DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MONITOREO PARA LA IMPRESORA PRINTMATE3D

Miguel Angel Califa Urquiza código:1160950

Carlos Mauricio Pallares Carrillo código: 1160520

Agosto 2017.

Universidad Francisco de Paula Santander

Departamento de electricidad y electrónica

Anteproyecto.

**Tabla de Contenidos**

[Planteamiento del problema 1](#_Toc496037453)

[Justificación 3](#_Toc496037454)

[Alcances 5](#_Toc496037455)

[Limitaciones y delimitaciones 6](#_Toc496037456)

[Objetivo general 7](#_Toc496037457)

[Objetivos específicos 7](#_Toc496037458)

[Marco referencial 8](#_Toc496037459)

[Antededentes: 8](#_Toc496037460)

[Marco teorico: 8](#_Toc496037461)

[Impresora 3d: 8](#_Toc496037462)

[Sistema de monitoreo: 9](#_Toc496037463)

[Extrusion: 9](#_Toc496037464)

[Tambien se entiende fusión como el proceso en el cual el material es forzado a fluir atravez de una abertura con el fin de darle forma a su sección transversal. 9](#_Toc496037465)

[Fusion: 9](#_Toc496037466)

[Temperatura: 9](#_Toc496037467)

[Humedad: 9](#_Toc496037468)

[Presion: 9](#_Toc496037469)

[Sensor: 10](#_Toc496037470)

[Actuadores: 10](#_Toc496037471)

[Elementos de estado solido: 10](#_Toc496037472)

[Red de sensores: 10](#_Toc496037473)

[Algoritmo: 10](#_Toc496037474)

[Plataformas de desarrollo: 10](#_Toc496037475)

[Marcos de trabajo: 10](#_Toc496037476)

[Aplicación: 10](#_Toc496037477)

[Marco legal: 11](#_Toc496037478)

[**IEEE802.11:** 11](#_Toc496037479)

[**ANE:** 12](#_Toc496037480)

[Diseño metodológico 12](#_Toc496037481)

[Cronograma 13](#_Toc496037482)

[Presupuesto 14](#_Toc496037483)

[Bibliografia 15](#_Toc496037484)

**Lista de tablas**

[Tabla 1. El título debe ser breve y descriptivo. 3](#_Toc410629016)

**Lista de figuras**

[Figura 1. Formas y descripción de las formas. 4](#_Toc410629185)

# Planteamiento del problema

La pregunta tal vez sea algo grande y abarcadora ¿ es posible monitorear y conocer el estado en tiempo real de la impresora 3D PRINTMATED? , y la respuesta a esto es si se puede y es posible el empleo de multiples sensores para monitorear las variables que afectan la calidad de una pieza cuando esta esta siendo impresa en 3D.

Entiendase que una impresora 3D se define como un dispositivo capaz de realizar diseños en 3D creando ya sean piezas o maquetas apartir de un diseño de computadora, descargado de internet o recopilado mediante equipos como escáneres tri-dimensionales.

Se observa que la tecnología 3d lleva varios años resonando en los oídos de investigadores colombiano como lo dice el diario el Tiempo: “Se proyecta que en tan solo unos años será posible ‘fabricar’ órganos y huesos con esta tecnología” [1].

Las impresoras 3d son herramientas que permiten fabricar piezas útiles y a medida que se emplean para realizar pruebas de laboratorio que en las universidades se pueden aplicar para desarrollos de piezas en ingeniería.

Para realizar estas piezas las impresoras utilizan un proceso térmico el cual tiene la finalidad de llevar al punto de fusión un material que típicamente es ABS o PLA y aplicarlo en capas para desarrollar el producto solicitado.

XYZPRINTING es una empresa reconocida mundialmente por fabricar impresoras 3d para el hogar o la oficina, la cual distribuye estos equipos a lo largo y ancho del país, de la misma manera diseños como RepRap y Prusa son usados ampliamente por usuarios experimentados quienes ensamblan sus propios equipos.

Esto crea una brecha entre ambos y permite establecer unos pros y contra, las impresoras 3d comerciales como la XYZPRINTING tienen sensores que indican en el monitor es estado actual de la máquina y poseen utilidades como calibración, notificación de cantidad de material entre otras que le están informando constantemente al usuario acerca del estado actual de la impresora.

Por otra parte, las impresoras de código abierto no poseen sensores que le notifiquen al usuario final acerca de la cantidad de material disponible, atascos en impresión entre otros y ello causa que los usuarios tengan como primera decisión una impresora 3d adquirida en una empresa reconocida.

Al observar el foro de ayudas de las empresas como XYZPRINTING se encontró que hay errores típicos al empezar a imprimir en forma continua por largas horas (mayor a 10 horas de impresión), entre los cuales se destaca el desgaste por sobre-temperatura (over-heating), atasco de filamento (filament-jam) , baja de calidad impresión por descalibracion de la cama caliente (Get the correct print bed level for da Vinci Series)[2].

Todos estos daños se pueden evitar notificando con previa anterioridad al usuario acerca de las consecuencias del trabajo ininterrumpido por la impresora, a lo cual el usuario puede responder con una orden básica como pausar la impresión durante un tiempo, detener la impresión y por ende dejar en reposo la máquina para evitar un desgaste mayor, esto extendería la vida útil del equipo.

Para lograr la alta calidad en procesos se requiere un análisis estadístico en el cual se analizan múltiples datos y mediante progresiones y regresiones se generan pronósticos con los cuales se conoce el estado actual del proceso, sin embargo la pregunta del problema es:

¿Es posible realizar un monitoreo remoto a una impresora 3d y tomar acciones correctivas remotamente en caso de un evento que fue pronosticado o que esta ocurriendo en el equipo?

# Justificación

La competitividad en el mercado la define la calidad del producto terminado, dado que ello define parámetros tan delicados como lo es la durabilidad, la estética y sobre todo la funcionalidad, un dispositivo que no posee un monitoreo o control de calidad no es comparable con otros en el mercado por lo que muy seguramente no competirá con equipos en el mercado y tendera a desaparecer.

Cuando se adquiere una impresora 3D Davinci 1.0 se observa de inmediato que es un equipo dotado de sensores que identifican la presencia de material, la velocidad de impresión, que detecta atascos y que además lleva un historial de cuanto material se ha empleado para realizar todos los trabajos hasta la fecha actual, en cambio cuando se compra una impresora de código abierto solo se observan datos como temperatura de la cama caliente y del extrusor pero no genera alertas cuando le queda poco material y tampoco detecta un atasco de cabezal.

Esto genera una gran brecha que termina llevando una gran parte del segmento del mercado a comprar impresoras de este tipo, excluyendo de cierta manera a las impresoras de código abierto quedando aisladas del mercado actual, sin embargo se han rediseñado y se han hecho mucho mas sencillos en una búsqueda constante del concepto DIY (do-it-yourself) que en español traduce “hazlo tu mismo”, lo cual lleva a que algunos entusiastas aun las ensamblen, comercialicen y hasta intenten realizarles conexión de pequeños sensores en búsqueda de igualar a alguno de los equipos comerciales.

Despues de poseer el conocimiento básico a lo largo de la carrera se ha hecho notar que en el mercado colombiano existen sensores de toda gama y utilización que bien empleados pueden realizar un monitoreo eficiente y en tiempo real del equipo, que apoyados en algoritmos simples se puede realizar una toma de decisiones posicionando a las impresoras 3D en un espacio del mercado, y sin lugar a dudas fundamentándola en unas bases que cimenten los conocimientos para que mas entusiastas continúen esta investigación al paso que la tecnología avance.

El objetivo principal de esta investigación es realizar el diseño y la implementación de un sistema de monitoreo para la impresora 3D y estará fundamentado en los licenciamientos MIT para permitir el posterior desarrollo y avance por parte de terceros y a su vez se tiene como visión el convertir el sistema en adaptable a todas las impresoras del mercado mediante un sistema de hardware flexible.

# Alcances

En primer lugar la investigación no pretende realizar juicios acerca de la calidad o realizar comparativas entre las diferentes impresoras 3D disponibles en el mercado. Como se vera mas adelante la postura nuestra busca primero que todo dotar a las impresoras 3D de código abierto la posibilidad de control remoto y monitoreo, documentando mas y ahondando en la investigación acerca de estas nuevas tecnologías que se encuentran en auge.

Sobre la planificación estratégica cabe realizar una consideracion ya que se parte de un criterio basado en elementos practicos y en experiencias obtenidas de casos evidenciados en impresoras 3D y se suma a ello la participación de los diferentes actores, realimentando este proceso constantemente y mejorando el sistema de monitoreo, todos estos aspectos sumados permitirán el realizar un monitoreo eficiente de las variables que puntualmente afectan el proceso de impresión 3D.

En definitiva esta tesis tiene como objetivo brindar un sistema de monitoreo que evalue el desempeño de la impresora 3D PRINTMATED mientras ejecuta el proceso de impresión, permitiendo una impresión de mayor calidad y tomando decisiones escenciales en caso que un problema ocurra durante el proceso de producción, permitiendo al usuario final tener tiempos de descanso mientras la impresora desempeña su trabajo.

A su vez el control remoto permitira a terceros como supervisores o encargados el asumir el rol de adiminstrador de la maquina tomando estas decisiones, permitiendo un control mas especifico.

# Limitaciones y delimitaciones

El presente proyecto de grado solo cubre como tiempo de ejecución un (1) semestre académico, entiéndase como un semestre académico seis (6) meses en los que se incluye la presentación y la sustentación del mismo.

La investigación se limita a las variables mas relevantes por lo que se ignoraran las variables que posean poco grado de relevancia a la hora de la supervisión por parte del sistema de monitoreo.

Como investigadores poseemos acceso a impresoras 3D únicamente de código abierto para la implementación del proyecto por lo que solamente a estos tipos de dispositivos se les hará adaptable el proyecto finalizado.

El sistema operativo para el dispositivo móvil que empleara el cliente para realizar el monitoreo será Android, debido a que es el sistema operativo por excelencia para dispositivos móviles y cubre una suficiente cuota del mercado.

# Objetivo general

Diseñar e implementar una aplicación móvil que permita el monitoreo y control remoto de una impresora 3D PRINTMATED

# Objetivos específicos

* Caracterizar los elementos básicos
* que componen la impresora 3D sobre la cual se va a trabajar
* Seleccionar el tipo de control que mejor se adapte a los requisitos de diseño de la aplicación móvil
* Elaborar la aplicación móvil que permite el control y el monitoreo remoto de la impresora 3D
* Ejecutar la aplicación en un móvil para realizar las respectivas pruebas en la impresora

# Marco referencial

## Antededentes:

“DISEÑO DE UN LABORATORIO REMOTO DE IMPRESIÓN 3D: El sistema LI3D, es un laboratorio remoto de impresión 3D de bajo coste, basado en hardware y software libre. El LI3D contribuye a aumentar la funcionalidad y disponibilidad de las impresoras 3D, eliminando la limitación horaria impuesta en talleres y aulas.

Palabras clave: Laboratorio Remoto, Impresoras 3D, Servidor de impresión, Control, Monitorización, Raspberry©, OctoPrint©” [3]

Este sistema se observa que emplea impresoras 3D de código abierto y emplea un sistema de monitoreo de código abierto denominado octoprint, sin embargo ello requiere que la impresora se convierta en un servidor web y ello hace que el software minimo para realizar este monitoreo sea la tarjeta de desarrollo raspberry pi o similares que soporten un sistema operativo residente sobre el cual se implemente el sistema de monitoreo, lo cual limita su acceso al usuario del común.

Acceso remoto aplicado en instrumentos de medición[4]:

En este trabajo se desempeña la comunicación entre computadoras e instrumentos de medición a finalidad de realizar practicas de laboratorio de manera enfocada en la experiencia personal, se trata de llevar la medición a un punto mas avanzado empleando los desarrollos y la investigación desarrollada en el campo de las comunicaciones inalámbricas.

## Marco teorico:

### Impresora 3d:

Se considera impresora 3D a las maquinas capaces de realizar replicas de diseños 3D, creando piezas o maquetas apartir de un material plástico que tiene un punto de funcino bastante bajo.

### Sistema de monitoreo:

Se considera como monitoreo el proceso sistematico de recolectar, analizar y utilizar la información para hacer seguimiento al proceso en ejecución con el fin de verificar el cumplimiento de los objetivos propuestos y tomar una decisión temprana basado en predicciones previas.

### Extrusion:

El proceso de extrusión hace referencia a la transformación de un material solido a fundido mientras se empuja o se extrae atravez de una boquilla de un diámetro pequeño.

### Tambien se entiende fusión como el proceso en el cual el material es forzado a fluir atravez de una abertura con el fin de darle forma a su sección transversal.

### Fusion:

La fusión es el proceso en el cual la materia cambia del estado solido a liquido por acción de calor, entendiendo que el calor se transfiere entre atomos .

El proceso de fusión se asimila mucho al proceso de fundición, solamente que este ultimo se aplica típicamente a materiales metálicos.

### Temperatura:

La temperatura es una magnitud que mide el nivel de calor que un cuerpo posee, que su medición puede ser directa o directa y se puede basar en el nivel de radiación que expele un cuerpo al ser calentado.

### Humedad:

Se denomina humedad al agua que impregna un cuerpo o al vapor presente en un espacio, el cual por condesacion constituye pequeñas nubes que ya no son formadas por vapor sino por agua o hielo, la humedad esta presente en todos los cuerpos vivos ya sean animales o vegetales, es fundamental para la vida.

### Presion:

La presión es una unidad física que expresa la cantidad de fuerza aplicada sobre un área, que debido a los estándares suele expresarse en PSI (libras por pulgada al cuadrado).

### Sensor:

Un sensor es un elemento u objeto capaz de medir variables o físicas y convertirlas en otra variable física, estas pueden ser por ejemplo, LDR ( entrada : luz, salida: resistencia).. , entre otros. Para luego ser procesada dicha información por un sistema electrónico.

### Actuadores:

Un actuador es un dispositivo inherentemente mecanico cuya función es mover o actuar otro dispositivo transmitiéndole alguna variable física (movimiento rotatorio, lineal, luz, calor).

### Elementos de estado solido:

Se define elemento de estado solicido aquellos circuitos o dispositivos construidos totalmente de materiales solidos que basan su funcionamiento en el movimiento de electrones atravez de placas semiconductoras.

### Red de sensores:

Una red de sensores es una serie de dispositivos espaciados autónomos capaces de monitorear condiciones físicas o ambientales, conectados de manera de nodo con el objetivo de resolver una tarea en común.

### Algoritmo:

Un algoritmo es una serie ordenada de instrucciones que tienen como finalidad definir la solución a un problema matemático.

### Plataformas de desarrollo:

Una plataforma de desarrollo es un entorno en el cual se desarrolla un grupo definido de aplicaciones, también se entiende plataforma como base para hacer funcionar determinados modulos.

### Marcos de trabajo:

Un framework, marco de trabajo es un conjunto estandarizado de conceptos, practicas y criterios para enfocar una practica que sirve como referencia a la hora de enfrentar y resolver nuevos problemas.

### Aplicación:

Una aplicación es un programa que permite a uno o varios usuarios una herramienta para desarrollar diversos tipos de tareas.

Android:

Android ofrece un completo framework de aplicaciones que te permite crear apps y juegos innovadores para dispositivos móviles en un entorno de lenguaje Java. Los documentos que se indican en la barra de navegación izquierda proporcionan detalles acerca de cómo crear apps usando diferentes API de Android.[5]

ITU:

La ITU es el organismo especializado de las naciones unidas para la información y las comunicaciones – TIC[6], atribuyen el espectro radioeléctrico y las normas de orbita de los satélites, generan las normativas encargadas de regular las comunicaciones inalabricas a nivel mundial.

Modelo OSI:

El modelo OSI es desarrollado por la ISO y es un modelo de referencia que es netamente teorico que divide la complejidad de una red de datos a siete capas, en la que cada capa ubica las funciones requeridas para realizar una comunicación y estas capas entre si poseen niveles jerárquicos. [7]

## Marco legal:

Antecediendo que el desarrollo de esta tesis requerirá la comunicación inalámbrica entre la impresora y el enrutador mas cercano se requiere dentro del marco legal el estándar IEEE 802.11 que esta vigente a 2017:

### **IEEE802.11:**

El estándar IEEE 802.11 define el uso de los dos niveles de capa o arquitectura del modelo OSI, especificando las normas de funcionamiento de una red de área local WLAN.

Fue publicado por primera vez en el año 1997 y actualmente se encarga el instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos IEEE de su mantenimiento.

### **ANE:**

En Colombia la normativa encargada de regular el uso del espectro es el el ANE ( agencia nacional del espectro), la cual regula desde la estructura, administradcion del espectro hasta el control de la televisión, emisión de radiaciones, y prestaciones sociales.[8]

# Diseño metodológico

El desarrollo rápido de aplicaciones o RAD (acrónimo en inglés de rapid application development) es un proceso de desarrollo de software, desarrollado inicialmente por James Martin en1980. El método comprende el desarrollo interactivo, la construcción de prototipos y el uso de utilidades CASE (Computer Aided Software Engineering). Tradicionalmente, el desarrollo rápido de aplicaciones tiende a englobar también la usabilidad, utilidad y la rapidez de ejecución.[9]

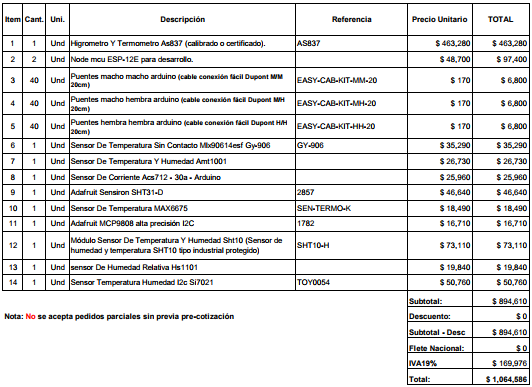
A su vez se va a tomar del método eXtreme Programing (XP) las ventajas como el desarrollo en ciclos, test unitarios y pares de negociación, a finalidad de lograr un plan completo de desarrollo en ciclos cortos de meses para el desarrollo de este trabajo de grado[10].

# Cronograma

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **2017-2018** | **Ago** | | | | **Sep** | | | | **Oct** | | | | **Nov** | | | | **Dic** | | | | **Ene** | | | | **Feb** | | | | **Mar** | | | | **Abr** | | | | **May** | | | |
| Documentación |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Elaboración y aprobación del anteproyecto |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Caracterización de la impresora a utilizar |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Selección y adquisición de los sensores |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Elaboración de la aplicación móvil |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Implementación y  pruebas |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Entrega del proyecto  final |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

# Presupuesto

Luego de investigar acerca de las variables que mas afectan la calidad de las impresiones 3D se defino que se debe hacer énfasis en las variables temperatura de los componentes y humedad del medio ambiente por lo que a la empresa I+D se le solicita cotización con una gran variedad de sensores y plataformas de desarrollos a lo que ellos responden con el siguiente presupuesto:



# Bibliografia

Android, I. (2017). *Introduction to Android | Android Developers*. [online] Developer.android.com. Available at: https://developer.android.com/guide/index.html [Accessed 18 Oct. 2017].

Ane, N. and ANE, N. (2017). *Normatividad Ane*. [online] Ane.gov.co. Available at: https://www.ane.gov.co/index.php/2015-12-08-19-09-22/normas-generales [Accessed 18 Oct. 2017].

Forum.xyzprinting.com. (2017). *3D Printing Forum •*. [online] Available at: http://forum.xyzprinting.com [Accessed 18 Oct. 2017].

GIL (2017). *DISEÑO DE UN LABORATORIO REMOTO DE IMPRESIÓN 3D*. [online] Revistadyna.com. Available at: http://www.revistadyna.com/busqueda/diseno-de-un-laboratorio-remoto-de-impresion-3d [Accessed 18 Oct. 2017].

info, N. (2017). *metodologia agil rad*. [online] MDAP. Available at: http://www.uv-mdap.com/blog/metodologias-agiles-en-gestion-de-proyectos-rad-m-espiral-xp-roup-scrum-kanban-parte-1/ [Accessed 18 Oct. 2017].

ITU. (2017). *Sobre la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)*. [online] Available at: http://www.itu.int/es/about/Pages/default.aspx [Accessed 18 Oct. 2017].

Metodologia RAD. (2017). *Metodologia RAD*. [online] Available at: http://metodologiarad.weebly.com/ [Accessed 18 Oct. 2017].

Tesis.ipn.mx. (2017). *Acceso remoto a instrumentos de medicion*. [online] Available at: http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/7488/ACCESOREM.pdf?sequence=1 [Accessed 18 Oct. 2017].

Tiempo, C. (2017). *La salud se transforma con la impresión 3D*. [online] El Tiempo. Available at: http://www.eltiempo.com/tecnosfera/novedades-tecnologia/la-salud-se-transforma-con-la-impresion-3d-95968 [Accessed 18 Oct. 2017].

tyr. (2017). *Protocolos OSI*. [online] Available at: http://www.tyr.unlu.edu.ar/pub/02-ProtocolosOSI.pdf [Accessed 18 Oct. 2017].