

Diseño de equipos didácticos para los procesos de inyección/extrusión y prensado

CESAR-MAULEON, María†, LINARES-GOMEZ, Patricia, GOMEZ-GONZALES, María & ZAMORA-CEJA, Carlos

Universidad Tecnológica de Nezahualcóyotl. Circuito Universidad Tecnológica s/n, Col. Benito Juárez, Cd. Nezahualcóyotl, Edo De México, C.P. 57000.

Universidad Tecnológica de Tamaulipas Norte. Av. Universidad Tecnológica No. 1555, Col. La Escondida, Ciudad Reynosa, Tamaulipas C.P. 88770.

Recibido 2 de Abril, 2015; Aceptado 2 de Junio, 2015

Resumen

Ante la necesidad de que en la carrera de Procesos Industriales, se disponga de equipos didácticos con condiciones adecuadas, que faciliten la realización de prácticas en el área de procesos de manufactura y que favorezcan las habilidades de los estudiantes en los procesos que predominan en las empresas en las que comúnmente realizan estadía; la *Red de diseño mecánico para la calidad en la educación y los procesos productivos*, diseñó equipos didácticos para los procesos de inyección/extrusión y prensado. Así, se desarrolló el concepto de una inyectora/extrusora y una prensa, cuyos requerimientos de funcionalidad permitieron el diseño de sus componentes y el modelado; lo que facilitó la fabricación de los prototipos físicos. Por último en este trabajo se obtuvieron los planos de los componentes con las especificaciones, así como el prototipo a escala real de los equipos didácticos, a un menor costo, de fácil manejo y mantenimiento y con colaboración de los integrantes de la Red y de los estudiantes.

Diseño, proceso de manufactura, equipos didácticos**Abstract**

In the Industrial Processes career, facing the need of having the right didactic equipment in the appropriate condition, in order to ease the performance of practices in the area of leading manufacturing processes which students' skills are involved at different companies where professional students staying is done. The mechanical design net for education quality and productive processes have designed didactic equipment for the processes of injection/extrusion and pressing. In order to obtain this, the concepts of an injection machine and a pressing one were developed, according to the functionality requirements which allow the design of their components and the molding. This allowed the manufacturing of the physical protocol.

Finally all this work allowed obtaining the components planning with the specifications such as a real scale prototype of the didactic equipment with a lower cost, practical handling and maintenance, and collaboration of the net personnel such as students.

Design, manufacturing process, teaching equipments

Citación: CESAR-MAULEON, María, LINARES-GOMEZ, Patricia, GOMEZ-GONZALES, María & ZAMORA-CEJA, Carlos. Diseño de equipos didácticos para los procesos de inyección/extrusión y prensado. Revista de Tecnología e Innovación 2015, 2-3:423-439

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Los procesos de manufactura son importantes en todo tipo de industrias ya que de éstos depende en gran medida la calidad de un producto, por lo que las Universidades requieren desarrollar en los estudiantes la habilidad del manejo de equipos para la aplicación de diversos procesos.

Debido a esta necesidad surge una red de colaboración denominada “Red de diseño Mecánico para la calidad en la Educación y los Procesos Productivos” registrada ante Programa para el Desarrollo Profesional docente (Prodep), la cual se integra por tres Cuerpos Académicos (CA) de las Universidades Tecnológicas (UT’s): Universidad Tecnológica de Tamaulipas Norte (UTTN), Universidad Tecnológica de Altamira (UTA) y Universidad Tecnológica de Nezahualcóyotl (UTN), quienes establecen como objetivo diseñar equipo didáctico. Esto con la finalidad de cumplir en gran medida con lo establecido por el modelo educativo.

El modelo educativo de las UT’s (2006), establece 4 ejes fundamentales que orientan el modelo: saber, hacer, ser, e innovar. Los alumnos combinan sus estudios en aula, taller y laboratorios de primer hasta quinto cuatrimestre y en el sexto, culminan con un proyecto en una empresa. El modelo también propone una formación tecnológica poniendo énfasis en el desarrollo de la creatividad, la innovación y la investigación por lo que requieren de equipo que les permita realizar sus prácticas de clase.

De acuerdo al modelo educativo de las UT’s, los planes de estudio se sustentan en la formación académica que se busca alcanzar, a través de tres ejes principales:

- a) Teórico-Práctico. Se refiere al 30% de teoría y 70 % de práctica, siendo ésta última importante debido a que se debe llevar una práctica adquisitiva en los talleres y laboratorios, donde el manejo de maquinaria y herramientas involucra destrezas a partir de la comprensión de su funcionamiento y de los procesos que intervienen. En el caso del presente proyecto el uso de los equipos diseñados será de gran utilidad para cumplir con este eje.
- b) General-Especializado. Este eje marca la necesidad de proporcionar a los jóvenes una sólida formación general en aspectos científicos y técnicos con aplicación en diversos sistemas, funciones, procedimientos y procesos productivos compartidos por las distintas ramas de la industria. De igual forma que en el eje anterior, el contar con equipos que les permitan aplicar dichos procesos, se logrará abarcar este eje.
- c) Escuela-Planta Productiva. En este caso requiere que el estudiante aprenda directamente en la planta productiva a través de visitas industriales en donde se familiarice con las instalaciones, actividades y ambiente laboral, y las estadías, en las cuales los estudiantes de alguna manera ya inician de manera más formal con el uso de equipos para la aplicación de los procesos.

Por lo anteriormente expuesto se puede decir que para la impartición de la carrera se requiere de laboratorios equipados con máquinas que permitan llevar a cabo estas acciones y así poder lograr un aprendizaje significativo.

Aunado a esto es importante que también el docente se involucre en el desarrollo de proyectos que faciliten la simulación y experimentación con equipos que sean diseñados y fabricados por ellos mismos en colaboración con los alumnos para fomentar la creatividad en las instituciones y asimismo se pueda contar con equipo para lograr el 70% de practica que indica el modelo.

Particularmente para la formación de estudiantes en la carrera de Procesos Industriales, el perfil de egreso (CGUT, 2009), establece que el egresado debe “*estar capacitado para realizar funciones de diseño, manufactura, organización, control de recursos humanos, materiales, económicos, energéticos, informáticos entre otros*”.

En lo que respecta a la función de manufactura, el programa de estudios contempla las asignaturas de procesos de manufactura I y II, metrología y propiedades de los materiales, entre otras, que para su desarrollo requieren del uso de equipos didácticos o industriales para la realización de prácticas.

En adición a la anterior es importante como señala Lara (2009), que los conocimientos y habilidades de los estudiantes sean pertinentes a las necesidades del sector productivo incluso considerando las diferencias geográficas, por lo que los equipos con los que los estudiantes realicen las prácticas deberán permitirles alcanzar dicha situación.

Ahora bien, en la zona de influencia de las UT's que conforman la “*Red de diseño Mecánico para la calidad en la Educación y los Procesos Productivos*”, se realizó un muestreo para identificar los procesos que comúnmente se encuentran en las empresas en las que los estudiantes realizan estadía y/o tienen un vínculo con las Universidades en comento. Así que los resultados se indican en la figura 1.



Figura 1 Procesos de manufactura en las empresas donde realizan estadía los estudiantes.

En la figura 1 se observa que en las empresas predominan los procesos del moldeo plástico y el prensado, en un 72%.

Como complemento a lo anterior se identificó el estado de los equipo para procesos de manufactura en los laboratorios en cada las UT's de la carrera de Procesos Industriales, asimismo se realizó una entrevista a los Directores de carrera, obteniendo los siguientes factores que o favorecen o limitan el desarrollo de habilidades de los estudiantes en el área de manufactura (ver tabla 1)

<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> -Se tiene equipo obsoleto. -Algunas máquinas no funcionan. -Equipo de manufactura es insuficiente. 	<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> -Equipos de trabajo multidisciplinarios. -Estudiantes con disposición de aprender y cooperar en el desarrollo de prototipos. -Docentes con experiencia en el sector productivo. -CA que cultivan líneas de gestión de procesos y de calidad educativa.
<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> -Obtener recursos para equipamiento o desarrollo de tecnología. -Colaboración para desarrollar proyectos. 	<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> -Limitación en el logro de las habilidades de manufactura en los estudiantes. -Equipos de procedencia extranjera

Tabla 1 Requerimientos técnicos del prototipo didáctico inyectora/extrusora de plástico.

De acuerdo a lo indicado en la tabla 1, los equipos con que se cuentan son pocos y son de procedencia extranjera, lo que genera gran dificultad en conseguir repuestos, materiales de consumo, reparaciones y mantenimiento.

Otra situación es que los equipos existentes no están en óptimas condiciones debido a que son máquinas profesionales que no están protegidas ni adaptadas para resistir los rigores del aprendizaje y, como consecuencia lógica tenemos poco equipo en los laboratorios aptos para la labor docente.

Lo anterior limita el logro del 70% práctica ya que los laboratorios no están a los 100% habilitados con maquinaria y/o equipos semejantes a aquellos con los que interactuará el alumno en la industria.

De aquí surge la necesidad de que en la carrera de Procesos Industriales se disponga de equipos didácticos con condiciones adecuadas, que faciliten la realización de prácticas en el área de procesos de manufactura y que favorezcan las habilidades de los estudiantes en los procesos que predominan en las empresas en las que comúnmente realizan estadía.

Por lo anterior la “*Red de diseño mecánico para la calidad en la educación y los procesos productivos*”, se planteó como objetivo diseñar equipos didácticos para los procesos de manufactura, particularmente para el proceso de inyección y prensado, que permitan a los estudiantes realizar prácticas en procesos que comúnmente se encuentran en la industria (ver figura 1).

Este proyecto apoyara en el cumplimiento del modelo de aprendizaje basado en competencias, ya que los estudiantes no sólo podrán hacer diagnósticos de las condiciones de operación de los procesos, sino que podrán operar los equipos de forma segura al controlar los indicadores del proceso y producto a través de métodos y técnicas estadísticas, para satisfacer los requerimientos del cliente y asegurar la calidad.

También al preparar herramientas, maquinaria, equipo periférico y materia prima, para cumplir con los estándares de tiempo de montaje de herramental.

Por otra parte el diseño de estos equipos y sus prototipos permitirá reducir los costos de operación debido a que las máquinas comerciales que podrían adquirir las UT son industriales y los costos del set up son elevados en comparación con el de los prototipos didácticos.

Finalmente este proyecto es viable debido a que se dispone de un equipo de trabajo integrado multidisciplinario con los CA de la carrera de Procesos Industriales Área Manufactura de la UT Norte de Tamaulipas, de la UT Altamira y de la UT Nezahualcóyotl, quienes con sus diversas habilidades participaran en las diferentes etapas del desarrollo del proyecto. Asimismo se dispone de recursos que se obtuvieron a través del Prodep, para la elaboración de los prototipos de los citados equipos didácticos.

Revisión de la literatura

Lieu y Sorby (2011) señalan que “El diseño es una actividad dedicada a la resolución de problemas orientada a objetivos, que suele requerir muchas iteraciones, que los equipos rara vez obtienen el diseño óptimo la primera vez”.

Diseñar requiere principalmente consideraciones funcionales, estéticas y simbólicas.

El proceso necesita numerosas fases como: observación, investigación, análisis, testado, ajustes, modelados (físicos o virtuales mediante programas de diseño informáticos en dos o tres dimensiones), adaptaciones previas a la producción definitiva del objeto industrial, construcción de obras ingeniería en espacios exteriores o interiores arquitectura, diseño de interiores, o elementos visuales de comunicación a difundir, transmitir e imprimir sean: diseño gráfico o comunicación visual, diseño de información, tipografía. Además abarca varias disciplinas y oficios conexos, dependiendo del objeto a diseñar y de la participación en el proceso de una o varias personas. Por lo cual se tiene que definir hacia donde está orientado el diseño que en este caso se enfoca al diseño de una prensa hidráulica dirigida al ámbito de la ingeniería (Mikell, 1997).

En procesos formales de diseño, los requerimientos se obtienen de la investigación de mercado, de la reacción del cliente, a través de grupos focalizados y a través de las pruebas de usabilidad.

La secuencia del diseño lleva un cauce por el cual se va ir trabajando por etapas para ir integrando una a una hasta generar terminar un diseño concreto o la pieza deseada.

En ingeniería el diseño mecánico es el proceso de dar forma, dimensiones, materiales, tecnología de fabricación y funcionamiento de una máquina para que cumpla unas determinadas funciones o necesidades.

De acuerdo con Lieu y Sorby (2011), no hay un consenso entre los diversos autores del área de diseño, respecto a las etapas que se deberían cubrir para el diseño de un producto, en el caso de La Universidad Politécnica de Madrid en su obra *Conceptos básicos de diseño mecánico: Especificación de dimensiones y tolerancias*, expone como las etapas del diseño las siguientes:

- a) Conceptualización (ideas).
- b) Síntesis (agrupación de elementos).
- c) Análisis (elementos finitos).
- d) Evaluación (costos).
- e) Representación (planos).

También menciona que las etapas para crear un producto son:

- a) Identificación de una necesidad (mercado)
- b) Diseño
- c) Fabricación, Montaje y Control (Producción)
- d) Distribución y Comercialización
- e) Utilización

Ahora bien, el diseño involucra el concepto de Ingeniería de producto que se refiere al proceso de diseño y desarrollo de un equipo, sistema o aparato de forma tal que se obtiene un elemento apto para su comercialización mediante algún proceso de fabricación. La ingeniería de producto incluye el diseño, desarrollo, selección de materiales, y transición desde la etapa de prototipo hasta la fabricación del producto.

El término incluye desarrollar el concepto del producto, el diseño y el desarrollo de sus componentes y partes mecánicas, electrónicas y de software.

Guevara, Falcón, Sandoval, & Medel, en el 2009, indicaron que para que el desarrollo de equipos didácticos cumpla con su función es necesario vincularlo con la realidad, pues facilita el aprendizaje y lo torna más auténtico, rico y significativo. El proceso de aprendizaje probado requiere cierto contacto, de un periodo de tiempo prolongado a fin de hacer posible la aprehensión real y significativa de un hecho de estudio; con esta idea deben diseñarse los equipos didácticos.

Todo aprendizaje supone una construcción que se realiza a través de un proceso mental, y finaliza con la adquisición de un conocimiento nuevo (Sánchez Soler, et al citados en Guevara, Falcón, Sandoval, & Medel 2003). Siguiendo este concepto en el diseño de los equipos didácticos tiene que tomarse en cuenta el porcentaje en que se aprende:

- 10% de lo que se lee
- 20% de lo que se oye
- 30% de lo que se ve
- 50% de lo que se ve y oye
- 70% de lo que se dice mientras se habla
- 90% de lo que se dice mientras se hace

Por lo tanto, la memorización de la información que se almacena puede ser útil para aprobar un examen, sin embargo; impide la correcta integración que permite la aplicación del conocimiento en modo práctico, en la continuidad de la propia formación y en los contextos de vida —verdadera razón del estudio.

Es aquí donde se aprecia la importancia de los equipos didácticos industriales, que deben cumplir tres características principales: seguros, estimulantes y rápidos. De acuerdo con Guevara, Falcón, Sandoval, & Medel (2009), algunas de sus ventajas son:

- El alumno debe reducir los riesgos en conexiones erróneas
- El alumno realiza las prácticas en tiempos más cortos
- El instructor simula fallas que pueden presentarse en situaciones reales
- El equipo tiene la flexibilidad para que el instructor implemente prácticas adicionales a las ya establecidas.
- Facilita la evaluación del instructor
- Fomenta el trabajo en equipo

Según Cañal (2005) y Carbonello (2002), citados por Guevara, Falcón, Sandoval, & Medel (2009), la importancia del uso de equipos didácticos se basa en la teoría del constructivismo, que afirma que todo aprendizaje supone una construcción que se hace a través de un proceso mental, y finaliza con la adquisición de un conocimiento nuevo.

Pero, en este proceso no es solo el nuevo conocimiento lo que se ha adquirido, sino, y sobre todo, la posibilidad de construirlo. Es decir, el aprendizaje consiste, según el modelo educativo referido, en cambios en las estructuras mentales del estudiante originados por las operaciones mentales que realiza. A través de estos equipos se construye un ambiente similar al laboral, en donde el egresado se enfrentará a problemas reales y propondrá soluciones reales por medio de los materiales didácticos.

En lo referente a la capacitación industrial, los equipos didácticos industriales son el medio físico mediante el cual se entrena a los futuros profesionales para desarrollar habilidades y destrezas; por ello, la Dirección General de Centros de Formación para el Trabajo (DGCFT), persiste permanentemente en fomentar en el personal docente un espíritu creativo que lo impulse a diseñar y desarrollar apoyos educativos. En este sentido, es de primordial importancia el empleo de prototipos didácticos que faciliten el aprendizaje y la actividad docente.

Hay empresas dedicadas al diseño y fabricación de equipos didácticos industriales —para capacitación de personal técnico— aptos para emular procesos industriales ya que cuentan con diseño atractivo, programación de prácticas establecidas y objetivos claros, como Energy Concepts Inc., Edutelsa, Festo, De Lorenzo, SMC. Las ventajas son: capacitación amena y rápida, mayor seguridad, planeación de prácticas, y soporte técnico definido. Entre sus desventajas: costo inicial muy alto, capacitación para el instructor y dependencia de una empresa.

En el diseño de los prototipos de máquinas se contempla una inyectora/extrusora y prensa para los procesos de manufactura, por lo que se menciona lo referente a estos:

Una máquina de moldeo por inyección consiste en dos componentes principales:

Una unidad de inyección del plástico y una unidad de sujeción del molde.

La unidad de inyección es un sistema formado por un cilindro conectado, en uno de sus extremos, a una tolva de alimentación que contiene el material plástico en forma de gránulos. Sus funciones son fundir y homogenizar el polímero, e inyectar el polímero fundido en la cavidad del molde. Hay máquinas que usan un émbolo simple dentro del cilindro, y otras, un tornillo reciprocante, siendo el uso de estas últimas, el más extendido en las plantas de moldeo.

La unidad de sujeción consiste en dos placas, una fija y otra móvil, y un mecanismo para accionar la placa móvil; tiene las funciones de:

- Mantener las dos mitades del molde alineadas correctamente entre sí
- Mantener cerrado el molde durante la inyección aplicando una fuerza de sujeción suficiente para resistir la fuerza de inyección
- Abrir y cerrar el molde en los momentos apropiados dentro del ciclo de moldeo.

En el caso de las prensas, conocidas desde la antigüedad, son empleadas prácticamente en todas las industrias, utilizadas para actuar en distintos materiales, en frío o en caliente, en cualquier operación que requiera una fuerte presión: embalar, exprimir, forjar, estampar, embutir, laminar, estirar. Para llegar al estado actual de la tecnología del prensado ha sido necesario aplicar, combinar y desarrollar técnicas muy diversas, fundamentos teóricos muy distantes y aportaciones individuales muy numerosas. Por eso es muy difícil sintetizar en un breve artículo un proceso evolutivo tan amplio y complejo.

Las llamadas troqueladoras son prensas accionadas tanto mecánicas como hidráulicamente, con construcción horizontal y vertical, que ejecutan el movimiento y transmiten la fuerza a la base superior del troquel para que este, con ayuda de la presión, penetre la matriz, la cual está sujeta a la mesa de la máquina, y a su vez transforme la lámina.

La máquina apropiada para cada proceso debe elegirse de acuerdo a la necesidad de impacto (fuerza en toneladas), a las dimensiones del material y el número de piezas a producir. Las troqueladoras hoy en día tienen capacidades de presión superior a las 2,000 Toneladas. Las de gran potencia son utilizadas, sobre todo, para embuticiones profundas y fabricar piezas de gran tamaño, como capós de automóviles y puertas para estufas y neveras.

Metodología

El proyecto se inició a partir de que el equipo de trabajo conformado por los integrantes de los CA *Gestorador de Procesos de Calidad, Gestión de la Educación y la Producción y Metalmecánica* de la UT Tamaulipas Norte, UT Nezahualcóyotl y UT de Altamira respectivamente; identificaron la necesidad de diseñar una inyectora /extrusora de plástico y una prensa para corte doblado y embutido. Así para el diseño de los equipos didácticos “Inyectora / extrusora” y “Prensa” se realizaron las fases indicadas en la figura 2.

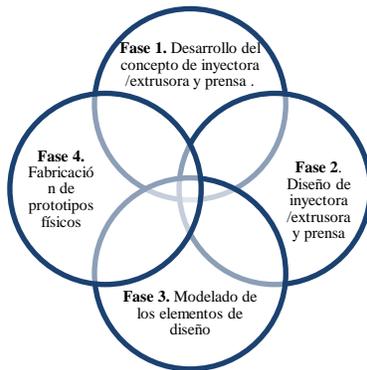


Figura 2 Fases para diseño de los prototipos didácticos.

Fase 1. Desarrollo del concepto de la inyectora extrusora y prensa. De acuerdo con lo indicado en la figura 2, el equipo inició con la revisión del principio de funcionalidad de las citadas máquinas, que comúnmente se encuentran en las industrias, se buscó como refiere Guevara, Falcón, Sandoval, & Medel (2009), incorporar sus características en el diseño de los equipos, con el fin de propiciar un aprendizaje más auténtico, rico y significativo.

Asimismo de acuerdo con lo establecido en el requisito 7.3.2 de la norma ISO 9001 y con base en los Programas de Estudio de la carrera de Procesos Industriales (CGUT, 2009), se identificaron los requisitos de los equipos didácticos que permitieron el desarrollo de las habilidades de los estudiantes en el área de procesos de manufactura.

Fase 2. Diseño de la inyectora extrusora y prensa. En esta fase, se realizaron los cálculos que permitieron el diseño o su caracterización. Para ello el equipo de trabajo realizó el diseño de los prototipos didácticos, con el liderazgo y experiencia de los ingenieros mecánicos, integrantes de los Cuerpos Académicos, utilizando software informático.

Fase 3. Modelado de los elementos de diseño de la inyectora extrusora y prensa. Se procedió a modelar los elementos del diseño a realizar, mediante el uso de software, con el propósito de verificar su pertinencia a partir del ensamble de los componentes.

inyectora extrusora y prensa. Se verificó la disponibilidad de los materiales de acuerdo con lo que indicaban los diseños, también se seleccionó un taller para la producción. Asimismo en las diferentes fases de fabricación de los componentes y en el ensamble, se incorporaron estudiantes de las carreras de Procesos Industriales en área Plásticos y Manufactura. Finalmente se realizaron las pruebas de funcionalidad.

Resultados

Fase 1. Desarrollo del concepto de la inyectora extrusora y prensa.

Una vez que se revisó el Programa de Estudios de Procesos Industriales (CGUT, 2009), el principio de funcionalidad de máquinas existentes en el mercado y de las características que se requieren para propiciar un aprendizaje significativo, se identificaron los siguientes requisitos que debían cubrir la inyectora/extrusora de plástico y la prensa (ver figura 3).



Figura 3 Necesidades a cubrir con inyectora /extrusora de plástico y prensa.

Para la inyectora/ extrusora, la idea inicial fue una máquina didáctica, que permitiera la réplica del proceso de moldeo de termoplásticos por inyección/extrusión. Así que a partir de una lluvia de ideas de los ingenieros mecánicos, integrantes del equipo, así como de un video en el que se usa una máquina de moldeo para la producción de arandelas de plásticos (Heubers, 2012), se logró obtener el concepto inicial.

Para la prensa universal, se buscó que fuera de fabricación sencilla, de material, partes y componentes comerciales y estandarizados. Los resultados funcionales de los equipos, se esquematizaron (ver tablas 2 y 3) como sugiere Lieu & Sorby (2011).

Requerimiento	Solución
Unidad de inyección	Cilindro con pistón accionado por mecanismo biela-manivela-corredera.
Unidad de sujeción del molde	Incluir tornillo y tuerca
Método de alimentación	Por gravedad, mediante tolva cónica.
Portabilidad	Base principal que sostendrá el prototipo completo.
Molde	Diseñado a capacidad de máquina
Material de diseño para las partes que tendrán contacto con la resina	Acero inoxidable por su resistencia y características. (tolva, cilindro, pistón, nariz, molde)
Material de diseño para partes que no tendrán contacto con la resina	Acero al carbón estructural, por su resistencia, su dureza, sus propiedades, ser económico, fácil de conseguir y de maquinar (base, mecanismo biela-manivela, tornillo)

Tabla 2 Requerimientos técnicos del prototipo didáctico inyectora/extrusora de plástico

Requerimiento	Solución
Reproducción del esfuerzo de presión y de corte	Mediciones efectivas
Producción sencilla de componentes	Selección de número de componentes Poca complejidad de componentes Piezas estandarizadas y compradas
Ensamble sencillo	Modelado por computadora
Fácil manejo	Incluir intercambio de herramienta
Medición normalizada, segura y confiable	Accesible a calibración Instrumentos de medición estandarizados
Fácil lectura de medición Fácil mantenimiento	Instrumentos a la vista del operados

Tabla 3 Requerimientos técnicos del prototipo didáctico prensa

Fase 2. Diseño de inyectora /extrusora y prensa

Para el diseño se consideraron los componentes mínimos para lograr la función, la selección de materiales (De Garmo, 2002), el costo y los requerimientos técnicos indicados en las tablas 2 y 3. Así se hizo el diseño del prototipo en Auto CAD.

Diseño inyectora/extrusora

En la figura 4, se muestra el ensamble del prototipo didáctico de la inyectora/extrusora para plástico en vista frontal, a escala real con sus componentes.

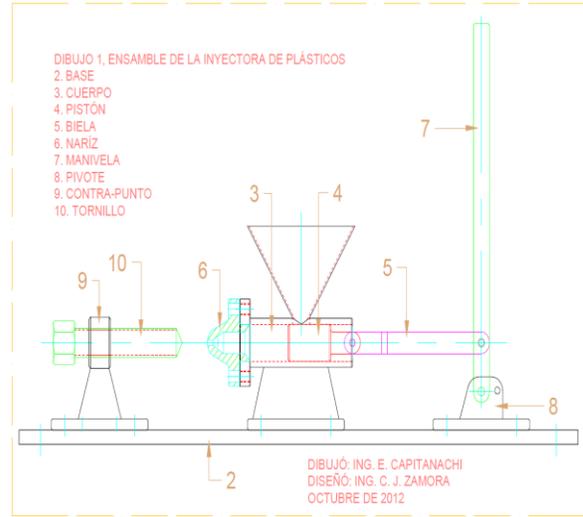


Figura 4 Dibujo del ensamble de la maquina inyectora/extrusora

Por cada uno de los componentes se realizaron los planos. A manera de ejemplo, la figura 5 indica el plano de la base.

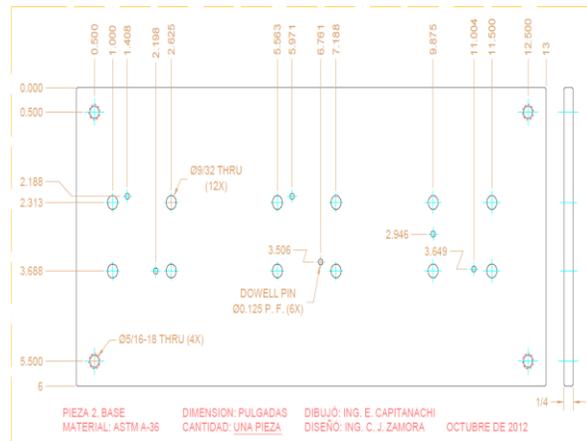


Figura 5 Dibujo de la base del prototipo didáctico inyectora /extrusora

La figura 5, indica la base de la inyectora /extrusora, que es una placa rectangular de 13.5 por 6 pulgadas, con barrenos que permitirán el ajuste de los demás componentes con la base por medio de tornillo de máquina y una alineación de las piezas por medio de los dowell pin.

Los demás componentes de la inyectora/extrusora se indican a continuación:

- *Cuerpo de la máquina.* Constituido por el cilindro, la tolva y la base. Para el cilindro se consideró que estará expuesto a altas temperaturas y a presión. Mientras que la tolva tiene un diseño de cono truncado para facilitar la caída por gravedad de los gránulos y evitar el acumulamiento en las paredes. Por último el diseño de la base es un soporte vertical, con la función de sostener el conjunto cilindro y tolva. Debido a la fuerza de empuje de inyección y su reacción que recibirá el cuerpo, al diseño se le agregó un soporte lateral para evitar posibles deformaciones que pudieran ocurrir con la fuerza de empuje. Por lo anterior se eligió el material SS-304 y ASTM A-36.
- *El mecanismo corredera-biela-manivela.* Estará sostenido por un pivote. El diseño del pistón es sencillo con dos placas de espesor de $\frac{1}{4}$ de pulgada en forma vertical y una perpendicular a las dos placas. Contiene en la base del soporte 6 barrenos para los tornillos de máquina que lleva para su sujeción en la base y para el dowell pin montado a prensa, para alinear las piezas en la base.
- En las placas verticales se tienen 2 barrenos para el dowell pin montado a la prensa, el cual tendrá la función de no permitir que la manivela se desplace hasta cierto ángulo.
- *Nariz.* Se diseñó con brida de montaje, en su interior tiene una forma de cono truncado para obstruir por reducción el flujo de material hacia el molde
- *Unidad de sujeción.* Es un tornillo estándar con un extremo en punta cónica para el alineamiento con el molde, y por el otro extremo en forma hexagonal como apoyo para apretar y desmontar el molde durante los ciclos de inyección. El tornillo estará soportado por un contrapunto con una tuerca estándar unida por medio de soldadura.

Diseño del prototipo didáctico de la prensa

Se buscó diseñar una prensa universal que permitiera medir el esfuerzo de compresión y el esfuerzo cortante con una medición estandarizada, segura, confiable y de fácil lectura. El Ensamble final de la Prensa (ver figura 6), en donde la fuerza se desarrolla a través de un tornillo (volante) y se multiplica por un mecanismo Toggle, la medición de la fuerza desarrollada se mide a través del principio científico de Pascal.

Gestionador de Procesos de Calidad

Los componentes de la prensa se indican en a continuación:

Mecanismo de Toggle o de cuatro barras

- PIEZA N° 1: Eslabón del Toggle. La función es mantener la posición del empuje de la aplicación de la fuerza de deformación. Se utilizara Solera A-36 de 1/2 x 1/2 pulgada.
- PIEZA N° 2: Eslabón del Toggle. El Pivote del Toggle permite el movimiento en trayectoria de arco del eslabón 3 del Toggle. Estará fabricada en material ASTM A-36
- PIEZA N° 3: Eslabón número 3 del Toggle. Es una biela que permite articular el movimiento corto del Toggle. Se usará material ASTM A-36
- PIEZA N° 4: Empujador del Toggle. Es el eslabón mecánico entre el tornillo y el mecanismo del Toggle que transmite el movimiento del tornillo al mismo Toggle. Se fabricará con solera ASTM A-36 de 1/4 x 2 pulgadas.

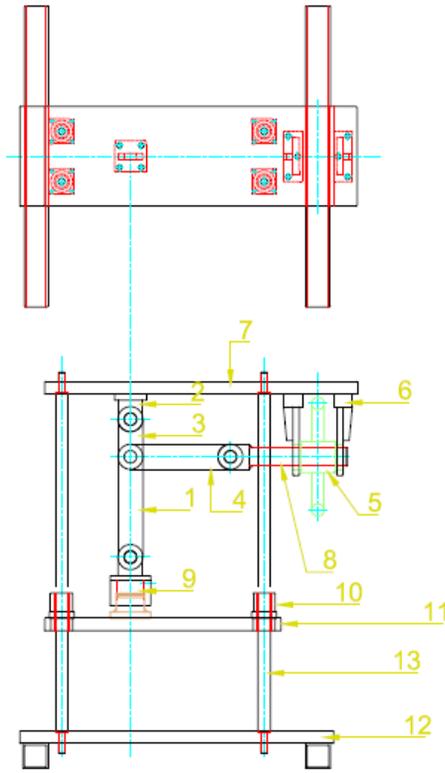


Figura 6 Dibujo de armado de la Prensa y las partes que la componen.

Por cada uno de los componentes se realizaron los planos. A manera de ejemplo, la figura 7 indica el plano del Eslabón del Toggle, para el cual se eligió la solera A-36 de 1/2 x 2 pulgadas.

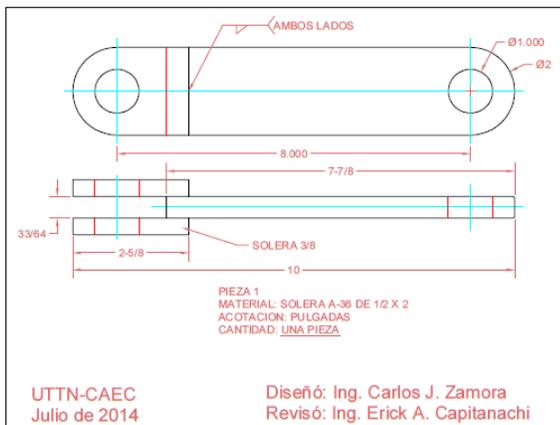


Figura 7 Plano del eslabón Toggle

Sistema de desarrollo de fuerza

- PIEZA N° 5: Volante. Es el actuador de la tuerca para el movimiento de empuje del tornillo, provocando el movimiento del mecanismo Toggle y el desarrollo de la fuerza. Se usara material SAE 1020
- PIEZA N° 6: Soporte de la tuerca-volante. Permite el movimiento de giro del volante y mantiene el tornillo en su eje longitudinal. Se fabrica con ASTM A-36

- PIEZA N° 8: Tornillo. La función del tornillo es desarrollar la fuerza de empuje y el movimiento lineal que se produce a través del giro del volante de la pieza 5 sobre la rosca del tornillo. Se usa SAE 1020

Soportes Extremos

- PIEZA N° 7: Soporte superior de la estructura principal de la Prensa. Su función es alinear y sostener en la parte superior las columnas del deslizamiento del empujador. Se fabrica con ASTM A-36
- PIEZA N° 12: Soporte inferior extremo. Sirve de base a la prensa y es el extremo inferior de alojamiento y alineación de las columnas de deslizamiento vertical. Se fabrica con material A-36

Sistema de medición de fuerzas (Principio de Pascal)

- PIEZA N° 9: Cilindro hidráulico, anclaje y pivote. El pistón transmite la fuerza de deformación hacia el empujador y utilizar el principio de Pascal para la medición de la fuerza, es decir es la parte que transmitirá la fuerza de la prueba mecánica al manómetro. En tanto el pivote permite el movimiento del eslabón largo del Toggle y complementa el principio de Pascal. Se fabrica con material SAE-1020

Guías de deslizamiento dinámico

- PIEZA N° 10: Guías de deslizamiento lineal. Estas guías se deslizan en movimiento vertical lineal y permiten al empujador deslizarse verticalmente. Se fabrica con material SA 1020 con ASTM A-36.

Empujador

- El empujador transmite la fuerza del toggle a la herramienta de deformación de la prueba mecánica que se esté efectuando. Es de material ASTM A-36.

Columnas guías de deslizamiento Estático

- Pieza No. 11. Las columnas son elementos que sirven para guía estática del deslizamiento vertical del empujador. Se fabrican con SAE- 1020

Fase 4. Modelado de los elementos de diseño de la inyectora extrusora y prensa

Se realizó por medio del software de modelado mecánico SolidWorks, con base a la definición de los requerimientos del diseño y los criterios de selección. Las figuras 8 y 9 indican la vista explosiva y el modelo de la inyectora/extrusora. En tanto la figura 10 muestra el modelo de la prensa

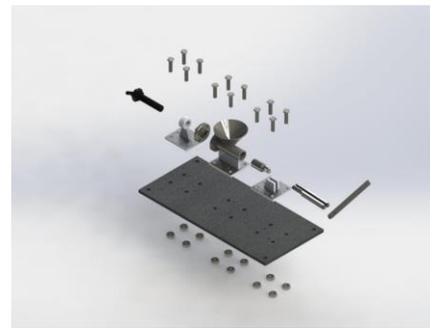


Figura 8 Vista explosionada con SolidWorks ®.



Figura 9 Representación del modelo en SolidWorks



Figura 10 Dibujo en SolidWorks de la prensa

Fase 5. Fabricación de prototipos físicos

Inyectora/extrusora

La fabricación de los componentes de la máquina y su ensamblado, fueron efectuados por alumnos de nivel TSU de la especialidad de plásticos en la carrera de Procesos Industriales, en un taller externo (figura 11).



Figura 11 Fabricación de piezas con apoyo estudiantil.

Una vez que se fabricaron los componentes se procedió al ensamblado (ver figura 12).



Figura 12 Ensamble de la inyectora/extrusora

Prensa

En esta etapa se desarrolla la construcción del prototipo basándose en los planos del diseño. Se inicia por darle forma a cada una de las piezas que integraran la prensa dobladora. Los componentes de la prensa se fabricaron en los materiales indicados en los diseños, quedando los componentes como se indican en la figura 13.



Figura 13 Dibujo en SolidWorks de componentes de la prensa

Una vez que se fabricaron los componentes de la prensa, se ensamblaron con el apoyo de estudiantes, quedando el prototipo como se indica en la figura 14



Figura 14 Prototipo didáctico prensa

Durante la elaboración de los prototipos físicos se realizaron pruebas y ajuste para asegurar su funcionalidad así como para verificar el cumplimiento de las necesidades identificadas en la fase 1. Cabe destacar que como resultado de este proyecto se cuenta físicamente con los dos equipos didácticos, contribuyendo con esto a la generación de tecnología propia aplicable a los procesos de enseñanza - aprendizaje, a través de un trabajo colegiado colaborativo.

Por otra parte cada uno de los prototipos didácticos cumplen con los requerimientos de diseño y funcionalidad como. Asimismo fueron construidos en forma modular para poder sustituir cualquier componente que se resulte dañado a raíz de la manipulación, desgaste o fatiga. Además de que fueron construidos con materiales comerciales (de fácil adquisición).

Conclusión

Como resultado se obtuvo el diseño y fabricación de los prototipos de las máquinas inyectora/extrusora y prensa, lo cual traerá como beneficio lo siguiente:

- Apoyar en el cumplimiento del modelo de aprendizaje basado en competencias, además de contribuir al 70% de teoría que señala el modelo de las UT's.
- Los estudiantes podrán hacer diagnósticos de las condiciones de operación de los procesos, además de operar los equipos de forma segura.
- Por otra parte el diseño de estos equipos y sus prototipos permitirá reducir los costos de fabricación.

Al involucrar en el equipo de trabajo del Cuerpo Académico a los estudiantes en formación, se logra darle a éstos un gran impulso en su educación y una visión diferente y más amplia sobre todo lo que puede ser capaz de construirse a través del conocimiento y su aplicación.

Referencias

- CGUT. (2009). *Planes y programas de estudio de Procesos Industriales área manufactura*. México: CGUT.
- CGUT (2006). *Universidades Tecnológicas. Impulsando el desarrollo de México*. México: SEP
- De Garmo, E. P., Black, J. T., & Kohser, R. A. (2002). *Materiales y procesos de fabricación. Vol. I*. Sevilla, España: Reverté S. A.
- Félez, J. (2010). *Open Course Ware*. Recuperado el 21 de Enero de 2015, de Universidad Politécnica de Madrid: <http://ocw.upm.es/ingenieria-mecanica/especificacion-de-dimensiones-y-tolerancias-gd-t/01-diseno/0101-diseno.pdf>
- Groover, M. P. (1997). *Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas* (Primera edición ed.). (P. Educación, Ed., & M. Á. Carlos M. de la Peña Gómez, Trad.) México: Pearson Prentice-Hall.
- Guevara, L., Falcón, L., Sandoval, G., & Medel, J. (2009). *Equipos didácticos industriales en el modelo educativo de los Cecati 48*. Revista. Recuperado el 21 de Enero de 2015 en: http://www.desarrolloweb.ipn.mx/sites/inovacion/Revistas/Documents/Revistas%202009/Revista%2048/6Equipos_didacticos_industriales_en_el_modelo_educativo_de_los_Cecati48.pdf
- Heubers, D. (2012). *How to produce Plastic washers*. Polsbroek, Utrecht, Holanda. Obtenido de www.youtube.com/user/heubers48
- IMNC (2008). *NMX- CC ISO 9001. Requisitos del Sistema de Calidad*. México: IMNC.
- Kalpakjian S., & Schmid, S. R. (2008). *Manufactura, ingeniería y tecnología*. México: Prentice Hall.
- Lara, G. M. (2009). *ANUT Asociación Nacional de Universidades Tecnológicas A. C.* Recuperado el 21 de Junio de 2012, de http://www.anut.org.mx/pdf/BOLETIN_ANUT.pdf
- Lieu, D. K., & Sorby, S. (2011). *Dibujo para diseño de ingeniería*. México: Cengage Learning Editores.
- Mikell P. (1997). *Fundamentos de manufactura moderna*. España: Pearson Educación.