

**Instituto de Educación Superior Tecnológico Público  
"De las Fuerzas Armadas"**



**TRABAJO DE APLICACIÓN PROFESIONAL**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
MONITOREO Y GESTIÓN DE IMPRESORA 3D DE FORMA  
REMOTA, UTILIZANDO RASPBERRY PI”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL TÉCNICO EN  
NOMBRE ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

**PRESENTADO POR:**

**LARA PAHUACHO, CRISTHIAN  
MAMANI CAMACHO, SANTIAGO**

**LIMA, PERÚ**

**2021**



*A Dios, por ser nuestro guía durante toda nuestra vida y ser nuestra fortaleza para concluir nuestra carrera técnica.*

*A nuestros padres y hermanos, por todo el sacrificio y esfuerzo que han realizado por darnos una educación de calidad.*

*A nuestros maestros, quienes nunca desistieron a enseñarnos, aun sin importar que muchas veces no poníamos atención en clase, a ellos que continuaron depositando su esperanza en nosotros.*

## **Agradecimientos**

En primer lugar, agradecemos a nuestros padres por todo el esfuerzo y apoyo que nos dieron desde muy pequeños, para siempre inculcarnos buenos valores y ayudarnos a cumplir nuestras metas.

En segundo lugar, a los profesores que nos dieron la oportunidad de crecer y desarrollarnos como buenos profesionales y como personas, gracias a ellos estamos muy contentos por haber culminado satisfactoriamente nuestra carrera.

En tercer lugar, a nuestro Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “De las Fuerzas Armadas” que nos brindó todos los beneficios para poder formarnos como grandes profesionales en la primera carrera “Electrónica Industrial”.

Nos sentimos orgullosos por haber servido a nuestra patria y en compensación a ello nos brindaron las puertas para poder forzarnos un mejor futuro y buenos ciudadanos.

## Índice

Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Índice	v
Índice de Figuras	vii
Resumen	viii
Introducción	ix
 <b>Capítulo I: Determinación del Problema</b>	
1.1 Formulación del problema	12
1.1.1 Problema general	12
1.1.2 Problemas específicos	12
1.2 Objetivos	13
1.2.1 Objetivo general	13
1.2.2 Objetivo específicos	13
1.3 Justificación	13
 <b>Capítulo II: Marco Teórico</b>	
2.1 Estado de arte	16
2.1.1 Antecedentes Nacionales	16
2.1.2 Antecedentes Internacionales	18
2.2 Base teóricas	20
2.2.1 Definición de procesadores	20
2.2.2 Estructura general de un procesador	20
2.2.3 Arquitectura de procesadores	21
2.2.3.1 Arquitectura CISC	21
2.2.3.2 Arquitectura RISC	21
2.2.4 Raspberry Pi	22
2.2.4.1 Modelos	23
2.2.4.1.1 Raspberry Pi 1 Modelo A	24
2.2.4.1.2 Raspberry Pi 2 Modelo B	24
2.2.4.1.3 Raspberry Pi 3 Modelo B +	24
2.2.4.1.4 Raspberry Pi 4 Modelo B	24
2.2.5 Herramientas	25
2.2.5.1 Octoprint	25

2.2.5.2 Periféricos	26
2.2.6 Principio de los sensores y actuadores	27
2.2.6.1 Transductores	28
2.2.6.2 Sensores	29
2.2.6.3 Actuadores	30
2.2.7 Impresión 3D	31
2.2.7.1 Tipos de impresoras 3D	31
<b>Capítulo III: Desarrollo del trabajo</b>	
3.1 Finalidad	36
3.2 Propósito	36
3.3 Componentes	36
3.4 Actividades	37
3.5 Limitaciones	47
<b>Capítulo IV: Resultados</b>	
Resultados	49
<b>Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones</b>	
Conclusiones	51
Recomendaciones	52
Referencias Bibliográficas	53
<b>Apéndices</b>	
Apéndice A. Cronograma de actividades (Diagrama de Gantt)	57
Apéndice B. Cronograma de presupuesto	58

## Índice de Figuras

Figura 1: Representación de la arquitectura CISC y RISC	22
Figura 2: Tabla comparativa Raspberry pi	25
Figura 3: Flujo de trabajo con Octoprint	26
Figura 4: Pinout del GPIO de Raspberry Pi	27
Figura 5: Principios de transducción	28
Figura 6: Clasificación de sensores por los principios de transducción	29
Figura 7: Clasificación de los sensores según la variable física a medir	30
Figura 8: Composición de Actuadores	30
Figura 9: Tecnología FDM	32
Figura 10: Tipos de tecnologías 3D	34
Figura 11: Lista de componentes electrónicos	38
Figura 12: Diagrama esquemático conexión de los sensores y logic convert	39
Figura 13: Diagrama pictórico del sistema monitoreo y gestión remoto	39
Figura 14: Diagrama esquemático de las conexiones del sistema	40
Figura 15: Descargar octoprint	40
Figura 16: Selección del sistema operativo	41
Figura 17: Seleccionar modo custom para elegir la imagen de octoprint	41
Figura 18: Cargar sistema operativo a la tarjeta SD	42
Figura 19: Código en Python declaración de entradas y salidas de los GPIO	42
Figura 20: Métodos. para detectar fuego y gas	43
Figura 21: Pruebas en protoboard de los sensores	43
Figura 22: Diagrama PCB del sistema	44
Figura 23: Diagrama pictórico de las conexiones en la placa PCB	44
Figura 24: Modelo 3D en el programa fusión 360	45
Figura 25: Case impreso en 3D	45
Figura 26: Pruebas finales del sistema	46
Figura 27: Ajustes finales del sistema	46

## Resumen

El presente trabajo de aplicación tiene como finalidad poder monitorizar y gestionar remotamente cualquier tipo de impresora 3D utilizando Raspberry PI y de esta manera controlar los parámetros de impresión, calidad, fallas o averías que pueden presentar cualquier tipo de impresora 3D, con este sistema aumentará la productividad de los usuarios asimismo no perderán tiempo supervisando físicamente su impresora 3D.

La motivación para implementar este proyecto es ayudar a la comunidad del mundo de la impresión 3D, solucionando problemas de estrés, cáncer al pulmón, baja productividad, pérdida de clientes, posibles incendios y la pérdida de materia prima, que devienen cuando se trabaja con una impresora 3D.

Nos planteamos los siguientes objetivos como implementar, configurar y agregar componentes al sistema de monitoreo y gestión remoto con el uso del Raspberry Pi 3. Dentro del dashboard de la aplicación Octoprint configuramos el tipo de cámara web que conectamos a la tarjeta electrónica, así como el sensor de temperatura y el sensor de humo. Para la transmisión del video en tiempo real de la cámara web se configuro e instaló el programa Ngrok para generar el link de acceso para la trasmisión de la cámara web. En el proceso de configuración de la aplicación de Octoprint se generó las credenciales de acceso para el control de la impresora 3D de forma remota.

Por lo tanto, los resultados obtenidos con el sistema de monitoreo y gestión remoto se aumentó la productividad del operario en un 80%. El 30% del tiempo del usuario no necesita gestionar físicamente la impresora 3D y el 50% del tiempo del usuario le permitirá realizar otras actividades. Por otra parte, el usuario se encuentra menos expuesto durante el proceso de impresión 3D y esto reduce que sufran menos enfermedades respiratorias y cáncer al pulmón porque tienen la ventaja de monitorear y gestionar remotamente la impresora 3D.

**Palabras clave:** Diseño, Octoprint, Rasberry Pi, Cámara web, Sensores.



## Introducción

La industrial 4.0 es la cuarta revolución industrial que consiste en la automatización y digitalización de la industrial y todos los procesos que tengan relación con la empresa. La impresión 3D es una de las tecnologías protagonistas de esta revolución industrial. El uso de la fabricación aditiva, nos permite convertir un diseño digital en un producto físico, eliminando la intervención humana durante el proceso de impresión reduciendo costos de herramientas, postprocesado y desperdicio de material. Estas características mencionadas definen a esta tecnología como la industria del futuro.

Frente a la situación actual que estamos viviendo a nivel mundial debido al COVID 19, la tecnología de la impresión 3D ha podido consolidarse de forma más acelerada, ya que muchas personas tenían la necesidad de disponer de elementos personalizables de forma rápida.

Las motivaciones que suscitaron para realizar la innovación e implementación del presente trabajo de aplicación profesional surgieron a partir del 3 ciclo de nuestra carrera, ya que en ese momento llevamos el curso de microcontroladores I en las cuales despertaron nuestro interés por la electrónica y descubrimos el mundo de la impresión 3D.

A partir de entonces investigamos, libros, tesis y blogs en internet que nos permitieron ir más allá de lo que aprendimos en clases durante el 4 y 5 ciclo de nuestra carrera. Ensamblamos nuestra primera impresora 3D en las cuales tuvimos muchos inconvenientes respecto a nuestra impresora 3D, los problemas detectados fueron los siguientes: pérdida de material, supervisión constante, retrasos en las impresiones y baja productividad.

Durante la cuarentena buscamos formas de solucionar estos problemas ya que en el mercado actual las impresoras 3D no cuentan con un sistema integrado de monitoreo y gestión remoto.

La solución que encontramos fue la implementación de un sistema de monitoreo y gestión remoto que ayude al usuario a ser más productivo durante el proceso de impresión 3D; ya que normalmente una impresión puede demorar o tardar horas, incluso días y durante ese periodo de tiempo puede surgir problemas.

El trabajo de aplicación profesional está elaborado en los siguientes capítulos:

En el capítulo I. En esta primera parte se da a conocer la problemática de nuestro proyecto, para ello se presenta el problema general, objetivo general y el alcance de la misma.

En el capítulo II. En este capítulo se presenta la información de libros, revistas y páginas relacionadas con nuestro trabajo de aplicación a fin de realizar un buen diseño para poder tener antecedentes que respalden el proyecto.

En el capítulo III. Se desarrolla la finalidad el propósito, los componentes, las actividades y las limitaciones que surgieron durante la implementación de nuestro proyecto.

En el capítulo IV. Luego de realizar todas las etapas del diseño e implementación del sistema de monitoreo y gestión remoto para impresoras 3D, se menciona los resultados del funcionamiento.

Finalmente, en el capítulo V. Se indican las conclusiones y recomendaciones para ayuda del lector en cuanto a su conocimiento y mejoras del proyecto.

**CAPÍTULO I**  
**Determinación del problema**

## **1.1. Formulación del problema**

Existen diversos investigadores que apuntan a que las impresiones 3D pueden llegar a ser tóxicas para los operarios que se encuentran frecuentemente supervisando estas máquinas ya que liberan durante el proceso de impresión partículas ultrafinas, del tamaño de nanopartículas, que son lo suficientemente pequeñas como para infiltrarse en los pulmones del operario afectando de esta manera a la calidad del aire durante la impresión 3D.

Frente al aumento de la demanda de impresoras 3D a raíz de la pandemia del Covid-19 ha surgido una gran exposición mediática que ha generado una crisis material sanitario a las impresoras 3D y ha traído consigo un notable incremento en la comercialización de estas impresoras. Hasta hace unas semanas eran completamente desconocidas en el rubro electrónico, pero tras las numerosas noticias, aparecidas en los medios de comunicación, este tipo de fabricación de objetos tridimensionales está registrando un inesperado boom.

Cuando se realiza una impresión 3D normalmente se tienen varias horas y hasta días de impresión lo que lleva al usuario estar supervisando constantemente su impresora ya que podrían presentarse imprevistos como sobrecalentamiento, falta de filamento, fallas de impresión por desnivel de la cama caliente entre otros es por eso que el usuario está obligado a supervisar constantemente su impresora 3D.

### **1.1.1 Problema general**

¿Cómo mejorar un sistema de monitoreo y gestión de impresora 3D para aumentar la productividad?

### **1.1.2 Problemas específicos**

¿De qué manera seleccionar e implementar la plataforma y hardware que permita conectar y gestionar una impresora 3d?

¿Cómo implementar y configurar la Raspberry PI para conectar la impresora 3D de forma remota?

¿Cómo agregar, instalar y configurar la cámara de vigilancia que permita el funcionamiento del sistema de monitoreo y gestión de impresora 3d de forma remota?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

Diseñar e implementar un sistema de monitoreo y gestión de impresora 3D de forma remota, utilizando Raspberry PI.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Seleccionar e implementar la plataforma y hardware, para poder conectar y gestionar una impresora 3D.

Implementar y configurar la Raspberry PI para conectar la impresora 3D de forma remota.

Agregar, instalar y configurar la cámara de vigilancia que permita el funcionamiento del sistema de monitoreo y gestión de impresora 3D de forma remota

## **1.3. Justificación**

Las impresoras 3D durante esta pandemia ha sido un boom para fabricar protectores faciales, respiradores y otros equipos que ayudan a combatir la COVID-19, debido a esto muchos usuarios decidieron adquirir más impresoras para poder producir estos elementos en cantidad, pero a raíz de tener más impresoras la gestión y control no ha sido muy fácil causando retrasos en los tiempos de impresión y baja productividad.

La seguridad a distancia que nos brinda este sistema es evitar posibles incendios ya que las impresoras suelen elevarse a temperaturas altas sobrepasando los 300 grados, contar con este sistema nos permitirá apagar remotamente toda la impresora 3D, desconectando la fuente principal. Esto nos da una gran ventaja para evitar cualquier tipo de incidentes que puedan ocurrir mientras no estamos presentes físicamente durante la impresión 3D.

Actualmente, las impresoras 3D no cuentan con este tipo de sistema de monitoreo y gestión remoto, normalmente se dispone de un espacio físico bastante limitado y dificulta poder tener las impresoras 3D trabajando de forma simultánea, debido a que los cables USB generan problemas al desconectarse de forma accidental ocasionado por alguna maniobra en las mesas de trabajo, por tal razón el poder tener control remoto facilitaría totalmente al usuario usar dichas impresoras conectadas a una máquina servidora de archivos, se puede monitorear mediante de su celular desde el lugar donde se encuentra. Con el sistema de monitoreo y gestión remoto se busca incrementar la productividad de los usuarios al implementar este sistema ellos podrán supervisar sus impresiones 3D desde cualquier parte siempre que tengan conexión a internet.

**CAPÍTULO II**  
**Marco Teórico**

## 2.1 Estado de arte

### 2.1.1 Antecedentes Nacionales

Huivín, (2017) En su tesis titulada” *Implementación De Un Sistema Informático Para El Control De Riego De Cultivos Empleando Iot Con Raspberry Pi En El Vivero De La Municipalidad Provincial De San Martín, 2017*”. El presente trabajo tuvo como finalidad mejorar el proceso de riego de cultivos en el vivero de la MPSM formulando para ello una propuesta tecnológica cuya solución influye significativamente en el proceso mencionado. La realización de las actividades dentro de este proceso presentaba debilidades de manejo de información plasmadas en el nivel de cobertura de monitoreo de riego, nivel de uso de recursos en el riego así como el Grado de precisión de riego, las cuales fueron identificadas durante la aplicación de un diagnóstico previo empleando las técnicas de recojo de información análisis documental y encuestas. Es por ello que se implementó un sistema Informático con tecnología IOT y Raspberry Pi el cual puede monitorear en tiempo real las unidades de riego de dichos cultivos haciendo más eficiente dicho proceso. El tipo investigación que se empleó fue la aplicada, con un diseño de investigación Preexperimental con un solo grupo conformado por una muestra de 4 personas pertenecientes al vivero y la unidad de Gestión ambiental de la MPSM. Se concluye finalmente que luego de la implantación del Sistema de Información, el proceso mejoró notablemente y las opiniones de los involucrados lo demuestran pues los valores obtenidos para los indicadores mejoraron tal como se muestra en la etapa de resultados del presente informe donde incluso se emplea la estadística inferencial para la prueba de hipótesis.

Bustinza (2019) En su tesis titulada “*Diseño e implementación de un sistema de comunicación y supervisión remota usando la plataforma Raspberry Pi para el proyecto de investigación de efectividad de la luz azul en el tratamiento de la ictericia neonatal*”. El objetivo de la presente tesis es la realizar el diseño e implementación de un sistema de comunicación y supervisión basado en la plataforma de hardware denominado Raspberry Pi, para un proyecto de investigación en fototerapia con luz azul el cual permita recolectar y visualizar los datos de temperatura, voltaje y corriente, y parámetros que para sus objetivos de investigación lo requieran. El prototipo de investigación en fototerapia a base de



radiación de luz azul requiere de la supervisión y monitoreo de los parámetros que consideran como objetivo de investigación, vista esa necesidad se tiene que las condiciones de acceso al área de cuidados intermedios del hospital son limitadas y sumado al horario de disponibilidad de los investigadores hacen difícil una supervisión adecuada y oportuna. El sistema de comunicación y supervisión diseñado e implementado conforma de tres partes fundamentales las cuales son: El sistema de comunicación, el sistema de adquisición y acondicionamiento de señal y el software de gestión y procesamiento de datos. A la vez el sistema de comunicación está conformado por un sistema de radioenlaces que enlaza la plataforma Raspberry Pi ubicada en el Hospital regional a la red de la UNSAAC y un servidor de red privada virtual (VPN) que permite acceder a la red privada desde cualquier parte del mundo haciendo uso del internet. El sistema de acondicionamiento y readquisición de datos está conformado por sensores de temperatura, voltaje y corriente, filtros, convertidor de señal analógica digital (ADC), un reloj en tiempo real, un módulo de visualización mediante display de siete segmentos y un módulo conmutador relé. El software de gestión y procesamiento de datos está conformado por códigos programados en lenguajes como son Python, Html y SQL a la vez se configuró un servidor Web e instaló una base de datos, todos estos anteriores trabajando sobre la plataforma Raspberry Pi. Los resultados de la implementación nos permiten visualizar los datos de temperatura, voltaje y corriente en tiempo real sobre una plataforma web, a la vez exportar y visualizar en una gráfica lineal los datos de los sensores acumulado un día completo.

Acuña (2020) En su tesis titulada “*Diseño de un sistema de visión artificial para la clasificación de limón utilizando Raspberry Pi*”. La investigación de este proyecto tiene como objetivo medir ciertas características, con ciertas técnicas de visión artificial, como son el tamaño, el color y el defecto del limón, con la finalidad de mejorar la calidad del producto y reducir los costos que implican el proceso de clasificación del limón. Para ello se propone un conjunto de técnicas de procesamiento de imágenes que van desde binarización de imágenes, morfología matemática hasta transformación del modelo de color RGB a HSV, para poder medir los parámetros mencionados. Las técnicas se implementarán, primero en una computadora personal o laptop de medianas prestaciones, que

tenga un procesador i5, para luego ejecutar los algoritmos en una tarjeta Raspberry Pi. Para este tipo de proyectos se hace necesario aislar la iluminación del ambiente, a una fuente de iluminación artificial, que sea constante, para independizar el proceso del día, de la noche. Se hace necesario implementar este sistema de iluminación, por el procesamiento que se hará para obtener el color y el defecto del limón. Por lo tanto, para este proyecto, se grabarán videos, para simular una iluminación constante. Se utilizará una cámara webcam con puerto usb o un video que haya sido previamente guardado en un archivo con formato AVI o mp4. Las herramientas software utilizadas para visión artificial o visión por computadora son, el software de programación Python versión 3.5, junto a las Librerías de OPENCV que se instalan y utilizan fácilmente con el lenguaje de programación mencionado. En la tarjeta Raspberry Pi, se instalará un sistema operativo Raspbian, que es una versión simplificada y ligera de Linux, con la finalidad de que se ejecuten a mayor velocidad los algoritmos. Con todo esto, se concluirá, si es factible implementar este tipo de sistemas de visión artificial, para que pueda ser ejecutado a una tasa de velocidad suficiente para la clasificación del limón.

### **2.1.2 Antecedentes Internacionales**

Peña y Vera (2017) En su tesis titulada “*Sistema de monitoreo terrestre de campos agrícolas mediante una red de sensores terrestres con Raspberry Pi*”. Se plantea crear una red de sensores inalámbricos que permitan el monitoreo del campo que permitan la toma de decisiones en el mismo; para lograrlo el sistema incorpora distintos sensores, los cuales serán controlados por una computadora de placa reducida Raspberry Pi Zero, el cual estará enviando la información a una computadora de placa reducida Raspberry Pi 3 con mayor procesamiento a través de la tecnología de XBee este a su vez estará almacenado en una base de datos, la cual podrá ser consultada desde cualquier ordenador. Se concluyó que el sistema propuesto sirve para controlar el riego, la luz y otros factores que beneficiaran al agricultor para minimizar sus pérdidas y tener mejor controlada su producción.

Muñoz (2021) En su tesis titulada “*Sistema de seguridad basado en Raspberry Pi con cámara para día y noche con enlace IoT y procesamiento de imágenes*”. Este

desarrollo propone un sistema de seguridad basado en un sistema embebido, capaz de detectar movimiento mediante el uso de un sensor infrarrojo, una cámara y procesamiento de imágenes. Además, el sistema es capaz de operar en condiciones de luz visible y oscuridad, en esta última mediante el uso de una lámpara y cámara infrarroja. El sistema de vigilancia se divide en una aplicación móvil para Android, almacenamiento en la nube Mega y el uso de una Raspberry Pi 3 B+. Con la aplicación móvil, el usuario puede configurar y revisar los datos generados por el sistema en cualquier momento, mientras tenga una conexión a internet. Por otra parte, el sistema embebido integra el hardware de vigilancia siendo la cámara infrarroja y un sensor de movimiento. Además, se programó un algoritmo de procesamiento de imágenes para detección de movimiento, usando Python 3.5.3 y se usa la librería OpenCV 3.4 para el procesamiento de las imágenes. Este último, para asegurar la información capturada por la cámara corresponde con algún cambio en el rango del sistema. Finalmente, se propone una carcasa donde es montado el sistema completo. La carcasa es un diseño propio y fue impresa en 3D, para interiores, haciendo de este proyecto una opción potencial para aplicaciones de vigilancia.

Carnicero (2017) En su tesis titulada “*Desarrollo de plataforma para impresión remota en 3D*”. El mundo de la impresión 3D está en pleno crecimiento: no en vano, una parte muy importante del progreso realizado en este aspecto es gracias a una extensa comunidad de desarrolladores. En este ámbito existen tareas en constante evolución para convertir el proceso en una tarea lo más automatizada posible. El presente proyecto busca desarrollar una plataforma de impresión 3D remota que pueda ser instalada de forma sencilla en cualquier impresora 3D, empleando una placa Raspberry Pi para el control remoto de la impresora y un microcontrolador Arduino para las funciones de control y monitorización de la misma. La misión de ambos módulos, funcionando de manera integrada, es que cualquier impresora 3D doméstica pueda funcionar de manera remota y con un alto grado de autonomía de su operador, minimizando los tiempos de manipulación in situ de la impresora. A la culminación del proyecto, se ha llegado a una plataforma remota de impresión 3D que puede funcionar de manera remota y adicionalmente, incluye una serie de automatismos y medidas de seguridad pasivas que convierten a dicha plataforma en un servicio con alto grado de

autonomía. Además, se proponen nuevas líneas de investigación para conseguir una plataforma lo más completa posible, en este aspecto se plantea la introducción de nuevas tecnologías.

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Definición de Procesadores

La unidad central de procesamiento (famosamente conocido por sus siglas CPU) es el núcleo que define a todos los dispositivos informáticos, Hoy en día casi todos los dispositivos tienen internamente al menos un procesador. Los procesadores no están conformados de una sola pieza, internamente llevan distintos componentes que cumplen un rol o función en concreto. (Rebollo, 2011)

Este chip está totalmente separado de la memoria RAM, que es donde se guardan temporalmente los datos. También está separado del GPU que es el encargado de mostrar imagen y gráficos 3D en toda nuestra pantalla.

La CPU está construido por miles y miles de millones de transistores que son totalmente microscópicos y todo eso dentro de un solo chip. Gracias a estos transistores nuestra CPU puede realizar cálculos matemáticos su funcionamiento interno es simplemente encender y apagar puertas diminutas, de esta manera transmiten los unos y ceros y dan funcionamiento a nuestro dispositivo, gracias a ello podemos enviar email, ver videos, abrir aplicaciones etc.

### 2.2.2 Estructura general de un procesador

En la estructura general de un procesador presenta internamente distintos componentes que trabajan de manera coordinada para ejecutar una serie de instrucciones que conjuntamente se les conoce como programas. (Rebollo, 2011)

A continuación, se indica los principales componentes estructurales:

**-Unidad de control.** Es el encargado de controlar el correcto funcionamiento de la CPU y por lo tanto del computador.

- Unidad de interface con el bus:** es quien recibe las instrucciones y los datos directamente de la memoria RAM a través del bus del sistema.
- Unidad lógico aritmética (ALU):** Maneja toda la toma de decisiones como los cálculos matemáticos y funciones lógicas que se realizan en el microprocesador.
- Registros:** A esta parte del procesador se las denominan áreas de almacenamiento temporal que son usadas durante la ejecución de las instrucciones en otras palabras proporcionan almacenamiento interno a la CPU.

### 2.2.3 Arquitectura de Procesadores

Dentro de la arquitectura de procesadores tenemos dos los llamados CISC y RISC. No podemos continuar sin antes hablar un poco acerca de los sistemas embebidos que son nada más y nada menos la integración de la electrónica y el software todo dentro de un solo producto. Entre ellos podemos tener como ejemplo a un teléfono móvil, cámaras digitales, sistemas IOT para las casas, sistemas de iluminación etc.

#### 2.2.3.1 Arquitectura CISC.

Más conocido como arquitectura x86 es un conjunto de instrucciones muy complejas que se utilizan en los procesadores al pasar de los años esta arquitectura ha ido evolucionando para poder seguir siendo compatible con distintas versiones anteriores.

Todos los cambios realizados han implicado adicionales al conjunto de instrucciones.

El 8086 de 1978 se incluyó con una velocidad de reloj de 5MHz y esta tenía 29.000 de transistores. Una core i7 EE 4960X de seis núcleos de 4GHz, con una velocidad de 800. Y contaba con 1.860 millones de transistores.

#### 2.2.3.2 Arquitectura RISC.

A esta arquitectura también se le conoce como la arquitectura ARM (Arcon RISC Machine).

Es una familia de los microprocesadores y microcontroladores que está basado en un conjunto de instrucciones reducidas. (RISC)

Los procesadores ARM son procesadores que tienen alta velocidad y son conocidos por ser típicamente muy pequeños y su bajo consumo de energía.

Estos chips ARM son los procesadores más utilizados en los dispositivos móviles como iPhone e iPod que son de la marca Apple, pero también se pueden observar en los dispositivos móviles Android e incluso Nvidia está usando este procesador para sus placas de video.

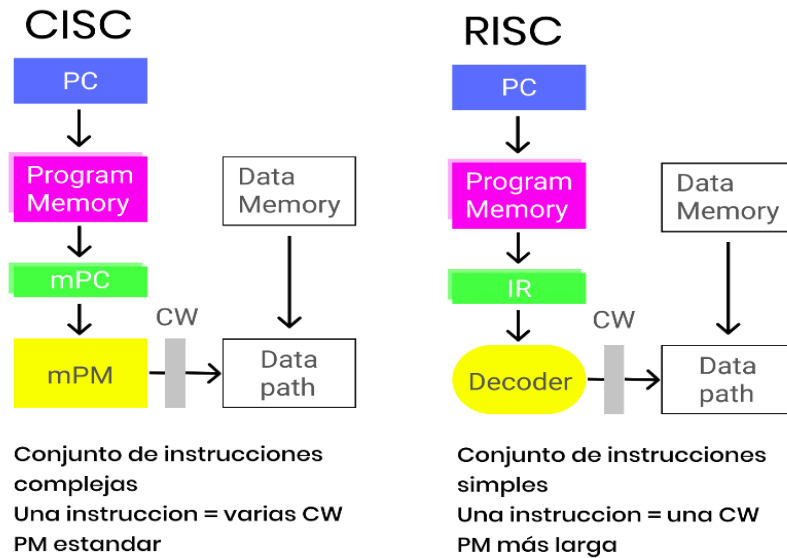


Figura 1. Representación de la arquitectura CISC y RISC.  
Fuente propia

#### 2.2.4 Raspberry Pi

La Raspberry Pi es un mini computador de bolsillo. Es del tamaño de una tarjeta de crédito gracias a su procesador que tiene integrado, la memoria RAM y la tarjeta gráfica a estos tipos de procesadores se les conoce como SBC (Single Board Computer) que están basados en un SoC (System on a Chip). (Garcés, 2016)

El propósito de Raspberry PI es ser principalmente una plataforma que permite enseñar las bases de hardware los sistemas operativos la programación y la computación en general es decir es ser una plataforma de educación para aprender computación de manera genérica pero debido a su versatilidad simplicidad y sobre todo bajo costo Raspberry PI se ha convertido en más que tan solo una plataforma educación para estudiantes sino que se ha convertido en una plataforma para juristas para Maikers para artistas para ingenieros para hackers desarrolladores y entre otro tipo de personas que gustan de utilizar un computador para prácticamente hacer lo que sea.

## **Origen**

Esta placa de desarrollo llamada Raspberry Pi fue desarrollada en el Reino Unido.

Durante el año 2006 la Universidad de Cambridge, esta universidad presentaba un problema en los laboratorios de computación año tras año menos estudiantes se presentaban para estudiar ciencias de la computación. (Partner, 2014).

Esta placa de desarrollo se basa en una arquitectura ARM que actualmente los dispositivos que utilizan esta arquitectura es capaz de tener un consumo eléctrico mínimo.

La Raspberry pi es una placa muy versátil que permite a cualquier usuario realizar acciones que podrían hacerlo en un computador convencional.

La fundación Raspberry pi fue creada con el objetivo de brindar educación sin fines de lucro y aproximadamente después de seis años de intensa labor esta fundación, fue registrada en el año de 2009 con el objetivo de suscitar educación en cualquier tipo de persona que esté interesada en el campo de las computadoras, ciencias de la computación y temas similares. (Fundación Raspberry Pi, 2015).

### **2.2.4.1 Modelos**

La familia Raspberry Pi a lo largo del tiempo a tenido 4 versiones dentro del mercado, como primer modelo encontramos la versión A, B y B+, de los cuales el más utilizado es el modelo B. Mientras que en la segunda versión que saco Raspberry pi solamente saco la versión B.

Continuando con la tercera versión sacaron varias versiones como el A, B y B+. En la actualidad ya se cuenta con la cuarta versión teniendo el modelo 4B.

A continuación, detallaremos cada una de las versiones mencionadas resaltando sus características según el modelo y versión.

#### **2.2.4.1.1 Raspberry Pi 1 Modelo A**

El primero modelo cuenta con un procesador Broadcom BCM2835 que es de un solo núcleo y 700MHz, también cuenta con 512MB de RAM y el sistema operativo se tenía que instalar a través de una memoria SD ya con la versión B+ trajo mejoras donde se usaba una Micro-SD para cargar el Sistema operativo y también aumentaron la cantidad de puertos USB.

#### **2.2.4.1.2 Raspberry Pi 2 Modelo B**

Durante el 2014 llegó la segunda versión que se basa en el modelo B+, donde utiliza el mismo GPU que tenía la primera versión, pero el principal cambio fue potenciar el procesador siendo BCM2836, que cuenta con cuatro núcleos de 900MHz. Por parte de la memoria RAM se aumentó a 1GB.

#### **2.2.4.1.3 Raspberry Pi 3 Modelo B+**

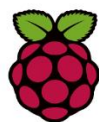
En el 2018 actualizó su modelo B de las cuales cambiaron el procesador por un BCM2837B0 a 1.4GHz por parte de la conectividad inalámbrica esta Raspberry PI incorporó el doble de banda a 5GHz.

El bluetooth es de 4.2 (Low Energy) y su nuevo puerto Ethernet también fue mejorado triplicando a 300Mb/s en este nuevo modelo.

#### **2.2.4.1.4 Raspberry Pi 4 Modelo B**

El procesador es BCM2711 de 4 núcleos Cortex A-72 a 1.5GHz en esta versión contamos con una capacidad máxima de 4GB de memoria RAM contamos con 2 usb 2.0 y 2 usb a 3.0 también nos trae la alimentación del tipo-C. Contamos con 2 puertos HDMI para extender nuestra pantalla la conectividad wifi 5GHz conectividad bluetooth 5.0.





## Tabla comparativa

	Version 1	Version 2	Version 3	Version 4
<b>Modelo</b>	Modelo A	Modelo B	Modelo B+	Modelo B
<b>SoC</b>	Broadcom BCM2835	Broadcom BCM2836	Broadcom BCM2837B0	Broadcom BCM2711 ARM
<b>CPU</b>	700MHz ARM1176JFZ-S	900MHz 4 N ARM Cortex-A7	Cortex-A53(ARMv8)	Cortex-A72 4N
<b>RAM</b>	512MB	1GB	1GB LPDDR2 SDRAM	1GB, 2GB Y 4GB
<b>Boot</b>	Memoria SD	Memoria micro SD	Memoria micro SD	Memoria micro SD
<b>GPIO</b>	26 PINES GPIO	40 PINES GPIO	40 PINES GPIO	40 PINES GPIO

Figura 2. Tabla comparativa Raspberry pi.

Fuente propia

## 2.2.5 Herramientas

### 2.2.5.1 Octoprint

Podemos definir Octoprint es una aplicación de código abierto su principal característica de esta aplicación es gestionar y monitorizar una o varias impresoras 3D de manera remota utilizando una Raspberry PI. Todo esto se puede realizar a través de una plataforma web, para esto lo único que necesitamos es conectar la aplicación a una red local que tengamos disponible.

Con la plataforma web podemos enviar los archivos Gcode que las impresoras 3D son capaces de leer, para posteriormente comenzar a imprimir. Octoprint es compatible con diversas cámaras que nos permitirá realizar el monitoreo en tiempo real de una impresión de esta manera seremos capaces de verificar que todo este correctamente funcionando.

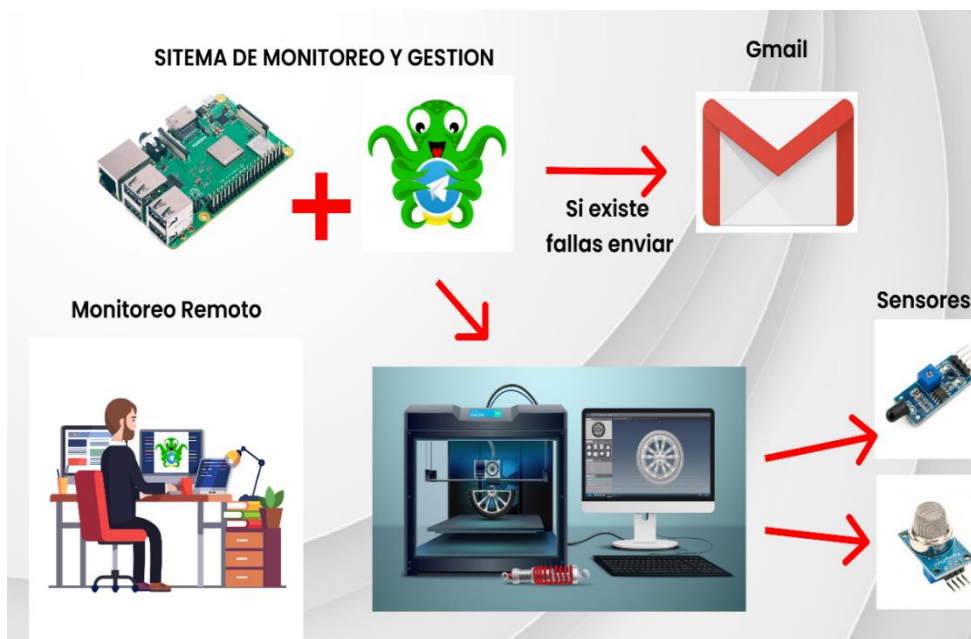


Figura 3. Flujo de trabajo con Octoprint.  
Fuente Propia

### 2.2.5.2 Periféricos

GPIO son los acrónimos de General Purpose Input/Output, en otras palabras, también se les conoce como Entradas/Salidas que son utilizadas para un propósito general. Lo pueden tener distintos productos electrónicos, como los propios chips o ciertas placas PCB como es el caso de esta Raspberry Pi. Si prestamos atención a su nombre se puede determinar que son pines que se pueden configurar para llevar a cabo distintas funciones, es de ahí de donde proviene el nombre propósito general y no para un uso específico.

El usuario será el encargado de configurar los pines GIO para que hagan lo que seas, decir pueden ponerse a 1 (alto nivel de voltaje) o a 0 (bajo nivel de voltaje).

Todo esto se puede efectuar de distintas formas, podemos usar la consola directamente para escribir algunos scripts o también podemos utilizar un lenguaje de programación en este caso Python que es el más popular para utilizar en una Raspberry PI.

Por lo consiguiente Raspberry Pi no solo dispone de interfaces y puertos para poder conectar otros periféricos estándar, sino más bien los pines

GPIO se encuentran para que cualquier persona pueda conectar cualquier dispositivo electrónico o proyectos makers que uno mismo pueda haberlo creado. Es similar a lo que se realiza con Arduino ya que también existen Inputs/ Outputs para realizar el control.

A continuación, se muestra una tabla con la agrupación de Pines GPIO

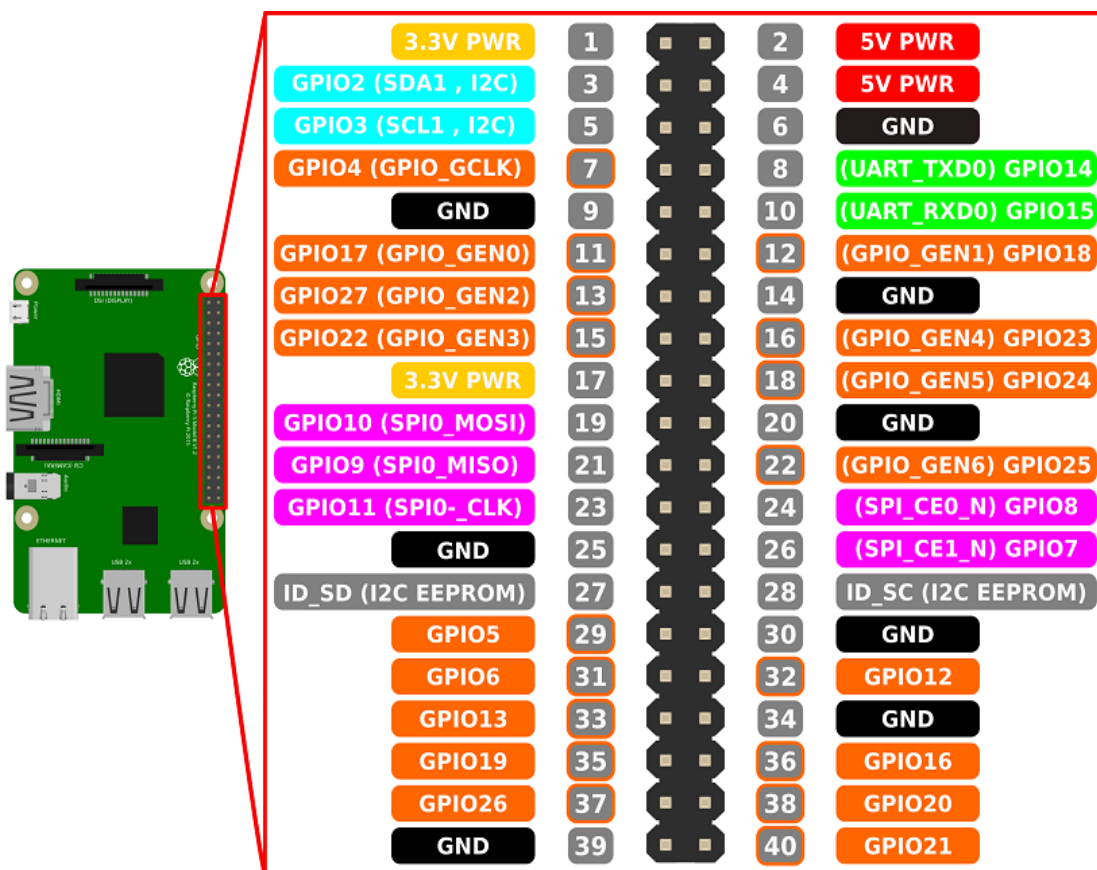


Figura 1. Pinout del GPIO de Raspberry Pi

Fuente <https://juegosrobotica.es/>

### 2.2.6 Principio de los sensores y actuadores

A través de la historia el ser humano a buscado la forma de obtener energía a partir de la naturaleza y luego transformarla en otro tipo energía, todo esto con el fin de beneficiar al ser humano.

Esto ha llevado a anticipar, el desarrollo tecnológico de conversión de la energía, mediante el uso de sistemas integrales y variables físicas que son observados y modificados.

Por otro lado, gracias a la ingeniería la importancia que del uso de los sensores y actuadores en la actualidad es muy importante ya que todo sistema automatizado en la actualidad siempre utiliza sensores y actuadores, porque requieren tener interacción con el mundo real para poder adquirir datos y de esta manera poder realizar ciertas acciones a de acuerdo a los parámetros configurados en los sistemas automatizados.

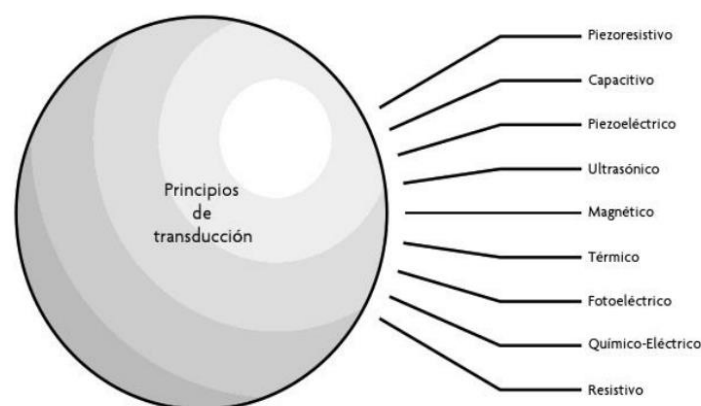
### 2.2.6.1 Transductores:

El transductor es un dispositivo capaz de convertir o transformar una magnitud A en otra magnitud B.

Tomando en cuenta la definición anterior se puede afirmar que un transductor puede estar en un sensor o un actuador.

Los tipos de transductores que podemos tener son transductores de entradas y de salidas, se puede determinar un transductor de entrada cuando se utiliza para realizar un censo mientras que un transductor de salida se utiliza para un sistema de actuación.

Los principios de transducción se valen de algún principio físico de transformación de energía y a esto se le denomina principio de transducción, así como visualiza en la figura 5.



*Figura 5 Principios de transducción.*

Corona, L. Abarca, G. & Mares, J. (2014). p.3

### 2.2.6.2 Sensores

Según la definición del transductor podemos indicar que el sensor está relacionado a un transductor, ya que un sensor siempre usara un transductor, pero una de las diferencias que podemos indicar entre un transductor y un sensor es que el sensor no solo cambia el dominio de la variable física medida, sino que la salida del sensor es un dato muy útil para todo sistema de medición que estemos utilizando en nuestros proyectos.

Por consiguiente, podemos definir que un sensor es un dispositivo de entrada que nos retorna una salida totalmente manipulable de cierta variable física que podemos medir.

Otro punto importante a resaltar es que un sensor solamente puede ser un dispositivo de salida, pero también se pueden clasificar de formas distintas, así como se muestra en la figura 6.



Figura 6. Clasificación de sensores por los principios de transducción.

Corona, L. et al (2014). p.18



Figura 7. Clasificación de los sensores según la variable física a medir.

Fuente propia

### 2.2.6.3 Actuadores:

Se define que un actuador es un dispositivo que tiene la capacidad de poder generar una fuerza para ejercer el cambio de posición, velocidad o estado de cualquier elemento mecánico que se esté empleando, a partir de la transformación de la energía generada.

Podemos clasificar en dos grandes grupos por el tipo de energía utilizada y por el tipo de movimiento que generan, así como se muestra en la figura 8.

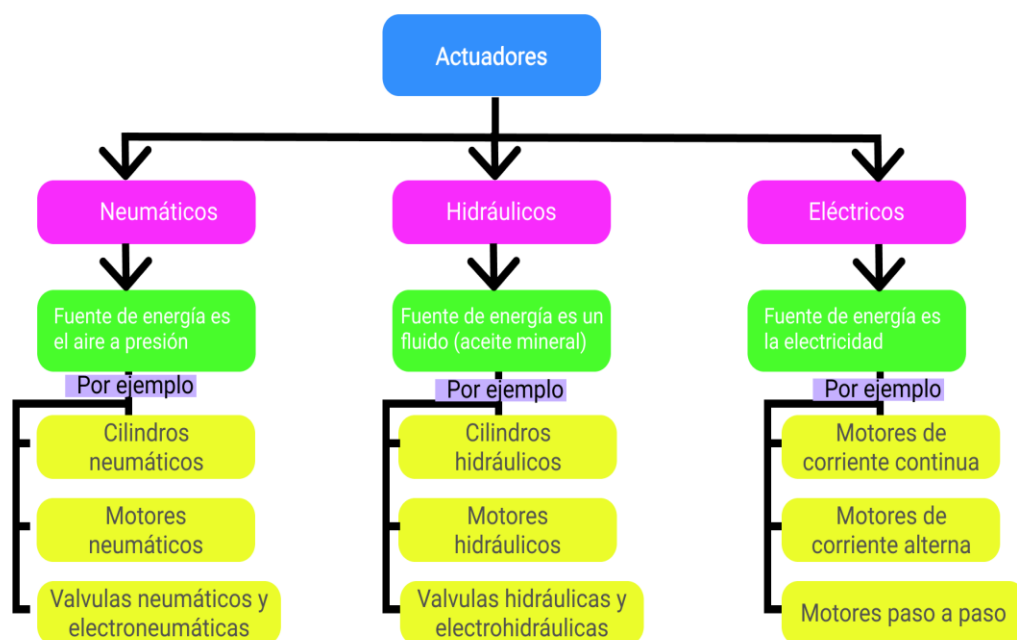


Figura 8. Composición de Actuadores.

Fuente Propia

## **2.2.7 Impresión 3D**

### **Definición**

La impresión en tercera dimensión es una herramienta tecnológica que pertenece a la industria manufacturera son máquinas aditivas de materiales que transforman un diseño echo en computadora en un objeto físico tridimensional la fabricación con esta técnica tiene más de 40 años principalmente utilizada en las industrias de productos grandes como la automotriz.

La fabricación adictiva 3D es parte la cuarta revolución industrial, que toma bastante fuerza y promete cambiar radicalmente la manera de producción industrial, en los últimos años la impresión 3D ha dado un gran salto gracias a que ha evolucionado muy rápido el desarrollo de software y la evolución del hardware.

Si bien es cierto todos podemos tener acceso a esta tecnología hoy en día, pero a veces por falta de experiencia técnica para su uso nos vemos limitados a poder interactuar y crear nuestros propios prototipos.

Existen diversos programas que podemos usar para crear nuestros diseños en 3D en donde cada uno de ellos nos ofrece distintos formatos para nuestros diseños. En este punto surge una duda ¿podríamos usar cualquier formato para realizar la impresión 3D? la respuesta es no ya que existen estándares donde indican que los formatos permitidos son STL y OBJ.

Si bien es cierto el formato STL es el más popular para la impresión 3D, pero tiene carencia en cuanto a información del diseño por ejemplo no tiene información del color ni textura. Sin embargo, el formato OBJ sigue siendo el formato universal para las impresoras 3D.

Estos formatos son usados para realizar el intercambio de archivos, porque cualquier tipo de impresora 3D tienen la capacidad de leerlos, pero as su vez serán reconvertidos a un archivo llamado G-CODE que el propio software de la impresora 3D es capaz de generarlo para poder realizar el diseño tridimensional ya que gran parte de estas impresoras utilizan la misma tecnología.

### **2.2.7.1 Tipos de impresoras 3D**

Desde los inicios de la impresión 3D se han desarrollado múltiples tecnologías con un solo propósito convertir un modelo digital en un modelo físico.

Desde el origen de la tecnología 3D hasta la actualidad existen diversas tecnologías que cumplen el mismo propósito de convertir un modelo digital y

llevarlo a un objeto físico real. Sin embargo, podemos utilizar diversas tecnologías de las cuales se detalla a continuación:

## **ABS, PLA y PETG**

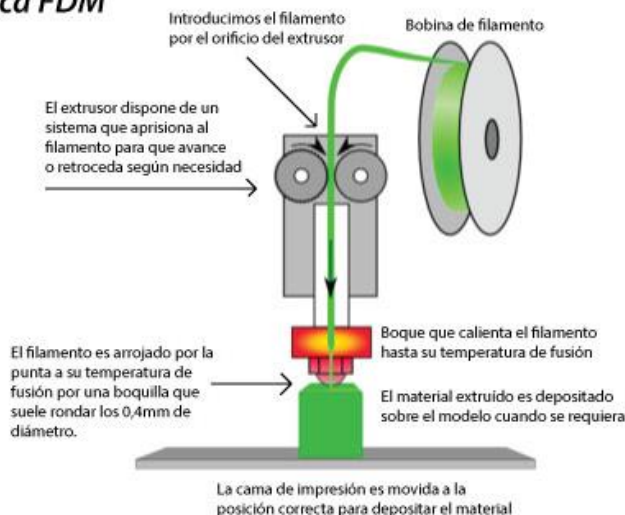
### ***FDM***

Esta técnica se dio a conocer en 1988 por Scott Crump, él fue fundador de la empresa Stratasys, uno de los gigantes de la impresión 3D, dio a conocer la primera máquina de deposición de material fundido más conocido por sus siglas en inglés FDM (Fused Deposition Modeling). Alcanzo mucha popularidad gracia a su gran facilidad de manejo y a su precio muy reducido en comparación a otras tecnologías.

Algunas empresas grandes como Ultimaker y Makebot utilizan esta tecnología para la fabricación de sus productos.

Para emplear técnica debemos utilizar un filamento termoplástico que se va fundiendo y extruyendo al pasar por una boquilla antes de depositarse en una superficie a una temperatura muy inferior para que ésta se solidifique rápidamente, la punta del extrusor va siguiendo coordenadas que están indicadas en el archivo G-CODE formando de esta manera las diferentes capas que tiene la pieza. Las capas que conforman esta pieza se van realizando de abajo hacia arriba.

### ***Técnica FDM***



*Figura 9. Tecnología FDM.*

Fuente: <https://comunidad.iebschool.com/>



## **Resina**

### ***SLA***

La primera tecnología desarrollada en 1986 por Chuck Hull, fundador de 3D Systems, dentro de la impresión 3D registra la primera patente comercial de la que fue la estereolitografía que es mundialmente más conocida por sus siglas en inglés SLA.

Esta técnica esta basa en hacer una solidificación a través de una luz óptica. Utiliza resina de cualidades fotopoliméricas y se cuenta con colores muy limitados.

En el caso de esta técnica nos brinda una gran ventaja porque la calidad de sus acabados está determinada por el punto óptico del láser o proyector utilizado, además de que al imprimir el objeto no utiliza ningún tipo de fuerza ya que lo realiza a través de luz para posteriormente su polimerización esto brinda unas superficies más lisas.

### **Procesamiento de luz digital (DLP)**

Es una tecnología muy similar a la estereolitografía ya que ambos se basan en la solidificación de un fotopolímero expuesto a luz

Pero la diferencia radica en que el DLP utiliza un proyector como fuente de luz en vez de un láser en realidad DLP viene de la tecnología de proyectores desarrollada por Texas Instrument

La imagen es creada por espejos microscópicos dispuestos en una matrix sobre un jep semi conductor conocido como digital micromirror devices se podría traducir como dispositivo digital de micro espejo donde cada espejo representa un pixel en la imagen proyectada.

### **Estereolitografía enmascarada (MSLA)**

Es una tercera variante de la estereolitografía que utiliza como fuente de luz un display de cristal líquido LCD.

El MSLA utiliza un conjunto LED como backlight y junto con una foto mascara LCD para dar forma a la imagen. Al igual que en DLP la foto mascara LCD se muestra digitalmente y está compuesta por pixeles cuadrados el tamaño del pixel varía en función de cómo se fabrique la foto mascara LCD y los

pixeles individuales se deactivaten en la pantalla LCD para permitir el paso de la luz led y asi formar la capa resultante por lo tanto la precisión x es fija.

En la siguiente imagen se muestra la representación de las tecnologías mencionadas.

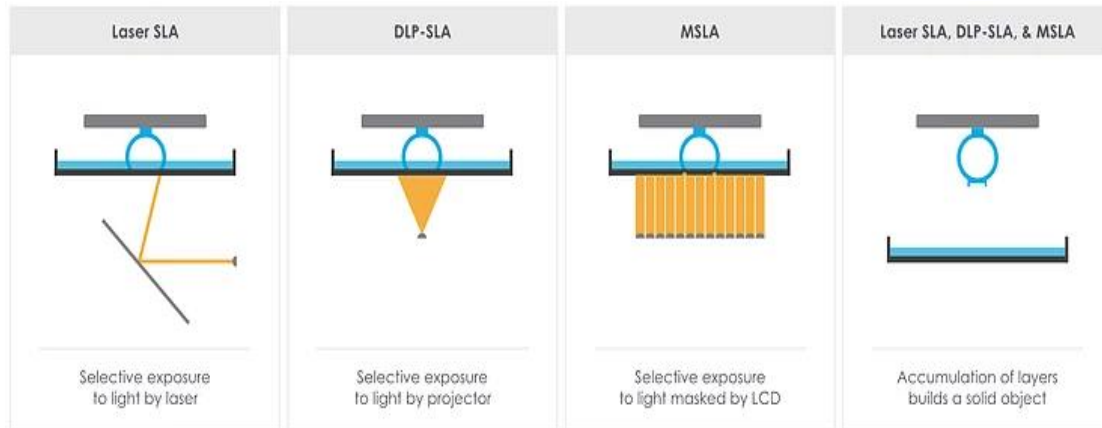


Figura 10. Tipos de tecnologías 3D.

Fuente: [www.taiced.com/](http://www.taiced.com/)

**CAPÍTULO III**  
**Desarrollo del Trabajo**

### 3.1 Finalidad

El presente trabajo de aplicación profesional ejecutado tiene como finalidad monitorear y gestionar remotamente cualquier tipo de impresora 3D que se encuentre en el mercado. De esta forma estamos brindando al usuario un sistema que le ayude a ser más productivo, reducir sus costos de tiempo y materia prima.

### 3.2 Propósito

El sistema de monitoreo y gestión remoto para impresoras 3D tiene como propósito general aumentar la productividad del usuario reduciendo tiempos de trabajo y pérdida de materia prima ya que; le permitirá monitorear y gestionar de forma remota su impresora 3D sin necesidad de que un operario físico esté presente durante la impresión 3D. Por otro lado, este sistema cuenta con sensores capaces de detectar fuego, humo y gas haciendo que sea más seguro tener una impresora 3D en el hogar o una empresa.

### 3.3 Componentes

Los componentes utilizados para desarrollar el diseño e implementación del sistema de monitoreo y gestión de impresora 3D de forma remota, se mencionan a continuación:

**Octoprint.** Se utilizó Octoprint, ya que es un software open Source permitió controlar nuestra impresora 3D desde una interface web o móvil, desde la cual se conectó una cámara web para monitorear a nuestra impresora 3D. Cabe resaltar, que esta aplicación cuenta con una gran variedad de Plugins para una mayor ventaja en cuanto al uso.

**Raspberry Pi.** Optamos por usar una Raspberry Pi, ya que es un mini ordenador de bajo consumo que nos permitió conectarlo a nuestra impresora 3D a través del puerto serial para tener el control de la impresora.

Otro motivo muy importante por lo que se utilizó esta placa fue para programar en Python e instalar Octoprint para que el operario tenga el control a través de una interface web.

**Ngrok.** Esta aplicación fue de mucha utilidad porque permitió convertir el servidor local (Octoprint) en un servidor remoto, a través de un subdominio generado aleatoriamente. Gracias a esta aplicación se logró visualizar la interface web de Octoprint con diferentes computadoras con tenga acceso a internet.

**Crontab.** Esta herramienta permitió ejecutar en segundo plano los scripts en Python para que los sensores MQ135 y YG1006 puedan realizar el censado del área de trabajo y de esta manera alertar y apagar la impresora 3D de forma automática.

**MQ135.** Se utilizó este sensor para el control de calidad del aire, ya que permitió controlar gases como amoníaco, dióxido de nitrógeno, alcohol, benceno, dióxido y monóxido de carbono. Este sensor cuenta con una capacidad de respuesta muy rápida en cuanto a los gases mencionados y es uno de los componentes claves para el sistema de monitoreo y gestión.

**Sensor de flama.** Este sensor también es importante, ya que es un receptor de infrarrojos, que puede detectar una llama que se emita a una distancia máxima de 80 cm. Se usó este elemento para desactivar la impresora 3D en caso de un posible incendio.

**Logic convert 5v a 3.3v.** Este dispositivo es un convertidor de nivel lógico bidireccional que permite convertir 5 V a 3.3 V. Permitted enviar la señal a Raspberry Pi para conocer el estado actual del sensor y de esta manera poder determinar la acción que debe tomar el sistema para proteger la impresora 3D ante un posible incendio

### 3.4 Actividades

En esta sección del TAP realizaremos la descripción de las actividades realizadas durante proceso del sistema de monitoreo y gestión.

## Primera Fase

Identificar los sensores y otros componentes electrónicos a utilizar.

En esta primera etapa, se identificó los tipos de sensores que se utilizaron para realizar la detección de fuego y gas. Principalmente los sensores utilizados para este proyecto ayudaron agregar una capa más de seguridad a nuestra impresora 3D.



Figura 11. Lista de componentes electrónicos

Fuente propia

## Segunda Fase

Fuente de alimentación y acondicionamiento de las señales

En esta segunda fase, se procedió a elegir la fuente de alimentación para todo el sistema.

Los GPIO del Raspberry PI solamente aceptan 3.3V. En este caso los sensores se alimentaron con 5V para que la señal del sensor se envié a través del GPIO. Además, se procedió a usar un componente electrónico conocido como Logic Level Convert Bi-Direccional de 5V a 3.3V para enviar la señal de los sensores a los GPIO del Raspberry PI.

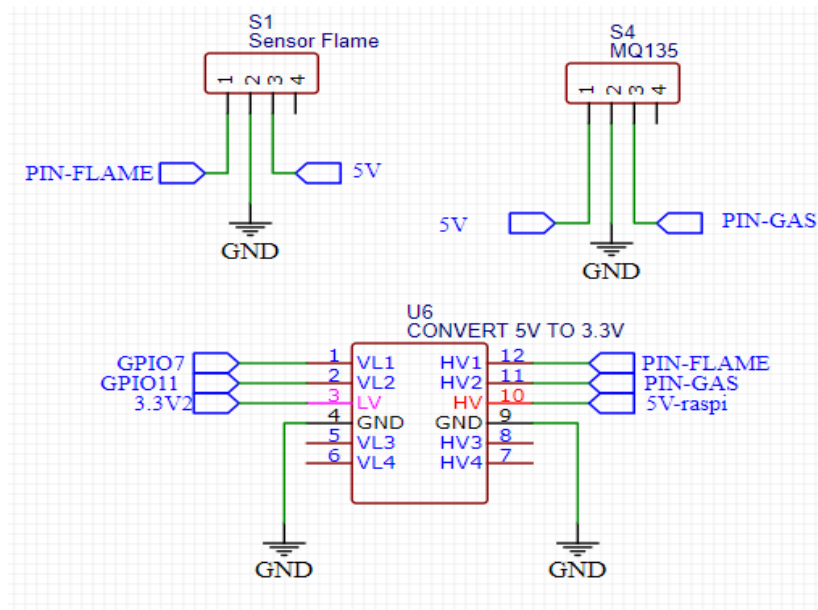


Figura 12. Diagrama esquemático conexión de los sensores y logic convert

Fuente Propia

### Tercera fase

Diseño del diagrama pictórico y esquemático

En esta tercera fase, se procedió a realizar el diagrama pictórico del sistema de monitoreo y gestión.

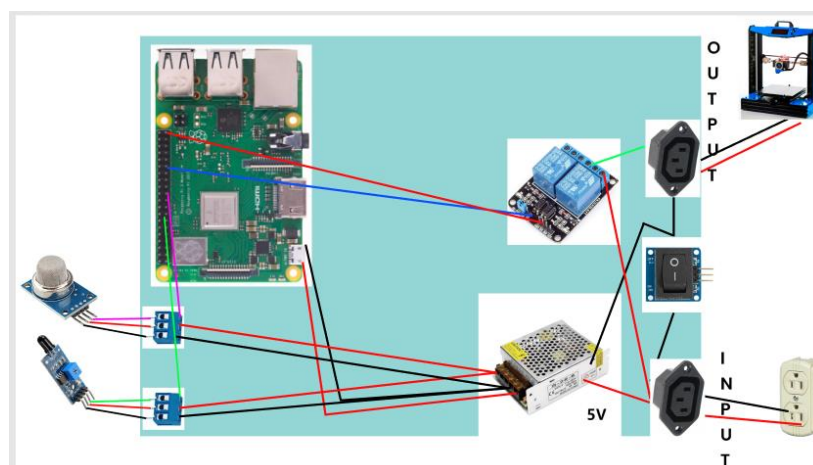


Figura 13. Diagrama pictórico del sistema monitoreo y gestión remoto

Fuente propia

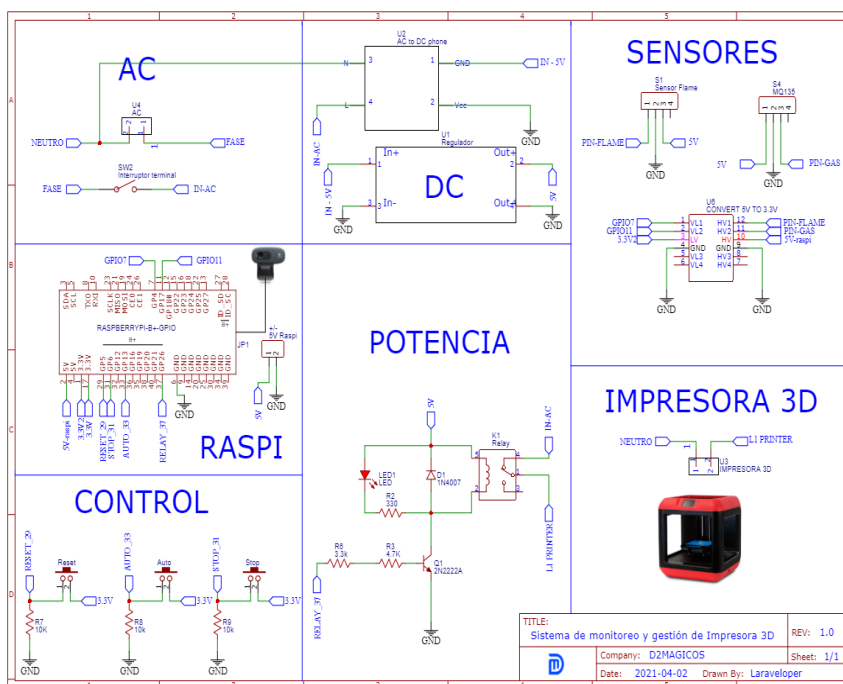


Figura 14. Diagrama esquemático de las conexiones del sistema

Fuente Propia

## Cuarta fase

### Instalación y programación

En esta cuarta fase, se realizó la instalación y configuración de la aplicación Octoprint.

using recommended hardware are not officially supported.

Please note that the **Raspberry Pi Zero W is not recommended explicitly** since severe performance issues were observed, caused by the WiFi interface when bandwidth is utilized (e.g. the webcam is streamed), negatively impacting printing quality. See also here.

## Images

### Stable

You can download the latest OctoPi image via the following button.



MDS: 43387c99873210969a21083520ec963b

SHA256: 582ff1e5d8726e0a74c54cc75545dbcb6e09066ca172660bc961dd7501941e5b

**Raspberry Pi 3B, 3B+ or 4B 1/2/4/8GB strongly recommended, Raspberry Pi Zero/Zero W not officially supported!**

Image compatible with Raspberry Pi A, B, A+, B+, 2B, 3A+, 3B, 3B+, 4B 1/2/4/8GB, 400, Zero and Zero W.

Alternatively simply buy one of the available

Figura 15. Descargar octoprint

Fuente: <https://octoprint.org/>





Figura 16. Selección del sistema operativo

Fuente propia

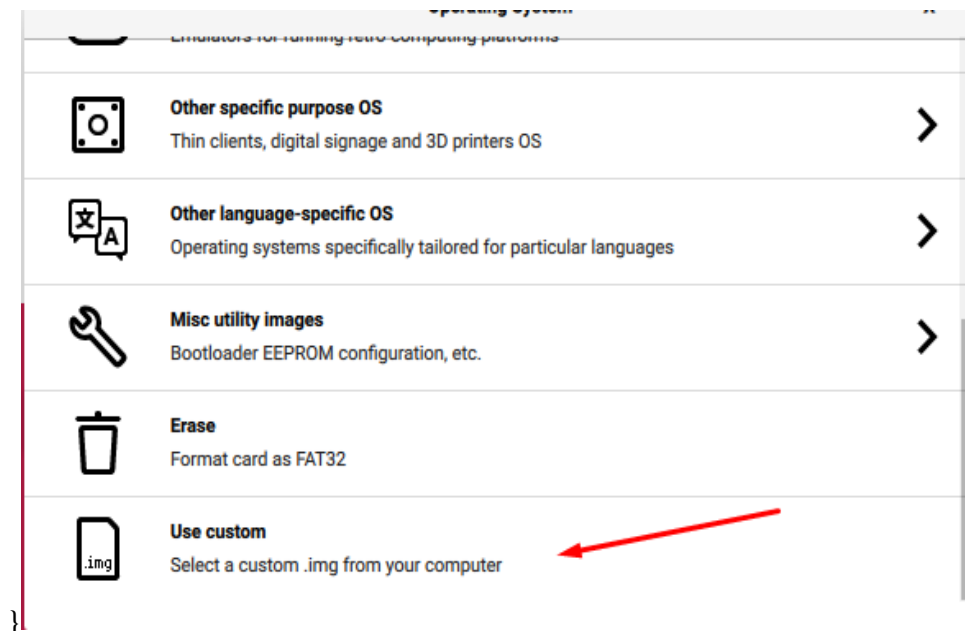


Figura 17. Seleccionar modo custom para elegir la imagen de octoprint

Fuente propia



Figura 18. Cargar sistema operativo a la tarjeta SD.

Fuente propia

```

class GasAndFlame:
    FLAME_PIN = 7
    GAS_PIN = 11
    RELAY_PIN = 37
    RESET_PIN = 29
    STOP_PIN = 31
    AUTO_PIN = 33

    def __init__(self):
        # Inicializar los valores
        self.isDetectFlame = False
        self.isDetectGas = False
        self.isEnabled = True
        GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
        GPIO.setup([self.FLAME_PIN, self.GAS_PIN, self.RESET_PIN, self.STOP_PIN, self.AUTO_PIN],
                   GPIO.IN)
        GPIO.setup([self.RELAY_PIN], GPIO.OUT)
        # Cuando detecta un flanco de subida o de bajada ejecutara la funcion sensorFlameCallback()
        GPIO.add_event_detect(self.RESET_PIN, GPIO.BOTH, callback=self.resetSystemCallback,
                              bounceTime=200)
        GPIO.add_event_detect(self.FLAME_PIN, GPIO.BOTH, callback=self.sensorFlameCallback)
        GPIO.add_event_detect(self.GAS_PIN, GPIO.BOTH, callback=self.sensorGasCallback)

```

Figura 19. Código en Python declaración de entradas y salidas de los GPIO

Fuente propia

```

def resetSystemCallback(self, channel):
    if GPIO.input(self.RESET_PIN):
        self.isEnabled = True # Habilitar el sistema
        self.isDetectFlame = False
        self.isDetectGas = False
        GPIO.output(self.RELAY_PIN, GPIO.LOW) # Encender la impresora 3D

        self.telegram_bot_sendtext('Sistema reiniciado') # Notificar la telegram que se reinicio el sistema
        print("Sistema reiniciado")

def sensorFlameCallback(self, channel):
    if(GPIO.input(self.STOP_PIN) & self.isEnabled): # Modo Stop notifica al telegram y no permite que se active ningun sensor
        if(GPIO.input(self.AUTO_PIN)): # Modo automatico envia cada 30s un mensaje al telegram
            self.detect_flame(5) # Detecto fuego notifica cada 30s
        else:
            self.detect_flame(1) # Detecto fuego notifica 1 la primera vez

def sensorGasCallback(self, channel):
    if(GPIO.input(self.STOP_PIN) & self.isEnabled): # Modo Stop notifica al telegram y no permite que se active ningun sensor
        if(GPIO.input(self.AUTO_PIN)): # Modo automatico envia cada 30s un mensaje al telegram
            self.detect_gas(5) # Detecto gas notifica cada 30s
        else:
            self.detect_gas(1) # Detecto gas notifica 1 la primera vez

```

Figura 20. Métodos. para detectar fuego y gas

Fuente propia

## Quinta Fase

Prueba del prototipo en protoboard

En esta quinta fase, se utilizó un protoboard para realizar las pruebas del sistema antes de fabricarla en una placa PCB.

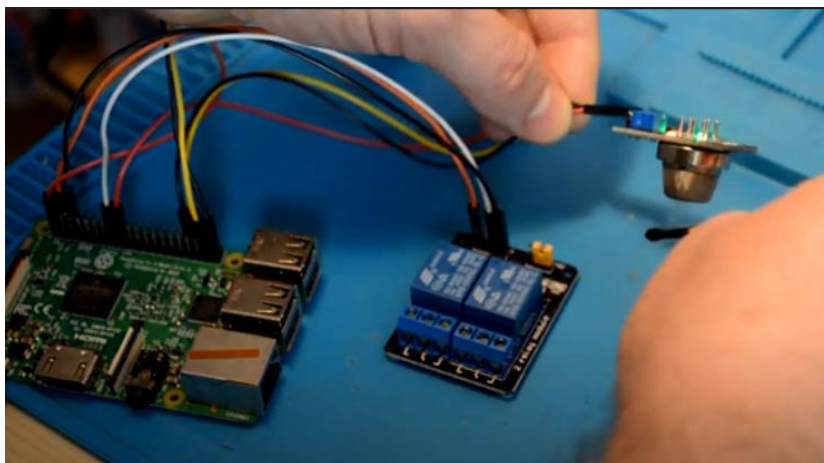


Figura 21. Pruebas en protoboard de los sensores

Fuente propia

## Sexta Fase

Diseño y construcción de la placa electrónica

En esta sexta fase, se realizó el diseño electrónico de la placa electrónica en el programa EASYEDA online.

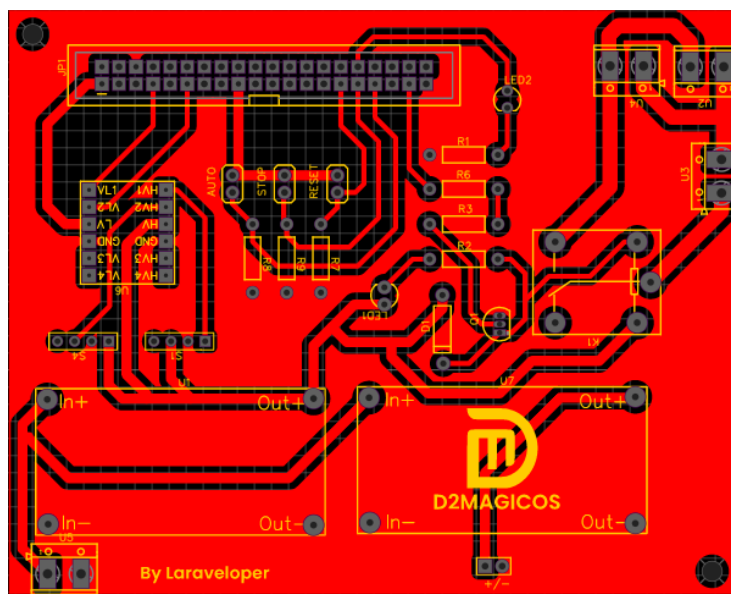


Figura 22. Diagrama PCB del sistema

Fuente propia

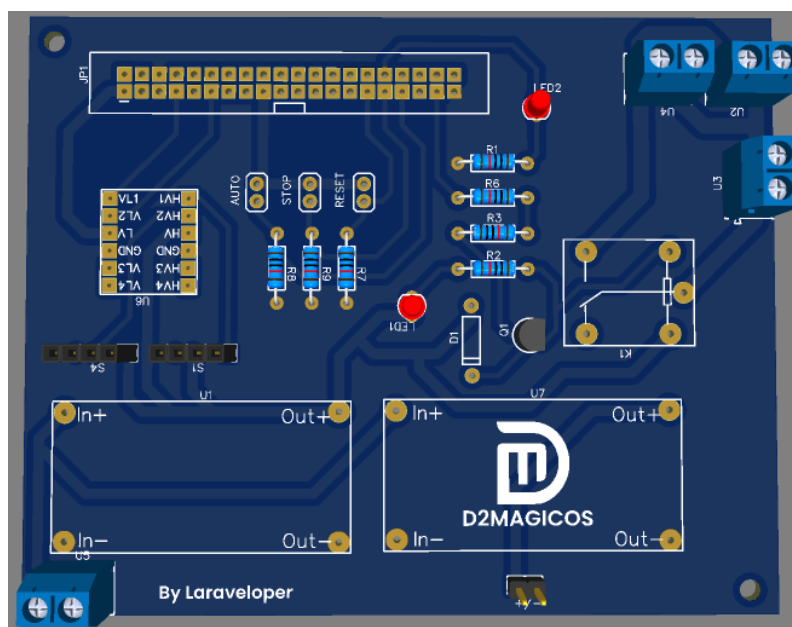


Figura 23. Diagrama pictórico de las conexiones en la placa PCB

Fuente propia

## Séptima Fase

Diseño y construcción del case impreso en 3D

En esta séptima fase, se utilizó el programa fusión 360 de AUTOCAD en modo estudiante, se procedió a prototipar el modelo 3D donde se colocó toda la electrónica del sistema de monitoreo y gestión.

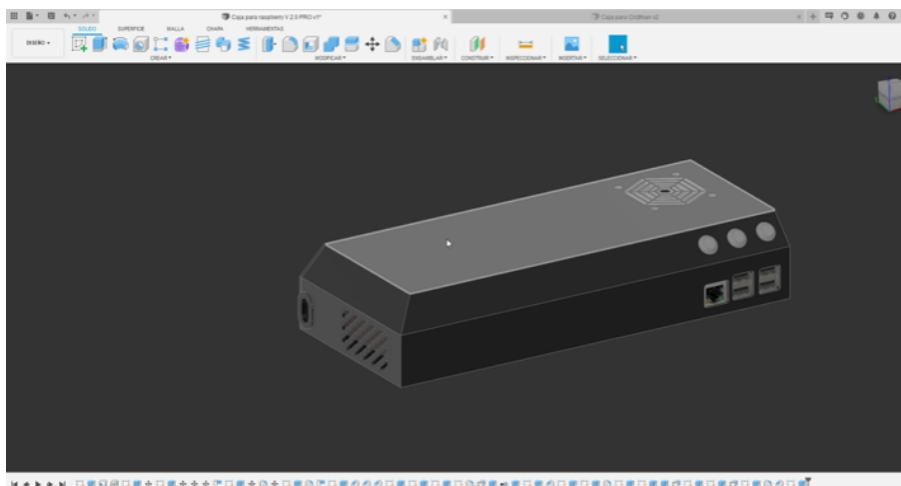


Figura 24. Modelo 3D en el programa fusión 360

Fuente propia



Figura 25. Case impreso en 3D

Fuente propia

## Octava Fase

### Implementación y pruebas del sistema

En esta octava fase, se procedió a instalar los sensores, la cámara y el cableado del sistema de monitoreo y gestión.

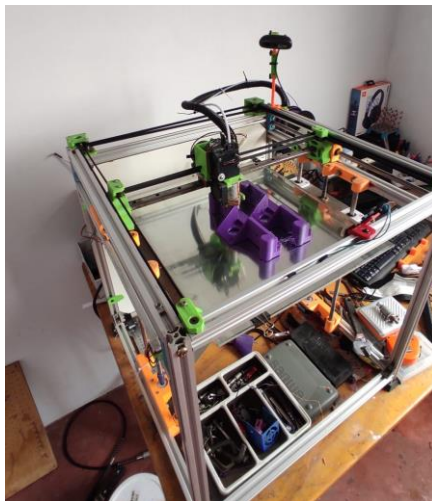


Figura 26. Pruebas finales del sistema

Fuente propia

## Novena Fase

### Ajustes y calibración del sistema

En esta novena fase, se identificó algunas dificultades del funcionamiento del sistema, debido a estos inconvenientes se procedió a realizar los ajustes necesarios a los sensores y al código final.

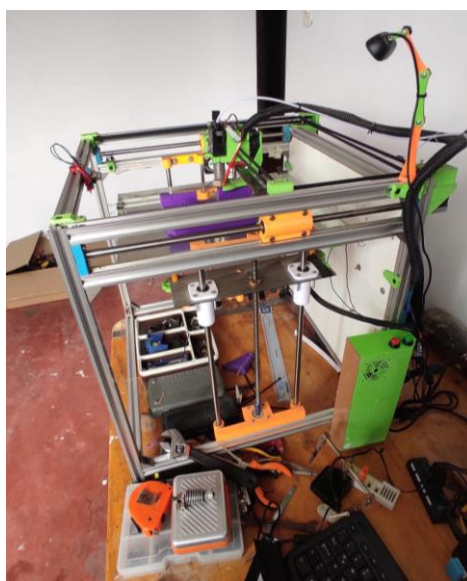


Figura 27. Ajustes finales del sistema

Fuente propia

### 3.5 Limitaciones

- Al iniciar este proyecto no se contaba con una impresora 3D de uso propio, así que tuvimos que diseñar y construir una impresora 3D desde cero para poder probar e implementar nuestro sistema.
- No se pudo realizar las mediciones de las señales análogas de los sensores, ya que Raspberry Pi no contaba con un conversor análogo digital interna, por ello se utilizó las señales digitales de cada sensor.
- Solamente se contaba con una impresora 3D, debido a esto no se pudo realizar pruebas en otros modelos de impresoras para determinar, si el sistema funcionaba correctamente.
- Por la coyuntura del COVID 19 que estábamos pasando a nivel mundial fue complicado conseguir los materiales y realizar pruebas más exhaustivas al sistema.
- A causa de la pandemia las clases se paralizaron, pero se volvió a retomar después de algunos de meses, lo que nos dificultó realizar las prácticas pre profesionales y la ejecución del TAP al mismo tiempo.

## **CAPÍTULO IV**

### **Resultados**



## Resultados

- Después de haber culminado todas las actividades para el desarrollo de este proyecto se comprobó el correcto funcionamiento del sistema instalado en nuestra impresora 3D.
- El diseño de la placa electrónica quedo excelente y cumplió con las expectativas esperadas.
- Las señales digitales de los sensores se acondicionaron correctamente al sistema del Raspberry Pi.
- Se puso a prueba el sistema aproximadamente 5 meses durante su funcionamiento se realizó calibraciones, tanto en el código como en los sensores para su correcto funcionamiento.
- La programación y configuración del sistema funciono adecuadamente activando y enviando los mensajes de alerta.

**CAPÍTULO V**  
**Conclusiones y recomendaciones**

## Conclusiones

- a) El sistema de monitoreo y gestión remoto trabajo correctamente permitiendo los objetivos planificados.
- b) Con respecto a los sensores utilizados funcionaron correctamente, pero hubiera sido ideal manejar las señales analógicas de los sensores.
- c) Los cables utilizados para la instalación de los sensores se conectaron a una distancia menor a 5 metro. Se debe considerar que si los sensores se encuentran a una distancia mayor existirá una caída de tensión que afectará al correcto funcionamiento del sistema.
- d) Gracias a que el sistema esta embebido en un case impreso en 3D es más práctico para trasladarlo a cualquier parte.
- e) El sistema es operativo y puede ser instalado en otras impresoras 3D.
- f) Este proyecto es viable y económico, puede ser replicado o vendido a otros usuarios.

## Recomendaciones

- a) Para que la transmisión no se caiga después de haber pasado las 8 horas, se recomienda adquirir el plan básico de siete dólares al mes en la plataforma Ngrok.
- b) Antes de conectar el sistema a una nueva impresora 3D, se debe calibrar previamente los sensores para evitar falsas alertas.
- c) Utilizar un conversor análogo digital para aprovechar las señales analógicas de los sensores y de esta manera tener diferentes tipos de alertas.
- d) Enviar a fabricar a China la placa PCB del sistema o cubrir con una capa de protección al cobre de la baquelita para una mayor fiabilidad de las pistas. Con el tiempo el cobre de la baquelita tiende a oxidarse y puede presentar errores en el sistema.
- e) Contar con un buen ancho de banda es ideal para realizar la transmisión en tiempo real del sistema.
- f) Si se desea monitorear más de una impresora 3D, se debe instalar un sistema para cada impresora 3D o configurar el Octoprint para tener múltiples instancias de impresoras 3D.
- g) Antes de instalar cualquier actualización de Octoprint verificar que los nuevos cambios no afecten al sistema.
- h) Antes de realizar la instalación de la cámara de monitoreo se debe tener en cuenta una posición correcta para evitar que esta se caiga durante el proceso de impresión 3D.

## Referencias

- Acuña Chapa, M. (2020). *Diseño de un sistema de visión artificial para la clasificación de limón utilizando Raspberry Pi*. Grado de Ingeniero electrónico y telecomunicaciones Universidad Nacional de Piura
- Bustinza Macedo, F. (2019). *Diseño e implementación de un sistema de comunicación y supervisión remota usando la plataforma Raspberry Pi para el proyecto de investigación de efectividad de la luz azul en el tratamiento de la ictericia neonatal*. Grado de ingeniero electrónico Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
- Carnicero Solanas, A. (2017). *Desarrollo de plataforma para impresión remota en 3D*. Grado en ingeniería mecánica Universidad de Vigo.
- Foundation, R. P. (s.f.). Raspberry PI Documentation. Extraído el 16 de 03 de 2021. Obtenido de <https://www.RaspberryPI.org/documentation/>
- Garcés Quílez, J. (2016). *Sistema web de visualización de vídeo en streaming mediante el empleo de una raspberry pi* Grado en Ingeniería en tecnologías industriales. Universidad Pública de Navarra.
- Gamarra Miranda, Á. y Parraguez De La Cruz, L. (2019). *Diseño de una impresora 3d para imprimir piezas con polímeros con volumen máximo de 30 cm x 30 cm x 30 cm para la Universidad Señor de Sipán*. Grado en ingeniero mecánico electricista. Universidad Señor de Sipán.
- Huivín Suárez, J. (2017). *Implementación de un sistema informático para el control de riego de cultivos empleando Iot con Raspberry Pi en el vivero de la Municipalidad Provincial de San Martín, 2017*. Grado de ingeniero de sistemas Universidad Cesar Vallejo

Muñoz Vargas, A. (2021). *Sistema de seguridad basado en Raspberry Pi con cámara para día y noche con enlace IoT y procesamiento de imágenes*. Grado de ingeniero en automatización Universidad Autónoma de Querétaro facultad de ingeniería.

OctoPrint. (s.f.). Download & Setup OctoPrint. Extraído el 15 de 03 de 21. Obtenido de <https://octoprint.org/download/>

Partner Kevin. (2014). *Ultimate Guide to Raspberry Pi*. London England: Dennis Publishing Ltd.

Peña Murrieta, L. (2017). *Sistema de monitoreo terrestre de campos agrícolas mediante una red de sensores terrestres con Raspberry Pi*. Grado de ingeniero en tecnología electrónica Universidad de Sonora.

Romero Barreno, C. (2015). *Construcción de una impresora 3D, para la elaboración de objetos plásticos utilizando el método de modelado por deposición fundida (MDF)*. Tesis para Ingeniero en electrónica, control y redes industriales. Ecuador: Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.

Zarate Cruz, R. (2016). *Diseño y simulación de una impresora 3d Reprap compatible con solidworks y mastercam*. Tesis en Ingeniería Mecánica México: Instituto tecnológico de Ciudad Madero.

Zotes González, D. (2019). *Monitor en tiempo real de un sistema de fabricación aditiva para OctoPrint*. Grado en Ingeniería Informática. España: Universidad de Burgos.

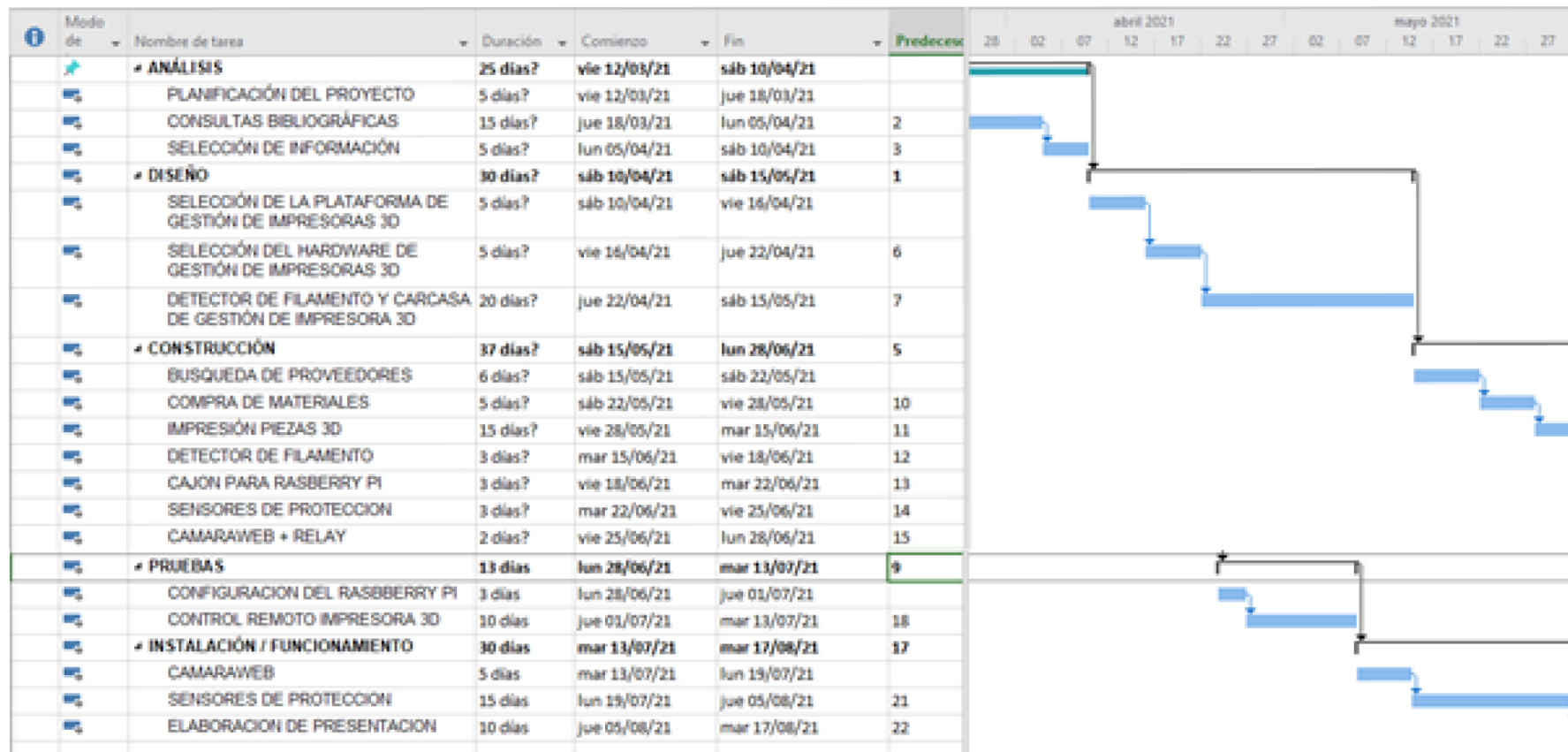
3DWork. (2 de 06 de 2020). *Alimentar Raspberry PI desde la fuente de alimentación de tu impresora 3D*. Extraído el 19 de 03 de 2021, Obtenido de <https://3dwork.io/alimentar-Raspberry-PI-desde-fuente-alimentacion/>

3DWork. (22 de 01 de 2020). *Octoprint: Gestiona tu impresora 3D remotamente con Raspberry PI y OctoPI*. Extraído el 21 de 03 de 2021, de <https://3dwork.io/octoprint-gestiona-tu-impresora-3d-remotamente-con-Raspberry-PI-y-octoPI/>

## **APÉNDICES**



## Apéndice A. Cronograma de Actividades (Diagrama de Gantt)



## Apéndice B. Cronograma de Presupuesto

N°	EQUIPO TECNOLÓGICO	Cant.	Und.	Costo unitario S/.	Costo Total S/.
1	Raspberry PI 3B+ with 2.5 A	1	und	265	265
2	Memoria MicroSD Kingstone 32GB	1	und	32	32
3	Ventilador de 50mm 12 v	1	und	12	12
4	Cable 4 vías calibre 18 AWG	8	mts	2	16
5	Cable THW 12 mm2 AWG Rojo	10	mts	2	20
6	Sensor de flama	1	und	15	15
7	Sensor de humo MQ135	1	und	15	15
8	Cámara web logic tech C270	1	und	260	260
9	Boton pulsador	3	und	0.5	1.5
10	Indicadores Leds	3	und	0.2	0.6
11	Baquelita 50x50 mm	1	und	5	5
12	Acido Ferrico	1	und	8	8
13	Relay 220AC	1	und	5	5
14	Logic Convert	1	und	7	7
15	Regulador de voltaje	1	und	6	6
16	Borneras	3	und	0.5	1.5
<b>Total S/.</b>					<b>669.6</b>
N°	SOTWARE	Cant.	Und.	Costo unitario S/.	Costo Total S/.
1	Octoprint	1	und	0	0
2	Ngrok	1	und	0	0
<b>Total S/.</b>					<b>0</b>
N°	IMPRESION 3D	Cant.	Und.	Costo unitario S/.	Costo Total S/.
1	PLA VERDE ESUN	1	Kg	70	70
2	Modelo 3D Case	1	und	30	30
3	Servicio de impresión	1	und	40	40
<b>Total S/.</b>					<b>140</b>
N°	Trabajo de aplicación profesional	Cant.	Und.	Costo unitario S/.	Costo Total S/.
1	Impresión TAP	5	und	3.5	17.5
2	Anillado del TAP	3	und	4	12
3	Empastado del TAP	1	und	25	25
<b>Total S/.</b>					<b>54.5</b>
N°	Resumen de costos				Costo Total S/.
1	Equipo tecnologico				669.6
2	Software				0
3	Impresion 3D				140
4	Trabajo de aplicación profesional				54.5
<b>Total S/.</b>					<b>864.1</b>

