

# DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y LA MECÁNICA

## Carrera de Mecatrónica

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:  
INGENIERO EN MECATRÓNICA

**DISEÑAR E IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE CONTROL COMPUTARIZADO, QUE CONTROLE Y MONITOREE EL CIM DE LAS ESTACIONES DE MANUFACTURA ADITIVA Y SUSTRACTIVA, PARA PRÁCTICAS DE MANUFACTURA, EN EL LABORATORIO CNC DE LA ESPE SEDE LATACUNGA**

**AUTOR:** CURIPALLO PERALVO, CLAUDIO STEVEN

**DIRECTOR:** ING. ACUÑA COELLO, FAUSTO VINICIO



# Contenido

---


- 1 Objetivos
- 2 Hipótesis
- 3 Conceptos Previos
- 4 Diseño
- 5 Implementación
- 6 Pruebas y Resultados
- 7 Validación de la Hipótesis
- 8 Conclusiones

# OBJETIVOS



# Objetivo General

---



**Diseñar e implementar un sistema de Control Computarizado que controle y monitoree el CIM de las estaciones de Manufactura Aditiva y Sustractiva, para Prácticas de Manufactura, en el Laboratorio CNC de la ESPE Sede Latacunga**

# Objetivos Específicos

---

- Analizar información preliminar y la línea base del proyecto para utilizarlo como punto de partida para el desarrollo del trabajo.
- Analizar las alternativas de solución y determinar los parámetros de diseño con el fin de evitar futuros errores.
- Diseñar el sistema mecatrónico del sistema y seleccionar los componentes mediante un análisis al comparar las distintas alternativas existentes.
- Construir e Implementar del sistema de control y monitoreo para las prácticas educativas a desarrollar.
- Operar el CIM y Elaborar guías de prácticas que servirán como base inicial para las futuras prácticas más complejas.

# Hipótesis

---

Mediante el diseño e implementación de un sistema de control computarizado se podrá controlar y monitorear las distintas estaciones de Manufactura Aditiva y Sustractiva para Prácticas de Manufactura en el Laboratorio CNC de la ESPE Sede Latacunga.

**Variable Independiente:** Diseño e implementación de un sistema de control computarizado

**Variable Dependiente:** Controlar y monitorear las distintas estaciones de Manufactura Aditiva y Sustractiva para Prácticas de Manufactura en el Laboratorio CNC de la ESPE Sede Latacunga.



# CONCEPTOS PREVIOS



# CIM

Es una integración celular de una o varias células de manufactura; que permite que los procesos de manufactura sean flexibles, debido a que las máquinas y elementos de proceso se pueden configurar en diferentes Layout de manufactura, dependiente de la producción planificada, que definen un grupo de máquinas para la realización de las diferentes operaciones de una o varias áreas específicas. (SIGILFREDO ARREGOCÉS C., 2007)

<b>Nivel 4</b>	Gestión global de la empresa mediante computadores.
<b>Nivel 3</b>	Gestión automatizada de la producción de la fábrica mediante computadores
<b>Nivel 2</b>	Gestión automatizada de las células mediante autómatas programables y computadores industriales
<b>Nivel 1</b>	Control de máquinas mediante autómatas programables, sistemas de control numérico (CNC).
<b>Nivel 0</b>	Medidas de variables (mediante sensores) y acciones (mediante actuadores)



# CIM

Los CIM se clasifican por sus tipos dentro de los cuales se detallan 4, esto según la (*Revista ElectroIndustria - Manufactura Integrada por Computador (CIM)*, s. f.).

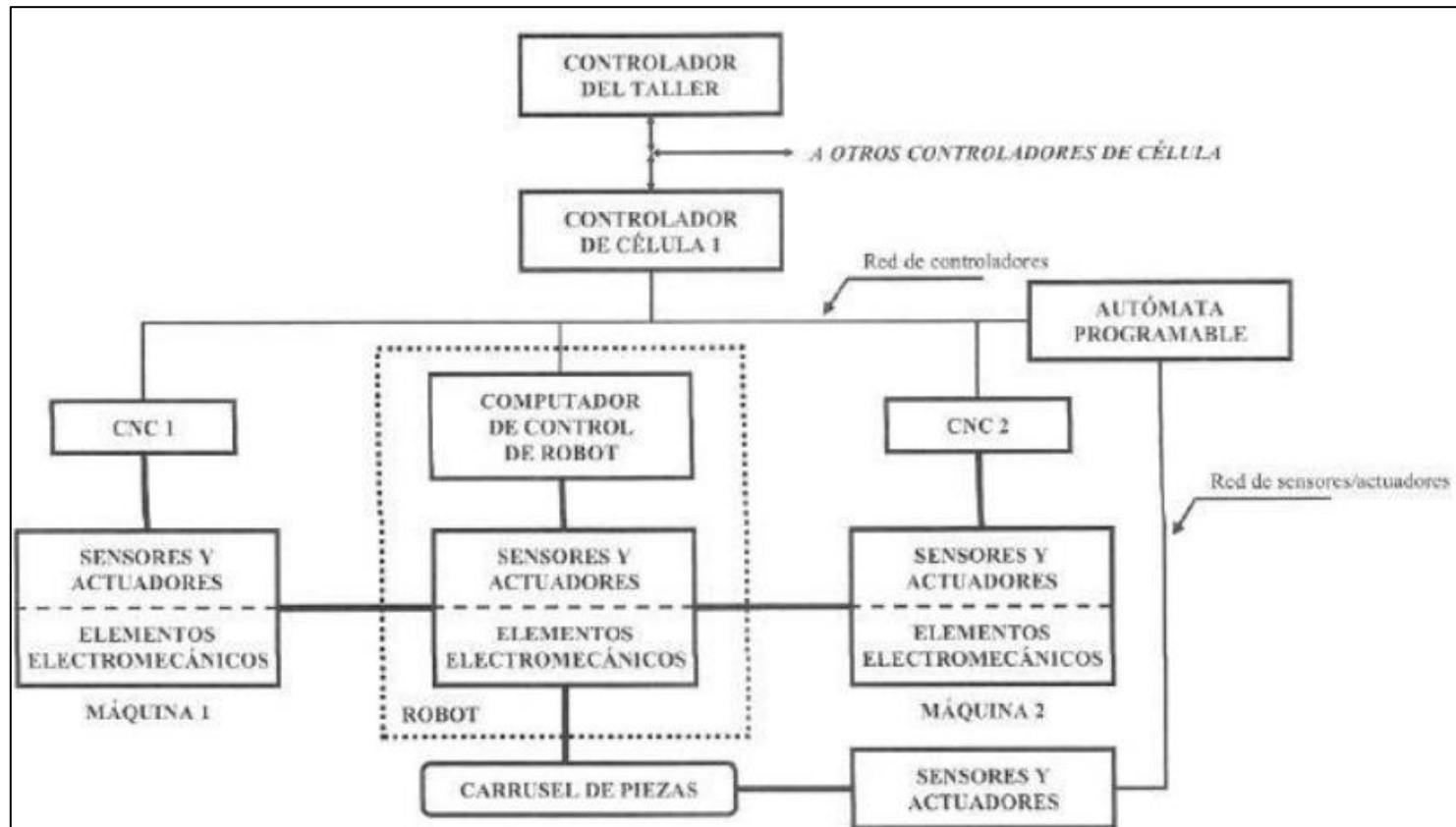
**CIM I.** Integración funcional y operativa en los subsistemas de operaciones.

**CIM II.** Integración entre 2 subsistemas, los cuales son Marketing y Operaciones.

**CIM III.** Integración interna a un determinado nivel de empresa

**CIM IV.** El tipo más completo y a su vez complejo, debido a que necesita todos los tipos de integración.

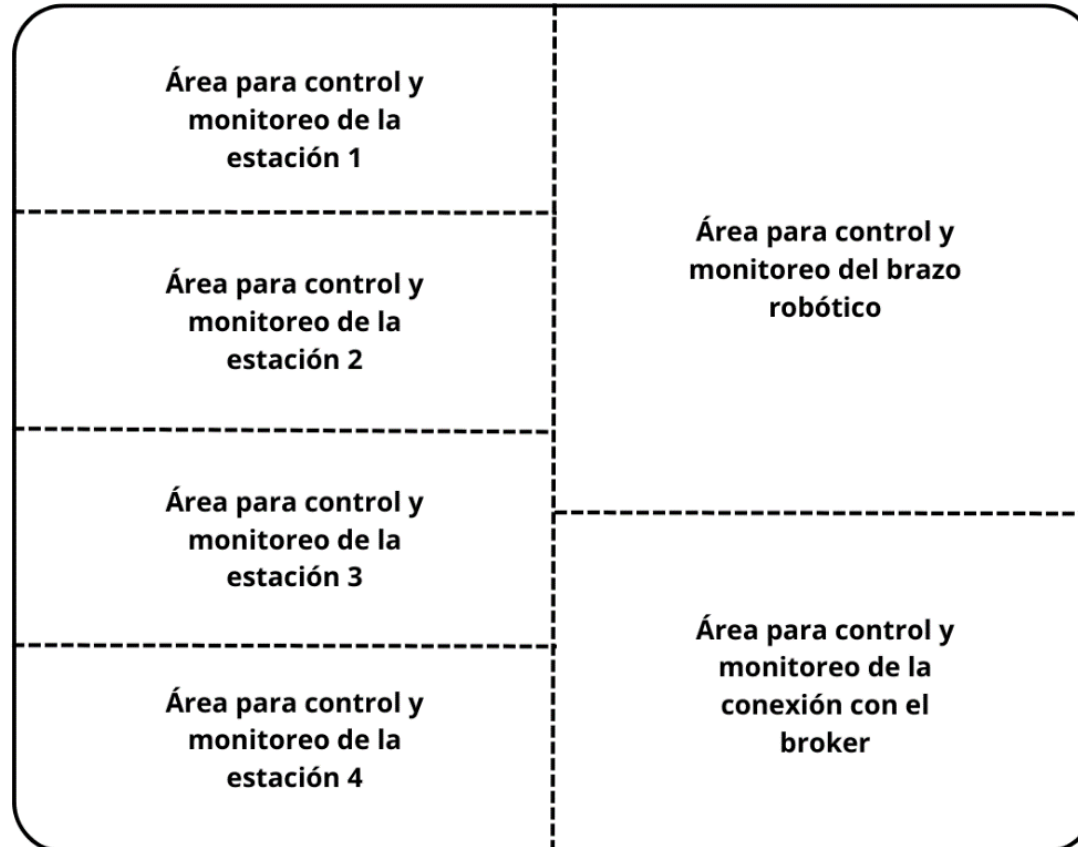
# Sistemas de control de un CIM



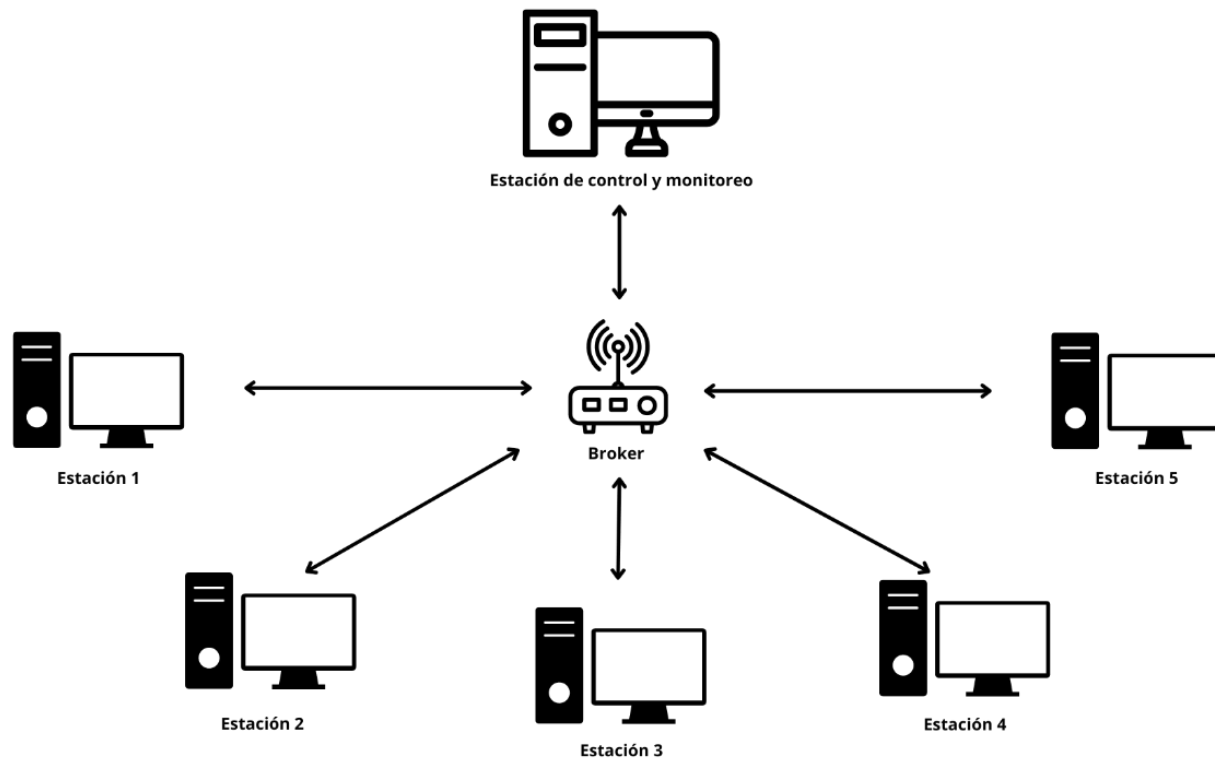
# DISEÑO



# Diseño de la Interfaz de Control y Monitoreo



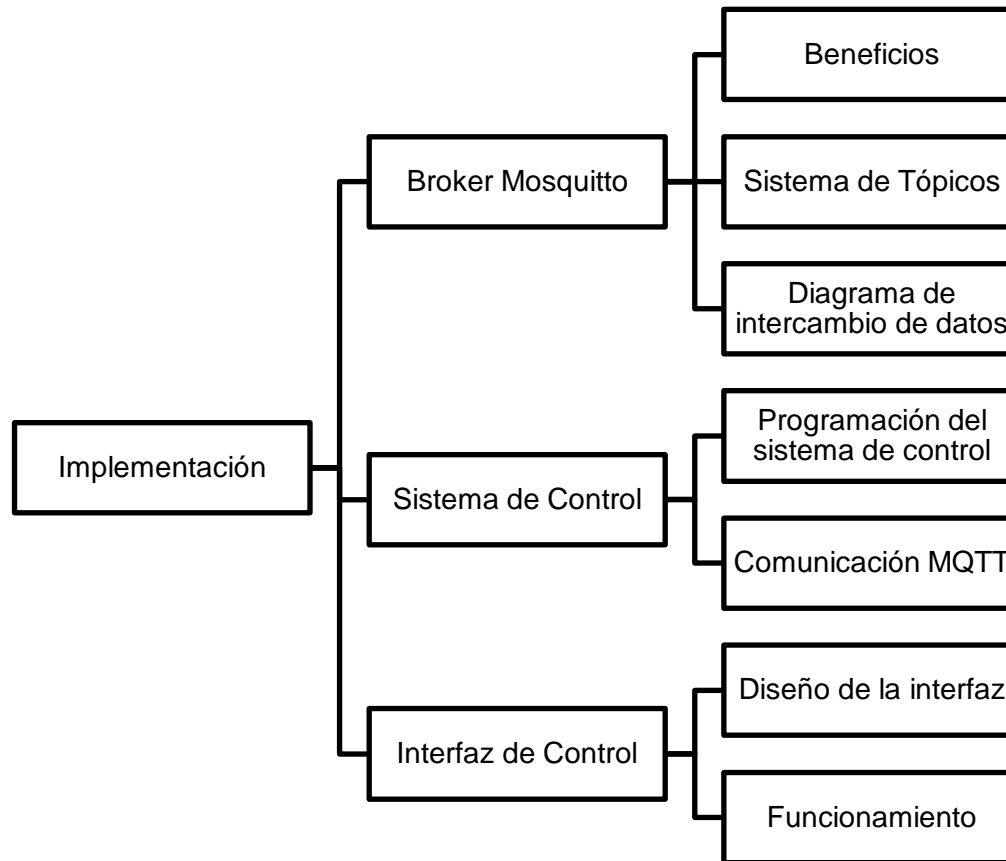
# Diseño del Sistema de Comunicación



# IMPLEMENTACIÓN



# Implementación



# Servidor – Broker “Mosquitto”

---

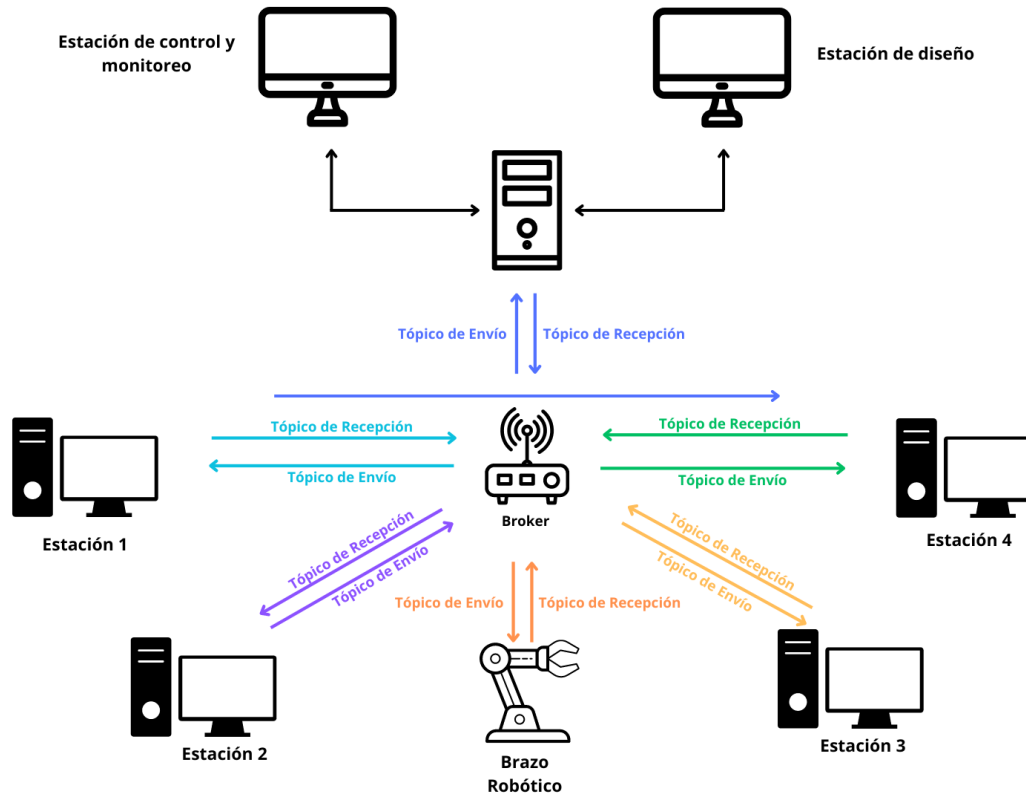
Mosquitto presenta los siguientes beneficios:

- Su implementación y configuración no son complejas
- Es un servidor ligero por lo cual no tenemos de muchos recursos para que funcione correctamente.
- No existe perdidas en el intercambio de datos.
- Su comunicación puede ser implementado en microcontroladores como computadores





# Esquema de Intercambio de datos



# Sistema de tópicos

Nombre de la Estación del CIM	Tipo de Tópico	Nombre del Tópico
Estación de Escaneo 3D	Envío	Test
	Recepción	Test1
Brazo Manipulador	Envío	Uref
	Recepción	EstadoScorbot
Estación de Impresión 3D	Envío	ImpresoraEnvio
	Recepción	ImpresoraRecibo
Estación de cortado Láser	Envío	CortadoraEnvio
	Recepción	CortadoraRecibo
Estación de soldadura robotizada	Envío	SoldadorEnvio
	Recepción	SoldadorRecibo

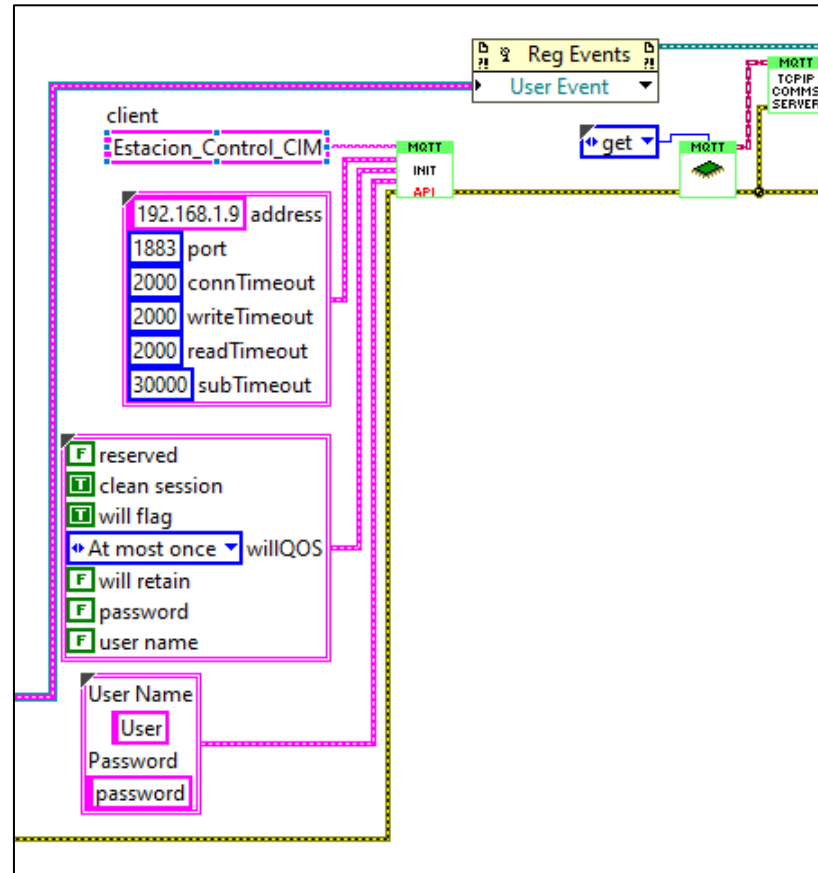
# Creación del Broker “Mosquitto”

```
C:\Windows\System32\cmd.exe
Microsoft Windows [Versión 10.0.19044.2486]
(c) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

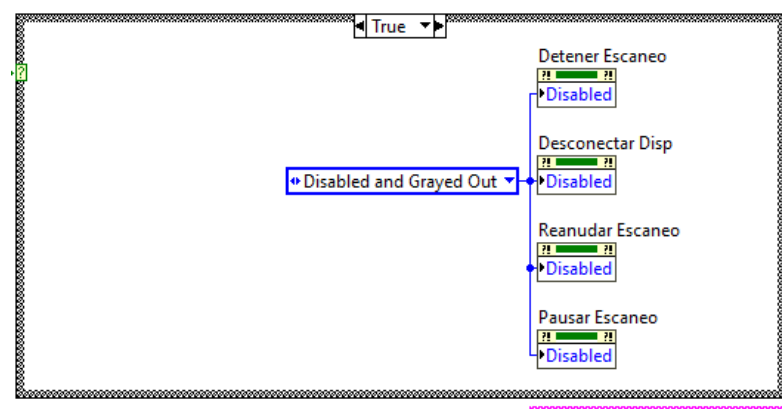
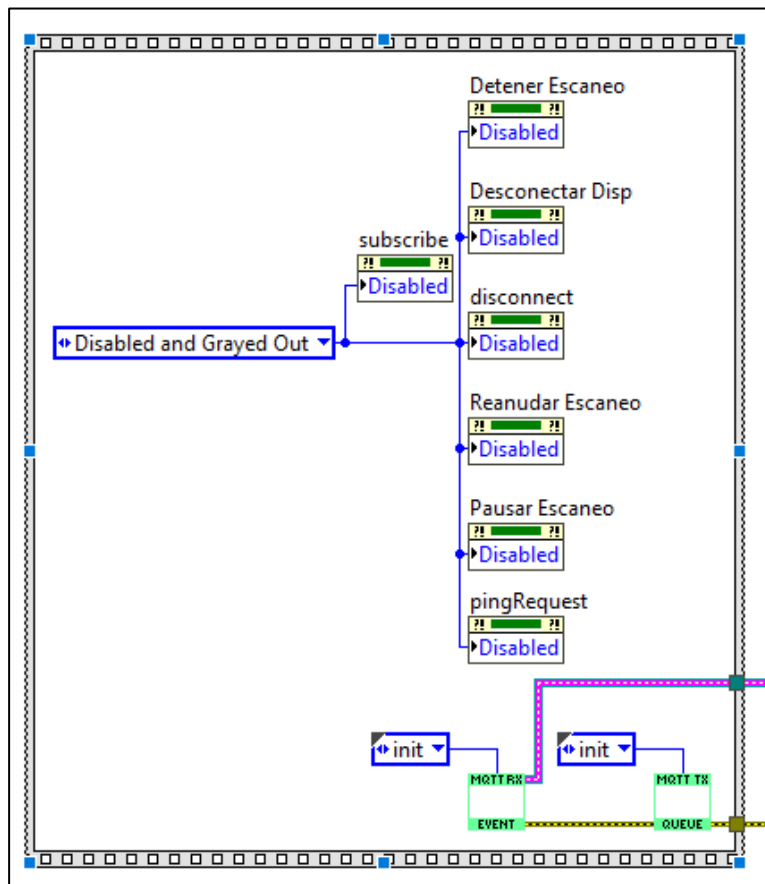
C:\Program Files\mosquitto>mosquitto -c mosquitto.conf

C:\Program Files\mosquitto>_
```

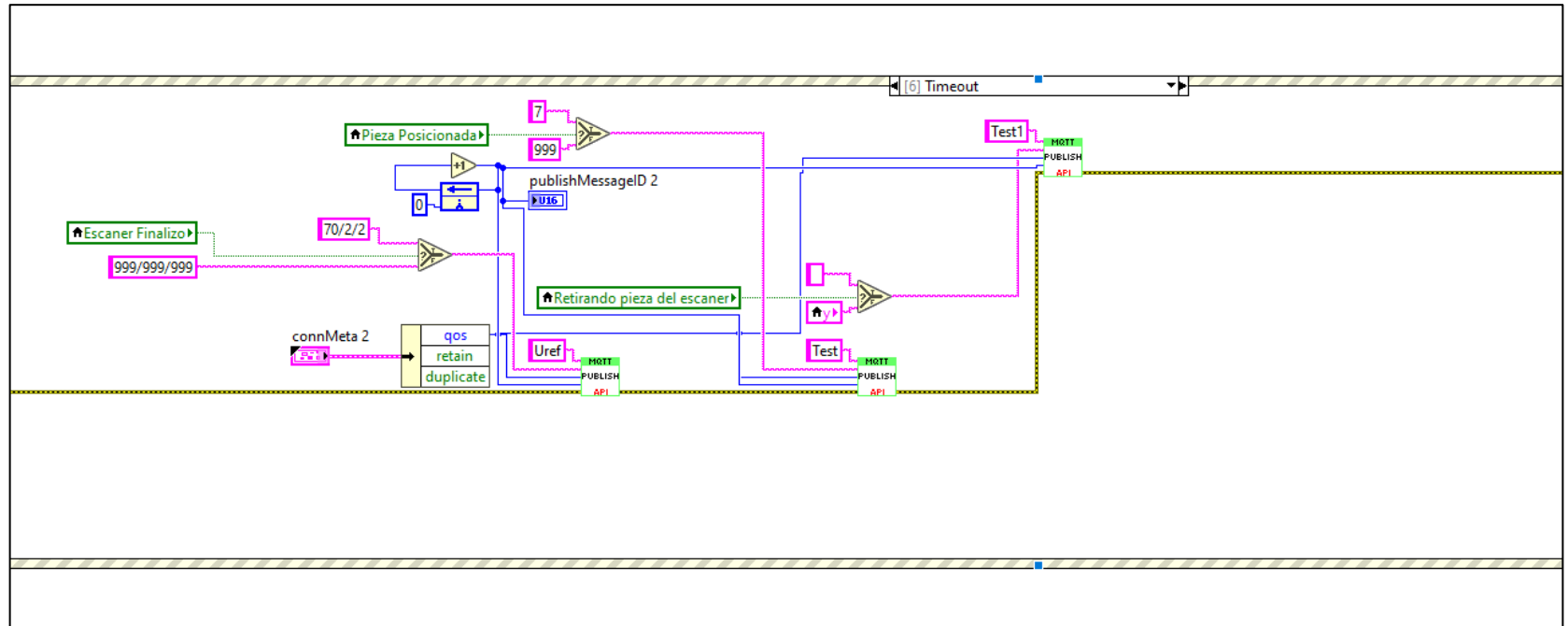
# Sistema de Control



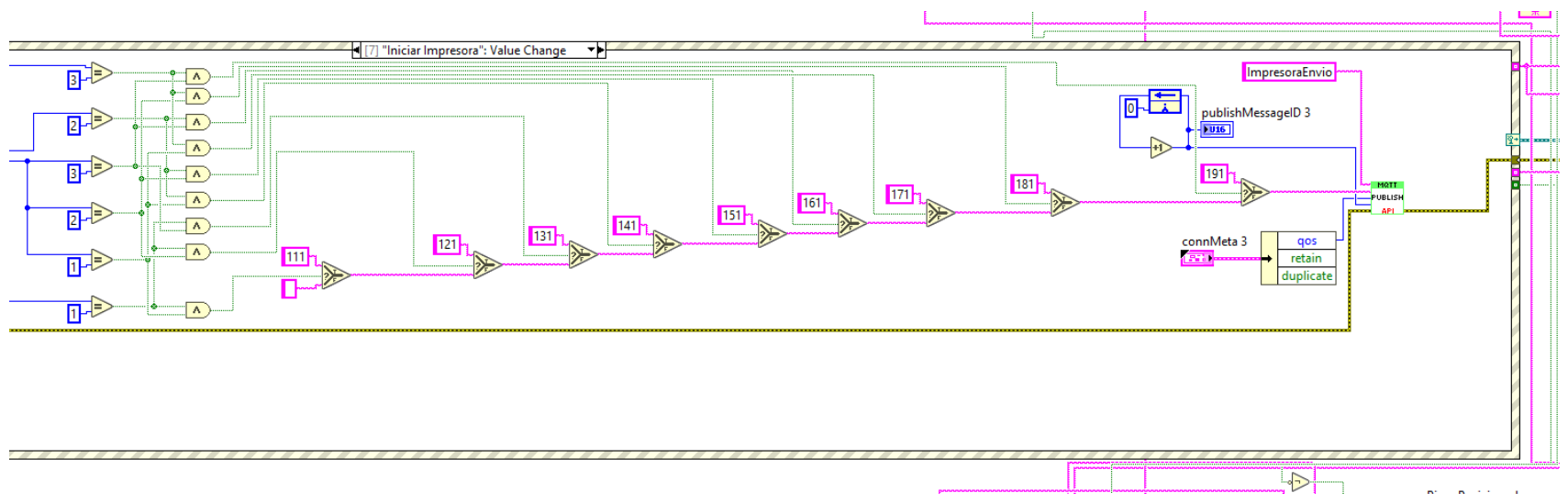
# Sistema de Control



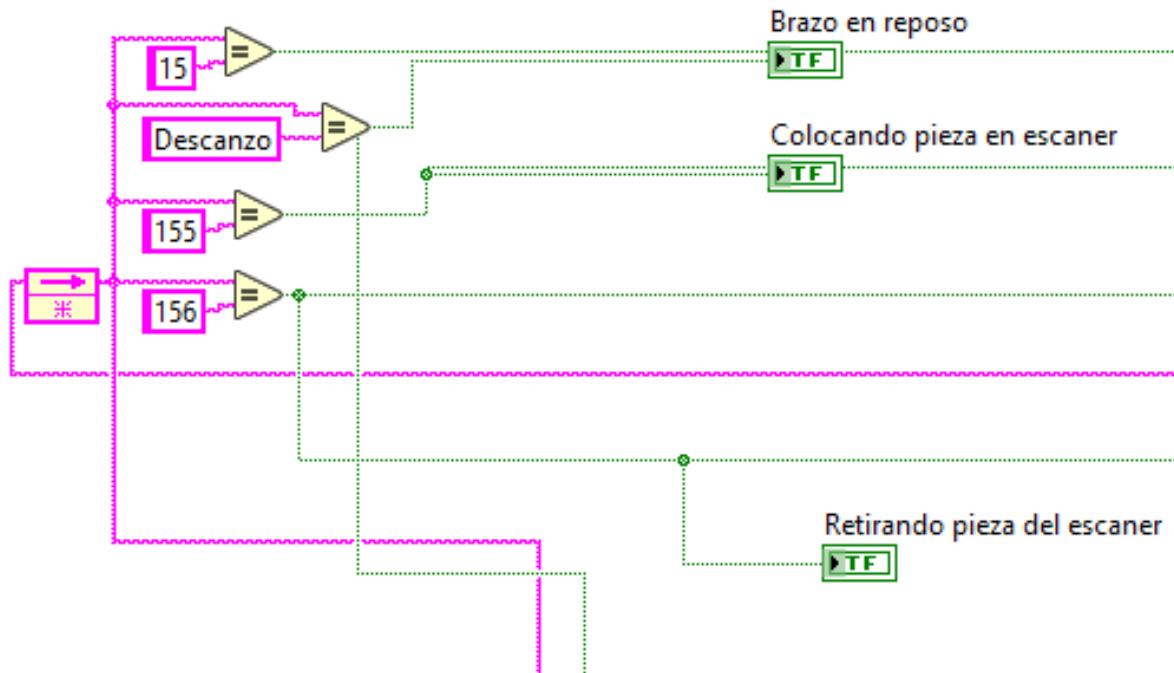
# Sistema de Control



# Sistema de Control



# Sistema de Control





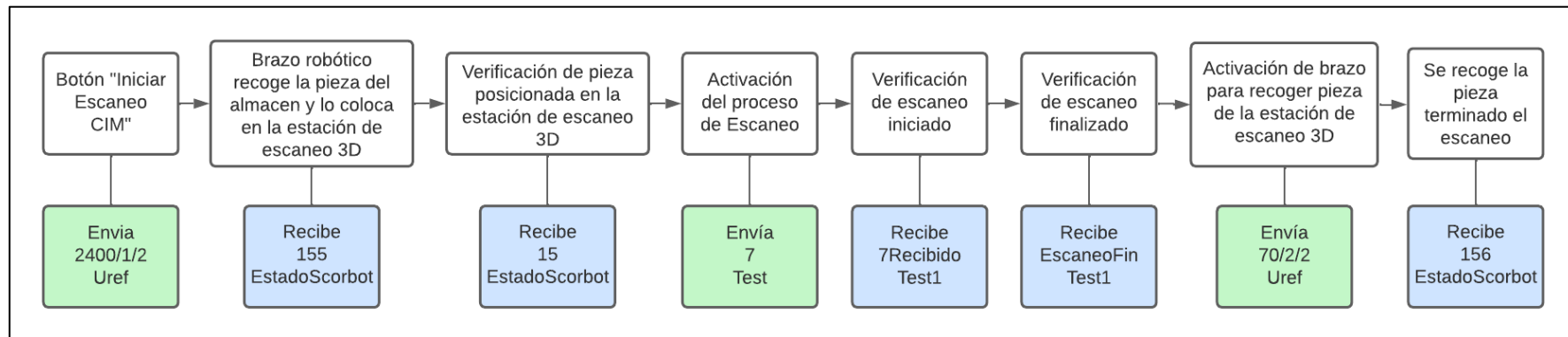
# Interfaz de Control

<p><b>Impresora 3D</b></p> <p>Iniciar Impresora</p> <p>Selección Pieza a imprimir Ninguna</p> <p>Cantidad de piezas a imprimir Ninguna</p> <p>Pieza a Imprimir</p>	<p>Impresora en proceso</p> <p>Impresora Terminó</p>	<p><b>Brazo Manipulador</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Brazo en reposo</p> <p>Retirando pieza de cortadora Laser</p> <p>Colocando pieza en escaner</p> <p>Retirando pieza de Impresora 3D</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Brazo Moviéndose</p> <p>Retirando pieza de la cortadora Laser</p> <p>Retirando pieza del escaner</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">2400 2200 2000 1800 1600 1400 1200 1000 800 600 400 200 0</p> <p style="text-align: center;">Ir a      Moverse a Home</p>
<p><b>Cortadora Láser</b></p> <p>Iniciar Cortadora</p> <p>Selección Pieza a cortar Ninguna</p> <p>Cantidad de piezas a cortar Ninguna</p> <p>Pieza a Cortar</p>	<p>Cortadora en proceso</p>	<p>Pieza Posicionada</p> <p>Escaner en proceso</p> <p>Escaner Finalizo</p>
<p><b>Escaner 3D</b></p> <p>Iniciar Escaneo CIM</p> <p>Desconectar Dispositivos</p> <p>Detener Escaneo</p> <p>Pausar Escaneo</p> <p>Reanudar Escaneo</p>	<p>Br. Soldador en proceso</p>	<p><b>Comunicación con el CIM</b></p> <p>Conectar con el Broker</p> <p>Activar Recepción de datos</p> <p>Ping</p> <p>Salir</p> <p>RX Topic</p> <p>RX Value</p> <p>Conexión y Recepción de Datos Exitosa</p> <p>Verificar Conexión</p>
<p><b>Brazo Soldador</b></p> <p>Iniciar Br. Soldador</p> <p>Detener Br. Soldador</p>		

# PRUEBAS Y RESULTADOS



# Secuencia de Escaneo



# Activación e Interacción con el sistema

The screenshot displays the 'CIM CONTROL' software interface, which is organized into several functional panels. At the top left, there is a logo of a robotic arm and the text 'CIM CONTROL'. At the top right, there is a logo for 'MECATRÓNICA ESPE - LATACUNGA'. The interface is divided into several sections:

- Impresora 3D:** Includes a 'Selección Pieza a imprimir' dropdown menu (set to 'Ninguna'), a 'Cantidad de piezas a imprimir' dropdown menu (set to 'Ninguna'), a 'Pieza a Imprimir' preview window, and an 'Iniciar Impresora' button. Status indicators show 'Impresora en proceso' and 'Impresora Terminó' with green circles.
- Cortadora Láser:** Includes a 'Selección Pieza a cortar' dropdown menu (set to 'Ninguna'), a 'Cantidad de piezas a cortar' dropdown menu (set to 'Ninguna'), a 'Pieza a Cortar' preview window, and an 'Iniciar Cortadora' button. A status indicator shows 'Cortadora en proceso' with a green circle.
- Escaner 3D:** Includes buttons for 'Iniciar Escaneo CIM', 'Desconectar Dispositivos', 'Detener Escaneo', 'Pausar Escaneo', and 'Reanudar Escaneo'. Status indicators show 'Pieza Posicionada', 'Escaner en proceso', and 'Escaner Finalizo' with green circles.
- Brazo Soldador:** Includes 'Iniciar Br. Soldador' and 'Detener Br. Soldador' buttons. A status indicator shows 'Br. Soldador en proceso' with a green circle.
- Brazo Manipulador:** Features a vertical column of status indicators for 'Brazo en reposo', 'Retirando pieza de cortadora Laser', 'Colocando pieza en escaner', and 'Retirando pieza de Impresora 3D'. A second column shows 'Brazo Moviéndose' and 'Retirando pieza de la cortadora Laser', 'Retirando pieza del escaner'. Below these is a horizontal scale from 2400 to 0 and buttons for 'Ir a' and 'Moverse a Home'.
- Comunicación con el CIM:** Includes buttons for 'Conectar con el Broker', 'Activar Recepción de datos', 'Ping', and 'Salir'. It also features input fields for 'RX Topic' (Test1) and 'RX Value' (Proceso Detenido), and two blue status indicators for 'Conexión y Recepción de Datos Exitosa' and 'Verificar Conexión'.

# VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS



**Hipótesis Nula (H0):** Mediante el diseño e implementación de un sistema de control computarizado no se podrá controlar y monitorear las distintas estaciones de Manufactura Aditiva y Sustractiva para Prácticas de Manufactura en el Laboratorio CNC de la ESPE Sede Latacunga.

**Hipótesis Alternativa (H1):** Mediante el diseño e implementación de un sistema de control computarizado se podrá controlar y monitorear las distintas estaciones de Manufactura Aditiva y Sustractiva para Prácticas de Manufactura en el Laboratorio CNC de la ESPE Sede Latacunga

Parámetro	Índice de H1	Índice de H0	H1>H0
Interfaz amigable e intuitiva	97,8%	2,2%	Si cumple
Configuración sencilla	97,8%	2,2%	Si cumple
Control sobre las distintas estaciones	100%	0%	Si cumple

Por lo cual estos índices determinan que se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alternativa (H1), es decir que, **mediante el diseño e implementación de un sistema de control computarizado si se podrá controlar y monitorear las distintas estaciones de Manufactura Aditiva y Sustractiva para Prácticas de Manufactura en el Laboratorio CNC de la ESPE Sede Latacunga**

# CONCLUSIONES





- El estudio del estado del arte permitió que se tenga un conocimiento sobre los proyectos relacionados, el hecho de conocer como lo implementaron, sus parámetros de diseño y protocolos de comunicación.
- El análisis de las alternativas de solución determinó la mejor vía para desarrollo del proyecto, determinando sus parámetros base.
- Desarrollar un correcto diseño de la interfaz de control y monitoreo permite que el estudiante pueda interactuar con este, sin ninguna complicación
- El diseñar un sistema de intercambio de datos mediante tópicos, permitió que se clasifique la información y que a su vez no exista perdidas de datos entre estaciones.
- Gracias a un correcto procedimiento de desarrollo, el CIM se puede implementó de una manera progresiva, corrigiendo errores y optimizando procesos.
- El operar el sistema de control y monitoreo permitió implementar medidas de mejoramiento tanto en la programación como en la interfaz.
- El desarrollo de las guías de laboratorio sirvió como un instrumento de retroalimentación, además, determinando cuáles son los puntos clave del desarrollo del proyecto.

# GRACIAS

