

MÁQUINA DE PROTOTIPADO RÁPIDO EXPERIMENTAL*

** *Lowis Douglas Rico Millán,
Paula Andrea Miranda Villegas,
Juan Sebastián Arbeláez Ramírez*

Tutor:
Carlos Andrés Londoño Echeverri

EXPERIMENTAL RAPID PROTOTYPING MACHINE

SÍNTESIS

Este artículo recopila todo el proceso de investigación y desarrollo de una máquina para prototipado rápido que están realizando estudiantes del programa de Diseño Industrial, pertenecientes al semillero de investigación en Tecnología y Diseño, Código B; con ella se pretende simplificar y mejorar el proceso proyectual en el programa, permitiendo generar prototipos y propuestas proyectuales de manera rápida, eficiente, garantizando buenos acabados y aplicando tecnologías apropiadas.

Descriptor:

Proceso proyectual, prototipado rápido, micro controladores, automatización

ABSTRACT

This article illustrates the research and development process of a rapid prototyping machine undertaken by UCPR industrial design students participating in the research group Technology and Design. This project sought to improve and simplify the design process by generating prototypes that were fast and efficient, granted good quality and applied appropriate technologies.

Descriptors:

Proyectual process, rapid prototyping, microcontrollers, automation

* El artículo es una investigación en curso del semillero de investigación adscrito al grupo de investigación Tecnología y Diseño de la Facultad de Arquitectura y Diseño, presentada y aprobada en el IV Encuentro Regional de Semilleros de Investigación Nodo Eje Cafetero, Norte del Valle y Chocó.

** Estudiantes de IV semestre del programa de Diseño Industrial.

INTRODUCCIÓN

Para empezar, es necesario señalar que la investigación que se llevó a cabo en el desarrollo de este proyecto, es aplicada, es decir, que además de la identificación y análisis del problema, aplica los conceptos teóricos pertinentes al desarrollo de un prototipo funcional.

Inicialmente, en el planteamiento y descripción del problema se da a conocer la metodología proyectual empleada actualmente por los estudiantes de Diseño Industrial de la Universidad Católica Popular del Risaralda, UCPR, en la que se exponen los pasos que debe seguir el estudiante para cumplir con las exigencias de presentación de prototipos, como resultado de procesos de diseño; posteriormente se plantea una respuesta a la problemática identificada que se encuentra fundamentada y justificada en los beneficios que se le proporcionarán al estudiante y, de modo indirecto, al usuario, pues facilitará la comunicación de las funciones del objeto al futuro portador del diseño. A continuación se delimita la investigación a través de objetivo general y objetivos específicos, encargados de determinar los lineamientos y/o parámetros necesarios. También se dan las descripciones generales de los elementos conceptuales aplicados en el proyecto, desde un punto de vista histórico, técnico y contextual.

La metodología empleada por el Semillero de Investigación para el desarrollo del proyecto consiste en la división por etapas, cada una de éstas con sus propias metas y resultados; en este texto se describen también los resultados obtenidos hasta el momento para, finalmente, expresar las conclusiones formuladas por el grupo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Existen diversos modelos o métodos proyectuales. Para esta investigación se toma como referente el modelo planteado por Bruno Munari, pues ejemplifica paso por paso los componentes de un método proyectual usualmente aplicado por los estudiantes del programa de Diseño Industrial de la UCPR; este tipo de procesos proyectuales, exige que el diseñador llegue no sólo a una respuesta renderizada es decir, en papel o digital, sino también a un resultado físico o prototipo.

En este punto es donde se encuentra el problema de investigación, pues los talleres de cerámica, maderas, plásticos y metales que tiene el programa y las universidades a nivel regional, no cuentan con todos los elementos para lograr buen desarrollo de productos; tampoco cuentan con herramientas altamente tecnológicas que permitan la precisión en los detalles del elemento.

La construcción del prototipo se convierte en un proceso artesanal que además presenta dificultad en el momento de la comunicación con el usuario, por lo cual el estudiante se ve obligado a recurrir a entidades o agentes externos que tengan a su disposición las herramientas especializadas para la elaboración del prototipo. Con todo esto, el proceso de construcción de prototipos se torna ineficiente y por la misma razón el profesional se ha acostumbrado a limitar su propuesta de diseño al papel, generando de esta manera dudas en el usuario y ocasionalmente falsas expectativas con respecto al diseño o propuesta proyectual.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo incorporar el concepto de prototipado rápido en el proceso de Diseño en el programa de Diseño Industrial de la UCPR?

JUSTIFICACIÓN

Al identificar la dificultad presente en el proceso proyectual de los estudiantes de Diseño Industrial de la UCPR en el momento de presentar sus prototipos, el semillero de investigación Código B, perteneciente al grupo de investigación en Tecnología y Diseño, integrado por estudiantes del programa de Diseño Industrial, se propuso el diseño y la construcción de una máquina para prototipado rápido experimental.

El desarrollo de este proyecto de investigación es importante para el programa de Diseño Industrial de la UCPR, debido a que la máquina garantizará que el proceso proyectual sea desarrollado en su totalidad y la construcción del prototipo se convertirá en un desarrollo completamente automatizado.

El proyecto permitirá que el estudiante reduzca el tiempo empleado en proceso de construcción y desarrollo de prototipos, conociendo de antemano las especificaciones y/o características formales y funcionales del artefacto; obtendrá una buena precisión en el modelado de las piezas y acabados aproximados a los requeridos por el objeto industrial, empleando siempre material de calidad como es el plástico ABS; mejorará la calidad de sus entregas de diseño, garantizará el entable de redes de comunicación claras y exactas acerca de las funciones del artefacto, es decir, que el usuario tendrá la posibilidad de conocer o aproximarse a una respuesta física previa al resultado final, aclarando con esto cualquier duda

o inquietud, y erradicando rotundamente la posibilidad de interpretaciones subjetivas o atribuir falsas funciones y/o funciones adicionales al producto.

Es importante resaltar que la prototipadora será construida en su totalidad dentro de las instalaciones de la UCPR, siendo esta máquina la única construida a nivel regional. El proyecto será pionero en la exploración y aplicación de este tipo de tecnología, con esto se logrará no sólo dejar muy en alto el nombre y la calidad de la universidad, sino también destacar las fortalezas que tiene el programa y la facultad con relación a otras universidades.

OBJETIVOS

Objetivo General

Diseñar una prototipadora rápida experimental

Objetivos Específicos

- Capacitar a los investigadores en aplicaciones de automatización, construcción y diseño de tarjetas electrónicas, lenguaje ensamblador y teorías y/o principios de movimientos sobre ejes coordinados y controlados.
- Realizar visitas técnicas en las que se recopile información suficiente acerca del funcionamiento y avances en el área de prototipado rápido.
- Desarrollar procesos tecnológicos a nivel regional.

REFERENTE TEÓRICO

MARCO TEÓRICO

El método proyectual para el diseñador industrial se convierte en una guía constante.

Consiste en el orden y clasificación de las variables de un problema, y su ordenado y completo desarrollo garantizan una buena respuesta de diseño; así como lo afirma Bruno Munari, "el método proyectual consiste simplemente en una serie de operaciones necesarias, dispuestas en un orden lógico dictado por la experiencia. Su finalidad es la de conseguir un máximo resultado con el mínimo esfuerzo" (1983, p.9). Por esta razón, se hace necesaria la implementación de herramientas tecnológicas y procesos de automatización para el completo y óptimo desarrollo del método proyectual.

En los últimos años ha surgido una nueva familia de máquinas altamente innovadoras que permite, con diferentes tecnologías y materiales, obtener prototipos a partir de un molde o un modelo de manera precisa y relativamente rápida, a partir de piezas diseñadas o generadas en diferentes software de diseño 3D. Estas máquinas, conocidas como máquinas de Prototipado Rápido, posibilitan obtener piezas físicas, acabadas de modo automático, con forma y dimensiones reales, con grados de complejidad y cantidad de detalles casi imposibles de obtener bajo métodos de construcción manuales o en máquinas convencionales.

Las técnicas de Prototipado Rápido tienen como objetivo fundamental, obtener de manera rápida y exacta una réplica tridimensional de los diseños generados mediante aplicaciones CAD en 3D. De esta manera, este tipo de máquinas proporciona al usuario (en este caso al diseñador), una mayor velocidad y menor costo en la obtención de prototipos, comparados con los procesos tradicionales de fabricación.

Los Sistemas de Prototipado Rápido surgen inicialmente en 1987 con el proceso de

estereolitografía (StereoLithography - SL) de la empresa norteamericana 3D Systems, proceso que solidifica capas (layers) de resina foto sensible por medio de láser. El sistema SLA-1, primer sistema de prototipado disponible comercialmente, fue un precursor de la máquina SLA-1, bastante popular en la actualidad.

A diferencia de los procesos de fabricación que sacan material de la pieza en bruto para obtener el modelo deseado, los sistemas de Prototipado Rápido generan la pieza a partir de la unión aditiva de líquidos, capa por capa. Estas máquinas producen piezas en plásticos, yeso, cerámica o metales.

Los datos para las máquinas de Prototipado Rápido son generados por los sistemas CAD en formato STL, que aproxima el modelo sólido a través de pequeños triángulos o facetas. Cuanto más pequeño sean estos triángulos, mejor será la aproximación a la superficie. Una vez el archivo STL es generado, las demás operaciones son ejecutadas por el propio programa; éste realizará operaciones básicas de visualización y generación de secciones transversales del modelo que será construido; dichos datos serán transmitidos a la máquina, la cual irá depositando capas hasta que la pieza sea generada.

Dichos modelos físicos pueden ser únicamente estéticos y útiles para estudio de formas y aceptación por el mercado potencial al que van dirigidos, o pueden cumplir con algunos de los requerimientos mecánicos que tendría la pieza definitiva, ofreciendo en este caso la posibilidad de realizar pruebas funcionales, facilitando la relación entre clientes y proveedores. Las ventajas que ofrece la utilización de esta tecnología dentro del proceso global del lanzamiento de un nuevo producto abarcan a casi todos los departa-

mentos que, directa o indirectamente, están involucrados en él.

Al tener acceso a las máquinas de prototipado, el diseñador podrá disponer de una herramienta de comunicación física que no ofrece ningún tipo de duda, y que por lo tanto no permitirá interpretaciones distintas y/o erróneas. Así como una imagen vale más que mil palabras, un prototipo vale más que mil imágenes, planos, croquis, dibujos.

Las técnicas de prototipado rápido pueden ser aplicadas a las más diversas áreas, tales como automoción, aeronáutica, marketing, restauraciones, educación, paleontología y arquitectura, entre otras.

El cerebro de una máquina de prototipado son las tarjetas electrónicas, cuyo elemento esencial es un micro controlador "que consiste en un circuito integrado que contiene, total o parcialmente, los cinco elementos básicos de un computador completo (unidad de control, unidad de tratamiento, memoria y puertos de entrada/salida), estando proyectados para aplicaciones de supervisión, monitorización, gestión y control en sistema." (Prieto, 2006, p.237)

El micro controlador debe ser programado, es decir, se deben establecer o asignar parámetros exactos y sus variables, para que pueda ejecutar las funciones de la máquina. El micro controlador se orienta mediante un software de computador, éste consiste en la traducción del lenguaje entre el programador y el cerebro de la tarjeta electrónica: "lo que hace particularmente poderoso a un programa es la posibilidad de variar su comportamiento con base en la información actual, ya sea ésta proveniente de la evaluación de una variable o suministrada externamente por parte del usuario." (Parra, 2003, p.289)

Las instrucciones de funcionamiento pueden ser de repetición y de decisión, ambas comparten la característica de tener una o varias condiciones y éstas son las que permiten tomar la decisión o repetir el ciclo.

GLOSARIO

AUTOMATIZACIÓN: Se refiere a aplicar la automática a un proceso, un dispositivo, etc.; consiste en integrar un instrumento o aparato que encierra dentro de sí el mecanismo que le imprime determinados movimientos a un proceso específico, en otras palabras, consiste en hacer que un sistema opere automáticamente mediante operaciones electrónicamente controladas a través de dispositivos mecánicos o electrónicos.

PROTOTIPADORA: Es básicamente una máquina que facilita el proceso de producción de todo tipo de objetos de simples o de complejas formas geométricas, reduciendo considerablemente tiempo de elaboración y posibilitando obtener el prototipo de un desarrollo y su matriz de fabricación con perfección digital a partir de un software de diseño.

El sistema más difundido fue la Estereolitografía, basado en la construcción de foto-polímeros a partir de tecnología láser. Estas máquinas llegaron a venderse por cientos de miles de dólares y su uso estaba restringido a empresas de gran envergadura como automotrices, ingeniería aeroespacial, organismos gubernamentales, etc. Actualmente, el mercado del prototipo rápido está compuesto por un mix de sistemas, materiales y servicios a precios más accesibles. Los avances de esta tecnología en los últimos años, y la progresiva disminución de sus costos, facilitaron integrar estas máquinas a todo tipo de empresas, que sumándolas en su totalidad, todavía no llegan a ser seiscientas compañías en todo el mundo.

MICROCONTROLADOR: Es un circuito integrado o chip que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: CPU, Memoria y Unidades de E/S; es un dispositivo electrónico capaz de llevar a cabo procesos lógicos. Estos procesos o acciones son programados en lenguaje ensamblador por el usuario, y son introducidos en éste a través de un programador.

Son diseñados para disminuir el costo económico y el consumo de energía de un sistema en particular. Por eso el tamaño de la CPU, la cantidad de memoria y los periféricos incluidos dependerán de la aplicación.

LENGUAJE ENSAMBLADOR: es un lenguaje de programación que es una traducción directa del código de máquina (este código es interpretado por el microprocesador), para que pueda ser entendible por los seres humanos, por lo tanto es un lenguaje de bajo nivel, es usado para escribir programas informáticos y constituye la representación más directa del código máquina específico para cada arquitectura de computadoras.

MOTORES PASO A PASO: es un dispositivo electromecánico que convierte una serie de impulsos eléctricos en desplazamientos angulares discretos, lo que significa que es capaz de avanzar una serie de grados (paso) dependiendo de sus entradas de control. El motor paso a paso se comporta de la misma manera que un convertidor digital-analógico y puede ser gobernado por impulsos procedentes de sistemas lógicos. Este motor presenta las ventajas de tener alta precisión y repetitividad en cuanto al posicionamiento.

La señal eléctrica de alimentación es un tren de pulsos que se suceden con una secuen-

cia, previamente definida, a cada una de las bobinas que componen el estator. Cada vez que a alguna de estas bobinas se le aplica un pulso, el motor se desplaza un paso, y queda fijo en esa posición. Dependiendo de las características constructivas del motor, este paso puede ser desde 90° hasta incluso 0,9°.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo y construcción de la máquina de prototipado, se ha dividido el proyecto en tres fases:

- Fase 1. Micro draw
- Fase 2 Rep Rap.
- Fase 3 Prototipadora.

Fase 1 Micro - Draw: Fue la etapa inicial del proceso de desarrollo. Durante esta etapa se recolectó la información necesaria para la construcción de la máquina; de igual manera, se recibió la capacitación requerida para contar con todos los elementos conceptuales presentes en el funcionamiento de la prototipadora. En esta etapa, Código B, asistió y participó del seminario "**GUÍA SOBRE SOLUCIONES Y APLICACIONES A LA AUTOMATIZACION**", realizado en la Cámara de Comercio de Dosquebradas, del 16 de septiembre al 16 de octubre de 2008, con una intensidad de 40 horas.

Simultáneamente se realizó el proceso de recolección de planimetría, especificaciones técnicas, tableros de conexiones, entre otros, los cuales fueron consignados en una carpeta (digital), con el fin de tener en orden todos los elementos necesarios para la construcción de la máquina.

Adicionalmente, se realizaron 3 visitas técnicas: la primera de ellas a "Tecno Parque 3" en la ciudad de Pereira, "Tecno Parque

1", e IMOCOM, ambas en la ciudad de Bogotá; actualmente se planea una visita a la ciudad de Medellín a la Universidad EAFIT. A partir del jueves 6 de noviembre de 2008, el grupo asistió a las instalaciones del SENA, Industria Dosquebradas, donde recibió capacitación sobre micro-controladores y donde tuvo un primer acercamiento a la construcción de un microbot, que consistió en mover y controlar dos ejes, con el fin de adquirir conocimiento posteriormente utilizado para la comprensión y asimilación de los movimientos que generará la prototipadora.

El resultado de esta última capacitación, denominado "MICRO - DRAW skor PSL2", consiste en una mesa de coordenadas que consta de dos ejes orientados desde un micro controlador programado en lenguaje C.

Su desarrollo tecnológico y estructural permite que el usuario acceda a diferentes funciones con solo cambiar el cabezal de ejecución, logrando así obtener y ofrecer un producto muy práctico y multifuncional.

Fase 2 Rep Rap: Actualmente, código B se encuentra en esta etapa del proyecto de investigación. Después de recolectada la información, se ha comenzado con la creación de un prototipo que contendrá los tres ejes X, Y y Z, donde Z será el eje vertical: paralelamente, se realizarán nuevas visitas técnicas en las que se pretende seguir capacitando a los estudiantes en tópicos relacionados con el proyecto; el semillero de investigación asistirá a un curso de aerodelismo en las instalaciones de la UCPR, con el fin de identificar otras aplicaciones de los conceptos teóricos adquiridos, tales como la estructuración de artefactos y formas de control automatizado.

Fase 3 Prototipadora: ésta es la última etapa del proceso. Durante esta fase se instalará el software y se pondrán a punto todas las partes electrónicas y mecánicas para el montaje del prototipo final (máquina de prototipado), se diseñarán y construirán las tarjetas electrónicas y se soldará sobre ellas todos los componentes necesarios para garantizar un adecuado funcionamiento; este proceso es el más extenso y delicado debido a que requiere perfecta sincronía de todos los componentes de la máquina.

Al culminar esta etapa, el prototipo estará en condiciones de imprimir piezas 3D previamente modeladas. En este momento del proceso se contará con el apoyo del SENA Industria Dosquebradas para el diseño y construcción de las tarjetas electrónicas.

RESULTADOS

- Se construyó el primer prototipo funcional (Micro-draw) siguiendo la línea de investigación aplicada.
- Micro-Draw fue meritorio del reconocimiento a los dos mejores proyectos de taller III del programa de Diseño Industrial de la UCPR durante el II semestre del año 2008.
- Micro-Draw, permitió que los estudiantes conocieran y aplicaran las teorías y/o principios existentes sobre movimientos de ejes coordenados y controlados (proceso análogo al de la prototipadora).

CONCLUSIONES

- Se logró identificar claramente en qué consisten y cómo se desarrollan los procesos de prototipado en el programa de Diseño Industrial de la UCPR. Por esto es posible afirmar que se requiere hacer más efectivo este proceso para mejorar la calidad de los productos de diseño.

- El grupo ha realizado hasta ahora 3 visitas técnicas en las que recopiló información acerca del funcionamiento y avances en el área de prototipado rápido. Se puede concluir que Colombia actualmente está apenas incursionando en esta tecnología, dado que sólo se identificaron cuatro (4) prototipadoras a nivel nacional que prestan servicio de forma muy limitada. Es necesario masificar este proceso en el país.
- Los investigadores se capacitaron en construcción y diseño de tarjetas electrónicas y lenguaje ensamblador, con la colaboración del SENA Industria Dosquebradas, también sobre aplicaciones de automatización en la Cámara de Comercio de Dosquebradas. Fue posible identificar que en la región, Pereira y Dosquebradas, se tiene la tecnología necesaria para diseñar y construir este tipo de máquinas.

BIBLIOGRAFIA

- ARNHEIM, Rudolf. (2001) Arte y Percepción visual. Madrid, Ed. Alianza Forma.
- MUNARI, Bruno. (1983). Como nacen los objetos? Ed. Gustavo Gili. 2ª edición. Roma
- PARRAPLAZA, JA. 2003. Programación en bajo nivel, sentencias condicionales. Pontificia Universidad Javeriana. Cali Colombia
- PRIETO ESPINOZA, A, loris, 2006. Introducción a la Informática. Aravaca, Madrid. Mc Graw Hill (4ª Ed.).
- Universidad de Vigo / Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial.
- <http://webs.uvigo.es/disenoiindustrial/protoraoid.html>. (Consultado en Mayo de 2009)
- <http://reprap.org/bin/view/Main/RepRapOneDarwin>. (Consultado en Mayo de 2009)
- <http://www.bath.ac.uk/research/>. (Consultado en Mayo de 2009)
- http://books.google.com.co/books?id=o0xtC7yE7kYC&pg=PA9&lpg=PA9&dq=en+que+consiste+el+proceso+proyectual&source=bi&ots=KW_rdHaoNY&sig=GkpeDiWFBmY20AgcUHK11tLjl&hl=es&ei=s7SsSc7FLtW5twfr78CHBg&sa=X&oi=book_result&resnum=5&ct=result. (Consultado en Mayo de 2009)