

Diseño y construcción de prototipo de cabina con ambientes controlados de acabados de madera de uso en las PYMES salvadoreñas

Gilberto A. Carrillo, Mauricio O. Gómez, Iván E. López, Douglas A. Aguilar, Astrid E. Calderón y Jorge A. Laínez

Centro de Innovación en Diseño Industrial y Manufactura (CIDIM) – Instituto de Investigación e Innovación en Electrónica (IIIE).

¹*Abstract – This paper discusses about the construction of an extraction cabin for painting process, focusing on the electronic system, tests and reasons for choosing the DAQ and sensors.*

Index terms -

I. INTRODUCCIÓN

El sector industrial de madera en nuestro país, está conformado por empresas que fabrican muebles, reparan pisos de madera, acondicionan fachadas, paredes y cielos falsos, construyen ambientes externos de residencias, restaurantes, hoteles, industrias entre otros.

Es también uno de los sectores que realizan muchos de sus trabajos en forma artesanal y generalmente con personal no cualificado, cuyos estándares de calidad y de producción no son muy adecuados, restándoles mucha competitividad, limitando su crecimiento y la oferta al mercado.

Una de las empresas que se dedica a este rubro es SAYER, que ve en este tipo de productos una posibilidad de incrementar tanto la calidad de los acabados en las maderas, como también el hecho de crecer en volumen de ventas de lacas, tintes y pintura en general, tanto para lo que son maderas y muebles en general, de allí surge la alianza que nos llevara a hacer con esta empresa los estudios que nos permitan concluir de manera exitosa un prototipo de cabina que cumpla con estándares de mercado.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Entre los aspectos que se espera impactar es la mejora de las condiciones de trabajo, que los productos de madera estén libres de grumos y asperezas, aumentando la calidad de los mismos y satisfaciendo las necesidades y expectativas del cliente; otro aspecto es que los tiempos de trabajo sean más productivos.

Puntualmente nos planteamos el reducir la contaminación del área de trabajo, mejorar la producción y la accesibilidad a la micro y pequeña empresas de tecnologías que les permitan una producción más continua en ambientes controlados. Proveen a las PYMES con el “*know how*” sobre la construcción de un equipo portátil de fácil replicabilidad.

III. METODOLOGÍA UTILIZADA.

- Identificar las etapas de producción.
 - Preparatorias de las maderas
 - De tratamiento
- Identificar variables físicas presentes en el acabado.
 - Rugosidad.
 - Humedad del ambiente.
 - Restos de partículas.



Fig. 1 - Toma de datos de campo.

Gilberto A. Carrillo, Director de CIDIM, Universidad Don Bosco, El Salvador. (e-mail: gilberto.carrillo@udb.edu.sv)

Mauricio O. Gómez, Investigador en IIIE, Universidad Don Bosco, El Salvador. (e-mail: mauricio.gomez@udb.edu.sv)

Iván E. López, Investigador en CIDIM, Universidad Don Bosco, El Salvador. (e-mail: ivan.lopez@udb.edu.sv)

Douglas A. Aguilar, Investigador en CIDIM, Universidad Don Bosco, El Salvador. (e-mail: douglas.aguilar@udb.edu.sv)

Astrid E. Calderón, Investigadora en CIDIM, Universidad Don Bosco, El Salvador. (e-mail: astrid.calderon@udb.edu.sv)

Jorge A. Laínez, Investigador en CIDIM, Universidad Don Bosco, El Salvador. (e-mail: alejandro.lainez@udb.edu.sv)

Para la fabricación de la cabina se pensó en algunos de los criterios que se demandan en cuanto a la calidad, espacios y recursos de las cuales estaría constituida, por lo que se realizaron varias entrevistas con personas expertas en el tema y con el apoyo de las autoridades de la empresa SAYER, quienes compartieron con nosotros sus conocimientos y

criterios para la fabricación de la cabina, es por ellos que se puede ver en la figura 1 a Alejandro con Astrid tomando datos de corrientes de aire en una cabina más pequeña.

Dentro de los recursos que se utilizaron para la fabricación de las cabinas se encuentran las simulaciones por computadora donde se evaluó el comportamiento de la estructura bajo carga y el flujo esperado dentro de la cabina.

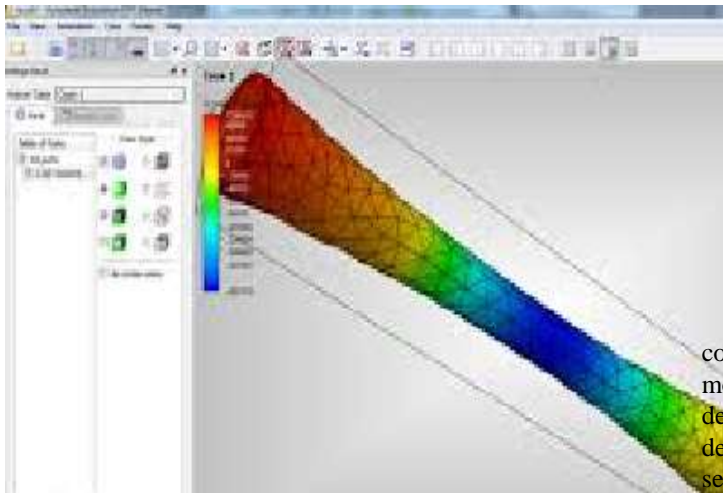


Fig. 2 - Simulación del flujo de aire.

El proceso de construcción implicó la realización de varios tamaños para el análisis de flujo de aire, Como se puede observar en la fig. 2. estos procesos implicaron la verificación de los materiales a utilizar, para el caso se realizaron pruebas con plásticos, metales y se busco que estos recursos se pudieran replicar de forma tal que se volvieran modulares.



Fig. 3 - Ivan y Alejandro trabajando en la cabina prototipo.

El proceso incluyó pruebas de campo que nos permitieran evaluar tanto la rigidez como la factibilidad técnica para la realización de la misma, es por ello que nos trasladamos a diferentes locaciones a realizar pruebas de campo y someter el modelo a fatiga.

En la Fig. 3 y 4 se observa a los técnicos trabajando en el montaje del prototipo de la cabina en dos de esas tantas locaciones que se utilizaron para validar el modelo de cabina y someterlo a estrés como parte de las pruebas de campo.



Fig. 4 - Iván y Douglas trabajando en montar el ventilador de la cabina prototipo.

IV. ADQUISICIÓN DE DATOS Y CONTROL DEL PROCESO.

Se espera que se puedan realizar lecturas de lo que es la concentración o nube de pintura o de lacas que se genera al momento de estarla aplicando a los materiales, y con ello determinar el momento adecuado y la cantidad de tiempo que debería estar activos los sistemas de ventilación. Este proceso se debe de hacer para garantizar que los vapores y los contaminantes sean extraídos del proceso de forma oportuna y siempre tomando en cuenta la cantidad de energía que sea lo mínimo posible.

Para el proceso de adquisición de datos, contamos con varios sensores entre los que se utilizaron están los ultrasónicos, los de detección de gas, los de humedad y temperatura, de ellos el que mejor nos resultado nos dio por la cantidad de variaciones fue el ultrasónico, ya que por su tiempo de respuesta a los cambios ambientales y a las corrientes de aire fue nuestra mejor opción de trabajo.

Por los componentes químicos de las pinturas y barnices, pensamos que la utilización de sensores de gas, de humedad y de calor, nos darían las mejores respuestas, pero mas adelante en este informe se presentan los datos del sensor de humedad, lo que nos llevo a descartarlo en una primera fase; sin embargo en estudios posteriores veremos de afinar la adquisición de datos y no se descarta que se puedan utilizar de forma combinada para la toma de datos en otros aspectos como lo pueden ser brillantes, textura y otros.

Los sensores ultrasónicos, detectan principalmente distancia, eso quiere decir que ellos envían un sonido de un valor específico y “leen” el tiempo en que tarda la señal en regresar, la hipótesis es que si la nube es lo suficientemente densa, pueda actuar como cortina y enviarnos un dato de que “hay” una pared a una distancia específica, para hacer estas pruebas se utilizaran un sensor ultrasónico genérico y una tarjeta arduino como adquisitoria de datos, se realizarán pruebas para ver como es el comportamiento del sensor con relación a la cantidad de “nube” que se forma.

Por otro lado se espera realizar la misma lectura con los demás sensores de tal manera que se puedan hacer las capturas de datos que cada uno registra. Con ello se espera que se pueda establecer un patrón de comportamiento.

El programa de pruebas utilizando el sensor ultrasónico y el sensor de humedad es el siguiente:

```
#include <LiquidCrystal.h>;

// PIN 7 -> RS

// PIN 8 -> Enable

// PINS 9-12 -> D4-7

LiquidCrystal lcd(7, 8, 9, 10, 11, 12);

long distancia;

long tiempo;

void setup(){

  Serial.begin(9600);

  pinMode(4, OUTPUT); /*activación del pin 9 como salida: para el pulso ultrasónico*/

  pinMode(5, INPUT); /*activación del pin 8 como entrada: tiempo del rebote del ultrasonido*/

  lcd.begin(16, 2);

  lcd.setCursor(0,0);

  lcd.print("&quot;Distancia &quot;");

}

void loop(){

  digitalWrite(4 ,LOW); /* Por cuestión de estabilización del sensor*/

  delayMicroseconds(10);

  digitalWrite(4, HIGH); /* envío del pulso ultrasónico*/

  delayMicroseconds(10);

  tiempo=pulseIn(5, HIGH); /* Función para medir la longitud del pulso entrante. Mide el tiempo del pulso ultrasónico y cuando el sensor recibe el rebote, es decir: desde que el pin 12 empieza a recibir el rebote, HIGH, hasta que deja de hacerlo, LOW, la longitud del pulso entrante*/

  distancia= int(0.017*tiempo); /*fórmula para calcular la distancia obteniendo un valor entero*/

  /*Monitorización en centímetros por el monitor serial*/

  lcd.setCursor(10,0);

  lcd.print(distancia);

  lcd.print("&quot; cm&quot;");

  delay(500);

}
```

Con este programa se obtuvieron los siguientes datos

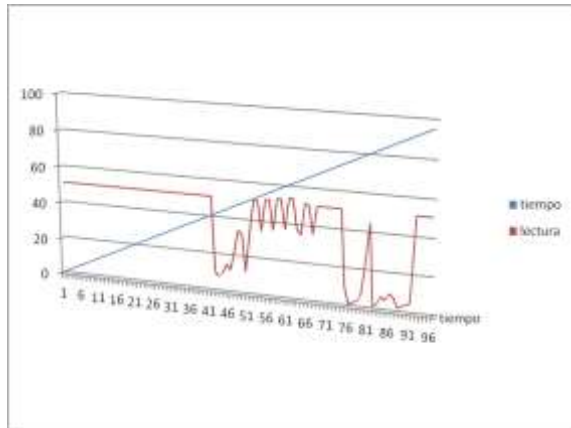
Lectura de sensores Ultrasónicos y de Temperatura.		
Tiempo	Distancia	Temperatura
1	51	44.90%
2	51	45.00%
3	51	44.00%
4	51	45.90%
5	51	46.00%
6	51	44.10%
7	51	46.90%
8	51	44.00%
9	51	44.00%
10	51	45.00%
11	51	43.00%
12	51	43.00%
13	51	43.00%
14	51	44.90%
15	51	43.50%
16	51	44.00%
17	51	44.90%
18	51	45.00%
19	51	44.90%
20	51	45.90%
21	51	46.00%
22	51	44.00%
23	51	46.90%
24	51	44.00%
25	51	44.90%
26	51	45.00%
27	51	43.00%
28	51	43.00%
29	51	43.00%
30	51	44.90%
31	51	43.50%
32	51	45.00%

Tabla 1 - Datos de prueba de los sensores ultrasónicos y de humedad.

Se tomaron más puntos pero por razones de espacio sólo se presentan un tercio de los datos, como se puede ver en la Tabla 1, no obstante esto en el gráfico 1, se pueden ver mejor el comportamiento completo de lo que serían ambas variables con todos los datos de proceso.

En el gráfico siguiente se puede ver y entender porque decidimos a utilizar sólo los sensores ultrasónicos, ya que su respuesta es mucho más clara y las diferencias entre pintar y no pintar quedan reflejadas, no sucede lo mismo con los de

calor y de humedad, ya que estos “ven” sólo concentraciones, y si la acción de pintar se da en un solo costado, el efecto puede tardar en llegar, lo que provocaría que la acción de los extractores no sea lo adecuado que se espera.



Gráfica 1 - Datos de prueba de los sensores ultrasónicos y de humedad.

La gráfica muestra el comportamiento de los sensores ante la acción mecánica de pintar, donde el sensor ultrasónico capta los movimientos de la cortina de viento que supone sale de la pistola de pintar, en el programa para evitar que se active por una ráfaga de viento ocasional, se hace que el embebido espere un par de segundos vuelva a evaluar si hubo un segundo movimiento para activar las turbinas que se encargan de sacar tanto los vapores como los excesos de pintura y con ello mejorar la calidad del acabado, ya que con la cortina de aire que se genera, se evita que se formen grumos y que caigan basuras sobre la superficie a pintar.

V. CONCLUSIONES

Este ejercicio nos permitió explorar un campo relativamente nuevo para nosotros, dejándonos buen sabor de boca, motivándonos a seguir investigando sobre lo que son las cabinas para los procesos de acabados en maderas, también nos permitió trabajar de manera multidisciplinaria y de manera conjunta entre dos unidades de la Universidad como lo son el Instituto de Investigación e Innovación en Electrónica y el de Manufactura liviana y una empresa especializada en madera como lo es SAYER.

Hay mucho camino que recorrer en esto del embellecimiento y tratamiento de maderas, acabados, barnices y tintes que vale la pena seguir indagando más sobre cómo mejorar texturas, acabados y combinaciones de materiales que le den valor agregado a las creaciones que con madera se puede hacer.

Hay mucho camino que recorrer sobre el proceso de automatización tanto de extracción de vapores e impurezas en procesos de pintura, como también en procesos completos de mejora de calidad y acabados, siempre pensando en el medio ambiente y en salvaguardar la vida de los hombres y mujeres que se dedican a tan noble arte.

VI. REFERENCIAS

W. Marín Modelo IEEE- Escuela de Ingeniería Electrónica, Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2007.

Alonso, José Vicente, PINTURAS, BARNICES Y AFINES, eds Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid, 2013

Laboudette, H. Más productividad, menos polución. Potencia y productividad, la descripción perfecta de la actividad de sistemas de pintura de ABB. Revista ABB 2/2007.

Espin, J. Guanaluiza, W. Diseño, construcción y automatización de una cabina de pintura climatizada para acabados de modulares de madera para la mueblería del pino. Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE. Ecuador. 2014.

Gonzalón, F. Tapia, G. Determinación de los parámetros del proceso de climatización de la cabina de pintura de la planta esmalte de la empresa General Motors – OBB. Escuela Politécnica Nacional. 2011.

Pérez, F. Diseño de una cabina de pintura para elementos aeronáuticos. Universidad de Cádiz. 2006.

Santamaría, D. Diseño y construcción cabina-horno de pintura con un sistema de alimentación de glp para la empresa Automotores Santamaría. ESPE. Ecuador. 2012.

VII. BIBLIOGRAFÍA



Gilberto Carrillo. Nace el 1 de Enero de 1971 en San Salvador, El Salvador. Ingeniero mecánico, con maestría en diseño, Gestión y Dirección de Proyectos; docente investigador del Centro de Innovación en Diseño Industrial y Manufactura en la Universidad Don Bosco. Posee certificaciones en Manufactura Integrada por Computadora, Manufactura Digital y Prototipado Rápido. Participa en proyectos técnicos científicos con fondos de USAID, GIZ y red CYTED. Posee experiencia en mantenimiento industrial, aeronáutica, formación profesional, diseño y fabricación de maquinaria.



Mauricio Gómez. Nace el 23 de junio de 1969 en San Salvador, El Salvador, Ingeniero en Electrónica, con Maestría en Automatización Industrial y certificación internacional de FESTO en programación de robot Industriales, Manufactura asistida por computadora, CNC y PLC, Docente investigador del Instituto de Investigación en Electrónica de la Universidad Don Bosco.



Iván López. Nace el 31 de Agosto de 1991 en San Salvador, El Salvador. Ingeniero en Mecatrónica, diplomado en Diseño Industrial y en Tecnologías y Proyectos de Fabricación Digital. Investigador en el Centro de Innovación en Diseño Industrial y Manufactura, y docente de la carrera de Diseño Industrial en la Universidad Don Bosco. Miembro de la asociación FabLab El Salvador. Ponente en Congresos de la IEEE en El Salvador y Chile



Douglas Aguilar. Nace el 21 de septiembre de 1985 en San Salvador, El Salvador. Ingeniero Industrial, Postgrado en Logística Internacional, Diplomado en Gestión por Procesos, Diplomado en SGC, Estudiante Activo de la Maestría en Mantenimiento Industrial, Investigador y Docente en el Centro de Innovación en Diseño Industrial y Manufactura.



Astrid Calderón. Nace el 01 de Marzo de 1985 en La Libertad, El Salvador. Licenciada en Administración de Empresas, diplomado en Administración de Proyectos. Técnico en diseño y gestión de proyectos del Centro de Innovación en Diseño Industrial y Manufactura de la Universidad Don Bosco.



Alejandro Laínez. Nace el 11 de abril de 1989 en San Salvador, Técnico en Ingeniería Eléctrica, Certificado en entrenamiento de ITW CHEMNITZ en "Fabricación Digital para Prototipado Rápido y Desarrollo de Productos", en el Centro de Innovación en Diseño Industrial y Manufactura