano. Ideal como aislante térmico y acústico. No es reciclable. Usos principales: envases de yogur, cajas de huevos, cubiertos de plástico, embalajes de protección para productos electrónicos, material aislante en la construcción, artículos moldeados por inyección. Tardan el tiempo en que degradándose entre 100 a 1000 años
- Bioplástico: existe una combinación de factores que está impulsando la utilización de plásticos biodegradables. Entre estos están: El alto precio de las resinas derivadas del petróleo. La creciente conciencia de los consumidores sobre la necesidad de proteger el medio ambiente.



Ilustración 2. Clasificación de los plásticos

Fuente: (Tecnova, 2018)

3.1.2 POLÍMEROS

Un polímero es una cadena de unidades de repetición o monómeros (del griego mono=uno, unidad) que se unen y repiten formando una macro-molécula (decenas de millones de unidades repetidas) o polímero. Sin embargo, antes de entender un polímero es importante entender cómo se forma y esto es a partir de moléculas. Una molécula es un grupo eléctricamente neutro de dos o más átomos unidos por enlaces. Las moléculas se distinguen de los iones por su falta de carga eléctrica (Uribe, 2010).

En el siguiente ejemplo podemos ver la molécula del etileno ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$), estas moléculas al ser sometidas a presión y temperatura dentro de un reactor, se unirán formando el polímero de polietileno, a este proceso se le conoce como polimerización (Ilustración No.4).

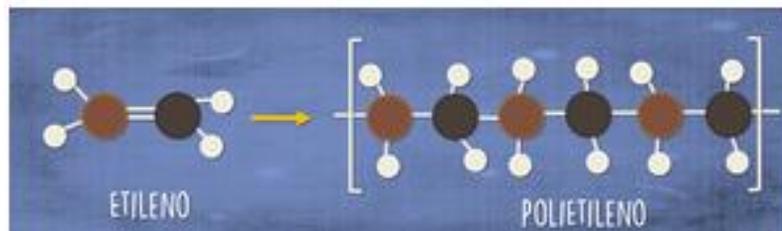


Ilustración 3. Resultado de unión de monómeros

Fuente: (Uribe, 2010).

Clasificación de los polímeros

Por su efecto al calor pueden ser:

- Termoplásticos: plásticos que pueden ser ablandados por el calor y que al enfriar retornan a su estado sólido o sea pueden ser refundidos.
- Termoestables: plásticos que se solidifican o fijan por el calentamiento y que no pueden ser refundidos nuevamente.

Clasificación por su estructura molecular

- Plásticos amorfos: las macromoléculas se encuentran situadas desordenadamente de forma comparable a las fibras en un manojo de algodón. Este es el caso para todos los termoestables y en todos los termoplásticos con moléculas de fibras voluminosas (Mariscal, 2020).
- Plásticos semicristalinos: en los termoplásticos se producen parcialmente sobre estructuras las llamadas zonas cristalinas, cuantos más finas (menos pliegues) tiene la fibra molecular se producen más zonas cristalinas.

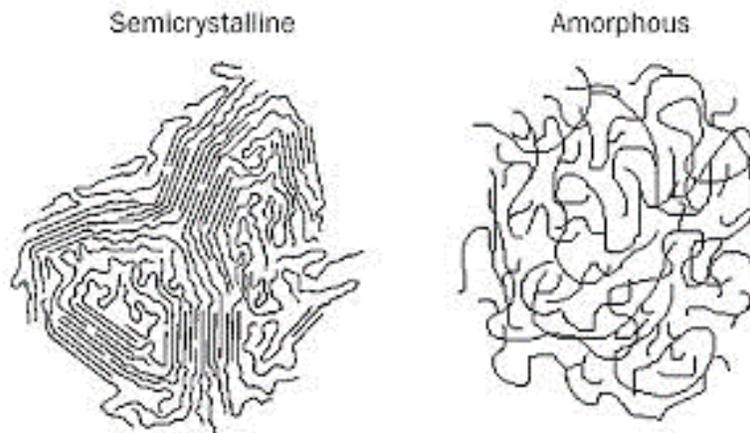


Ilustración 4. Estructura molecular plásticos

Fuente: (Mariscal, 2020).

3.1.3 PROPIEDADES DE LOS PLÁSTICOS

Es importante entender las propiedades características de los plásticos, entre los cuales se encuentran el alto peso molecular, la baja densidad, alta resistencia a la corrosión y baja conductividad térmica y eléctrica, todo al contrario de los materiales metálicos, es por ello que su aplicación en la industria moderna es cada día más creciente. Las características antes mencionadas hacen posible su amplia aplicación y uso de tipo industrial, tal es así que en la actualidad existen plásticos con elevada resistencia al calor y a la tracción, con valores próximos a los aceros (Soberon, 2007).

Los plásticos, bajo carga, tienen un comportamiento diferente al de cualquier otro material industrial, la razón es que en forma especial los termoplásticos tienen un comportamiento visco elástico, es decir tienen una reacción viscosa y elástica, al contrario de los metales que tiene una reacción ante las cargas de una falla por deformación. Esta deformación visco elástica se debe, en forma principal, a la estructura molecular de cadena larga. Cuando las cadenas largas están bajo cargas, se mueven una a lo largo de la otra y la cantidad de movimiento se debe al tipo de enlace. Los plásticos con enlaces débiles se deforman con más facilidad que los que tienen enlaces fuertes.

Uso común de los plásticos

- Aplicaciones en el sector industrial: piezas de motores, aparatos eléctricos y electrónicos, carrocería, aislantes eléctricos y acuosos.
- En construcción: tuberías, impermeabilizantes, espumas aislantes de poliestireno.
- Industrias de consumo y otras: envoltorios, juguetes, envoltorios de juguetes, maletas, artículos deportivos, fibras textiles, muebles, bolsas de basura.

3.1.4 MANUFACTURA DE PLÁSTICOS POR INYECCIÓN

Dependiendo del tipo de plástico que se desea emplear existen diferentes formas de manufacturarlo, como se mencionó anteriormente, los termoplásticos son producidos por procesos de inyección, extrusión, soplado, termoformado; para los plásticos termoestables se encuentra el moldeo por compresión, el moldeo por transferencia.

Moldeo por inyección

Una de las técnicas de procesamiento de plásticos que más se utiliza es el moldeo por inyección, siendo uno de los procesos más comunes para la obtención de productos plásticos. Hoy en día cada casa, cada vehículo, cada oficina, cada fábrica, etc. contiene una gran cantidad de diferentes artículos que han sido fabricados por moldeo por inyección. Entre ellos se pueden citar: teléfonos, vasijas, etc. y formas muy complejas (Hernandez, Taboada, & Suarez, 2015).

El moldeo por inyección requiere temperaturas y presiones más elevadas que cualquier otra técnica de transformación, pero proporciona piezas y objetos de bastante precisión (siempre y cuando la resina utilizada no tenga una retracción excesiva), con superficies limpias y lisas, además de proporcionar un magnífico aprovechamiento del material, con un ritmo de producción elevado. Sin embargo, a veces, las piezas deben ser refinadas o acabadas posteriormente, para eliminar rebabas.

Proceso de inyección

El material plástico (Ilustración No.6). en forma de polvo o en forma granulada, se deposita para varias operaciones en una tolva, que alimenta un cilindro de caldeo, mediante la rotación de un husillo o tornillo sin fin, se transporta el plástico desde la salida de la tolva, hasta la tobera de inyección, por efecto de la fricción y del calor la resina se va fundiendo hasta llegar al estado líquido, el husillo también tiene aparte del movimiento de rotación un movimiento axial para darle a la masa líquida la presión necesaria para llenar el molde, actuando de ésta manera como un émbolo.

Una vez que el molde se ha llenado, el tornillo sin fin sigue presionando la masa líquida dentro del molde y éste es refrigerado por medio de aire o por agua a presión hasta que la pieza se solidifica. Las máquinas para este trabajo se denominan inyectora de husillo impulsor o de tornillo sin fin, también se le denomina extrusora en forma genérica.

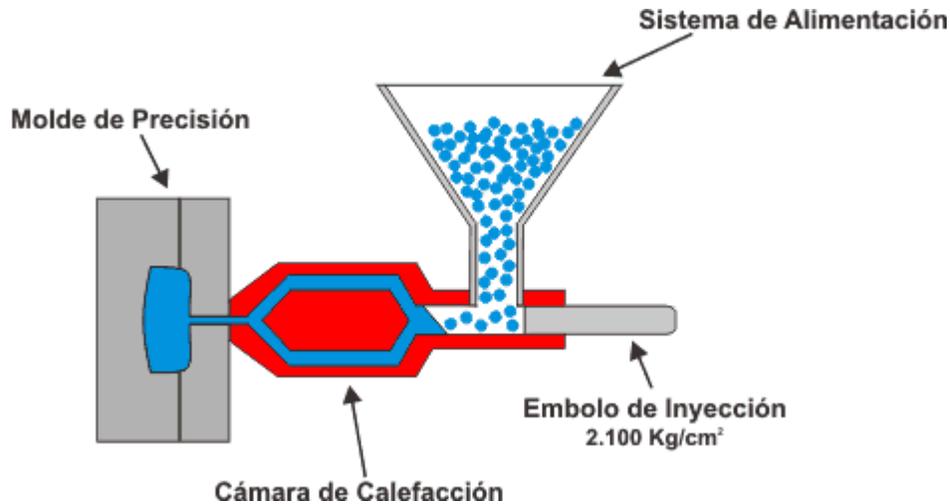


Ilustración 5. Proceso de inyección

Fuente: (Anduri, 2001).

3.1.5 CONTROL DE PRESIÓN, TEMPERATURA Y TIEMPO

La calidad de los productos obtenidos en el moldeo por inyección incluye propiedades mecánicas, calidad de la superficie, dimensiones y densidad. Para obtener una calidad aceptable y reproducible es esencial mantener el proceso de moldeo bajo un control preciso y así las máquinas modernas están controladas por medio de microprocesadores. Las entradas al sistema de control son:

- Temperaturas en la camisa, boquilla y molde medidas mediante termopares.
- Presión del líquido hidráulico que actúa sobre el brazo del émbolo.
- Presión del polímero en el molde.
- Posición y velocidad del brazo del émbolo mediante un sensor tipo potenciómetro

Los datos anteriores deben ser usados para optimizar el ciclo y obtener la calidad requerida en el tiempo de ciclo más corto posible. Durante el proceso productivo los parámetros óptimos determinados deben de repetirse de ciclo en ciclo de la forma más precisa que sea posible (Cuevas, 2019).

3.1.6 PERFIL PARA UNA CORRECTA INYECCIÓN

Para todas las operaciones de moldeo, la optimización del ciclo de inyección compensa el esfuerzo que se hace para mejorar. Como mínimo, la optimización asegura el uso eficaz del material y genera pocos desperdicios; por lo común, ésta es la diferencia entre una pieza bien hecha y una defectuosa.

A continuación, el procedimiento de inyección se divide en dos secciones, a saber, llenar y empaçar o retener. Llenar depende de la velocidad. Idealmente, llenar debería ser rápido, para permitir que la válvula de no retroceso funcione rápida y positivamente. Una máquina moderna que se puede programar permite variar la velocidad, por ejemplo:

- Llenar rápido el sistema del canal de alimentación y bebedero.
- Retardar para evitar que haya chorros a través de la compuerta.
- Una vez que se empieza a llenar la cavidad principal, incrementar de nuevo la velocidad hasta que esté llena.
- Disponer de posteriores variaciones de la velocidad para equilibrar los núcleos u otros estrechamientos en el molde.

Esta parte del programa relaciona velocidad con distancia. En este punto, se empieza a empaçar. El programa cambia a presión contra tiempo. Se usa la presión correcta para llenar uniformemente el molde, pero evitar empaçar de más, que generaría piezas moldeadas con esfuerzos residuales y sobrepeso. La presión con que se empaça puede variar a través del ciclo para evitar la fuga de material antes de que solidifique la superficie de la pieza moldeada, luego se incrementa para comprimir y eliminar los huecos y se baja para evitar los esfuerzos hasta que el material solidifique en la compuerta. Para un nuevo producto, puede emplearse este programa recurriendo a la experiencia y a varias corridas de prueba. Para una moderna máquina que se controla con microprocesador, la información del programa puede entonces almacenarse en disco o cintas, y está disponible para usarse en corridas posteriores

3.2 MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

3.2.1 GENERALIDADES MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Mantenimiento son todas las actividades que deben ser desarrolladas en orden lógico, con el propósito de conservar en condiciones de operación segura, efectiva y económica, los equipos de producción, herramientas y demás activos físicos, de las diferentes instalaciones de una empresa. A medida que transcurre el desarrollo tecnológico las instalaciones se vuelven cada vez más complejas y automatizadas, con grandes cadenas de producción, cuya parálisis representa grandes pérdidas económicas. La importancia del mantenimiento se deriva por tanto, de la necesidad de contar con una estructura que permita restablecer rápidamente las condiciones de operación ideal, para reducir al mínimo las pérdidas de producción (Palencia, 2012).

Mantenimiento correctivo y preventivo

El mantenimiento preventivo es aquel que se enfoca en garantizar el buen estado del equipo a partir de un plan de trabajo que evite que se produzcan averías. Son tareas como el cambio de aceite de una máquina, la limpieza adecuada o las inspecciones de la instalación. Según los expertos, este es el mantenimiento más eficiente para garantizar el buen estado de los equipos con el menor coste. Se realiza de forma rutinaria, con el fin de alargar todo lo posible la vida útil de las máquinas. El objetivo es reducir o evitar que se produzcan averías importantes, las cuales son costosas y dejan la máquina fuera de uso durante un tiempo no planificado, afectando al rendimiento de otros activos afectados por el flujo del proceso de trabajo (Marquez, Gonzalez, & De Leon, 2017).

En cuanto al mantenimiento correctivo, en este caso la tarea está destinada a resolver un fallo o avería que ya se ha producido en el equipo. Consiste en reparar la máquina a su condición operativa inicial. Este tipo de mantenimiento es el más común en las empresas, normalmente debido a que se ha descuidado el preventivo, o porque no se puede asegurar al 100% la eficacia de este. Cuando las inspecciones y controles rutinarios no han logrado prever las posibles averías, comienzan a aparecer los problemas mecánicos.

3.3 MÁQUINAS DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO Y SU MANTENIMIENTO

3.3.1 GENERALIDADES MÁQUINAS DE INYECCIÓN

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 (Henriquez, 2016).

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.

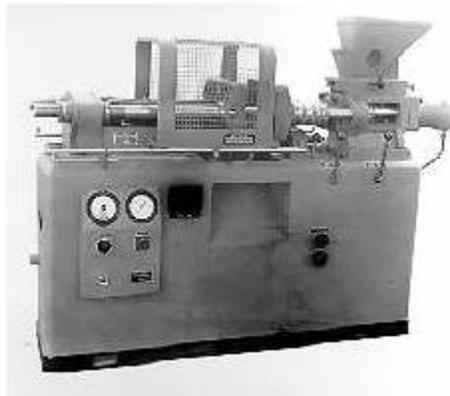


Ilustración 6. Primer maquina inyectora

Fuente: (Henriquez, 2016).

Las máquinas de moldeo por inyección tienen tres módulos principales:

- **La unidad de inyección o plastificación.** La unidad de inyección plastifica e inyecta el polímero fundido.

- **La unidad de cierre.** Soporta el molde, lo abre y lo cierra además de contener el sistema de expulsión de la pieza.
- **La unidad de control.** Es donde se establecen, monitorean y controlan todos los parámetros del proceso: tiempos, temperaturas, presiones y velocidades. En algunas máquinas se pueden obtener estadísticas de los parámetros de moldeo si así se desea.

Básicamente todas las máquinas de inyección están formadas por los mismos elementos. Las diferencias entre una máquina y otra radican en su tamaño, la unidad de cierre y el diseño de la unidad de plastificación.

En menor medida, también se diferencian en las variantes del diseño de sus elementos de montaje y los sistemas de accionamiento. A continuación, se explicarán a detalle los elementos constitutivos de cada subsistema que componen a una máquina de inyección de plásticos, así como de una breve descripción del proceso de moldeo por inyección para comprender mejor el funcionamiento de las máquinas.

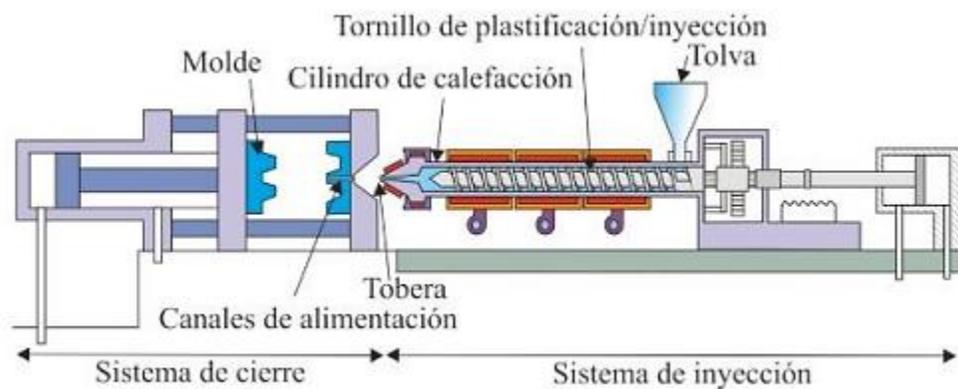


Ilustración 7. Partes de una máquina inyectora

Fuente: (Lopez A. , 2018)

3.3.2 MANTENIMIENTO MÁQUINAS DE INYECCIÓN DE PLÁSTICOS

El mantenimiento preventivo de la máquina de inyección está diseñado para la inspección y revisión de las condiciones de la máquina, que permite al operario prevenir posibles fallas y lograr

el funcionamiento óptimo de la misma durante los procesos de inyección/producción, en este caso el mantenimiento preventivo cuenta con los siguientes pasos:

- Limpieza de máquina: limpiar la maquina en general con una franela seca, para que el material que se utilice en la tolva no se contamine.
- Limpieza de molde: limpiar el molde para quitar fragmentos de plásticos que puedan intervenir en la inyección y que la pieza salga contaminada.
- Realizar lubricación de molde: se deben aplicar lubricante de baja viscosidad para que facilite la expulsión de la pieza sin dañar la misma además permitirá realizar toda una serie de piezas sin ser necesaria la intervención en el molde.
- Revisión niveles aceite hidráulico: para la revisión del nivel del aceite se basa en el flotador, el flotador se debe de encontrar a un nivel adecuado de no ser así se debe de colocar lubricante.
- Revisión de fugas de aceite: debe de ser inspeccionado que no contenga algún objeto o sustancia que sea ajena al aceite que la máquina requiere, se debe revisar que la maquina no presente fugas en los siguientes puntos: el nivel de aceite y el intercambiador.
- Revisión de fugas de material en la boquilla: debe de ser revisada antes, durante y posteriormente de su manejo. Revisando los posibles problemas como son: fugas durante la inyección, mal ajuste de boquillas.
- Revisión general de los alimentadores: la tolva debe de mantener una limpieza constante ya que esto evita que el material alojado en la tolva sea contaminado por suciedad.
- Cambio periódico de rodamientos
- Limpieza de panel de control eléctrico.

3.4 MÁQUINAS EN LA PLANTA Y SU MANTENIMIENTO

3.4.1 CHILLERS

Un chiller es un equipo que genera agua helada, el medio más eficiente para remover este calor es el agua, durante mucho tiempo se utilizó el agua de suministros naturales como son ríos, lagos,

cisternas y el agua que llega por medio de tuberías, pero hoy en día este recurso se ha vuelto escaso y caro, además de la contaminación que se le añade durante su uso. La solución a esta problemática se dio mediante la utilización de enfriadores de agua "Chillers" que están reciclando el agua sin necesidad de ser remplazada, esto gracias al sistema de refrigeración con que cuenta cada uno de estos equipos, no importando el tamaño, a continuación explicaremos cada uno de sus componentes y como trabajan para poder mantener un suministro de agua helada a los procesos industriales o al aire acondicionado (Franco, 2018).

Los componentes principales de un chiller son:

- Compresor
- Evaporador
- Condensador
- Microprocesador



Ilustración 8. Chiller

Fuente: (Anduri, 2001).

Mantenimiento de Chillers

Mantenimiento preventivo de un sistema de compresión

- Revisión de Presión de Aceite.
- Revisión de presión de descarga y succión de cada unidad.
- Cambio de filtros de aceite

- Cambio de aceite

Mantenimiento preventivo de Sistema de Condensación

- Cambio de baleros y barnizados de motor eléctrico.
- Revisión del estado operativo de motores eléctricos.
- Revisión/ reemplazo de aspas de ventiladores.

Mantenimiento preventivo Sistema de Refrigeración

- Revisión de fugas en el sistema
- Revisión de niveles de refrigerante
- Revisión de gases no condensables en el sistema.

3.4.2 MOLINO DE CUCHILLAS ROTATORIAS

Es una maquinaria de singular importancia en muchos sectores productivos. Este artilugio es un mecanismo de molienda que sirve para triturar muy diferentes productos mediante una polea o un reductor. Los molinos ayudan en gran variedad de industrias a realizar el trabajo de forma más eficiente, precisa y económica. Constituyen una ayuda muy valiosa en los procesos productivos, facilitando la optimización de las tareas (Barona, 2011).



Ilustración 9. Molino rotatorio

Fuente: (Barona, 2011).

Mantenimiento de molinos rotatorios

- Revisión periódica de banda de transmisión de potencia
- Revisión cuchillas que este correctamente afiladas.
- Limpieza dentro del ducto de molido.

3.5 MOLDES EN INYECCIÓN DE PLÁSTICOS

3.5.1 GENERALIDADES DE MOLDES DE INYECCIÓN

La inyección de plástico es un sistema eficaz para la fábrica de pequeñas y grandes piezas de plástico con una excelente calidad y acabado. Para ello es imprescindible que el molde tenga las mejores cualidades, una elaboración precisa y una máxima durabilidad (Marti, 2018).

El objetivo de un molde de inyección de plástico es la distribución de plástico fundido, para coger la forma correcta, enfriado y posteriormente expulsar la parte moldeada. Los canales de distribución o coladas deben de ser equilibrados, de forma que el recorrido del material sea el mismo para las distintas cavidades, de ese modo obtendremos un llenado equilibrado de todas las cavidades y una presurización equilibrada de las mismas.



Ilustración 10. Molde en inyección de plásticos

Fuente: (Vargas,

2017).

Cada una de las partes tiene una cavidad que se llenará con el fluido del polímero caliente, para tomar la forma y replicar la pieza correspondiente. El material es presionado por la unidad inyectora para llenar la cavidad del molde al 100% antes de enfriarse (Vargas, 2017).

Las partes del molde son:

- Canales: son los conductos por donde pasa el polímero fundido hacia la cavidad debido a la presión aplicada por la unidad de inyección.
- Cavidad: es el espacio donde el polímero inyectado toma la forma de la pieza.
- Respiradores: son conductos por los cuales sale al aire de la cavidad, conforme entra el fluido de plástico fundido.
- Sistema de enfriamiento: son los conductos por donde circula el refrigerante para regular la temperatura del molde. El enfriamiento es un factor crucial, pues de esto depende que la pieza no tenga deformaciones o que la superficie final sea la esperada.
- Pernos botadores: al abrir el molde, estos pernos ubicados en expulsan la pieza moldeada fuera de la cavidad.

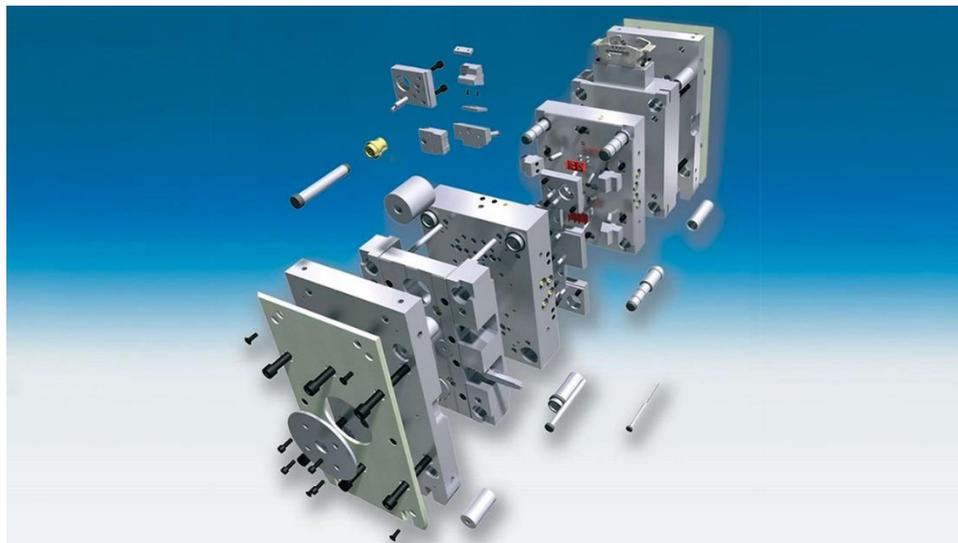


Ilustración 11. Partes de un molde en inyección de plásticos

Fuente: (Marti, 2018).

3.5.2 SISTEMAS DE INYECCIÓN EN MOLDES

El sistema de inyección de un molde es aquel que permite el llenado de la pieza seleccionada dentro del molde mismo dividiéndose en:

- Colada Caliente
- Colada Fría
- Colada mixta

Colada fría

Típicamente, hay dos o tres placas situadas entre la base del molde. Cuando el plástico tiene que ser inyectado en el molde, tiene que ser a través del bebedero y posteriormente el plástico se mueve por la colada antes de entrar finalmente en la cavidad del molde a través del punto de inyección (Solona, 2017).

En un molde de dos placas, la estructura la colada y las partes de la cavidad están unidas y para separar a ambas del molde, se tiene que usar un sistema de expulsión. Por otra parte, en un molde de tres placas, la colada se encuentra en una placa separada. Como resultado, las partes de la cavidad pueden ser expulsadas por sí solas.



Ilustración 12. Molde colada fría

Fuente: (Gutierrez & Longoni, 2006).

Colada caliente

En este tipo de sistema de moldeo, hay dos placas que se calientan junto con un múltiple. Este sistema dirige el plástico fundido a boquillas especiales, que conducen a las cavidades. El sistema de colada caliente puede ser calentado interna o externamente (Gutierrez & Longoni, 2006).



Ilustración 13. Molde colada caliente

Fuente: (Gutierrez & Longoni, 2006).

En el tipo calentado internamente, el operador puede controlar el flujo del plástico; mientras que el tipo calentado externamente es más apto para resinas que son sensibles a cambios de temperatura.

En un sistema de moldeo de colada caliente solidifica de una forma más rápida la pieza. Por lo tanto, el material molido y reciclado no afecta el tiempo de ciclo de producción de piezas.

Es importante tener en cuenta, que independientemente de que el molde sea de dos o tres placas, la colada siempre se muele y recicla. Esto ayuda a reducir los residuos de plástico, pero hace que el tiempo de ciclo aumente.

IV. DESARROLLO

Este capítulo tiene como principal objetivo presentar las actividades ejecutadas a lo largo del periodo de práctica profesional. Cabe de desatacar que por políticas de privacidad de la empresa no se tuvo aprobación a mostrar información y ciertas fotografías fueron supervisadas para su uso en el presente informe.

4.1 INSTALACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL DE MÁQUINA DE INYECCIÓN KL1000 WINDSOR

Con motivo de realizar una silla mecedora, la empresa Plásticos de Honduras adquirió una nueva máquina con una capacidad máxima de inyección de 1000 toneladas para poder realizar una silla mecedora.



Ilustración 14. KL1000 Windsor

Fuente: (Windsor, 2020).

Windsor es un fabricante mundial de maquinaria de procesamiento de plásticos con sede en India y es una de las pocas empresas nacionales dedicadas a la fabricación de maquinaria de moldeo por inyección, extrusión de tuberías y película soplada bajo un mismo techo (Windsor, 2020).

4.1.1 OBJETIVO DEL TRABAJO

Realizar parte de la conexión del sistema eléctrico de potencia y de control para la máquina KL1000 de Windsor adquirida por la empresa.

4.1.2 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

La máquina de inyección fue instalada por partes debido que así fue enviada desde la India por el tamaño de la misma, casi el 30% de las conexiones del sistema eléctrico y de control estaban desconectadas se procedió en primer lugar a leer el manual y luego a su respectiva conexión.

4.1.2.1 Conexión de bobinas de válvulas hidráulicas y de sistema de control

Es importante estar familiarizado con los símbolos que identifican y representan a los dispositivos eléctricos y electrónicos, en un plano eléctrico e hidráulico. Cada uno de los aparatos que intervienen en un circuito eléctrico tiene una representación gráfica en el plano, según las normas internacionales. Cada uno de estos símbolos en un plano nos permitirá conocer no sólo los elementos intervinientes sino, también, el funcionamiento del circuito en su conjunto.

Se procedió a identificar las partes donde están ubicadas las válvulas hidráulicas previo a ello a localizar las cajas donde se encuentran las borneras para la conexión de ciertos sensores y transductores.

Dentro de una de las complicaciones al momento de instalar las bobinas de las válvulas hidráulicas es que estas no estaban marcadas físicamente, lo que dificultaba su identificación. Adicionalmente, ciertas válvulas fueron instaladas incorrectamente por los mecánicos de la empresa y esto dio un mayor conocimiento al hacer la correspondiente conexión a las bobinas de las válvulas.

Se procedió a hacer lectura del plano hidráulico de la máquina e identificar cual era cada válvula y que función tenía en el sistema de la máquina. Ciertas de las válvulas que se encuentran en el sistema hidráulico son las siguientes:

- Válvula 4/2 de doble efecto con accionamiento eléctrico.
- Válvula 4/2 de accionamiento eléctrico y retorno por resorte.

- Válvula de seguridad
- Válvula 3/2 de doble efecto con accionamiento eléctrico.
- Válvula 3/2 de accionamiento eléctrico y retorno por resorte.
- Válvula 5/2 de doble efecto con accionamiento eléctrico.
- Válvula 5/2 de accionamiento eléctrico y retorno por resorte.
- Válvulas anti retornos
- Válvula reguladora de caudal unidireccional
- Válvula Y
- Válvula O
- Válvula reguladora de presión ajustable



Ilustración 15. Conexión de bobinas de válvulas

Fuente: elaborado por el autor.

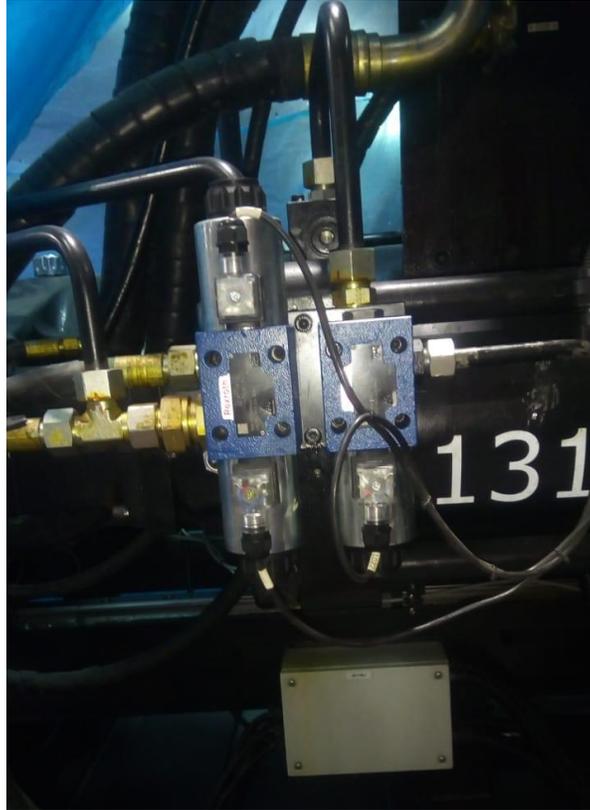


Ilustración 16. Válvula 4/2 de doble efecto y válvula de accionamiento eléctrico retorno por resorte

Fuente: elaborado por el autor.

Luego de conectar las bobinas de las válvulas, se identificó en el manual de la maquina como debían de conectar ciertos cables en unas borneras, dichos cables provenían de sensores que identifican el posicionamiento en el sistema de pistones que abren y cierran el molde, también ciertos transductores para mordazas de sistema de expulsión y voltajes para alimentar la bornera.

Existen diferentes técnicas para conectar conductores eléctricos: trenzados, soldados, prensados (usando conectores a compresión) y de sujeción son ejemplos populares. En el campo industrial se utilizan una combinación de conectores a compresión llamados terminales y los terminales roscables o borneras para sujetar cables de instrumentación y otros cables (Paz, 2017).

Las borneras son componentes con una buena implantación a nivel internacional y adecuado para la inmensa mayoría de aplicaciones de conexión, gracias a su amplia gama de funciones y posibilidades de conexión. Las borneras garantizan calidad, seguridad y conexiones fiables.

Además de estos cambios, optimizan la configuración y el funcionamiento de las instalaciones, gracias a su simplicidad y sus funciones integradas.

La tecnología de resorte es un tipo de conexión que no requiere mantenimiento y que garantiza la separación de las funciones mecánicas y eléctricas. Las borneras de resorte reducen de forma significativa el tiempo dedicado al cableado y terminan con la necesidad de volver a realizar el apriete con regularidad. Esta tecnología no únicamente permite la conexión de conectores flexibles con o sin punteras de cable, sino también de conectores rígidos con una sección nominal. Las borneras garantizan calidad, seguridad y la disponibilidad operativa del equipo. Además de estos cambios, optimizan la configuración y el funcionamiento de las instalaciones, gracias a su simplicidad y sus funciones integradas.



Ilustración 17. Bloques de terminal utilizados en maquina KL1000

Fuente: elaborado por el autor.

Para la KL1000 se debían conectar dos cajas que contenían bloques de terminales (Ilustración 18) una localizada en la parte superior de la máquina y la otra en la parte inferior.



Ilustración 18. Conexión de borneras completa

Fuente: elaborado por el autor.

4.1.2.2 Conexión de cables de alta potencia y sistema de control en gabinete principal

Los tableros eléctricos prácticamente son armazones metálicos que se utilizan para proteger a todos los componentes de mando y de control de cualquier sistema eléctrico, ya sea desde un circuito básico de un hogar hasta los componentes de uno más complejo como el de una máquina industrial (Jimenez, 2018).

El tablero principal de la máquina de inyección KL 1000 se encuentra incorporada en la misma máquina, aquí se encuentra la distribución principal de alta potencia con todos sus componentes principales, contactores de arranque, medidores de corriente, conexión a otros motores y driver que controlan la velocidad de los motores, con un sistema de alimentación trifásico a 220v y un sistema de control a 24 v. Se procedió a interpretar al igual el manual en la parte donde se describe la conexión de alta potencia incluyendo la parte de control tomando en consideración separar cables de alta potencia con cables de voltajes más pequeños para que no existiera una interferencia de por medio y pueda afectar a futuro.

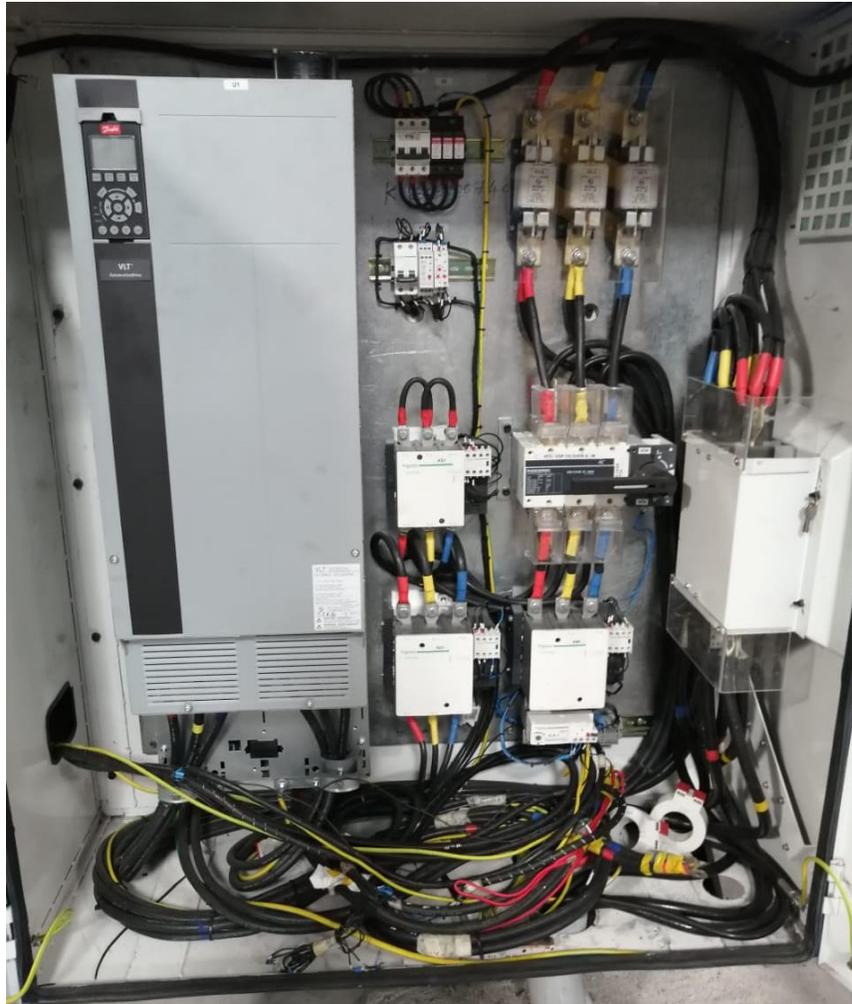


Ilustración 19. Tablero principal de alta potencia

Fuente: elaborado por el autor.

Avances realizados en la conexión del tablero principal (Ilustración No.20) cabe resaltar que el 30% de los cables estaban desconectados.

De los cables aun no conectados van hacia otros gabinetes que controlan tanto a motores auxiliares como también la alimentación de termocuplas y resistencias.

4.2 DESARROLLO DE REQUISA DE MATERIA EN PROCESO DE PLANTA

4.2.1 OBJETIVO DEL TRABAJO

Realizar requisa de materia para conocer la cantidad de material necesario en cada máquina de inyección por día.

4.2.2 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

Esta requisa de materia es un documento de Excel en donde se detalla las 24 máquinas que tiene la planta, a la vez se especifica cual pieza está manufacturando cada máquina, cuantas piezas producirán, tiempo de trabajo de máquina y lo más importante, cuanta materia va a consumir por día.

La materia prima de las máquinas de inyección en plásticos de Honduras es el polipropileno. En las maquinas se usan de dos tipos: material virgen el cual está a un 100% de pureza y de material molido que vienen de un proceso de reciclaje con un 50% de pureza.



Ilustración 20. Materia virgen con colorante café

Fuente: elaborado por el autor.

Toda la materia virgen se adquiere en Estado Unidos, Canadá y otros países. Gran parte del material molido es procesado por Plásticos de Honduras, es decir que de las piezas (sillas, gavetas, tapas fruteros etc.) que no son aceptadas por calidad por algún defecto ya sea visual o por deformación, dichas piezas son llevadas al área de molido para ser trituradas y volver a utilizar este material reprocesado, otra parte del material molido se compra a empresas de Honduras que se dedican al negocio de reciclaje.



Ilustración 21. Material molido procesado en Plásticos de Honduras

Fuente: elaborado por el autor.

La gerencia de la empresa proporciona las indicaciones de que material se utilizara, ya sea material virgen o material reciclado. Para realizar la requisita de materia fue necesario:

- Trabajar en conjunto con la bodega de suministros y el jefe de producción, de aquí se parte para saber que se hará con la materia.

- Verificar en la proyección de la semana de producción que cambios de molde se harán por día para modificar el Excel.
- Confirmar que maquina no trabajara para eliminar el dato en el documento.
- Revisar el inventario de materia para conocer las cantidades en libras de cada material para proceder a repartir dicho material por máquina.
- Rebajar en la requisa el material que no se utilizó anteriormente.
- Conocer los porcentajes de materia a utilizar, ya sea 40% de materia virgen mezclado con 60% de materia molida.
- Una vez realizado lo anterior, se procede a firmar la requisa en físico y el encargado de materia rebaja el material utilizado en el sistema de contabilidad de la empresa.

REQUISA DE MATERIA PRIMA DE PRODUCCION									
Total de produccion						Materia a necesitar			
Maq.	Producto	Ciclo	Cavidad	Unidades x dia	Consumo en Lbrs	Lbs a necesitar	PP-12 Snetor	P.molido	
1	Base mediana	30	1	2923	1610	1610	483	563	
2	Puerta ropero	55	1	1594	1236	1236	1236		
3	Silla	80	1	1096	5481	5481	5481		
4	Silla sofa	80	1	1096	5481	5481	5481		
5	Patas de frutero	52	1	1686	4829	4829	4829		
6	Cesta de frutero	48	1	1827	3272	3272	1309	1963	
7	Gaveta grande	38	1	2308	2562	2562	1025	1537	
				Total lbs a utilizar	24471				

Ilustración 22. Ejemplo de requisa de materia

Fuente: elaborado por el autor.

4.3 CAMBIOS DE MOLDE EN MÁQUINA DE INYECCIÓN

4.3.1 OBJETIVO DEL TRABAJO

Realizar cambios de molde en máquinas de inyección según la planificación del departamento de producción para cumplir pedidos de clientes.

4.3.2 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

La diversificación de los productos de plástico ha provocado un aumento en el número de cambios de moldes de inyección, lo cual implica que hay que ser muy eficientes para tener las máquinas en producción el mayor tiempo posible.

Hoy en día, todas las plantas de inyección de plástico comparten un mismo objetivo: minimizar los tiempos muertos y aumentar la productividad durante la operación. Esto les permite ofrecer una mayor variedad de productos y también mayor volumen.

La eficiencia en los tiempos y movimientos de los diferentes procesos tiene un gran impacto, ya que si se pierde tiempo en alguna maniobra puede representar un retraso en la entrega. Esto no es aceptable en una industria tan competitiva y demandante.

Uno de los procedimientos más importantes en la inyección del plástico es el cambio de moldes, son programados dependiendo como este la proyección de producción de la semana. Normalmente se realizan cuando una maquina ya hizo la cantidad de piezas necesarias por molde. Al día se realizan 4 o 5 cambios; tomando en cuenta esto y una vez aprobado el cambio de molde por el jefe de planta, se procede a realizar los siguientes pasos para sustituir por otro molde según la empresa:

- Tomar las medidas de seguridad necesarias más que todo inspeccionar la grúa antes de cargar el molde.
- Paro de la maquina momentáneamente.
- Se quitan las mordazas que sujetan el molde con la máquina.
- Se cierran las válvulas de entradas y salidas de agua del sistema de enfriamiento del molde.
- Realizado esto se coloca la grúa, se sujeta el molde para extraerlo.
- Una vez fuera el molde anterior, se coloca el nuevo molde con la implementación de una grúa.
- Colocado en su posición, es necesario que el bebedero quede centrado con la boquilla de inyección.
- Se vuelve a sujetar con las mordazas.

- Abrir las válvulas de agua para que el molde pueda enfriar la pieza.
- Finalmente, se ajustan los parámetros (presiones, velocidades tiempos) para que la máquina de inyección pueda seguir funcionando con el nuevo molde.



Ilustración 23. Cambio de molde

Fuente: elaborado por el autor.

4.4 CALIBRACIÓN BALANZA METTER TOLEDO IND 231

4.4.1 OBJETIVO DEL TRABAJO

Realizar calibración de balanza Metter Toledo IND 231.

4.4.2 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

La calibración de balanzas o básculas es fundamental para conseguir resultados de pesaje precisos. Si se ignorase esta importante actividad de mantenimiento, las mediciones se transformarían en un proceso de especulaciones. En otras palabras, resulta insensato realizar mediciones con una balanza o una báscula sin calibrar. La exactitud de las balanzas y las básculas se vuelve menos fiable con el paso del tiempo. Esto se debe al desgaste normal derivado de un uso habitual y a factores externos como los choques mecánicos o los entornos peligrosos. Estos pueden provocar una degradación o un deterioro bastante rápidos si se mantienen durante periodos prolongados de tiempo. La programación de una calibración periódica del instrumento, junto con la realización de comprobaciones periódicas frecuentes, mejoran en gran medida la vida útil de las balanzas y las básculas, así como su exactitud de pesaje.

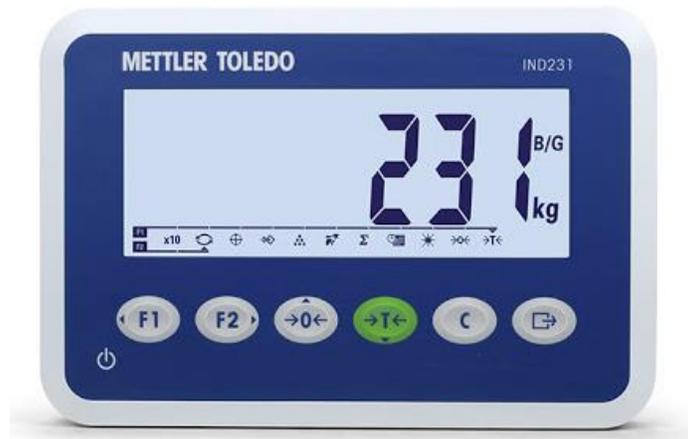


Ilustración 24. Balanza Metter Toledo IND 231

Fuente: (Toledo, 2019).

Ventajas de calibrar las balanzas

Las calibraciones ofrecen estas ventajas:

- Ahorro costes: un equipo calibrado favorece la toma de decisiones apropiadas para evitar residuos, reprocesamientos o retiradas de productos.

- Mediciones fiables: el uso de equipos calibrados garantiza que las mediciones efectuadas en un lugar resulten compatibles con las efectuadas en otro lugar distinto. Los resultados de cualquier balanza del proceso serán exactos y fiables, al igual que el producto final.
- Conformidad: la calibración ayuda a superar sin problemas auditorías internas y externas.
- Detección de equipos envejecidos: con el paso del tiempo, todos los equipos envejecen y algunos de sus componentes más importantes pueden estar sometidos a estrés mecánico o al desgaste. Aunque la deriva no siempre puede eliminarse, sí puede detectarse a través de una calibración periódica.
- Mejora del proceso y de los beneficios: la interpretación de los resultados de calibración de acuerdo con las tolerancias definidas mejora los procesos y, en última instancia, aumenta los beneficios.

La empresa Plásticos de Honduras cuenta en su planta con una balanza marca Metter Toledo IND 231 puede soportar pesos has de 3000 kilogramos. Está misma es utilizada para el pesaje de materia prima para las máquinas, peso de las piezas hechas por la máquinas de inyección (roperos, gavetas etc.) con esto calculan la cantidad de piezas para auditoria de productos y también el pesaje de materiales desechados (cartones, materia prima no molida) el cual es vendida a otras personas.

Esta balanza es única en toda la planta, por ende, sino está en funcionamiento todas las actividades previamente mencionadas no pueden realizarse. La balanza de poco a poco estuvo presentando variaciones considerables no exactas en las mediciones lo que provocaba no tener datos precisos de lo que se pesaba. Plásticos de Honduras normalmente paga a una empresa externa para que realice la calibración y mantenimiento.

Se asignó la tarea de calibrar esta balanza. Para ello se solicitó a la empresa el manual, pero no se contaba con él, por ende se procedió a realizar la búsqueda de dicho material por otros medios. Una vez obtenido el manual se dio lectura al mismo y se obtuvo el conocimiento de cómo calibrar, que funciones tiene la balanza, como saber si las celdas de carga estaban en buen estado, entre otros datos.

Una vez asegurado que las celdas de carga de la balanza estaban en buen estado, se realizó paso a paso lo que indicaba el manual, todo se hace en la pantalla de la balanza. El peso máximo medido en la empresa es de aproximadamente 2500 libras.

El cual para calibrar la balanza se ocupaba un peso igual o mayor al mencionado, el detalle que tiene que ser un peso exacto, lo que se hizo fue improvisar con ciertos objetos para llegar a ese peso, juntando ciertos objetos se llegaron a las 3200 libras aproximado, no debería de ser así, pero debido a que se ocupaba la balanza se hizo de esa forma.

Se logró calibrar la balanza, aunque con una variación de 10 onzas, debido a que no se tenía un peso exacto, cabe mencionar que la empresa solo trabaja con sistema de medición inglés.

La forma correcta de calibrar la balanza es de colocar balancines con pesos exactos esto nos dará una exactitud mayor y un calibración fiable.



Ilustración 25. Tomando peso de piezas de gaveta

Fuente: elaborado por el autor.

4.5 CAMBIOS DE VARILLAS DE EXPULSIÓN DE LOS MOLDES DE INYECCIÓN

4.5.1 OBJETIVO DEL TRABAJO

Realizar cambios de varillas de expulsión dañadas de los moldes para una mejor expulsión de piezas al retirar el molde.

4.5.2 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

Una de las mayores fallas que presenta un molde es la ruptura de los pines de expulsión, al no tener dichas varillas en buen estado, la pieza se queda pegada al molde debido a las altas temperaturas en la base de la pieza. Este problema requiere paro de la máquina para luego calentar la pieza y extraerla manualmente, y posteriormente hacer el desmontaje del molde para sustituir las varillas dañadas.

Ciertas varillas solo sufren torceduras leves con una simple rectificación pueden volver a funcionar. En su mayoría dichas varillas tienen rupturas totales, para ello se compran a la empresa que fabrica los moldes en India, pero para que no se detenga la producción se mandan a fabricar unas provisionales al taller de mecanizado por mientras llegan las varillas originales de los moldes.



Ilustración 26. Varillas de expulsión en molde diseñado para hacer soportes de ropero

Fuente: elaborado por el autor.

Hay decenas de razones por las que los pines de expulsión se rompen. Muy pocas de ellas tienen algo que ver con los propios pines.

Si la máquina de moldeo tiene la cruz de expulsión doblada (también conocida como la platina o placa de expulsión), o si los delgados bujes guía de la cruz están desgastados, se desplazará con un ligero ángulo y aplicará una carga desigual a la placa expulsora del molde. Esta condición suele ser obvia porque las barras extraíbles de la máquina pueden no estar alineadas con algunos de los orificios pasantes de la placa móvil o presentar cierto grado de rozamiento. Las cruces de acero que están dobladas se pueden enderezar en una prensa hidráulica, pero las cruces de hierro fundido probablemente se agrietarán.

Otra causa es si el molde está equipado con un sistema de retorno de expulsión con resorte helicoidal, pero uno o más de los resortes están rotos, las placas de expulsión intentarán torcerse o doblarse. Esto también sucederá si los resortes son de diferente longitud, o si la cantidad de precarga varía debido a la diversidad de las profundidades de los alojamientos.



Ilustración 27. Varillas de molde dañadas

Fuente: elaborado por el autor.

4.6 IMPLEMENTACIÓN DE PROCESO DE INYECCIÓN POR MOLDEO CIENTÍFICO

Para realizar este procedimiento de investigación y aplicación se pidió autorización al jefe de producción, al igual se tuvo que tomar un curso relacionado con el moldeo científico. El tiempo de investigación fue corto y solo se pudo realizar una prueba en físico.



Ilustración 28. Máquina de inyección Haitian

Fuente: (Benitez, 2020).

4.6.1 OBJETIVO DEL TRABAJO

Implementar en el proceso de manufactura de la empresa una técnica para ajustes de los parámetros (presión, fuerza de cierre, velocidades etc.) en las máquinas de inyección. Este método proporciona un aumento en la calidad del proceso de manufactura de la empresa.

4.6.2 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

4.6.2.1 *El proceso de inyección a través del moldeo científico*

Moldeo de inyección científico es una disciplina, la cual se define como un proceso para estandarizar la formación de piezas plásticas idénticas y constantes durante la producción, teniendo el control de la viscosidad del material plástico y de las variables que interactúan durante el ciclo de moldeo. El moldeo de inyección científico, pretende acumular información necesaria para crear historiales de comportamiento del proceso. Con la información obtenida del historial, de los equipos y de las distintas zonas de flujo de los materiales plásticos a través del proceso, se puede predecir los problemas que ocurrirían en lotes de producción siguientes y así evitarlos. Esto acorta los procesos de revisión en los prototipos para las fases de preproducción (Ibarra, 2014).

Objetivo del moldeo por inyección científico

El moldeo por inyección científico tiene como objetivo actualizar el proceso convencional para que sea independiente de la maquina donde se lleva acabo el moldeo y generar repetidamente; la fusión, el traslado, el enfriamiento y la expulsión de una pieza plástica sin que sufra cambios entre ciclo y ciclo. Además ofrecer el control de por lo menos cinco parámetros fundamentales que son:

- Control del proceso del plástico/fundido: realizar un monitoreo del fundido mediante un análisis antes y después de la transferencia al moldeo de inyección.
- Control de la velocidad de proceso: inyectar la misma cantidad del material teniendo una velocidad de corte constante y reconocerla.
- Control de la viscosidad del material: controlar la viscosidad ya que cuando experimentamos cambios en la viscosidad las propiedades del material cambian debidas a los efectos de la temperatura. Con un mayor control de la viscosidad, con facilidad podemos controlar la calidad de la pieza moldeada.
- Control de la presión de proceso: medir y llevar un seguimiento de la presión de inyección, sostenimiento o de mantenimiento, la contrapresión, y las presiones que el sistema tenga a generar.
- Control del enfriamiento; realizar un control adecuado del enfriamiento del material dentro y fuera del barril

Ventajas y desventajas del moldeo científico

- Ventajas: indiscutiblemente la ventaja más importante del moldeo por inyección científico es la obtención de piezas idénticas de mayor calidad a un menor costo de producción.
- Desventajas: como única desventaja se reconoce que el moldeo por inyección científico puede crear inversiones de tiempo importantes en su implementación y por ende costos, por la actualización de instrumental.

Variables de control de proceso de moldeo por inyección

- Presión de inyección: una de las variables que afectan directamente la calidad de la pieza moldeada. Esta se define como la fuerza máxima que puede ejercer el tornillo sobre el material plástico. Dicha presión es la que obliga al material fundido a introducirse en las cavidades del molde.
- Presión de sostenimiento: es la presión ejercida en la pieza moldeada durante una etapa de presión secundaria.
- Temperatura del material fundido: si se aumenta la temperatura del fundido, la presión en el molde disminuye, la solidificación de la entrada cambia a períodos de tiempo más cortos, esto significa que el tiempo durante el cual la formación de la pieza puede ser influenciada es acortado, obteniendo una reducción en el tiempo de ciclo.
- Temperatura del molde: la temperatura de la pared de la cavidad es importante para la calidad de la pieza moldeada, la economía del proceso, la exactitud de las dimensiones y la repetibilidad. Es esta temperatura la que, además de las características térmicas del material, determina el tiempo de enfriamiento; cabe mencionar que la temperatura de la superficie de la pared del molde es la que se toma en cuenta cuando se menciona la temperatura del molde.
- Velocidad de avance del tornillo: el tornillo gira para ir llenando el barril con el material fundido necesario para la siguiente inyección. Parte del calor requerido para plastificar el plástico proviene del giro del tornillo.
- Tiempo de enfriamiento: es el tiempo en que la pieza permanece en reposo dentro del molde.
- Tiempo de carga: es el tiempo que tarda la máquina inyectora en introducir el material al molde.
- Tiempo de sostenimiento: el tiempo que se mantendrá el material retenido en la boquilla del husillo.
- Tiempo de ciclo: es el tiempo que tarda la pieza en expulsar la pieza del molde.
- Tiempo de residencia: el tiempo que está la materia desde que ingresa por la tolva hasta que es inyectado al molde.

- Distancia de carga: es la distancia que recorre el material al ser inyectado dependiendo de una presión de carga.
- Cojín de masa: es un colchón de material que retiene en la boquilla para que el material no entre de directa al molde puede suavizar la entrada del material.
- Punto de conmutación: es donde se tiene un margen de llenado de pieza;
- Fuerza de cierre: es la capacidad en tonelaje de la maquina al cerrar el molde. Este sistema consta de los dispositivos necesarios para la colocación, accionamiento y funcionamiento de las dos mitades del molde. La función principal de este sistema es sujetar el molde de inyección, suministrar el movimiento y la fuerza necesaria para mantener cerradas o abrir las dos mitades del molde. Sus principales partes son las columnas guías, platinas porta-moldes fijas y móviles y el mecanismo para apertura y cierre del molde.



Ilustración 29. Proceso de ajuste de variables en el moldeo científico

Fuente: (Mariscal, 2020).

4.6.2.2 Consideraciones y formulas a seguir para ajuste de moldeo científico

Consideraciones a tomar previo a realizar el moldeo científico

- Previo al ajuste del proceso, través del moldeo científico, debemos ya haber determinado si las dimensiones del molde son adecuados para ser montado en la máquina seleccionada.

- Para ello se debe haber revisado distancia entre barras, distancia entre columnas, altura máxima y mínima de la máquina que nos permita montar el molde y puede expulsar la pieza incluso si se quiere robot.
- Checar que la superficie de asentamiento del molde (cm^2) sea como mínimo el 80% del área útil de la platina (cm^2), para prevenir de formaciones de paralelismo en las platinas.
- Asegurarse que, si el bebedero de la boquilla es cónico, la punta de la nariz sea también cónica, con el mismo ángulo de inclinación para asegurar el correcto asentamiento. Si el bebedero tiene radio, también la punta de la nariz deberá tener radio, siendo este último de un radio 1 grado más pequeño que el radio del bebedero.
- El diámetro de la boquilla deberá ser 1mm más pequeño que el diámetro del bebedero para asegurar con esta situación, no restringir el flujo de material y manejar una presión máxima de inyección más reducida que nos permita friccionar menos el material a la entrada del molde y poder tener mayor control sobre la velocidad de inyección.

Formulas a utilizar para el cálculo de las variables en el moldeo científico

1. Fuerza de cierre:

$$\text{Fuerza de cierre} = \frac{(\text{Área proyectada de la pieza}) \left(4 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2}\right)}{9.81 \text{ KN/cm}^2}$$

Ecuación 1. Fuerza de cierre

Fuente: (Mariscal, 2020).

2. Cálculo tiempo de enfriamiento:

$$\text{Tiempo de enfriamiento} = 2(\text{máximo espesor de la pieza})^2$$

Ecuación 2. Tiempo de enfriamiento

Fuente: (Mariscal, 2020).

3. Cálculo máximo tiempo de sostenimiento:

$$\text{Tiempo de sostenimiento} = 20\% \text{ del tiempo de enfriamiento}$$

Ecuación 3. Tiempo de sostenimiento

Fuente: (Mariscal, 2020).

4. Cálculo tiempo de carga:

$$\text{Tiempo de carga} = 80\% \text{ del tiempo de enfriamiento}$$

Ecuación 4. Tiempo de carga

Fuente: (Mariscal, 2020).

5. Tiempo de ciclo:

$$\text{Tiempo de ciclo} = 3 \text{ veces el tiempo de enfriamiento}$$

Ecuación 5. Tiempo de ciclo

Fuente: (Mariscal, 2020).

6. Cálculos del número de tiros del cañón:

$$\text{No. de tiros} = \frac{\text{Max. capacidad de carga (grs)}}{\text{Peso de la inyeccion (grs)}}$$

Ecuación 6. Número de tiros en el cañón

Fuente: (Mariscal, 2020).

7. Tiempo de residencia:

$$\text{Tiempo de residencia} = \frac{(\text{No. de tiros})(\text{Tiempo de ciclo})}{60 \text{ seg}}$$

Ecuación 7. Tiempo de residencia

Fuente: (Mariscal, 2020).

Idealmente el tiempo de residencia deberá estar comprendido entre 3 a 5 minutos.

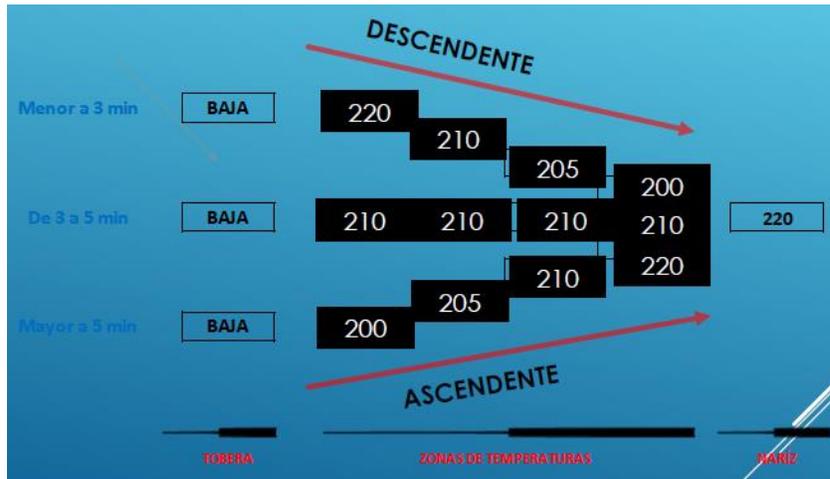


Ilustración 30. Temperatura a utilizar según tiempo de residencia

Fuente: (Mariscal, 2020).

8. Cálculo distancia de carga:

$$\text{Distancia de carga (mm)} = \frac{\text{Peso de la inyección (grs)} * \text{Max. distancia de carga (mm)}}{\text{Max. capacidad de carga (grs)}}$$

Ecuación 8. Distancia de carga

Fuente: (Mariscal, 2020).

9. Punto de conmutación inicialmente al 50% del valor de la distancia de carga. Se inicia a llenar pieza solo con presión de inyección hasta llenarla al 98%, moviendo para esto el punto de transferencia.

10. Cálculo de la presión máxima de sostenimiento :

Presión de sostenimiento (bar) = como máxima al 80% de la presión máxima de inyección

Ecuación 9. Presión de sostenimiento

Fuente: (Mariscal, 2020).

11. Eficiencia de inyección:

$$\text{Eficiencia de inyección} = \frac{\text{Distancia de carga(mm)} - \text{Punto de transferencia(mm)}}{\text{Distancia de carga(mm)} - \text{Cojín(mm)}} * 100$$

Ecuación 10. Eficiencia de inyección

Fuente: (Mariscal, 2020).

El porcentaje de eficiencia deberá quedar comprendido del 95% al 98%.

Si esta abajo del 95% se tiene exceso de sostenimiento.

Si está arriba del 98% hace falta sostenimiento.

Consideraciones luego de ingresar los parámetros previamente calculados

- Punto de conmutación inicialmente al 50% del valor de la distancia de carga. Se inicia a llenar pieza solo con presión de inyección hasta llenarla al 98%, moviendo para esto el punto de transferencia.
- Contrapresión como máx.el10% de la capacidad de la máquina.
- Descompresión antes o después de la dosificación como máx10mm de recorrido.
- Asegurarse que exista cojín de masa

4.6.2.3 Prueba realizada en máquina de inyección marca Haitian

Datos necesarios:

- Máquina de inyección: Haitian.
- Tonelaje: 780 toneladas.
- Carga máxima: 975 gramos.
- Peso de la pieza: 300 gramos.
- Espesos máximo de pared: 2.4 mm.
- Área proyectada de la pieza: 1116 cm^2 .

Tabla 1. Resultado obtenidos de moldeo científico realizado en máquina Haitian

Parámetro	Resultado
Fuerza de cierre	455.04 toneladas
Tiempo de enfriamiento	11.52 segundos
Tiempo de sostenimiento	2.30 segundos
Tiempo de carga	9.21 segundos
Tiempo de ciclo	34.56 segundos
Numero de tiros en cañón	3.25 tiros
Tiempo de residencia	1.3 minutos
Temperatura del cañón	220, 210, 205, 200, 220
Distancia de carga	99 mm más 10 mm de cojín de masa
Punto de conmutación	161.5 mm
Presión máxima de sostenimiento	112 bar
Eficiencia de inyección	84.84 %

Fuente: elaborado por el autor.

Al ingresar estos valores a la maquina se logró parametrizar de una manera eficiente y estabilizar el proceso de inyección. Dicho ajuste estuvo en prueba una hora y los resultados fueron exitosos en principal nunca se tuvo problemas con la pieza, deformaciones y piezas incompletas.

Los valores de tiempo de carga, tiempo de ciclo, cojín de masa son los más fundamentales para realizar un ajuste correcto, dicho valores se pueden visualizar en la pantalla de la máquina y tienen que tener una similitud a los datos calculados, solo hubo variaciones de decimales en los valores esto quiere decir que se pudo realizar un ajuste correcto con una validación de una buena producción.

Tabla 2. Valores visualizados en la pantalla de maquina Haitian

Número de piezas	Tiempo de carga	Tiempo de ciclo	Cojín de masa
1	9.21	34.56	2.30
2	9.19	34.54	2.30
3	9.21	34.56	2.28
4	9.20	34.56	2.30
5	9.21	34.56	2.28
6	9.20	34.56	2.30

Fuente: elaborado por el autor.

Ventajas de realizar moldeo científico en Plásticos de Honduras

- Ventajas: debido que los técnicos encargados de ingresar todos estos parámetros en las máquinas de Plásticos de honduras lo hacen a prueba y error, ellos solo se guían con el aspecto físico que va teniendo la pieza al ser expulsada del molde. El proceso de ajuste con moldeo científico sería de gran ayuda para poder realizar un ajuste exacto de la maquina pudiendo estabilizar el proceso de manera óptima y sobre todo no tener problemas de producción incluso en ciertas piezas se podría aumentar la producción por hora.

4.7 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividades	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
Instalacion del sistema electrico y de control de maquina de inyeccion KL 1000 WINDSOR					
Desarrollo de requisita de materia en proceso de planta					
Cambios de molde en maquinas de inyeccion					
Calibracion de balanza Metter toledo IND 231					
Cambio de varillas de expulsion de lo moldes de inyeccion					
Tecnica de proceso de inyeccion por moldeo cientifico					

Ilustración 31. Cronograma de actividades de semana 1 a semana 5

Fuente: elaborado por el autor.

Actividades	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10
Instalacion del sistema electrico y de control de maquina de inyeccion KL 1000 WINDSOR					
Desarrollo de requisita de materia en proceso de planta					
Cambios de molde en maquinas de inyeccion					
Calibracion de balanza Metter toledo IND 231					
Cambio de varillas de expulsion de lo moldes de inyeccion					
Tecnica de proceso de inyeccion por moldeo cientifico					

Ilustración 32. Cronograma de actividades de semana 5 a semana 10

Fuente: elaborado por el autor.

V. CONCLUSIONES

1. Se hizo un análisis de eficiencia según lo establecido por Plásticos de Honduras, también se investigó la técnica de proceso de inyección por moldeo científico el cual a pesar de que solo se pudo realizar una prueba se obtuvo buenos resultados especialmente estabilizando parámetros que influyen en tener una excelente eficiencia por hora de producción.
2. Realizando esta requisita de logro comprender que máquinas podían usar un porcentaje mayor de material molido y cuáles no, también se llevaba un control de cuantos días iba a durar cada material por máquina y lo más importante distribuir la materia prima a cada máquina por día.
3. Se logró realizar varias pruebas con mezclas de materia prima, dentro de este procedimiento se tenía que tomar en cuenta si el material era funcional para la máquina y sobre todo si las piezas inyectadas no tenían una variación en su forma, coloración, deformación.
4. Se pudo organizar y dar seguimiento a planes de mantenimiento preventivos y correctivos. Manteniendo a las máquinas de inyección en buen estado y minimizando tiempos de paro de máquinas.
5. Se realizaron cambios de moldes en máquinas de inyección, dichos cambios se realizaban a diario previamente aprobado por el jefe de producción, cumpliendo con horas establecidas para minimizar paro de máquinas, el tiempo máximo establecido es: en moldes pequeños dos horas y en moldes grandes cinco horas.
6. No se asignó trabajo en donde se coordinara al grupo de técnicos del departamento de mantenimiento.

VI. RECOMENDACIONES

1. Con la finalidad de brindar un buen manejo de tiempo y recursos, es de vital importancia actuar con anticipación a la situación. Es por tal razón, que se recomienda fomentar la planificación de mantenimientos preventivos de los equipos de manera anticipada y ordenada.
2. Dar seguimiento a la técnica de proceso de inyección por moldeo científico ya que puede ser beneficioso para la empresa desde mejoras de producción hasta un mejor uso de la máquinas inyectoras.

BIBLIOGRAFÍA

1. Anduri, D. (Diciembre de 2001). *Researchgate*. Obtenido de Researchgate: https://www.researchgate.net/publication/319993896_Moldeo_por_inyeccion_Control_del_proceso
2. Barona, Y. (2011). Diseño y implementación del mantenimiento preventivo para las máquinas inyectoras. Santiago, Chile. Obtenido de <http://red.uao.edu.co:8080/bitstream/10614/3250/1/TME01004.pdf>
3. Cuevas, J. (2019). *Academia*. Obtenido de Moldeo por inyección : https://www.academia.edu/30254513/Leccion11_MOLDEO_POR_INYECCION
4. Franco, D. (2018). *Researchgate*. Obtenido de Researchgate: https://www.researchgate.net/publication/329985279_Metodologia_Rapida_para_la_Modelacion_de_Chillers_de_Absorcion_Unifecto_en_el_Entorno_de_Simulacion_de_TRNSYS
5. Gutierrez, D., & Longoni, C. (9 de abril de 2006). *Sistema de inyección de colada caliente aplicada en la industria de plásticos como herramienta competitiva*. Obtenido de Academia : https://www.academia.edu/7268440/Sistema_de_inyeccion_con_colada_caliente
6. Henriquez, M. (2016). *Tecnologías de los plásticos*. Obtenido de <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/inyeccion-de-materiales-plasticos-i.html>
7. Hernandez, M., Taboada, S., & Suarez, L. (2015). Desarrollo de un producto en material de plásticos por inyección. México: Universidad de las Palmas. Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/unitechn/57212?page=24>

8. Jimenez, R. (2018). *Ingenieria mecafenix* . Obtenido de <https://www.ingmecafenix.com/electricidad-industrial/tableros-electricos/>
9. Lopez, A. (2018). Molde de inyeccion . Vasco, España.
10. Lopez, B. (2019). *Academia*. Obtenido de Academia : https://www.academia.edu/36607489/Tipos_de_pl%C3%A1sticos_QU%C3%89_ES_EL_PL%C3%81STICO
11. Mariscal, M. A. (2020). Asesoría total en plásticos . Mexico .
12. Marquez, J., Gonzalez, V., & De Leon, V. (2017). Mantenimiento técnica y aplicaciones industriales. Mexico: Grupo editorial patria.
13. Marti, V. (2018). *Vicedo Marti*. Obtenido de <https://www.vicedomarti.com/tipos-de-moldes-en-inyeccion-de-plasticos/>
14. Mejia, A., & Romero, K. (30 de Noviembre de 2012). Propuesta de un sistema organizacional para la nave industrial. Managua, Nicaragua.
15. Palencia, O. (abril de 2012). Gestión moderna del mantenimiento industrial. Bogotá , Colombia : Universidad conocimientos al alcance.
16. Paz, P. (2017). *Instrumentacion y control*. Obtenido de <https://instrumentacionycontrol.net/conexiones-borneras-y-terminales-de-cables-wiring-de-instrumentacion-parte-1-2/>
17. PlasticsEurope. (2020). *Plastisurope*. Obtenido de Plastisurope: <https://www.plasticseurope.org/es/about-plastics/what-are-plastics>

18. *Plastimas*. (2020). Obtenido de Plastimas: <http://www.plastimas.com/>
19. RAE. (2019). *RAE*. Obtenido de RAE: <https://dle.rae.es/solidificaci%C3%B3n>
20. Soberon, M. (2007). *Plasticos indsutriales y su procesamiento* . Buenos aires : El cid editor.
Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/unitechn/34450>
21. Solona, E. (15 de marzo de 2017). *Todo en polimeros* . Obtenido de <https://todoenpolimeros.com/2017/03/15/colada-fria-colada-caliente/>
22. Tecnova. (2018). Curso de introduccion al conocimiento de los plasticos y afines. Bogota, Colombia.
23. Toledo, M. (2019). *Metter Toledo*. Obtenido de Metter Toledo: <https://www.mt.com/es/es/home/library/FAQ/laboratory-weighing/Balance-Scale-Service-Calibration.html>
24. Uribe, M. (2010). *Los polimeros (degradacion, caracterizacion, sintesis)*. Distrito Federal, Mexico: Imprenta de Mexico.
25. Vargas, P. (9 de enero de 2017). *Privarsa*. Obtenido de Privarsa: <https://www.privarsa.com.mx/moldeo-por-inyeccion-de-plastico/>
26. Vega, A. (2018). *Academia*. Obtenido de Academia: https://www.academia.edu/37824601/Qu%C3%A9_es_el_pl%C3%A1stico
27. Windsor. (2020). *Windsor*. Obtenido de <http://windsormachines.com/two-platen-injection-moulding-machine-kl-series/>