



PERFIL DE TRABAJO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA

Quito – Ecuador 2024



PERFIL DE TRABAJO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA

CARRERA: TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA INDUSTRIAL

TEMA: Diseño y construcción del sistema de control de temperatura y humedad para el proceso de impresión 3D en el laboratorio de simulación de CMI del ISUCT

Elaborado por:

CARLOS EFRAIN GONZALEZ LAGLA
KEVIN MATEO TUPIZA TOAZA

Tutor:

Ing. Santiago Pullaguari

05/05/2024

CONTENIDO	
PROBLEMÁTICA	4
Formulación y planteamiento del Problema	4
Objetivos	4
1.2.1 Objetivo general	4
1.2.2 Objetivos específicos	4
Justificación	5
1.4 Alcance	5
1.5 Materiales y métodos	5
1.6 Marco Teórico	6
HISTORIA DE LA IMPRESORA 3D	6
Métodos de control	7
Impacto de la temperatura	9
Figura: 1	9
Factor de Humedad	10
2. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	10
2.1. Recursos humanos	10
2.2. Recursos técnicos y materiales	10
2.3. Viabilidad	11
2.4 Cronograma	11

PROBLEMÁTICA

Formulación y planteamiento del Problema

El proyecto tiene como objetivo principal diseñar y construir un sistema de control de temperatura y humedad específicamente diseñado para optimizar el proceso de impresión 3D en el Laboratorio de Simulación de CMI (Carrera Mecánica Industrial) del Instituto Superior Universitario Central Técnico (ISUCT). El sistema garantizará condiciones ambientales ideales para mejorar la calidad y precisión de las impresiones 3D, contribuyendo así al avance y eficiencia de las actividades llevadas a cabo en el laboratorio.

En la carrera de Mecánica Industrial, el laboratorio de simulación del Instituto Superior Universitario Central Técnico, desde que se adquirieron las impresoras no se ha llevado a cabo un sistema de control de temperatura y humedad ya que este se encuentra en contacto con el medio ambiente.

Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Diseñar y construir un sistema de control de temperatura y humedad para optimizar el proceso de impresión 3D en el laboratorio de simulación CMI del ISUCT basándose en normativas nacionales e internacionales para garantizar condiciones ambientales óptimas que mejoren la calidad y precisión de los productos impresos, así como prolongar la vida útil de los equipos y materiales utilizados en el proceso.

1.2.2 Objetivos específicos

Analizar las condiciones de temperatura y humedad para el proceso de impresión 3D, considerando las características específicas de los materiales utilizados y los requisitos de los equipos en el laboratorio de simulación.

Diseñar un sistema de control automatizado que permita ajustar y mantener la temperatura y humedad dentro de los rangos predefinidos, mediante la integración de los sensores con dispositivos de control como ventiladores.

Construir el sistema con materiales adecuados que permitan que los parámetros de diseño sean los adecuados para una impresión correcta.

Realizar pruebas exhaustivas del sistema implementado, evaluando su eficacia en la estabilización y mantenimiento de las condiciones ambientales requeridas para el proceso de impresión 3D.

Justificación

La temperatura y humedad son factores críticos en el rendimiento y la calidad de las impresiones 3D. Un sistema de control preciso puede optimizar estas condiciones para mejorar la precisión y la consistencia de las impresiones.

La fluctuación en las condiciones ambientales puede llevar a impresiones defectuosas, resultando en desperdicios de material y tiempo. Un sistema de control eficiente puede reducir significativamente la necesidad de reprocesos y mejorar la eficiencia del proceso.

Considerando que los laboratorios pueden experimentar variaciones en las condiciones ambientales, un sistema de control adaptable garantiza que el proceso de impresión 3D se mantenga estable y de alta calidad independientemente de las condiciones externas.

Un sistema de control versátil podría adaptarse a diferentes materiales de impresión, ampliando la gama de aplicaciones y permitiendo al laboratorio explorar y utilizar una variedad de materiales en sus proyectos.

1.4 Alcance

Construcción de tres cabinas para las impresoras 3D del laboratorio de mecánica industrial con aglomerado resistente a la humedad y acrílico transparente de 4mm, sensores para controlar la variación de temperatura y humedad en el proceso de impresión.

1.5 Materiales y métodos

La metodología del proyecto tiene su enfoque en el desarrollo de la propuesta tecnológica, cualitativa de corte transversal entre ellos están: investigación bibliográfica, investigación de campo e investigación experimental.

1.6 Marco Teórico

HISTORIA DE LA IMPRESORA 3D

En 1983, Charles W. Hull, más conocido como Chuck Hull, crea la primera pieza impresa en 3D, mediante un proceso conocido como estereolitografía y revoluciona por completo el mercado de la impresión. Un año después, patenta la impresión mediante este método, aprobado convencionalmente, y en 1986 funda su propia empresa de impresión 3D.

Un año más tarde, en 1987, es el momento en que se da a conocer la primera impresora comercial 3D, conocida como SLA-1. Las siglas SLA hacen referencia a stereolithography, es decir, aparato de estereolitografía que imprime capa a capa a partir de datos digitales. En pocas palabras, permitía crear un modelo de un objeto en 3D a partir de una simple imagen.

En realidad, el formato que empleaban esas impresoras y el que utilizan las impresoras de hoy en día no varía mucho. Por aquel entonces ya se usaban los archivos STL, que hoy en día es el formato más utilizado por todos los softwares de impresión 3D. Unos años más tarde, en 1992 ya se comercializaban distintos tipos de impresoras SLA. Estas presentaban algunos defectos e imperfecciones, pero eran capaces de fabricar objetos finales capa por capa.

En esos tiempos, las máquinas de impresión 3D ya eran capaces de fabricar en un periodo de tiempo relativamente corto piezas bastante complejas en cuanto a fabricación y estructura. (Dynapro 3D, 2020)

Condiciones ambientales para imprimir correctamente

La temperatura, la humedad y la ventilación afectan tanto a los elementos mecánicos y electrónicos de tu impresora como también a la calidad de impresión, por lo que es recomendado controlar estas variables con el fin de evitar problemas a corto y largo plazo.

Temperatura ambiente

El lugar donde instales la impresora es recomendado que esté entre una temperatura entre los 15°C y los 30°C evitar problemas que afecten la calidad de impresión.

En entornos muy calientes el flujo del material o las retracciones pueden verse afectadas, dejando hilos o burbujas sobre la superficie de la pieza. (Filament2Print, 2017)

Un ambiente muy frío puede provocar diversos problemas como lo son:

- El warping: es el levantamiento total o parcial de las esquinas del modelo en contacto con la superficie de impresión debido a la contracción del material, normalmente provocado por un enfriamiento muy brusco durante el proceso de impresión.
- La delaminación o cracking: es la separación de las capas intermedias del modelo debido a las tensiones inducidas por el súbito del material.

Humedad

La humedad puede dañar los componentes electrónicos de la impresora, pero afecta en mayor medida a los materiales de impresión por los que se recomienda no exceder del 50% de humedad relativa y almacenarlos después de utilizarlos en una bolsa con cierre hermético o en el BCN3D Smart Cabinet. (BCN3D, 2019)

Métodos de control

Los termistores y termopares.

Termistores NTC

Los termistores son el sensor más común, económico y sencillo de implementar, ya que se conecta directamente a la placa de la impresora. Se trata de un elemento que varía su resistencia eléctrica en función de la temperatura, por lo que la impresora debe tener preconfigurada en su firmware la tabla RT (resistencia frente a temperatura) del modelo concreto que se esté usando. Si se quiere sustituir un termistor por otro modelo diferente, es imprescindible modificar el firmware de la impresora incluyendo la tabla RT específica del nuevo modelo, de lo contrario, las medidas de temperatura serán erróneas. En el caso de no poder modificar el firmware de la impresora, es imprescindible sustituir siempre el termistor por otro idéntico. Entre sus principales desventajas están el no proporcionar una respuesta lineal y no ser aptos generalmente para altas temperaturas (superiores a 300 °C).

Las principales causas de problemas en los termistores son dos:

Una mala configuración de parámetros en el firmware: Como se comentaba anteriormente es imprescindible que el firmware de la impresora tenga configurados los

valores RT específicos de un modelo concreto de termistor para poder convertir de forma precisa los valores de resistencia medidos en valores reales de temperatura. Todos los fabricantes de termistores facilitan los datos RT propios de cada modelo, además, los firmwares como Marlin o RepRap FW incluyen las tablas RT de los modelos más comunes.

Mal estado de los cables o conexiones: Un cable en mal estado, una mala conexión o una longitud excesiva de cable, pueden aumentar la resistencia medida por la placa, resultando en lecturas erróneas de temperatura. Es imprescindible revisar periódicamente el estado de los cables del termistor, así como de las conexiones. El termistor se debe conectar directamente a la placa, evitando emplear empates o fichas de conexión y empleando la mínima longitud necesaria. En el caso de montar conectores rápidos, estos deben ser de la mayor calidad posible y estar crimpados correctamente. Para determinar si un termistor está instalado correctamente, la mejor forma es medir la resistencia en el conector de la placa con un multímetro y ver si es la misma especificada en la tabla RT a 25 °C.

Termopares

Están compuestos por una unión bimetálica que varía su conductividad en función de la temperatura. Existen varios tipos, siendo los tipos K los más habituales en impresión 3D debido al amplio rango de temperatura que abarcan (-200 °C - 1400 °C). Son muy económicos e intercambiables, sin embargo, poseen dos limitaciones importantes:

- Tienen una precisión muy baja (superior al °C)
- Requieren instalar placas de amplificación para poder usarse.

Hasta hace poco eran la solución más habitual en impresoras 3D de alta temperatura, sin embargo, han sido desplazadas por otras tecnologías como los termistores de alta temperatura o las sondas PT100.

Problemas relacionados con la temperatura

En muchas ocasiones los problemas de temperatura no están relacionados con el sensor en sí, sino con el modelo de control de temperatura y los ajustes de seguridad de la impresora. Para controlar la temperatura, las impresoras 3D FFF emplean un modelo basado en frecuencia de pulsos conocido como PID. Los coeficientes de este modelo determinan la frecuencia de pulsos necesaria para conseguir mayor o menor velocidad de calentamiento, por lo que una configuración correcta de estos parámetros es imprescindible para lograr un control de temperatura preciso. Es por esto que la mayoría de impresoras 3D incorporan una función llamada calibración PID, que lo que hace es determinar estos parámetros de forma automática. Es recomendable realizar periódicamente esta calibración.

Además, es habitual que las impresoras 3D implementen algoritmos de seguridad que desactiven el calentamiento cuando las velocidades de calentamiento o las temperaturas alcanzadas no se corresponden con las del modelo. En este caso es frecuente la aparición de errores de temperatura. Cuando aparecen, se debe revisar lo siguiente:

- El estado de los sensores de temperatura
- El rendimiento térmico del hotend
- Que el ventilador de capa no esté orientado al bloque calefactor y lo refrigere.
- Que el bloque calefactor no esté en contacto con el disipador del hotend.
- Realizar una calibración PID.

(Filament2print, 2023)

Enemigos de la Impresión 3D

Impacto de la temperatura

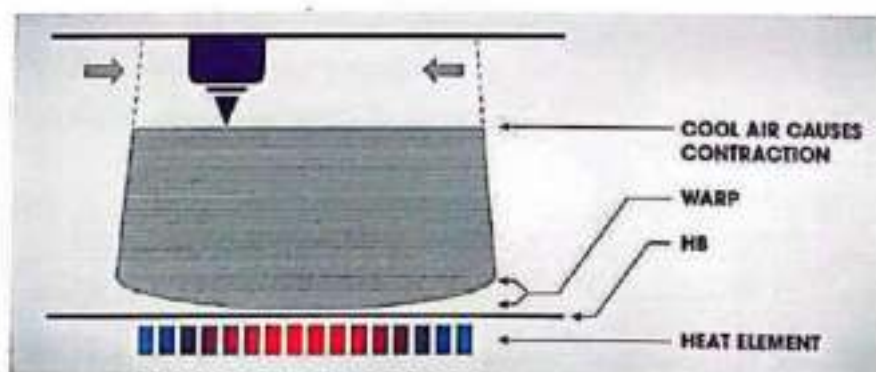
La parte de temperatura afecta al ir enfriando o calentando de más una pieza.

El enfriamiento de una pieza 3D, mayor a lo esperado, ocasiona un efecto, que en la impresión 3D, se le conoce como Warping.

El warping sucede, cuando una pieza caliente, comienza a enfriarse de manera dispareja, lo que ocasiona que el material se contraiga y genere una deformación en las esquinas o la forma general de la pieza y pierda su planicidad, teniendo una curvatura hacia arriba.

Figura: 1

Efecto del warping



Fuente: (Romo, 2020)

Nota: Efecto warping, por Sebastián Romo, mayores enemigos de la impresión 3D, 2002, LinkedIn(<https://www.linkedin.com/pulse/estos-son-los-mayores-enemigos-de-la-impresi%C3%B3n-3d-sebasti%C3%A1n-romo/>)

Factor de Humedad

La Humedad, juega también un papel muy importante en la impresión 3D.

La gran mayoría de la materia prima para Impresión 3D es higroscópica, esto quiere decir que absorbe humedad y pierde su capacidad de ser procesada correctamente.

Al absorber humedad, puede no ser notorio a simple vista, pero al momento de transformarse, ya sea por extruir filamento o sinterizar el material, el agua atrapada se evaporará de inmediato, lo que ocasionará burbujas en el material y daños a la calidad de la pieza. Al igual, en tecnologías como SLS o Metales, esa humedad puede ocasionar hoyos en las piezas.

2. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

2.1. Recursos humanos

Talento humano

N°	PARTICIPANTES	ROL A DESEMPEÑAR EN EL PROYECTO	IES/CARRERA
1	Carlos Efraín González Lagla	Diseño y construcción	Mecánica industrial
2	Kevin Mateo Tupiza Toaza	Investigación y ejecución	Mecánica industrial
3	Santiago Pullaguari	Tutor	Mecánica industrial

Fuente: Autor

2.2. Recursos técnicos y materiales

Materiales, equipos y maquinas herramientas

N°	Cantidad	Material	Precio unitario	Precio final
1	2	TABLERO AGLOMERADO NEGRO 15MM	\$90,00	\$180,00
2	80	BORDO PVC NEGRO 18MM	\$0,40	\$32,00
3	50	BORDO CANTO DURO NEGRO 19MM	\$1,00	\$50,00
4	3	RIEL DE EXTENSION 450MM CROMADA	\$3,00	\$9,00
5	6	BISAGRA HIDRA RECTA 110°	\$1,00	\$6,00
6	9	TIRADERA HUECA 96MM	\$0,60	\$5,40

7	3	BOTON CROMADO 25MM	\$0,60	\$1,80
8	3	CONTROLADOR IR S09 SENSOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD	\$50,00	\$150,00
9	2	PLANCHA ACRILICO TRANSPARENTE 2440X1220X4	\$80,00	\$160,00
10	3	PANEL LUZ LED 150X150	\$8,00	\$24,00
11	1	GASTOS VARIOS DE LOGISTICA	\$50,00	\$50,00
12	1	SERVICIO DE CORTE LASER	\$30,00	\$30,00
13				
TOTAL				\$698,20

2.3. Viabilidad

De acuerdo al costo obtenido se encuentra que el proyecto es viable ya que esta dentro de los gastos permisibles y el instituto cuenta con las 3 impresoras en las que se va realizar las cabinas a construir.

2.4 Cronograma

		ACTIVIDADES	SEMANA	FECHA INICIO	FECHA ENTREGA
FASE 1	1	Identificar en el Laboratorio de simulación de CMI, el área donde se va a instalar las 3 cabinas para las impresoras 3D.	1	29/4/2024	5/5/2024
	2	Plantear el tema del Proyecto tecnológico	2	6/5/2024	8/5/2024
	3	Definir objetivos generales y específicos.	2	9/5/2024	12/5/2024
FASE 2	4	Desarrollar el perfil del proyecto tecnológico.	3 y 4	13/5/2024	26/5/2024
	5	Realizar el boceto de las cabinas, basado en las medidas obtenidas en el laboratorio de simulación del CMI.	5	27/5/2024	30/5/2024
	6	Detallar materiales mediante la revisión del boceto realizado.	5	31/5/2024	2/6/2024
	7	Elaborar planos mediante softwares para iniciar el proceso de construcción.	6	3/6/2024	9/6/2024
FAS	8	Identificar proveedores de acuerdo a los trabajos a realizar en la construcción de las cabinas para poder elegir el proveedor.	7	10/6/2024	11/6/2024
	9	Adquirir los materiales adecuados que solventen cada una de las	7	12/6/2024	14/6/2024

		necesidades en el proceso de construcción de las 3 cabinas.			
	10	Revisar la lista de materiales adquiridos para garantizar que el material este completo.	7	15/6/2024	16/6/2024
FASE 4	11	Procesar el corte, laminado y bisagrado de las planchas de aglomerado sujeto a las medidas del plano para iniciar su ejecución.	8	17/6/2024	23/6/2024
	12	Realizar el corte de las planchas de acrílico de 4mm de acuerdo a las medidas de los planos.	9	24/6/2024	30/6/2024
	13	Ensamblar las partes requeridas en la construcción de las 3 cabinas para las impresoras 3D.	10	1/7/2024	1/7/2024
	14	Armar la estructura de las 3 cabinas.	11	8/7/2024	14/7/2024
	15	Realizar la instalación de los paneles led en las 3 cabinas.	12	15/7/2024	17/7/2024
	16	Instalar el sistema de control de temperatura y humedad en las cabinas.	12	18/7/2024	21/7/2024
FASE 5	17	Instalar las 3 cabinas en el laboratorio de simulación de CMI.	13	22/7/2024	25/7/2024
	18	Verificar el correcto funcionamiento de las cabinas instaladas mediante pruebas insitu.	13	25/7/2024	26/7/2024
FASE 6	20	Desarrollo del trabajo final del proyecto tecnológico.	14, 15 y 16	29/7/2024	18/8/2024

2.5 Bibliografía

BCN3D. (2019). *El entorno de trabajo adecuado para tu Impresora 3D*. Obtenido de Knowledge base: <https://support.bcn3d.com/es/knowledge/proper-work-environment>

Dynapro 3D. (20 de Mayo de 2020). Obtenido de Historia de la primera impresora 3D: <https://dynapro3d.com/sabes-cual-fue-la-primera-impresora->

3d/#:-:text=En%201983%2C%20Charles%20W.,el%20mercado%20de%20la%20
mpresi%C3%B3n.

Filament2Print. (23 de Agosto de 2017). Obtenido de Consejos para la impresión 3D: https://filament2print.com/es/blog/27_consejos-durante-impresion-3D.html#:~:text=Por%20esto%2C%20la%20impresora%203D,directamente%20en%20la%20impresora%203D.

Filament2print. (05 de Abril de 2023). Obtenido de Los termistores y termopares.: https://filament2print.com/es/blog/146_tipos-termistores-termopares-impresion-3d.html#:~:text=Se%20trata%20de%20un%20elemento,concreto%20que%20se%20est%C3%A9%20usando.

Romo, S. (24 de Junio de 2020). *Linkedin*. Obtenido de Estos son los mayores enemigos de la Impresión 3D: <https://www.linkedin.com/pulse/estos-son-los-mayores-enemigos-de-la-impresi%C3%B3n-3d-sebasti%C3%A1n-romo/>

CARRERA: Mecánica Industrial

FECHA DE PRESENTACIÓN:		
05 MAYO 2024		
APELLIDOS Y NOMBRES DEL EGRESADO:		
GONZALEZ LAGLA CARLOS EFRAIN TUPIZA TOAZA KEVIN MATEO		
APELLIDOS NOMBRES		
TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA:		
Diseño y construcción del sistema de control de temperatura y humedad para el proceso de impresión 3D en el laboratorio de simulación de CMI del ISUCT		
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	CUMPLE	NO CUMPLE
• OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN	☒	☐
• ANÁLISIS	☒	☐
• DELIMITACIÓN.	☒	☐
• PROBLEMÁTICA	☒	☐
• FORMULACIÓN PREGUNTAS/AFIRMACIÓN	☒	☐
PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS:		
GENERALES:		

REFLEJA LOS CAMBIOS QUE SE ESPERA LOGRAR CON LA INTERVENCIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

SI NO
☒ ☐

ESPECÍFICOS:

GUARDA RELACIÓN CON EL OBJETIVO GENERAL PLANTEADO

SI NO
☒ ☐

JUSTIFICACIÓN:

CUMPLE NO CUMPLE

IMPORTANCIA Y ACTUALIDAD

☒ ☐

BENEFICIARIOS

☒ ☐

FACTIBILIDAD

☒ ☐

ALCANCE:

CUMPLE NO CUMPLE

ESTA DEFINIDO

☒ ☐

MARCO TEÓRICO:

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

SI

NO

DESCRIBE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA
A REALIZAR☒☐

TEMARIO TENTATIVO:

CUMPLE

NO CUMPLE

ANTECEDENTES, FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

☒☐ANÁLISIS Y SOLUCIONES PARA LA
PROPUESTA TECNOLÓGICA☒☐

APLICACIÓN DE SOLUCIONES

☒☐

EVALUACIÓN DE LAS SOLUCIONES

☒☐**MATERIALES Y MÉTODOS UTILIZADOS:**OBSERVACIONES: Sin observaciones**CRONOGRAMA:**OBSERVACIONES: Sin observaciones

FUENTES DE INFORMACIÓN:

RECURSOS:

CUMPLE

NO CUMPLE



HUMANOS



ECONÓMICOS



MATERIALES

PERFIL DE PROPUESTA TECNOLÓGICA

Aceptado



Negado



el diseño de propuesta tecnológica por las siguientes razones:

a)

b)

c) _____

_____**ESTUDIO REALIZADO POR EL ASESOR:****NOMBRE Y FIRMA DEL ASESOR:**

ING. Santiago Pullaguari



12 MAYO 2024

FECHA DE ENTREGA DE INFORME