

Licenciatura: Ingeniería Mecánica.

Nombre del Proyecto: Diseño de un molde de inyección de plástico para la producción de un cople de $\varnothing 5/8$ de pulgada cinta a cinta.

Modalidad: Proyecto Tecnológico.

Versión: Segunda.

Trimestre Lectivo: 24I

Datos del alumno

Nombre: Marcos de Jesús Méndez Trejo

Matrícula: 2193043624

Teléfono: 55 6180 7344

Correo: al2193043624@azc.uam.mx

Firma: _____



Datos del asesor

Nombre: Dr. José Luis Ramírez Cruz

Categoría: Asociado

Departamento de adscripción: Energía

Teléfono: 53189068

Correo: rcjl@azc.uam.mx

Firma: _____

Datos del co-asesor

Nombre: M. en I. Pedro García Segura

Categoría: Asistente

Departamento de adscripción: Energía

Teléfono: 53189072

Correo: pegase@azc.uam.mx

Firma: _____

Fecha: 9 de mayo de 2024

Declaratoria

En caso de que el Comité de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica apruebe la realización de la presente propuesta, otorgamos nuestra autorización para su publicación en la página de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.

Marcos de Jesús Méndez Trejo

Dr. José Luis Ramírez Cruz

M. en I. Pedro García Segura

1. Introducción.

El moldeo por inyección de plástico se caracteriza por dar geometría definida a un volumen de polímero, el cual se calienta a su punto de fusión, para posteriormente inyectarse a presión, enfriarse y solidificarse, dando como resultado una pieza con la geometría interna del molde [1].

Un molde de inyección de plástico es un herramental destinado a la producción masiva de una pieza, sus componentes son: cavidad, núcleo y estructura. Mientras que los sistemas que lo conforman son de: alimentación, centrado, refrigeración y expulsión (ver imagen 1) [2].

En la industria de la agricultura el recurso principal para el desarrollo de los cultivos es el agua, los métodos de distribución de agua son de riego por: inundación, aspersion, microaspersion y goteo. En este último la tierra y los cultivos se suministran de agua en zonas puntuales generando un mayor aprovechamiento de: agua, fertilizantes, pesticidas y fumigantes. El sistema de riego por goteo garantiza hasta un 30% de ahorro de agua y un 15% de aumento en el rendimiento de cultivos [3].

Factores como el ambiente y los animales, provocan fisuras en la cinta de las líneas de suministro, dando como resultado el desperdicio de agua y aditivos. El método más viable para reacondicionar la cinta es mediante conectores y dentro de los conectores existen coples cinta a cinta, los cuales conectan dos tramos colineales de cinta para riego. Los coples tienen rosca en ambos extremos y aletas de agarre, las cuales permiten aplicar un mayor torque al momento de enroscar las tuercas que aprietan la cinta de riego. Uno de los coples que se encuentran en el mercado presenta un problema en la rosca y las aletas, al ejercer demasiado torque (el necesario para enroscar la tuerca y apretar la cinta para riego) las aletas se rompen, haciendo ineficiente y desechable al cople (ver imagen 2).

En esta propuesta se diseñará un molde de inyección de plástico que produzca un cople de $\varnothing 5/8$ in cinta a cinta. El cople se diseñará partiendo de un análisis QFD (Quality Function Deployment), que permitirá hacer una comparación funcional del cople en el mercado con el cople que se diseñará. Las funciones que se priorizarán en el nuevo cople serán: dos aletas de agarre que resistan un torque de 8.62 Nm (según un estudio biomecánico, es el torque promedio de la muñeca de los hombres en movimiento de flexión) [4] al momento de enroscar las tuercas. Así mismo se diseñará la rosca de presión que asegure un sello hermético entre el cople y la cinta para riego. Considerando la nueva pieza, se diseñará un molde de inyección de plástico para la producción del cople.

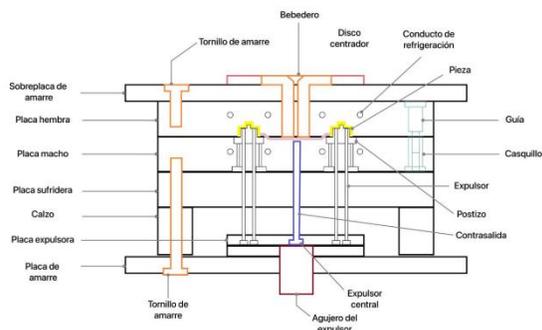


Imagen 1. Partes de un molde por "Moldblade".



Imagen 2. Cople de $\varnothing 5/8$ in cinta a cinta.

2. Antecedentes.

En el año 2016, Hermes Francisco Sarango Bustos, de la Escuela superior politécnica del litoral, realizó la “Metodología para el diseño de un molde para inyección de piezas de plástico” [5], se utilizará dicho trabajo para seguir un método en el desarrollo del molde.

En abril del 2022, Bryam Leonardo Faicán Vásquez, de la Universidad politécnica salesiana, realizó el “Diseño y simulación de un molde de inyección para la producción de contenedores plásticos para la empresa metal mecánica Galán” [6], se utilizará este trabajo como base para realizar las simulaciones y el análisis de inyección en el molde mediante un software CAE.

En noviembre del 2015, Peidro Roy Alejandro, de la Universidad politècnica de catalunya, realizó el proyecto “Simulación y llenado de moldes mediante Moldflow” [7], este proyecto se utilizará para realizar las simulaciones de inyección en el molde, con el software Autodesk Moldflow.

3. Justificación.

Actualmente se comercializa en el mercado de riego por goteo, un cople $\varnothing 5/8$ in cinta a cinta, el cual presenta fallas al someterlo en su entorno de trabajo. Con el objetivo de encontrar los motivos de la falla del cople que se comercializa, se realizaron medidas con un comparador óptico en la rosca del cople y de la tuerca. Estas medidas proporcionaron el tipo de perfil del diente (trapezoidal), el paso (4 hilos/in aprox.) y la altura, ancho y ángulo aproximados del diente. Con estos datos se determinó que existe una interferencia de 3° entre el perfil del diente de la rosca del cople y de la rosca de la tuerca, esta interferencia provoca que, al enroscar la tuerca con el cople, la tuerca no complete su recorrido puesto que se atora antes de finalizarlo. El querer garantizar un cierre hermético entre: cinta, cople y tuerca, conlleva a ejercer un mayor torque en la tuerca para enroscarla. La aplicación de un mayor torque en la tuerca repercute en las aletas de agarre, las cuales se fracturan puesto que no fueron diseñadas para resistir el torque promedio desarrollado por la muñeca de un hombre. Factores como la falla de las aletas y el mal diseño de la rosca, provocan que el cople se vuelva ineficiente, desechable y que, además, genere malestar en las manos del usuario.

Por lo anterior, se diseñará un cople $\varnothing 5/8$ in cinta a cinta con mayor resistencia en sus aletas, que asegure un cierre hermético y un enroscamiento menos forzado entre: cinta, cople y tuerca. Además, se hará un diseño ergonómico en las aletas considerando el ancho de los dedos humanos, para facilitar el enroscamiento de las tuercas. Finalmente se diseñará el molde de inyección para producir la pieza.

4. Objetivos.

Objetivo general.

Diseñar un molde para la producción de un cople de $\varnothing 5/8$ in cinta a cinta para riego por goteo.

Objetivos particulares.

Diseñar un cople de $\varnothing 5/8$ in cinta a cinta, que resista un torque de 8.62 Nm en las aletas de agarre y que asegure un cierre hermético en la cinta de riego.

Simular estáticamente el cople en Inventor Pro 2024.

Imprimir mediante manufactura aditiva de resina el diseño propuesto del cople para probar su hermeticidad.

Diseñar un molde para la producción del cople a través de una máquina inyectora de plástico.

5. Descripción técnica.

El material que se propondrá para la inyección del cople será polipropileno (PP), esto debido a que se puede aditivar con protectores UV, que son necesarios para las piezas que trabajan en la intemperie.

Las dimensiones del cople serán: 5/8 in de diámetro y longitud aproximada de 9 cm, la rosca se diseñará respecto la norma SP 400 y para el área transversal de las aletas de agarre se considerará inicialmente un factor de seguridad de 1, con la finalidad que soporten el torque promedio de la muñeca del hombre en movimiento de flexión.

Una vez que se tenga el diseño del cople, este será fabricado a través de manufactura aditiva empleando resina, con la intención de evaluar su hermeticidad, además de realizarle pruebas con presiones de trabajo en una línea de suministro de riego de 100 m, dichas presiones se van a calcular con el caudal necesario para abastecer la línea de riego. El caudal se determinará para una cinta con las siguientes especificaciones: 5/8 in de diámetro, espaciamiento entre goteros de .2 m y caudal por cada gotero de 1 l/h.

Las dimensiones del molde dependerán de la fuerza de cierre necesaria para inyectar el cople y del volumen de inyección del cople, ya que con estos datos se puede seleccionar una máquina de inyección que cumpla con el tonelaje de cierre necesario y que ofrezca un volumen de trabajo suficiente para incluir todos los sistemas del molde. La selección de los materiales para el molde dependerá del volumen de producción, el cual será determinado una vez iniciado el desarrollo del proyecto.

6. Normatividad.

DIN 17006. Ofrece la posibilidad de designar los aceros de herramientas. De la composición de los aceros se puede deducir su aplicación [8]. Los moldes son herramientas que trabajan en caliente y se fabrican con acero para herramienta, con esta norma se seleccionarán los aceros para los componentes del molde.

SP 400. Cubre la configuración de rosca y las dimensiones para acabados de botellas de plástico con cierres tipo tornillo [9]. Con esta norma se diseñarán las roscas del cople.

NMX-E-232-CNCP-2014. Establece y describe los símbolos de identificación que deben tener los productos fabricados de plástico en cuanto al material, con el propósito de facilitar su selección, separación, acopio, recolección, reciclado y/o reaprovechamiento [10]. Con esta norma se colocarán los símbolos para la identificación del material utilizado en el cople

7. Cronograma de actividades.

Se muestra un listado de las actividades planeadas para un lapso de dos trimestres, iniciando en el 24-P y finalizando en el 24-O.

UEA para la que se solicita autorización: Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I.

	Actividades del trimestre 24-P	Semana											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Realizar análisis QFD	■	■										
2	Diseñar el cople			■	■	■	■	■					
3	Simular el cople				■	■	■	■					
4	Imprimir el cople				■	■	■	■					
5	Probar la hermeticidad del cople				■	■	■	■					
6	Calcular área proyectada, presión de inyección y volumen de inyección								■				
7	Calcular tiempo de enfriamiento y fuerza de cierre.									■	■		
8	Elaborar el reporte final		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

	Actividades del trimestre 24-O	Semana											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Realizar análisis con Moldflow	■	■										
2	Diseñar el molde para la producción del cople			■	■	■	■	■	■	■	■		
3	Elaborar y entregar el reporte final		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

8. Entregables.

Reporte Final.

9. Referencias bibliográficas.

- [1] DASSAULT SYSTEMES, n.d., 3DEXPERIENCE Make, <https://www.3ds.com/es/make/guide/process/injection-molding>

- [2] Moldblade, 2024, Moldblade, <https://moldblade.com/fr/partes-de-un-molde-para-la-inyeccion-de-plastico/>
- [3] Rotoplas S.A de C.V., 2022, riego, <https://riego.com/blog/que-es-un-sistema-de-riego-por-goteo-y-sus-beneficios/>
- [4] Morse, J. y Jung, MC. y Bashford, G. y Hallbeck, S., 2006, "Maximal dynamic grip force and wrist torque: The effects of gender, exertion direction, angular velocity, and wrist angle", ELSEVIER Applied Ergonomics, **37** (6), 737-742.
- [5] Sarango Bustos H.F., 2016, "Metodología para el diseño de un molde para inyección de piezas de plástico", trabajo final de graduación, Facultad de ingeniería en mecánica y ciencias para la producción, Escuela superior politécnica del litoral.
- [6] Faicán Vásquez B.L., 2022, "Diseño y simulación de un molde de inyección para la producción de contenedores plásticos para la empresa metal mecánica Galán", trabajo de titulación, Carrera de ingeniería mecánica, Universidad politécnica salesiana sede cuenca.
- [7] Peidró Roy A., 2015, "Simulación y llenado de moldes mediante Moldflow", proyecto/trabajo final de carrera, Universidad politécnica de catalunya.
- [8] AENOR, n.d., normalización de los materiales de hierro y acero, DIN 17006.
- [9] ASTM, 2001, finish thread cross sections, SP 400.
- [10] NMX, 2015, industria del plástico-símbolos de identificación de plásticos, NMX-E-232-CNCP-2014.

10. Terminología.

No es necesaria.

11. Infraestructura.

Computadora personal.

Impresora 3D de resina.

12. Asesoría complementaria.

Ing. Marcos de Jesús Méndez Lomelí. Es un ingeniero mecánico con más de 30 años de experiencia en el diseño, fabricación y supervisión de moldes y troqueles. Contribuirá con explicaciones y métodos para diseñar el molde.

13. Publicación o difusión de los resultados.

No se tiene la intención de publicar.

COMENTARIO DEL CEIM		ACCIÓN REALIZADA EN LA PPI	
Pág. 4	realizó	Pág. 4	Se corrigió la ortografía
Pág. 4	realizó	Pág. 4	Se corrigió la ortografía
Pág. 5	Se solicita incluir especificaciones de diseño, no una metodología	Pág. 5	Se elimino la metodología y se agregó un resumen de las especificaciones de diseño
Pág. 6	y entregar	Pág. 6	Se agregó la acción (entregar) en la última actividad del trimestre 24-O