

**UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA**



# **DESARROLLO DE APLICACIÓN PARA PROCESOS DE PRODUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE IMPRESORAS 3D FDM UTILIZANDO OCTOPRINT**

Propuesta de Trabajo de Título para Ingeniero Civil en Mecánica

Nombre: Pablo Alejandro Ruz Donoso  
R.U.N.: 17,874.835-1  
Año Ingreso: 2018  
Teléfono: +569 72369058  
E-mail: pablo.ruz@usach.cl  
Profesor:

Lunes, 18 de mayo de 2020

---

## 1.1 RESUMEN

Si bien las tecnologías aditivas y procesos de impresión 3D datan de la década de los ochenta, el advenimiento de un nuevo tipo de industria basada en la interconexión de los procesos, han hecho de esta tecnología un eslabón importante en el cambio de paradigma hacia la industria 4.0. Estos nuevos sistemas de procesos, con mayores niveles de automatización, conectividad y acceso a la información digital, han transformado tanto la manera en que los clientes acceden a los procesos productivos, como la forma en que los mismos trabajadores interactúan con las unidades de producción. En este sentido, uno de los aspectos más importantes es que el modelo de fabricación masiva basado en la automatización en serie pasa a ser de personalización en masas, presentando desafíos asociados al estudio de la demanda con un cliente hiperconectado, y el verdadero potencial que pueden tener los productos y servicios ofrecidos. En la medida en que una empresa es capaz de conocer las nuevas necesidades del cliente, puede adaptar sus aspectos tecnológicos, productivos y logísticos hacia una fabricación flexible, donde son importantes la personalización, modularización y estandarización de los procesos. En estas nuevas economías unitarias, las tecnologías aditivas como la impresión 3D permite llevar a la realidad el paradigma del lote unitario, puesto que otorga funcionalidad tanto en el diseño de los productos y su prototipado rápido, como en los procesos de fabricación orientado a la flexibilidad. En este sentido, determinar, medir, obtener, y discriminar la información relevante para la fabricación es esencial para interconectar y crear redes de producción eficientes y flexibles. Actualmente, y en relación a la impresión 3D FDM, parte de la información es recogida por los principales softwares de Manufactura Asistida por Computadora, mas no es utilizada o aprovechada de forma idónea. Por otra parte, existen herramientas

como el software *Octoprint*, el cual cumple la función de controlar una impresora 3D desde un servidor, lo que implica una gran ventaja en comparación con la acción manual, permitiendo el control remoto desde cualquier parte con acceso a Internet; no obstante, la aplicación solo funciona en una sola impresora, limitando su funcionalidad. Asimismo, el servidor solo realiza actividades de monitoreo y control de la máquina, dejando de lado acciones relativas a la producción misma de piezas o el mantenimiento de las máquinas. El presente trabajo consiste en el desarrollo de una aplicación web API para la gestión de la producción y el mantenimiento de múltiples impresoras 3D FDM, por medio de la utilización del servidor e interfaz web *Octoprint*, utilizando el ordenador de placa reducida *Raspberry Pi*. En primer lugar, se determina el objeto de estudio y el planteamiento del problema a solucionar, seguido de los objetivos generales y específicos de este trabajo. Seguidamente, a modo de marco teórico se presenta la historia, métodos, tipologías y componentes de las impresoras 3D; historia, tipos de mantenimiento, modelos basados en confiabilidad, normativas asociadas a la gestión de activos y el mantenimiento, así como metodologías particulares como el Lean Manufacturing y sus herramientas; metodologías ágiles de diseño como Design Thinking; herramientas y lenguajes de programación relativas al desarrollo de aplicaciones web. A continuación, se presenta el estado del arte respecto a trabajos o proyectos similares a esta memoria, como lo son softwares GMAO, gestión de la impresión 3D y el Design Thinking. El desarrollo del proyecto se enfoca en la descripción de la empresa donde se desenvuelve este trabajo, el problema a solucionar y la aplicación de la metodología de Design Thinking para el desarrollo de esta memoria. Luego, se muestran los resultados respecto a las pruebas realizadas, la definición de indicadores relevantes para el proceso, la toma de métricas y elaboración de documentación para instalación y uso de la aplicación web. Finalmente, se presentan las conclusiones y observaciones relativas a la

realización de este trabajo, y la bibliografía utilizada.

## **1.2 MOTIVACIÓN**

El desarrollo de este trabajo responde a la participación del autor por más de dos años en empresas enfocadas al diseño 3D y la fabricación digital a través de la impresión 3D FDM. Dentro de las motivaciones para la realización de este trabajo, y basada en la experiencia práctica, se identifican:

1. Plantear una solución tecnológica y eficiente para el control remoto de varias impresoras 3D con la menor cantidad de recursos posibles.
2. Utilizar la información entregada por un software existente para ampliar las funciones que un operario realizar.
3. Incorporar conocimientos de programación y control de versiones relativos a la disciplina de la Ingeniería Mecánica y el Diseño.
4. Conocer y utilizar metodologías innovadoras para la gestión de activos y el mantenimiento.
5. Desarrollar desde cero una aplicación web que interactúe con máquinas de impresión 3D y sea capaz de emitir, recibir, editar y borrar información.

## **1.3 OBJETIVOS Y ALCANCE DEL PROYECTO**

### **1.3.1 Objetivo general**

Diseñar una aplicación de gestión de la producción y el mantenimiento correctivo y preventivo para la optimización de procesos de impresión 3D FDM.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

Para la consecución del objetivo general, se plantean las siguientes metas intermedias:

1. Determinar las variables implicadas en el proceso que permiten obtener indicadores.
2. Investigar compatibilidad entre hardware, software, protocolos de comunicación, y códigos de programación a utilizar.
3. Elaborar registros y fichas técnicas de impresoras 3D.
4. Establecer relaciones matemáticas que permitan entregar indicadores relevantes para la producción y mantenimiento.
5. Diseñar funciones que permitan gestionar los datos de hardware y software para determinación de indicadores.
6. Diseñar interfaz de aplicación orientado al usuario.

### **1.3.3 Alcances**

Se pretende desarrollar una Interfaz Programable de Aplicación utilizando como base el software Octoprint, pudiendo controlar, monitorizar en tiempo real el funcionamiento de varias impresoras 3D, y entregar indicadores para gestionar la producción y el mantenimiento de las máquinas. Para esto, se toman en cuenta los siguientes alcances:

1. Emplear metodologías ágiles para el diseño.
2. Utilizar softwares y herramientas de código abierto.
3. Trabajar en una plataforma cliente/servidor.
4. Diseñar un sistema enfocado en el usuario.
5. Tomar las entradas de impresoras, lista de piezas, tiempos de producción, peso de filamento y tiempo de actividad.
6. Configurar planificación y frecuencia de mantenimientos autónomos y preventivos.
7. Configurar planificación y emitir órdenes de producción.
8. Emitir reportes y consultas sobre el estado de las órdenes de producción y mantenimiento.

## **1.4 TEMARIO**

### **1.4.1 Capítulo I Descripción del proyecto**

1. Objeto de estudio
2. Planteamiento del problema
3. Objetivos
  - a) Objetivo General
  - b) Objetivos específicos

### **1.4.2 Capítulo II Marco teórico**

1. Impresora 3D
  - a) Historia de la impresión 3D
  - b) Métodos de impresión 3D
  - c) Impresoras 3D FDM
  - d) Tipologías de impresoras 3D FDM
  - e) Componentes de Impresoras 3D FDM
2. Mantenimiento
  - a) Historia y evolución del mantenimiento
  - b) Mantenimiento Correctivo
  - c) Mantenimiento Preventivo

- d) Mantenimiento Centrado en la Condición
- e) Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad
- f) Modelos de Confiabilidad
- g) GMAO
- h) PAS 55 e ISO 55000

### 3. Lean Manufacturing

- a) Historia Lean Manufacturing
- b) Herramientas de mantenimiento

### 4. Design Thinking

- a) Metodologías ágiles
- b) Design Thinking
- c) Fases del Design Thinking
- d) Herramientas para el diseño de software

### 5. Herramientas de Software

- a) Lenguajes de programación orientada a objetos
- b) Lenguajes de Hojas de Estilo
- c) Bases de datos
- d) Formato de intercambio de datos
- e) API
- f) Arquitectura Cliente-Servidor
- g) Ordenadores de placa reducida



### **1.4.3 Capítulo III Estado del Arte**

1. Software GMAO
2. Software Gestión de la impresión 3D
3. Design Thinking enfocado en Software

### **1.4.4 Capítulo IV Desarrollo del proyecto**

1. Descripción de la Empresa
2. Descripción del Problema
3. Aplicación de Design Thinking para el desarrollo de Software con metodologías ágiles
  - a) Toma de requerimientos de usuario
  - b) Desarrollo de iteraciones
  - c) Verificación y validación de usuario.

### **1.4.5 Capítulo V Resultados**

1. Situación actual de la empresa
2. Realización de pruebas
3. Definición de indicadores
4. Toma y comparativa de métricas

## 5. Elaboración de documentación

### **1.4.6 Capítulo VI Conclusiones y observaciones**

### **1.4.7 Bibliografía**

### **1.4.8 Anexos**