



**INGENIERÍA MECATRÓNICA**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO



# **IMPLEMENTACIÓN DE LABORATORIO CON INTERACCIÓN REMOTA PARA AUMENTAR LA SATISFACCIÓN ESTUDIANTIL DURANTE PRÁCTICAS VIRTUALES**

**Autor:**

Carlos Paul Montenegro Castro

**Asesor:**

Mg. Ing. Jimmy Roger Silvera Otañe

**TRABAJO DE TESIS II**



# 1. PLAN DE INVESTIGACIÓN

## **Realidad Problemática:**

- Afectación negativa en la educación a causa del COVID-19.
- Limitaciones en clases virtuales.
- Dificultades de docentes para desarrollar prácticas de laboratorio.
- Nivel de satisfacción de estudiantes dentro de prácticas de laboratorio.



# 1. PLAN DE INVESTIGACIÓN

## **Justificación**

- Brindar una tecnología a la facultad de Ingeniería Mecatrónica.
- Mayor motivación al proporcionar experiencia más cercana a la realidad.
- Mayor de obtención de conocimientos teóricos y experimentales.



# 1. PLAN DE INVESTIGACIÓN

## **Enunciado del Problema.**

¿De qué manera puedo incrementar el nivel de satisfacción de los estudiantes de la escuela profesional de Ingeniería Mecatrónica al desarrollar sus prácticas de laboratorio virtuales?



# 1. PLAN DE INVESTIGACIÓN

## Objetivos:

- General:

Incrementar el nivel de satisfacción de los estudiantes de la escuela profesional de Ingeniería Mecatrónica mediante el uso de tecnología de intercomunicación que permita una interacción remota al desarrollar sus prácticas virtuales.

- Específicos:

- Evaluación y selección de tecnología de intercomunicación que satisfaga las necesidades de práctica de laboratorio.
- Acondicionamiento de instalaciones de laboratorio, preparando e instalando el hardware necesario y desarrollando su respectivo software.
- Medición del nivel de satisfacción inicial de los estudiantes al desarrollar prácticas de laboratorio bajo la modalidad de clases virtuales.
- Medición del nivel de satisfacción final de los estudiantes al desarrollar prácticas de laboratorio bajo la modalidad de clases virtuales haciendo uso de la tecnología de intercomunicación.
- Análisis de datos obtenidos y selección de hipótesis mediante técnicas estadísticas.



# 1. PLAN DE INVESTIGACIÓN

## Hipótesis:

- Hipótesis alterna:

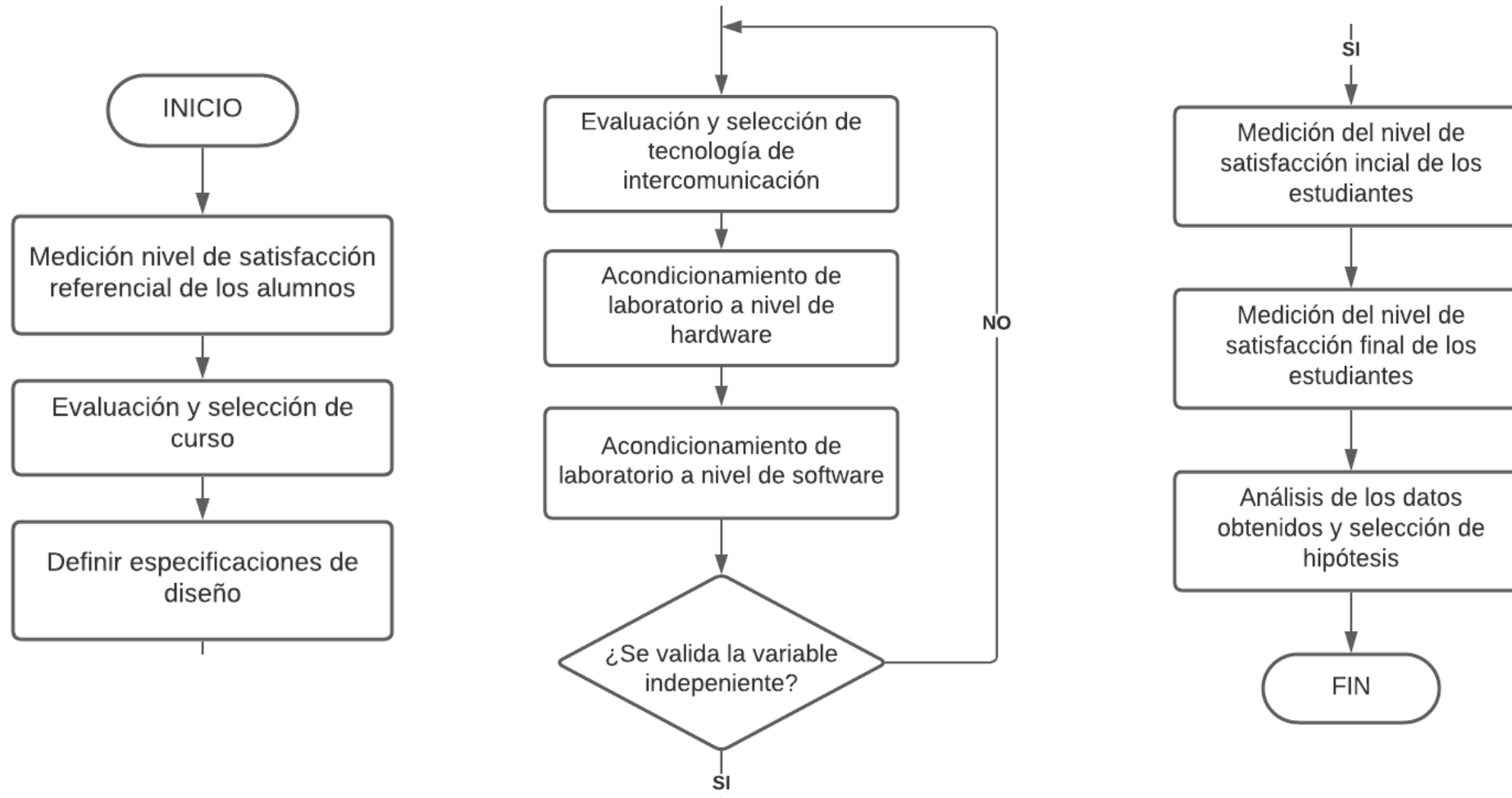
La implementación de laboratorios aplicando tecnología de intercomunicación que permita la interacción remota, **favorece** significativamente el aumento del nivel de satisfacción de los estudiantes de la escuela profesional de ingeniería Mecatrónica al desarrollar sus prácticas virtuales.

- Hipótesis nula:

La implementación de laboratorios aplicando tecnología de intercomunicación que permita la interacción remota, **no favorece** significativamente el aumento del nivel de satisfacción de los estudiantes de la escuela profesional de ingeniería Mecatrónica al desarrollar sus prácticas virtuales.

## 2. METODOLOGIA DE INVESTIGACION

### Procedimientos:





## 2. METODOLOGIA DE INVESTIGACION

### Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos:

#### ANEXO 4:

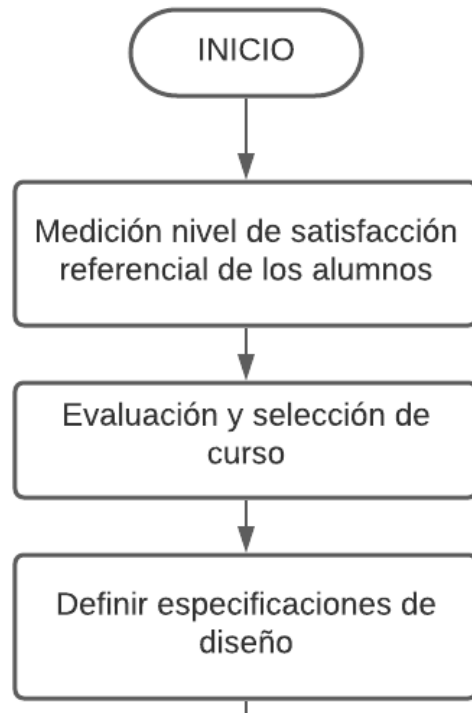
##### Guía de observación de variable independiente

Tecnología de intercomunicación basada en IoT		
Dimensión	Indicadores	Dato obtenido
Retardo de recepción de datos	Tiempo de transmisión de datos	
Consumo de banda ancha	Consumo de datos	
Resultados obtenidos del experimento		
Eficacia del sistema	Número de comandos enviados	
	Número de comandos ejecutados	
Instrumentos para utilizar		
-Análisis estadístico de los datos obtenidos de los algoritmos implementados. -Algoritmo interno del controlador. -Temporizador del controlador.		
OBSERVACIONES:		
EVAUADOR:		



# 3. RESULTADOS

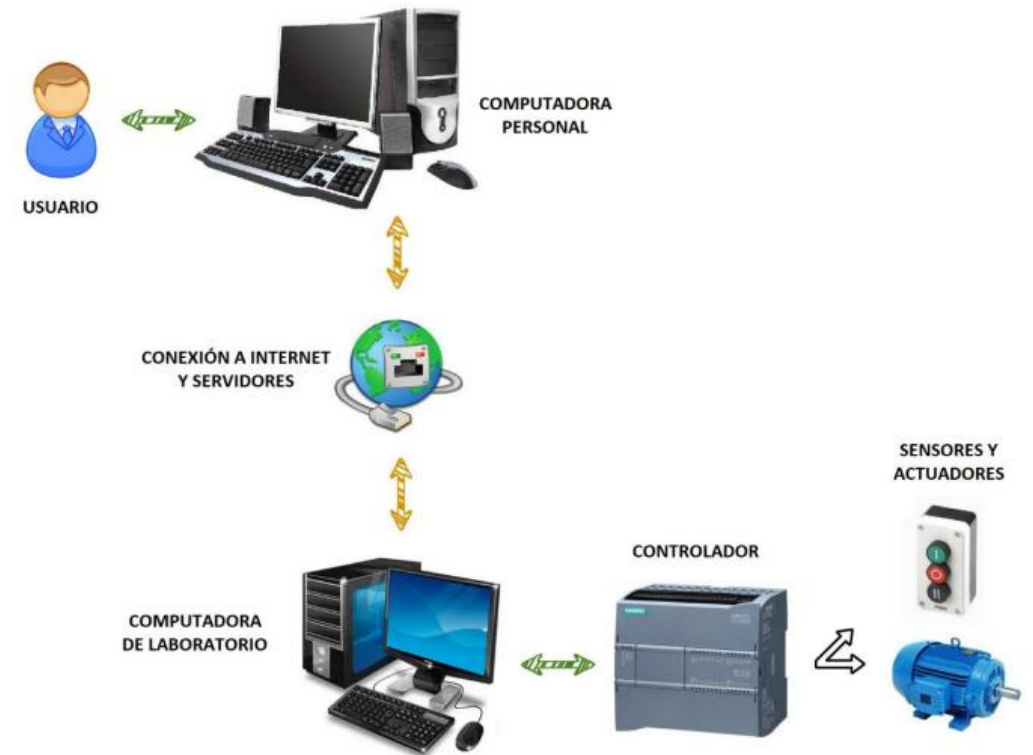
## Análisis de necesidad:



Instrumentación Industrial 6to ciclo  
Electricidad Industrial 8vo ciclo

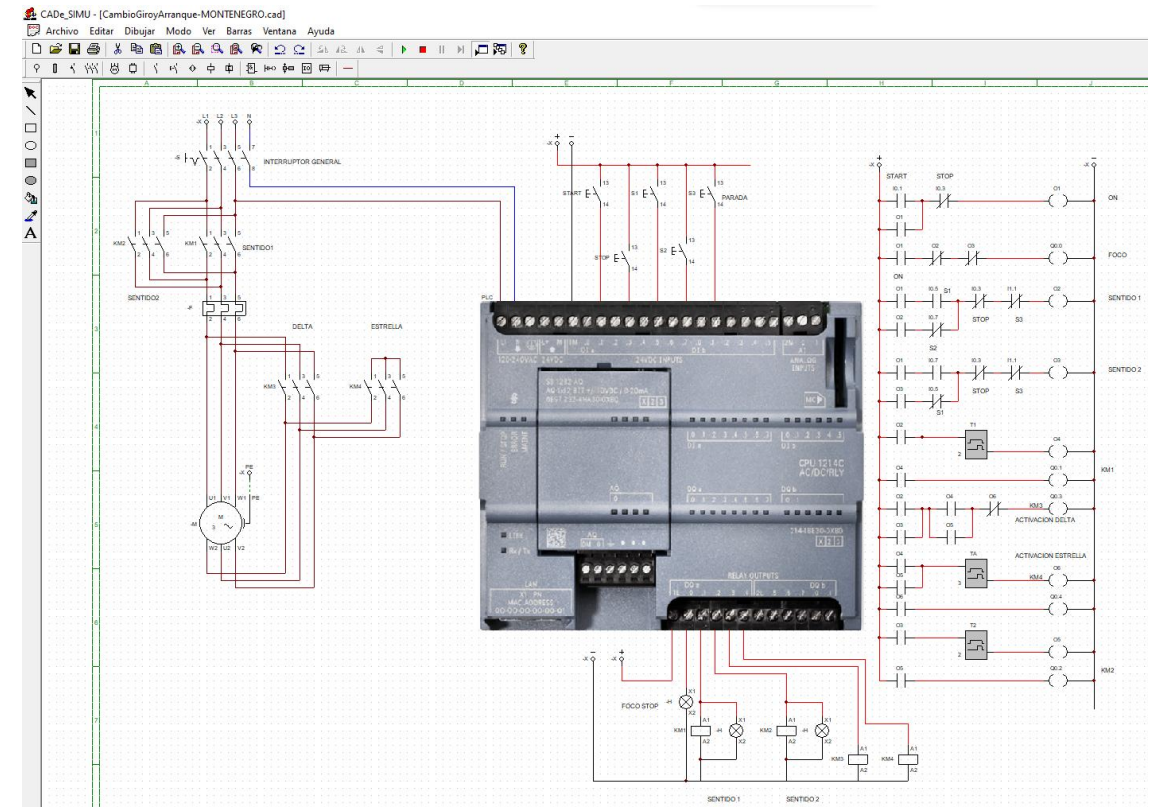
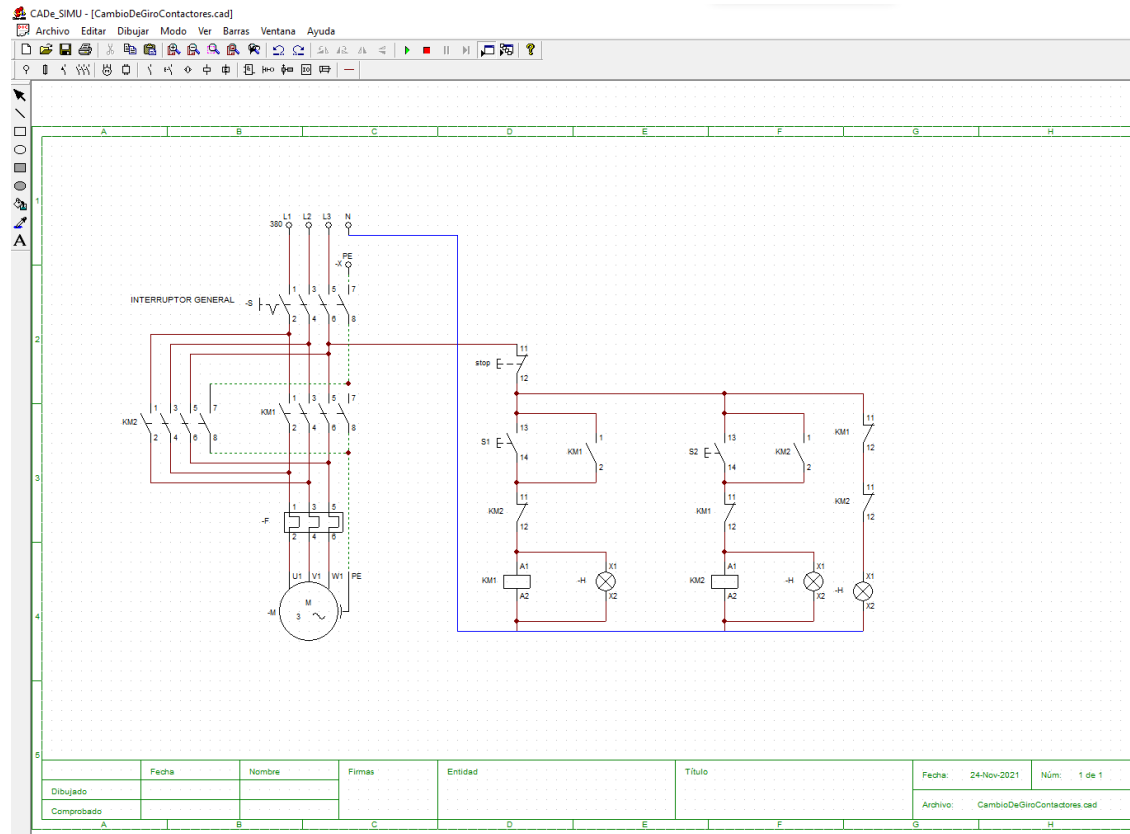
### Necesidad:

brindar un sistema de intercomunicación a los alumnos de 6to y 8vo ciclo que permita la interacción remota con un controlador PLC para desarrollar prácticas de laboratorio enfocadas en el control de actuadores y motores de inducción trifásica.



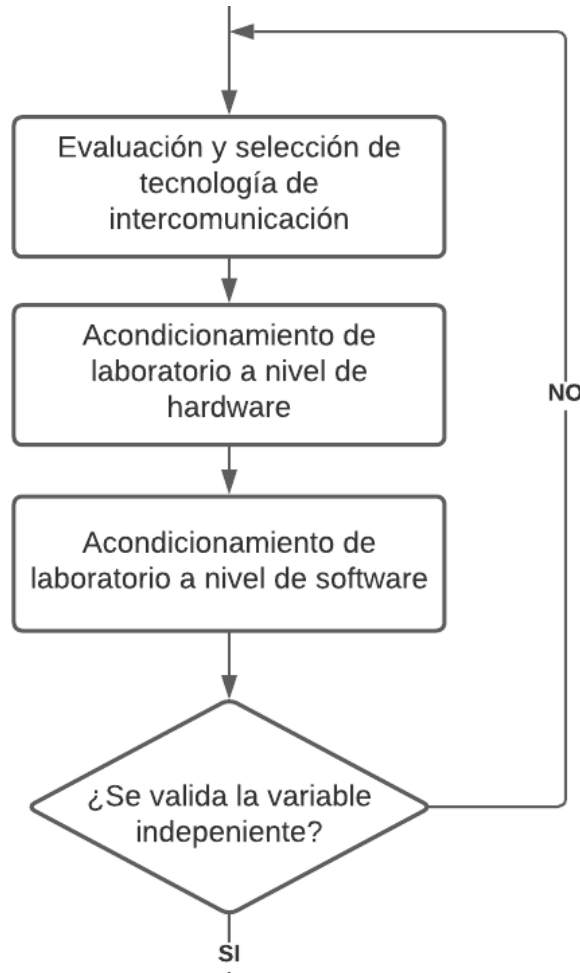
### 3. RESULTADOS

**Análisis de necesidad:**



# 3. RESULTADOS

## Selección de tecnología:



Característica	Pond.	Protocolo de intercomunicación IoT				
		AMQP	CoAP	DDS	XMPP	MQTT
Nivel de transporte	3	4	3	5	4	4
Mensajería	2	3	3	5	4	4
Ámbitos de aplicación	2	5	5	5	4	3
Seguridad	4	4	4	5	5	4
Tolerancia a fallos	3	4	4	4	4	5
Soporte de red	3	5	5	3	3	5
Comunidad	5	3	3	3	4	5
Total		86	83	94	89	97

# 3. RESULTADOS

## Acondicionamiento nivel hardware:



Figura 9 Jetson nano.



Figura 10 Raspberry Pi 4B.



Figura 11 Arduino nano 33 IoT.

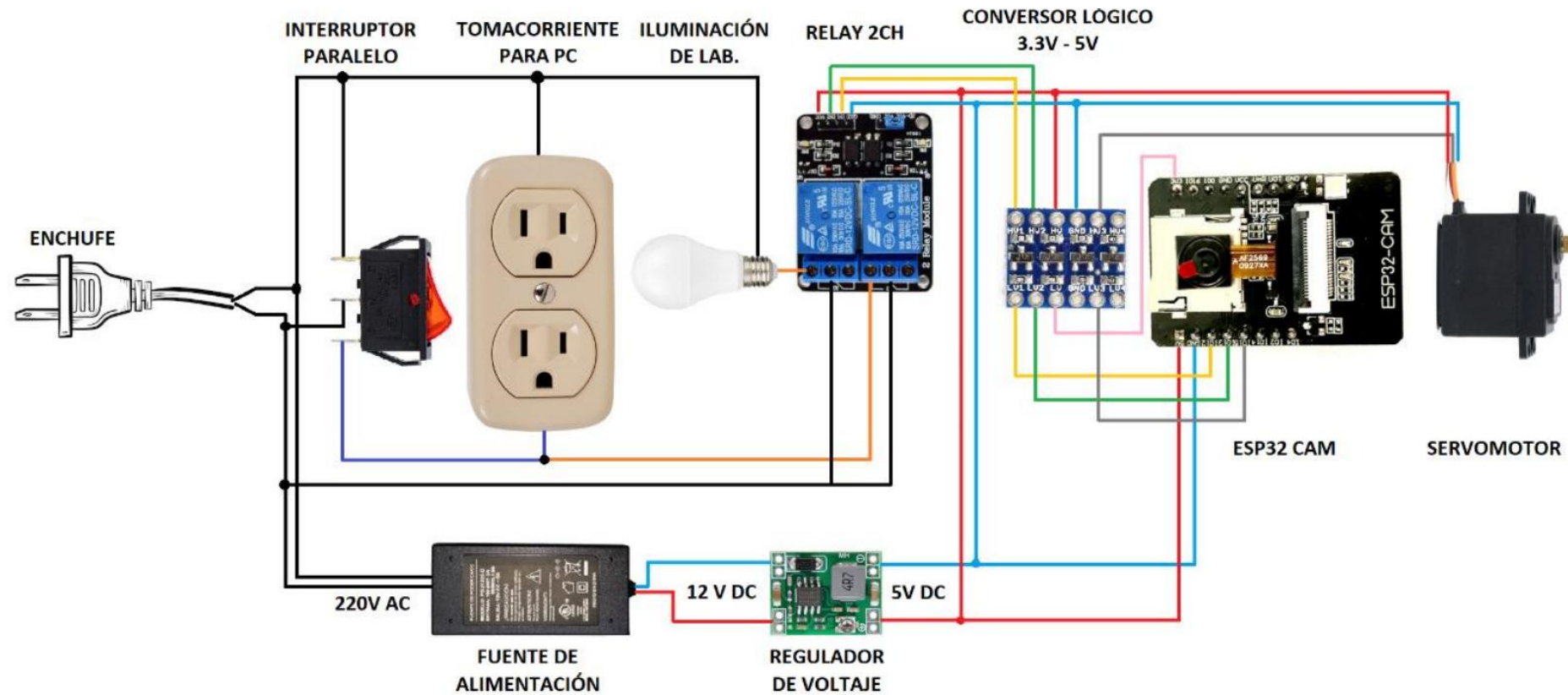


Figura 12 Familia ESP32

Característica	Pond.	Protocolo de intercomunicación IoT				
		Jerson nano	Raspbe-rry Pi 4B	Arduino nano 33 IoT	ESP32	ESP32 - CAM
Costo	4	2	2	5	5	5
Disponibilidad	5	1	3	2	5	4
Tamaño	3	2	3	5	4	5
Conexiones	3	5	5	3	3	4
Comunidad	5	2	5	3	4	4
Eficiencia energética	4	3	4	5	5	5
Total		56	88	89	106	107

# 3. RESULTADOS

## Acondicionamiento nivel hardware.

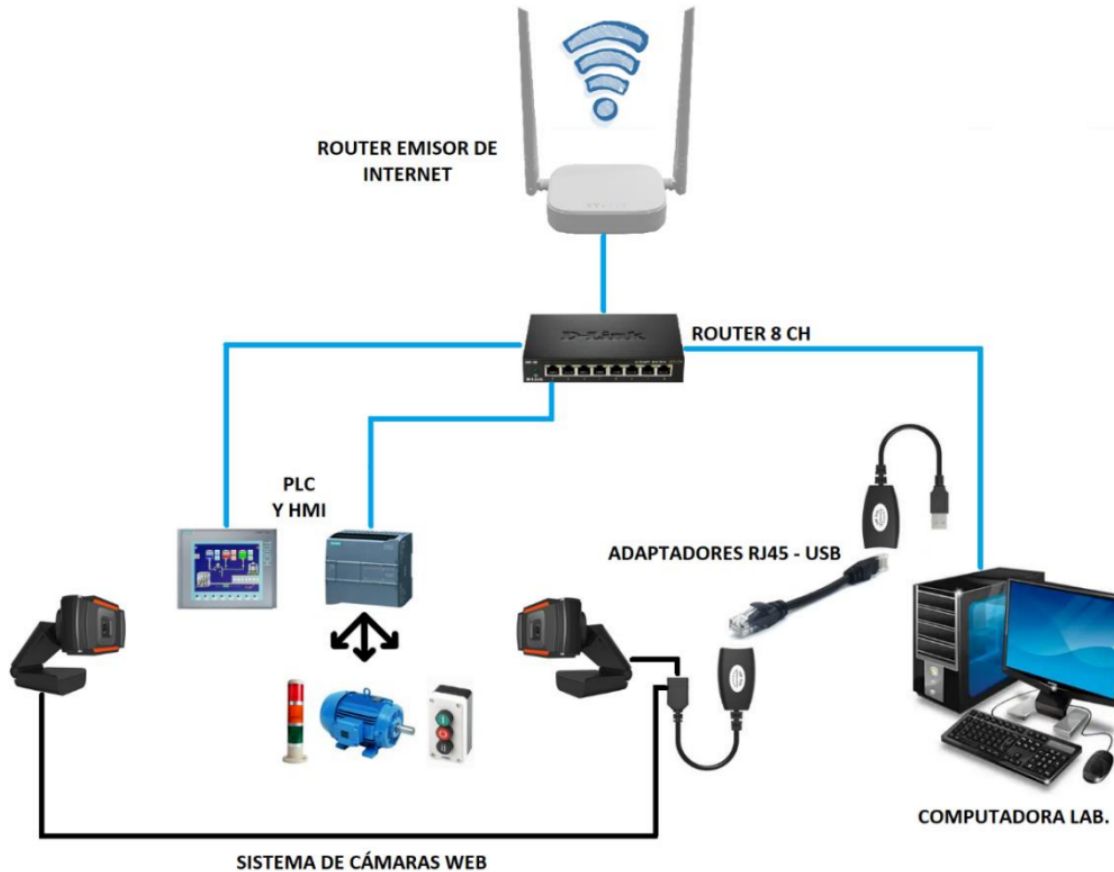


*Figura 18 Diagrama eléctrico sistema IoT.  
Fuente: Elaboración propia.*



# 3. RESULTADOS

## Acondicionamiento nivel hardware:



*Figura 19 Diagrama conexión componentes.  
Fuente: Elaboración propia.*



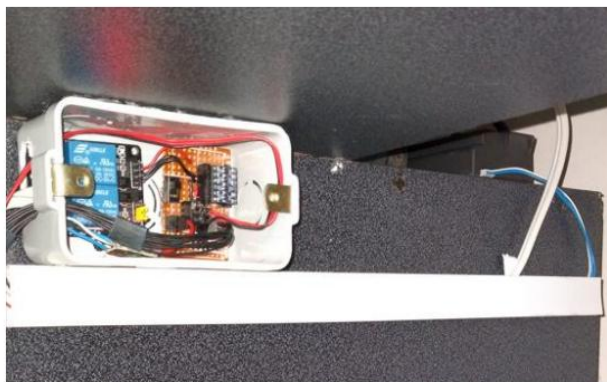
*Figura 20 Conexión alta tensión.  
Fuente: Elaboración propia.*



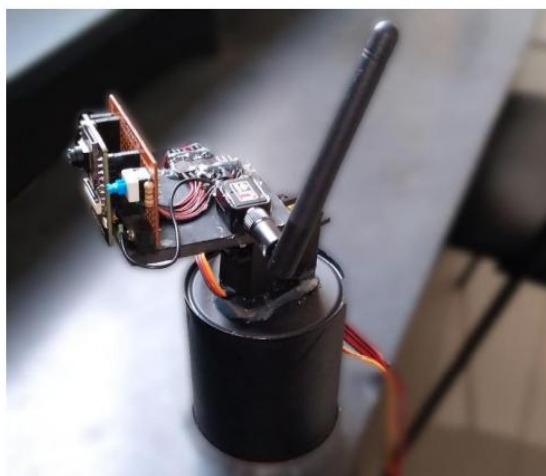
*Figura 21 Conexión alimentación computadora.  
Fuente: Elaboración propia.*

## 3. RESULTADOS

### Acondicionamiento nivel hardware:



*Figura 23 Instalación circuito de mando.  
Fuente: Elaboración propia.*



*Figura 24 Base preliminar de ESP32-CAM y servomotor.  
Fuente: Elaboración propia.*



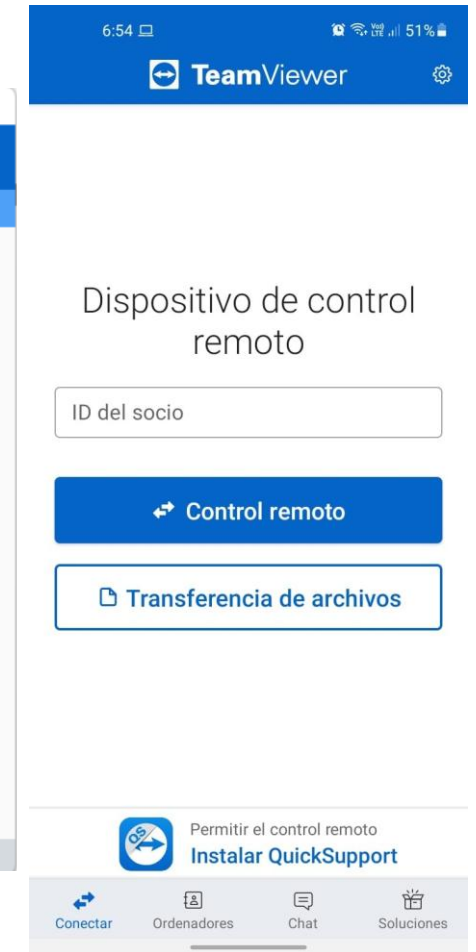
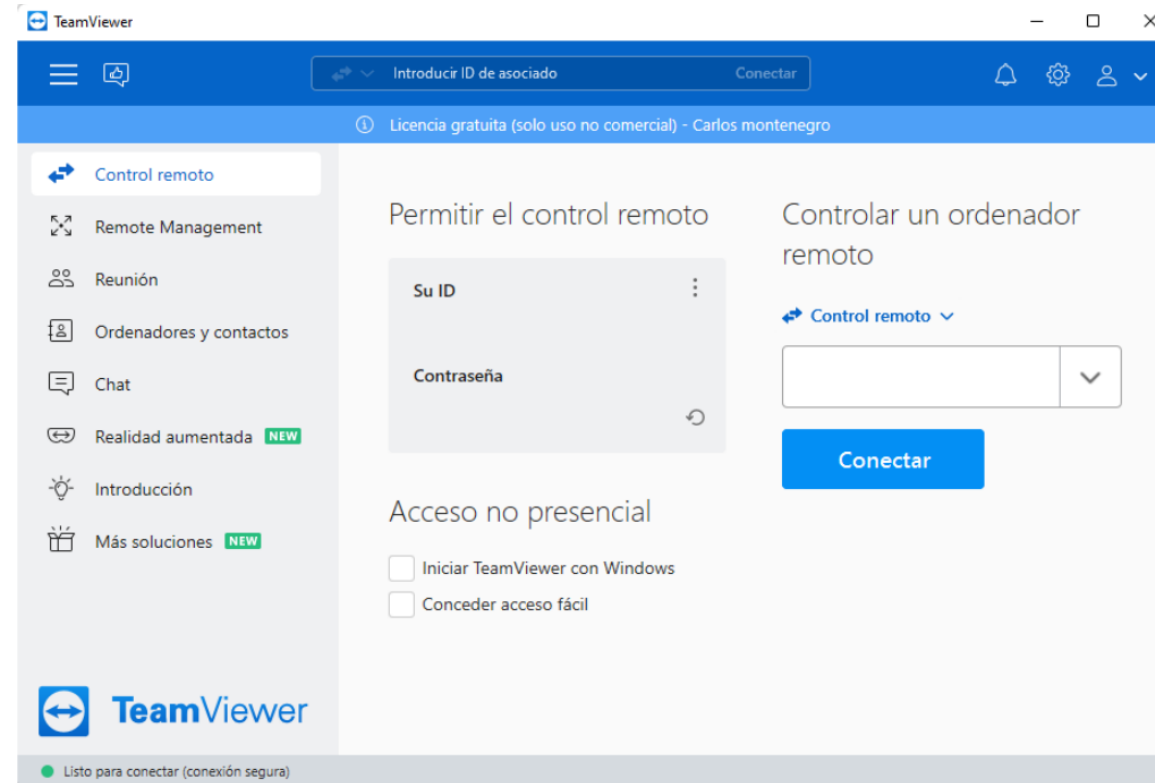
*Figura 26 Sistema de interacción remota instalado.  
Fuente: Elaboración propia.*



*Figura 27 Sistema de interacción remota segunda vista.  
Fuente: Elaboración propia.*

# 3. RESULTADOS

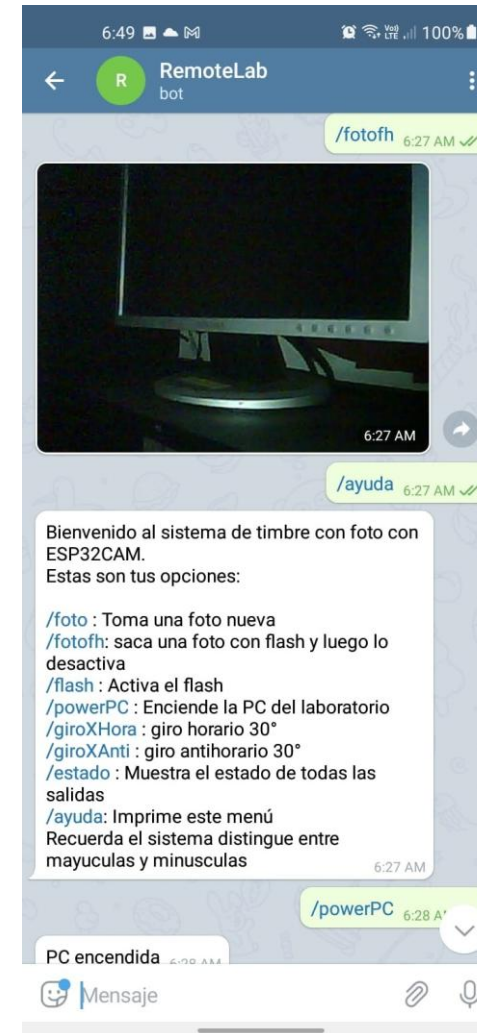
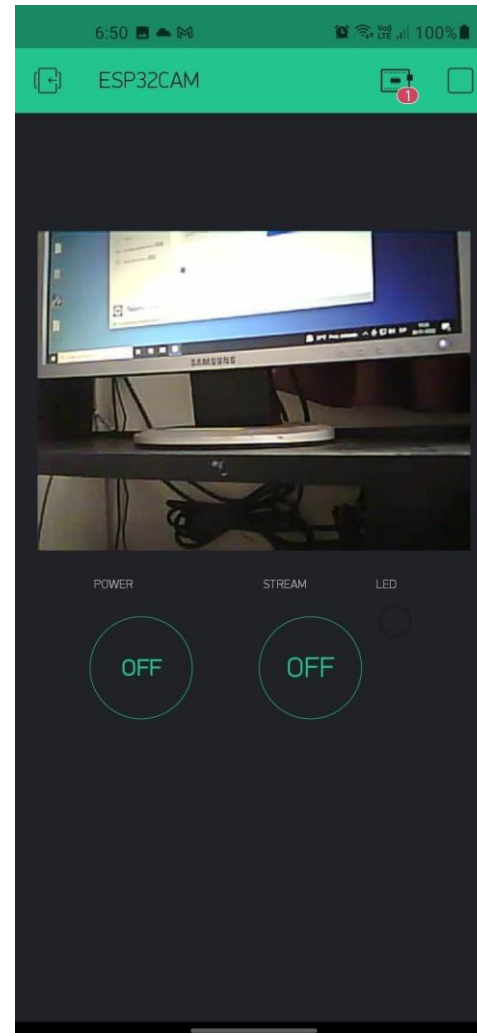
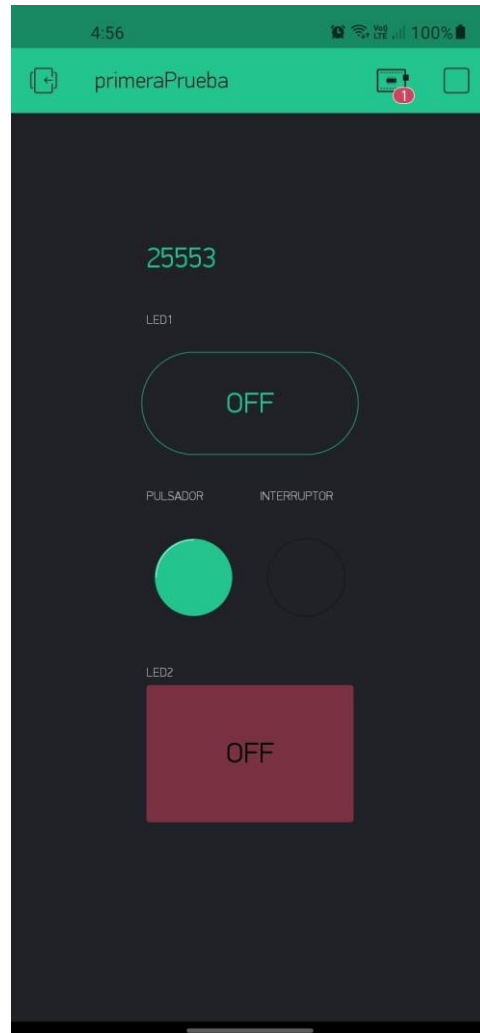
## Acondicionamiento nivel software:





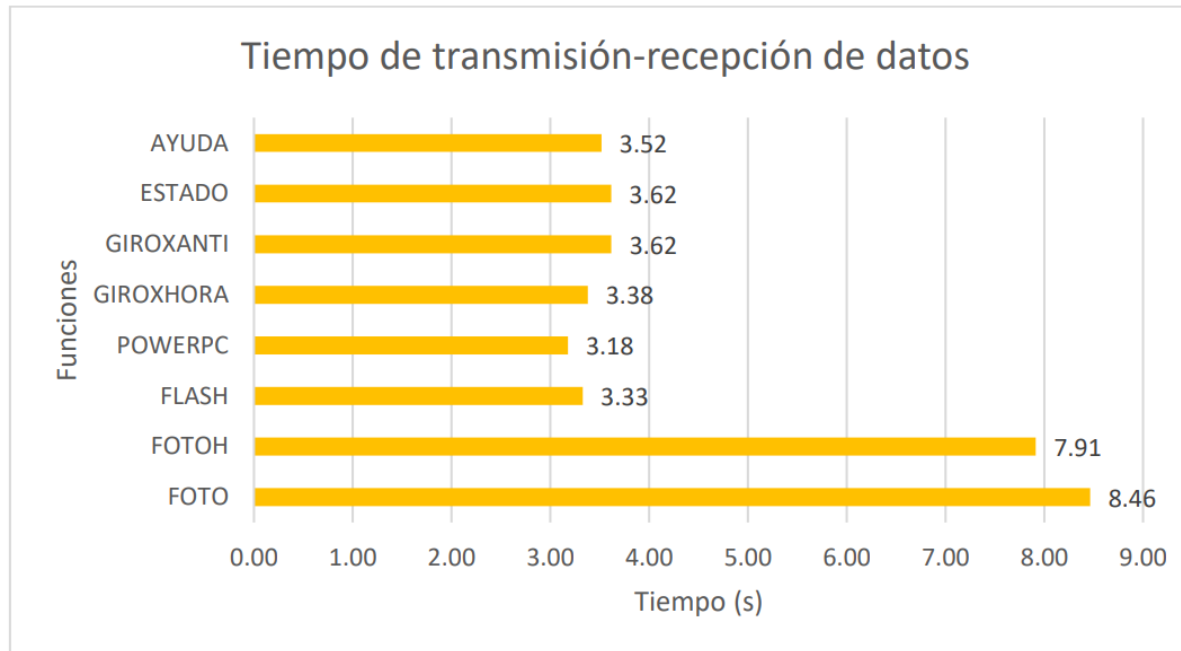
# 3. RESULTADOS

## Acondicionamiento nivel software:



# 3. RESULTADOS

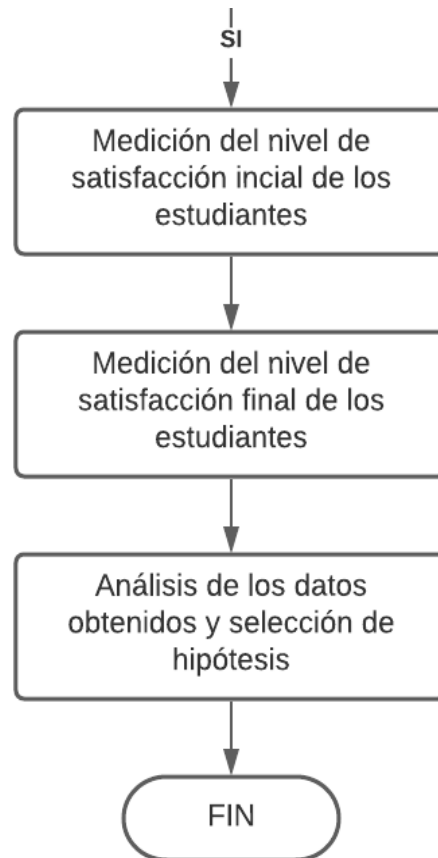
## Validación de variable independiente:



Laboratorio con interacción remota			
Dimensión	Indicadores	Dato obtenido	
Retardo de recepción de datos	Tiempo de transmisión de datos	3.4(s) funciones generales 8.185(s) envío de imágenes	
Consumo de banda ancha	Consumo de datos	3.7 Mbps	
Resultados obtenidos del experimento			
Eficacia del sistema	Número de comandos enviados	1200	99.75%
	Número de comandos ejecutados	1197	
Instrumentos para utilizar			
-Análisis estadístico de los datos obtenidos de los algoritmos implementados. -Algoritmo interno del controlador. -Temporizador del controlador.			
<b>OBSERVACIONES:</b> Al ser la eficacia mayor el 95% se valida el sistema de intercomunicación para el Laboratorio con Interacción remota.			

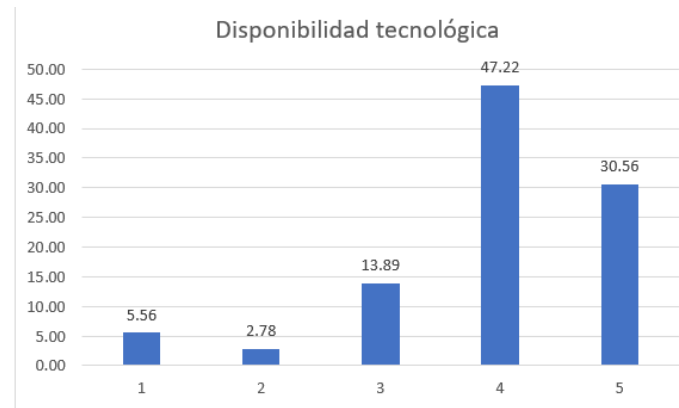
# 3. RESULTADOS

## Medición Nivel de Satisfacción inicial:



2. Tengo total disponibilidad para utilizar el software mientras desarrollo mis prácticas de laboratorio.

Cuento con los equipos tecnológicos y el tiempo requerido para desarrollar completamente la experiencia de laboratorio.



6. El software se desempeña con total fluidez en el dispositivo con el que desarrollo mis prácticas de laboratorio.

El equipo tecnológico que utilizo tiene los suficientes recursos para ejecutar los programas sin lentitud.

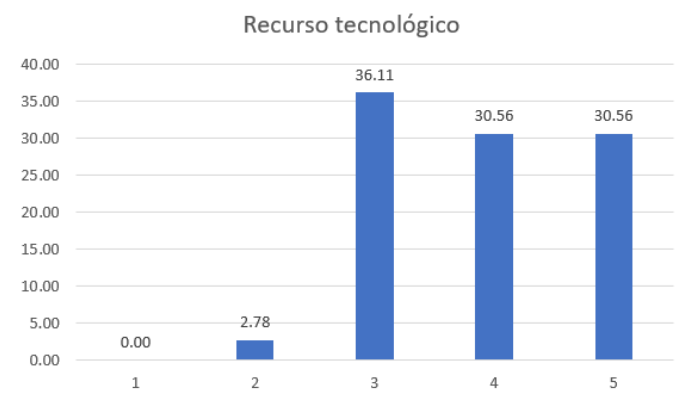


Figura 34 Recurso Tecnológico inicial.  
Fuente: Elaboración propia

8. El (los) softwares no necesitan elementos adicionales ya que cuentan con las herramientas justas y necesarias para desarrollar las prácticas de laboratorio.

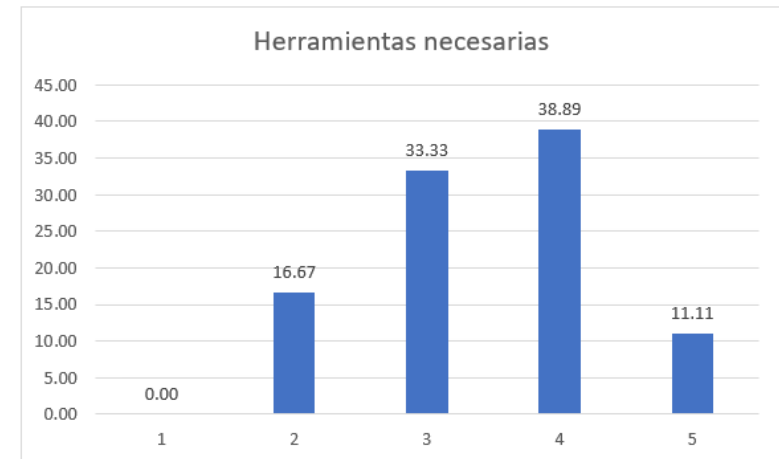


Figura 35 Herramientas necesarias inicial.  
Fuente: Elaboración propia.

## 4. DISCUSIONES

- Que la mayoría de alumnos cuenten con la disposición tanto de hardware como de tiempo para desarrollar prácticas de laboratorio de manera fluida, ayuda en gran medida a la eficacia del sistema implementado y que las pruebas se realicen sin complicaciones aparentes.
- Al no utilizar un Broker MQTT como lo hizo Mahedero Biot (2020) no se puede enviar imágenes de forma continua desconociendo si otros dispositivos lo van a recibir como se haría convencionalmente, por ello, es necesario enviar comandos y/o funciones para indicar que se desea obtener imágenes del ESP32-CAM y que el dispositivo solicitante reciba dicha información, pero disminuye la complejidad del sistema.



## 5. CONCLUSIONES

- La integración de dos cursos permite aprovechar el hardware disponible dentro de la escuela de Ingeniería Mecatrónica desarrollando una única práctica de laboratorio y logra cubrir la necesidad planteada de forma exitosa.
- El protocolo IoT MQTT sirve para desarrollar una amplia gama de proyectos debido a la cantidad de documentación encontrada en la web y que diversas plataformas se basan en este mismo para desarrollar sus protocolos propietarios, brindando gran robustez al sistema implementado.
- Se aprovechó el sistema convencional de laboratorio presencial para añadirle las características IoT y convertirlo en un Laboratorio Remoto, logrando que diversos usuarios obtengan la capacidad de controlar dispositivos presentes en el laboratorio de manera remota desde la comodidad de sus hogares.
- La selección del microcontrolador ESP32-CAM permitió el desarrollo del sistema IoT en la plataforma Telegram que permite enviar comandos y recibir imágenes en el dispositivo solicitante sin la necesidad que este esté en la misma red.



## 5. RECOMENDACIONES

- Es recomendable que un tutor, profesor o encargado se encuentre de manera presencial dentro del Laboratorio de Multiusos mientras se hace uso del sistema de intercomunicación remota, para evitar posibles problemas y diagnosticar fallos si se da el caso.
- Elaborar un software propio beneficiará en gran medida al sistema, siempre teniendo en cuenta la unificación de las necesidades y la disposición de las herramientas para facilitar el uso de los componentes y el desarrollo de las prácticas virtuales.
- Al elaborar la encuesta utilizada para la evaluación del nivel de satisfacción, es recomendable formular las preguntas o enunciados de la manera más imparcial posible, ya que esta misma será utilizada antes y después de que los alumnos prueben la solución brindada y de esta manera se lograría una comparación lo más transparente posible.



**INGENIERÍA MECATRÓNICA**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO



**¡GRACIAS!**