



UNIVERSIDAD DEL BIO-BIO  
Facultad de Ciencias Empresariales  
Departamento Sistemas de Información

***Sistema descentralizado de manufactura flexible  
aplicado en dispositivos Android***

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos  
para obtener el título de Ingeniero Civil en Informática

**Alumno:** Rudyard Fuster F.

**Profesor Guía:** Patricio Galdámes S.

**Fecha:** 08/03/2018

# ÍNDICE

---

Resumen .....	9
1 Introducción .....	10
2 Definición de la empresa.....	12
2.1 Descripción de la empresa.....	12
2.2 Descripción de área de estudio.....	13
2.2.1 Estaciones de trabajo .....	14
2.2.2 Niveles de Control.....	15
2.2.3 Esquema de distintas secuencias de procesos para la creación de un producto	16
2.3 Descripción de la problemática .....	17
3 Definición de proyecto.....	18
3.1 Objetivos.....	18
3.2 Aporte .....	19
3.3 Metodologías y Técnicas .....	20
3.4 Definiciones, siglas y abreviaciones.....	21
4 Especificación de Requerimientos de software .....	22
4.1 Alcances .....	22
4.2 Limites .....	22
4.3 Objetivos del software.....	23
4.4 Descripción global del producto .....	23
4.4.1 Interfaz de usuario .....	23
4.4.2 Interfaz de hardware .....	23
4.4.3 Interfaz software .....	23
4.5 Requerimientos Específicos.....	24
4.5.1 Requerimientos Funcionales.....	24
4.5.2 Requerimientos no Funcionales.....	27
4.5.3 Interfaces externas de entrada.....	28
4.5.4 Interfaces externas de salida .....	28
4.5.5 Atributos del producto .....	29
4.6 Herramientas Necesarias.....	29
4.6.1 Especificación de Hardware.....	29
4.6.2 Especificación de Software .....	30
4.6.3 Lenguaje de programación Utilizado .....	30
5 Factibilidad.....	31

5.1	Factibilidad Técnica .....	31
5.2	Factibilidad Operativa .....	31
5.2.1	Tabla comparativa de tiempos: Sistema actual vs Aplicación creada.....	32
5.2.2	Detalle de escenarios .....	33
5.3	Factibilidad Económica .....	34
5.3.1	Tabla inversión mínima.....	34
5.4	Conclusión Factibilidad .....	34
6	Análisis .....	35
6.1	Diagramas de casos de uso.....	35
6.1.1	Actores .....	35
6.1.2	Diagrama de Usuario Estación.....	36
6.1.3	Especificación de Caso de uso .....	37
7	Diseño.....	66
7.1	Diagrama de paquetes.....	66
7.1.1	Paquete de Vista.....	67
7.1.2	Paquete de Conexión .....	68
7.1.3	Paquete de Control.....	69
7.2	Diagrama de secuencias.....	70
7.2.1	Detalle diagrama.....	71
7.3	Diseño de arquitectura funcional.....	72
7.3.1	Árbol de descomposición funcional para la aplicación .....	72
7.4	Diseño de interfaz de comunicación.....	73
7.4.1	Detalles de figuras .....	74
7.4.2	Detalle sobre interacciones de dispositivos.....	75
7.5	Diseño de interfaz y navegación .....	76
7.5.1	Pantalla de inicio.....	76
7.5.2	Elección modalidad.....	77
7.5.3	Interfaz de mensajería y producción .....	78
7.5.4	Interfaz de menú lateral izquierdo.....	80
7.5.5	Interfaz de menú lateral derecho.....	82
7.5.6	Interfaz de modo local.....	83
7.6	Especificación de módulos.....	85
7.6.1	Principales módulos de la aplicación.....	85
8	Pruebas .....	88
8.1	Funcionalidades a probar.....	88

8.2	Responsable de pruebas .....	89
8.3	Calendario de pruebas.....	89
8.4	Detalle pruebas.....	90
8.4.1	Pruebas de Conexión y estabilidad .....	90
8.4.2	Pruebas de desempeño .....	92
8.4.3	Pruebas de Interfaz.....	97
8.5	Conclusión pruebas .....	101
9	Capacitación .....	102
9.1	Personal a capacitar .....	102
9.2	Responsable de capacitación .....	102
9.3	Tipo de capacitación .....	102
10	Conclusión .....	103
11	Bibliografía .....	106

## Índice de Tablas

Tabla 1: Metodologías y técnicas .....	20
Tabla 2: Requerimientos funcionales .....	26
Tabla 3: Requisitos no funcionales.....	28
Tabla 4: Interfaces externas de entrada.....	28
Tabla 5: Interfaces externas de salida.....	28
Tabla 6: Especificación de Software .....	30
Tabla 7: Sistema actual vs Aplicación creada .....	32
Tabla 8: Tabla inversión mínima .....	34
Tabla 9: Especificación de Actor en Caso de Uso .....	35
Tabla 10: Caso de uso <Conectar estación>.....	37
Tabla 11: Caso de uso <Conectar wi-fi> .....	38
Tabla 12: Caso de uso <Conectar bluetooth> .....	39
Tabla 13: Caso de uso <Desplegar menú superior> .....	40
Tabla 14: Caso de uso <Desconectar WI-FI>.....	41
Tabla 15: Caso de uso <Desconectar bluetooth>.....	42
Tabla 16: Caso de uso <Consultar estado tarea> .....	43
Tabla 17: Caso de uso <Desplegar menú lateral >.....	44
Tabla 18: Caso de uso <Activar modo remoto> .....	45
Tabla 19: Caso de uso <Abortar tarea> .....	46
Tabla 20: Caso de uso <Enviar tarea> .....	47
Tabla 21: Caso de uso <Seleccionar cantidad> .....	48
Tabla 22: Caso de uso <Seleccionar producto>.....	49
Tabla 23: Caso de uso <Mostrar Comunicación>.....	50
Tabla 24: Caso de uso <Enviar mensaje>.....	50
Tabla 25: Caso de uso <Recibir mensaje>.....	51
Tabla 26: Caso de uso <Analizar> .....	51
Tabla 27: Caso de uso <Actualizar estado tarea>.....	52
Tabla 28: Caso de uso <Generar reporte>.....	53
Tabla 29: Caso de uso <Activar modo local> .....	54
Tabla 30: Caso de uso <Mostrar comunicación bluetooth> .....	55
Tabla 31: Caso de uso <Enviar comando> .....	55
Tabla 32: Caso de uso <Ver reportes>.....	56
Tabla 33: Caso de uso <Configurar bluetooth>.....	57

Tabla 34: Caso de uso <Activar bluetooth>.....	58
Tabla 35: Caso de uso <Desactivar bluetooth >.....	59
Tabla 36: Caso de uso <Escanear> .....	60
Tabla 37: Caso de uso <Conectar bluetooth manual>.....	61
Tabla 38: Caso de uso <Opciones> .....	62
Tabla 39: Caso de uso <Configurar estación> .....	63
Tabla 40: Caso de uso <Ingresar IP>.....	64
Tabla 41: Caso de uso <Validar IP>.....	65
Tabla 42: Detalles de figuras.....	74
Tabla 43: Módulo, Conectar WI-FI .....	85
Tabla 44: Módulo, Desconectar WI-FI .....	85
Tabla 45: Módulo, Conectar Bluetooth .....	85
Tabla 46: Módulo, Desconectar Bluetooth.....	85
Tabla 47: Módulo, Enviar mensaje .....	85
Tabla 48: Módulo, Recibir mensaje .....	86
Tabla 49: Módulo, Enviar comando.....	86
Tabla 50: Módulo, Enviar tarea .....	86
Tabla 51: Módulo, Abortar tarea.....	86
Tabla 52: Módulo, Actualizar tarea.....	86
Tabla 53: Módulo, Consultar estado tarea.....	86
Tabla 54: Módulo, Generar reportes .....	87
Tabla 55: Módulo, Ver reporte.....	87
Tabla 56: Módulo, Configurar estación.....	87
Tabla 57: Módulo, Ingresar IP .....	87
Tabla 58: Módulo, Validar IP .....	87
Tabla 59: Prueba, Distancia conexión wi-fi.....	90
Tabla 60: Prueba, Tiempo conexión wi-fi .....	91
Tabla 61: Prueba, Distancia conexión bluetooth .....	91
Tabla 62: Prueba, Tiempo conexión bluetooth .....	92
Tabla 63: Prueba, Envío de tarea.....	92
Tabla 64: Prueba, Abortar tarea.....	93
Tabla 65: Prueba; Envío de mensajes WI-FI.....	93
Tabla 66: Prueba, Envío de comandos bluetooth.....	94
Tabla 67: Prueba, Estado de tarea.....	94

Tabla 68: Prueba, Generación de reportes .....	95
Tabla 69: Prueba, Notificaciones desconexión WI-FI .....	95
Tabla 70: Prueba, Notificaciones desconexión bluetooth .....	96
Tabla 71: Prueba, Cambio modalidad remota .....	97
Tabla 72: Prueba, Cambio modalidad local .....	98
Tabla 73: Prueba, Menú -Botón Inicio .....	98
Tabla 74: Prueba, Menú -Botón Salir .....	99
Tabla 75: Prueba, Menú -Botón Opciones .....	99
Tabla 76: Prueba, Menú -Botón Bluetooth .....	100
Tabla 77: Prueba, Menú -Botón Ver reportes .....	100

## Índice de figuras

Figura 1: Organigrama de la empresa <sup>1</sup> .....	12
Figura 2: Modelo jerárquico actual <sup>2</sup> .....	14
Figura 3: Niveles de Control <sup>3</sup> .....	15
Figura 4: Diagrama Caso de Uso, Usuario Estación .....	36
Figura 5: Diagrama de paquetes <sup>4</sup> .....	66
Figura 6: Paquete de Vista .....	67
Figura 7: Paquete de Conexión .....	68
Figura 8: Paquete de Control <sup>5</sup> .....	69
Figura 9: Diagrama de Secuencias .....	70
Figura 10: Árbol de descomposición funcional .....	72
Figura 11: Diagrama de Interfaz de Comunicación .....	73
Figura 12: Pantalla de Inicio .....	76
Figura 13: Elección Modalidad .....	77
Figura 14: Interfaz de mensajería y producción .....	78
Figura 15: Interfaz de menú lateral izquierdo .....	80
Figura 16: Interfaz menú lateral derecho .....	82
Figura 17: Interfaz de modo local .....	83

## RESUMEN

---

Este informe corresponde a un Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos para obtener el título de Ingeniero Civil en Informática, de la Universidad de Bío Bío, Chile.

Este trabajo de Titulación corresponde a la creación de una aplicación que opera en el sistema operativo Android, para el Laboratorio de Sistemas Automatizados de Producción de la Universidad de Bío Bío.

Este laboratorio cuenta con la instalación de un sistema de manufactura flexible, el cual consiste de un grupo de estaciones de procesamiento equipadas con diferentes máquinas interconectadas por medio de un sistema de control y transporte, que permite la fabricación de piezas de forma automatizada.

Sus principales inconvenientes son que está concebida de manera centralizada, es decir, el control y estabilidad del sistema dependen de un computador central, y todas las estaciones alrededor de este sistema no poseen comunicación alguna entre ellas, solo se comunican con el computador central. Esto provoca, que en el caso de alguna falla en esta computadora central, toda la producción se detenga, y se debe reiniciar todo el sistema de producción. Lo que deteriora y demora el proceso de producción.

Con esta aplicación creada se logró que todos los procesos de producción de manufactura se controlen mediante dispositivos Smartphone y Tablet, de forma descentralizada, es decir haciendo que cada estación sea independiente y a la vez permitiendo que estas estaciones interactúen entre ellas enviando constantemente mensajes de estado y efectuando todo el proceso de manufactura de manera automática sin la intervención del usuario, a menos que este lo desee para efectuar alguna reparación o revisión de estado de las tareas.

También con esto se consigue modernizar el Laboratorio de Sistemas Automatizados de Producción, logrado funcionar con las nuevas tecnológicas que se están usando actualmente, como es el uso de dispositivos Smartphone.

# 1 INTRODUCCIÓN

---

El presente informe corresponde a un informe de ingeniería de software que detalla la creación de una aplicación Android para un sistema de manufactura flexible del Laboratorio de Sistemas Automatizados de Producción de la Universidad del Bío Bío. Este laboratorio, es llamado CIM UBB, por las siglas en inglés de “Computer Integrated Manufacturing”.

Un sistema de manufactura flexible, consiste de un grupo de estaciones equipadas con diferentes tipos de máquinas y dispositivos. Estas estaciones están interconectadas por medio de un sistema de control y transporte. La función de este tipo de sistema es la fabricación de piezas de forma automatizada.

El motivo de la existencia del sistema de manufactura flexible en el laboratorio CIM UBB, además del estudio y realización de proyectos, es emular un escenario real de una empresa de producción automatizada, para preparar a los futuros ingenieros. Y al igual que las empresas necesitan de una actualización constante de sus sistemas, el laboratorio CIM UBB, necesita de una mejora constante de sus sistemas para no quedar obsoleto.

Este sistema de manufactura flexible está concebido de manera centralizada, es decir, el control de la producción, y manejo del estado de esta, solo depende de una estación central, que hace que el sistema sea vulnerable a una falla de esta estación. En el caso de ocurrir una falla en la estación central, todo el proceso de producción se deteriora.

En este proyecto de título se mostrará una nueva concepción del sistema de modo descentralizado y aplicado en dispositivo Android que significara una serie de beneficios operativos y de control para el laboratorio (los cuales serán explicados en más profundidad en el Capítulo 3.2), además de la renovación tecnológica que esto genera.

Se resume sobre que tratarán los capítulos del proyecto de título:

El Capítulo 1, corresponde a la introducción del presente proyecto de título.

En el Capítulo 2, se describe el área de la empresa en cuestión, que viene siendo el laboratorio CIM UBB, describiendo el detalle del funcionamiento del sistema de manufactura flexible que posee, y las problemáticas que este genera.

En el Capítulo 3, se define el proyecto de control del sistema de manufactura flexible de manera descentralizada, y sus objetivos propuestos, además de las metodologías y técnicas que se llevarán a cabo.

En el Capítulo 4, se efectúa la especificación de requisitos, explicando los requerimientos funcionales y no funcionales del software, además de los límites y alcances del proyecto. También se mostrarán los objetivos del software y una descripción global del producto. Este software es una aplicación para sistemas operativos Android.

En el Capítulo 5, se realiza el análisis de factibilidad para el desarrollo de la aplicación. Este análisis está dirigido a la factibilidad técnica, operativa y económica, para terminar con una conclusión en que se analiza si el proyecto es factible o no. Este análisis de factibilidad es diseñado específicamente para el laboratorio CIM UBB, pero en el área de factibilidad económica se amplía para implementarse en empresas externas.

En el Capítulo 6, se realiza un análisis de casos de uso, el cual permite ver en detalle la interacción del usuario con la aplicación Android.

En el Capítulo 7, se muestra el diseño de la aplicación, esto incluye la diagramación de las secuencias de producción que efectúa la aplicación, el diseño de arquitectura funcional, la especificación de sus módulos, el diseño de la interfaz de comunicación y el detalle del diseño visual de la interfaz de navegación con la que el usuario interactuará.

En el Capítulo 8, se muestra el resultado de las pruebas que se ejecutan en la aplicación, las cuales demuestran, el correcto funcionamiento de las operaciones que puede realizar la aplicación sobre el sistema de manufactura flexible.

En el Capítulo 9, se indica forma de capacitación que se efectuara para el futuro usuario de la aplicación mostrado también quien será el responsable de esta capacitación y quien será la persona a capacitar, que corresponde al encargado del laboratorio CIM UBB.

En el Capítulo 10 se muestran las conclusiones del proyecto presentado y posibles trabajos futuros para la aplicación Android.

## 2 DEFINICIÓN DE LA EMPRESA

### 2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

- Nombre o razón social: CIM UBB, Laboratorio de Sistemas Automatizados de Producción de la Universidad del Bío Bío.
- RUT: 60.911.006-6
- Representante legal: Héctor Gaete Pérez
- Dirección postal (calle, número, departamento, sector o población, comuna, ciudad, región): Av. Collao 1202, Casilla 5-C - , Concepción, Región del Bío Bío
- Sitio Web : <http://www.ubiobio.cl/cimubb/>
- Teléfono: Fonos: (56-41)3111200 - Fono/Fax: (56-41)3111040
- Organigrama

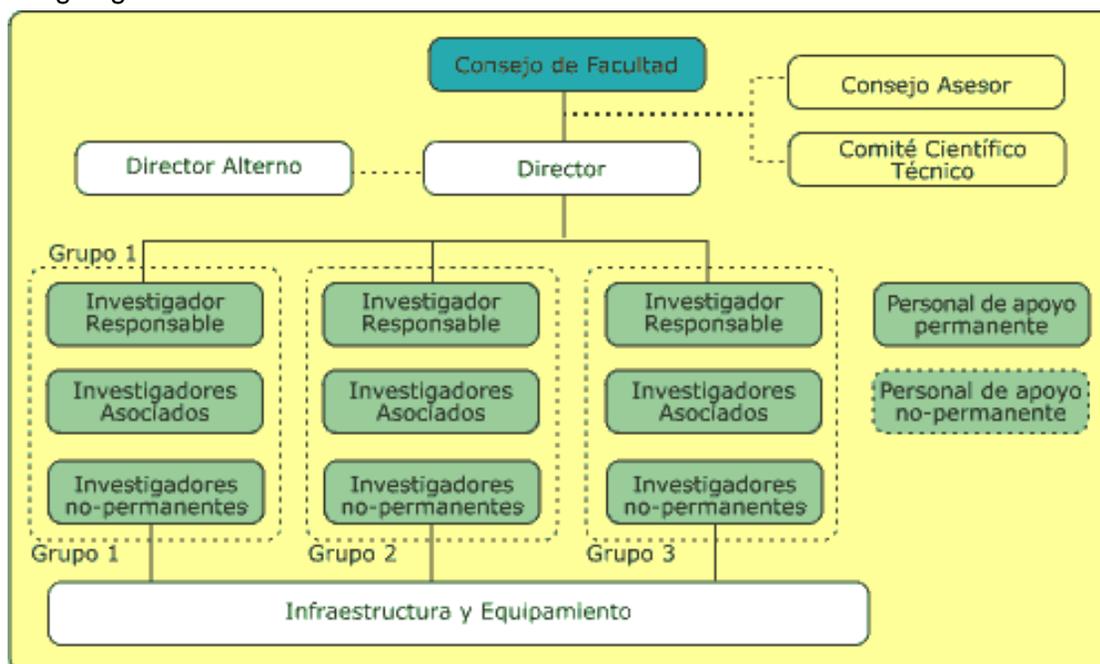


Figura 1: Organigrama de la empresa<sup>1</sup>

<sup>1</sup><http://www.ubiobio.cl/cimubb/>

## **Breve descripción de empresa**

El laboratorio CIM UBB está dedicado a conocer, desarrollar, aplicar y adaptar las técnicas de aplicación de manufactura dirigidas al área de: Robótica, Visión Artificial, Modelación y Gestión de Sistemas Automatizados de Producción, sistemas CAD / CAM / CAE, Control Automático de Procesos Discretos, Sensores e Instrumentación, Redes Locales Industriales (LAN Industrial), Procesamiento de los Materiales. Además de ejercer de laboratorio de transferencia tecnológica e impartir clases a los alumnos de la Universidad del Bío Bío.

## **2.2 DESCRIPCIÓN DE ÁREA DE ESTUDIO**

El Laboratorio CIM UBB (Laboratorio de Sistemas Automatizados de Producción) de la Universidad del Bío Bío cuenta con una instalación que esta implementada como un sistema de manufactura flexible (SMF) y organizado en tres estaciones de trabajo, todas comunicadas entre sí a través de una correa transportadora. Cada estación de trabajo, recibe órdenes enviadas por un computador, en el cual reside el software de operación del sistema.

Un sistema de manufactura flexible, consiste de un grupo de estaciones de procesamiento equipadas con diferentes máquinas interconectadas por medio de un sistema de control y transporte, que permite la fabricación de piezas de forma automatizada.

Actualmente, la mayor parte de las empresas que cuentan con un sistema de manufactura flexible, los utilizan por los múltiples beneficios que estos entregan, por ejemplo, un incremento en la productividad, ahorro en fuerza de trabajo, mejora en la seguridad de los operarios y la calidad de los productos, etc.

En el laboratorio CIMUBB se cuenta con un sistema de manufactura flexible a escala, organizado en tres células de trabajo. Cada una de estas células está comandada por un computador, el cual se comunica a bajo nivel con los robots y máquinas que la componen.

La imagen a continuación muestra el esquema del sistema centralizado por el cual está compuesto.

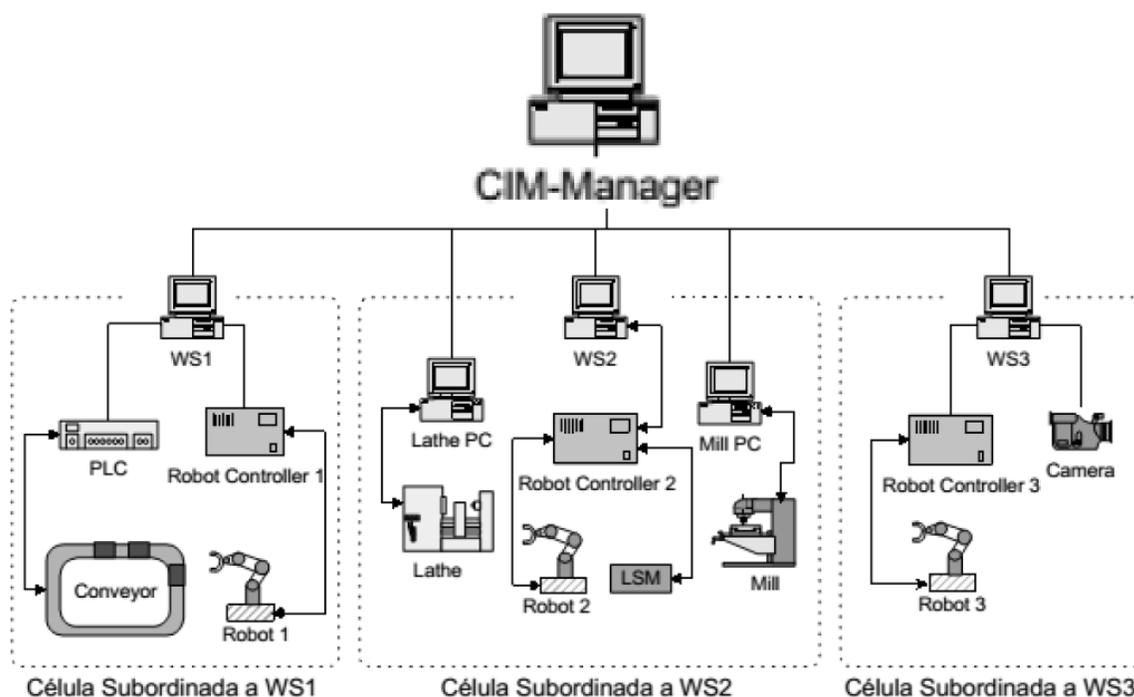


Figura 2: Modelo jerárquico actual<sup>2</sup>

### 2.2.1 Estaciones de trabajo

**Célula Flexible de Almacenamiento** (Célula Subordinada a WS1): La estación se encarga de extraer las materias primas para su tamización y almacenar el producto terminado. Estos dos almacenes pertenecen a lugares físicos distintos, pero usados por la misma estación.

**Célula Flexible de Mecanizado** (Célula Subordinada a WS2): Donde se procesa la materia prima. La estación se encarga de colocar la materia prima en la fresadora y/o torno, para luego volver a poner el producto en la cinta transportadora

**Célula Flexible de Control de Calidad** (Célula Subordinada a WS3): Estación encargada de analizar si el producto recién elaborado cumple con los estándares de calidad.

**PLC (Programmable Logic Controler)** (Célula Subordinada a WS1): Estación encargada de usar el PLC, el cual es el dispositivo encargado de controlar la cinta transportadora.

<sup>2</sup>Morales F.J. (2003), Configuración general del laboratorio. *Modelamiento Orientado a Objeto del CIM-UBB* (25). Concepción. Universidad del Bío Bío.

## 2.2.2 Niveles de Control

A continuación se muestra el diagrama de niveles de organización del SMF perteneciente al CIM UBB.

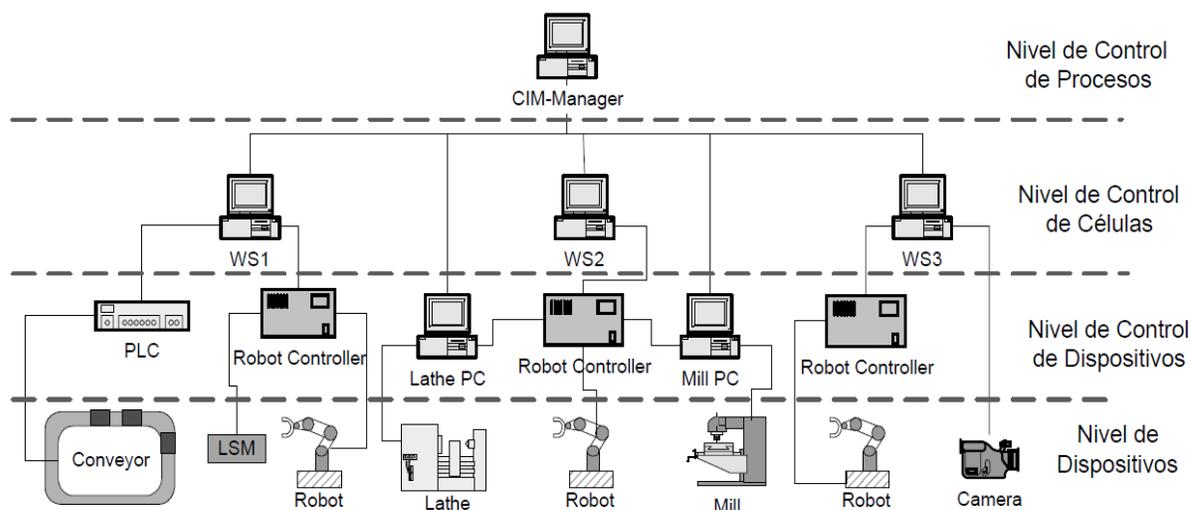


Figura 3: Niveles de Control<sup>3</sup>

Los niveles jerárquicos de organización son:

- Nivel de Control de Procesos
- Nivel de Control de Células
- Nivel de Control de Dispositivos
- Nivel de Dispositivos

### Detalle de niveles

- **Nivel de Control de Procesos**

Este es el máximo nivel del CIM UBB, aquí se encuentra computador Manager, quien controla los procesos usando el software computacional OpenCIM que se encuentra en el computador Manager. Desde aquí se controlan todos los procesos y da las órdenes hacia todas las estaciones del laboratorio.

<sup>3</sup>Morales F.J. (2003), La red computacional. *Modelamiento Orientado a Objeto del CIM-UBB* (28). Concepción. Universidad del Bío Bío.

○ **Nivel de Control de Células**

En este nivel se encuentran las estaciones de trabajo (Workstation, WS), las cuales se encargan de ejecutar los comandos de control hacia los robots.

○ **Nivel de Control de Dispositivos**

En este nivel se encuentran los aparatos dedicados al control específico de un dispositivo. Su función es interpretar las instrucciones en lenguaje macro y con estas, coordinar la acción de los dispositivos que componen el robot, como por ejemplo el movimiento de motores. En este nivel se encuentra el Robot Controller, cuyo lenguaje macro es el Advanced Control Lenguaje (ACL). También aquí se encuentran los controladores de la maquina fresadora y torno (Maquinas CN), además del Controlador Lógico Programable (PLC) y Procesadores de Imagen.

○ **Nivel de Dispositivos**

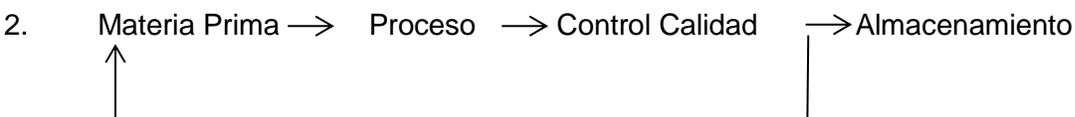
En este nivel se encuentran todos los dispositivos físicos que representan el laboratorio CIM UBB, desde los brazos robot hasta las maquinas fresadora y torno. Estos se pueden agrupar de la siguiente forma:

- Procesador: Máquinas CN que procesan materiales.
- Manipulador: Representado por los brazos robots.
- Transportador: Cinta transportadora (conveyor).
- Almacenador: Almacenes de material.

**2.2.3 Esquema de distintas secuencias de procesos para la creación de un producto**

Existen una serie de secuencias para la producción de procesos, pero para efectos prácticos se mostrará y se buscará aplicar las dos secuencias principales que efectúa el SMF del CIM UBB.

1. Materia Prima → Proceso → Almacenamiento



### 2.3 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

En el proyecto de título de Morales<sup>[1]</sup> se modeló y analizó el SMF del laboratorio CIM-UBB, explicando el sistema centralizado que este posee, en el cual también dio a conocer sus falencias e indica que la mejor solución es traspasar el diseño centralizado a un diseño descentralizado para el SMF del laboratorio.

Debido a que el sistema está concebido de manera centralizada todo el funcionamiento depende principalmente de la estación server que a la vez es el computador principal de todo el SMF, llamada Manager, es decir el Manager envía las instrucciones de manera individual a cada estación este utiliza el software computacional OpenCIM.

El problema esencial es que si el Manager falla, todo el sistema se detiene. Además si un proceso se detiene, la aplicación no sabe dónde está el problema, es decir no hay un informe de alertas que señale cual estación es la que falla. Este informe es importante para la realización de las posibles reparaciones. Para hacer que el sistema vuelva a funcionar luego de alguna falla, el usuario Manager debe reiniciar el sistema dando instrucciones nuevas a cada estación.

Por lo que se modelará un sistema descentralizado para el SMF, y se creará una aplicación Android para el control del SMF, concebida para este modelo.

En esta aplicación, cada dispositivo móvil, como un Smartphone o Tablet, estará encargado de controlar una estación de trabajo.

Esta aplicación usará como framework el proyecto de Título de Pavez-Sánchez<sup>[2]</sup>. En este proyecto de título se “migraron” las ordenes por parte de un computador a dispositivos móviles con sistema operativo Android. Este sistema creado, continúa usando el mismo sistema centralizado para el SMF.

Esta aplicación, también presenta algunos problemas al momento de la manufacturación de piezas, ya que muchas de las instrucciones no se actualizan correctamente, y siguen en el robot a pesar de que este terminó su función, lo que impide que estos puedan recibir nuevas instrucciones. Estos problemas también se arreglarán en la realización de este proyecto de título.

## 3 DEFINICIÓN DE PROYECTO

---

### 3.1 OBJETIVOS

#### OBJETIVO GENERAL

Crear una aplicación Android para procesos de producción de manufactura, de forma descentralizada, es decir haciendo que cada estación sea independiente y a la vez permitiendo que estas estaciones interactúen entre ellas.

#### OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Entender el proceso de manufactura del sistema actual, investigando cómo funciona el sistema.
2. Identificar los requerimientos del software a desarrollar.
3. Generar un modelo del SMF del CIM-UBB de manera descentralizada.
4. Adaptar el framework de la aplicación creada en el proyecto de título de Pavez-Sánchez<sup>[2]</sup> para la futura aplicación.
5. Desarrollar una aplicación de tal manera que se logre escalabilidad y modularidad.
6. Lograr una conexión y comunicación entre el sistema y cada una de las estaciones.
7. Lograr que el sistema efectúe las secuencias de procesos para creación de un producto correctamente.
8. Lograr generar que las estaciones gracias a su comunicación detecten fallas, que generen los respectivos avisos, para que el usuario logre llevar las respectivas reparaciones sin entorpecer la producción.

## 3.2 APOORTE

La aplicación a realizar trabajará con las estaciones de manera descentralizada. Con el fin de resolver la problemática del sistema actual.

En el caso de una falla del sistema centralizado, es decir, falla de la estación principal, que es el Manager, todo el sistema se detiene, ya que las estaciones dependen de este. Sin embargo, al hacer el sistema descentralizado, no se genera una dependencia en cuanto a las órdenes y el envío de instrucciones, y se mantiene el funcionamiento del sistema, ya que cada estación sabe cuál es su función a realizar y no necesita de estar constantemente recibiendo las instrucciones del Manager.

También, el sistema al ser descentralizado, y permitir la comunicación entre estaciones, se podrá, en caso de falla, detectar por medio de la comunicación entre el resto de estaciones, donde está el problema y avisarlo. Con esto, el usuario puede buscar una posible solución sin tener que detener la producción, en el caso de que la falla aparezca en una estación que no esté operando un producto en ese momento. Por ejemplo, cuando el producto este en fabrica, si ocurre un error en el PLC, se puede enviar el aviso respectivo, se repara, para luego volver a funcionar, todo esto mientras el producto continúa fabricándose.

Esto permite a la vez que haya menos Smartphone trabajado, gracias a la ausencia del manager, que la producción tenga una menor cantidad de detenciones por cada problema que se pueda generar.

En este sistema una todas las estaciones operativas tienen un servidor activo a conectarse, que solo ejerce de repetidor de la mensajería para la red de estaciones generadas. Ya que un cliente solo puede conectarse a un servidor a la vez, será el usuario, quien elija cual será la estación que trabajará como servidor (como dicho anteriormente, todas las estaciones tienen su socket habilitado para ser server).

Además permitirá que futuros practicantes y postulantes a proyectos de título trabajen en un sistema descentralizado, logrando así mayor flexibilidad, y futuras mejoras en el SMF.

### 3.3 METODOLOGÍAS Y TÉCNICAS

A partir de cada objetivo específico del proyecto, se planteará una metodología.

Objetivo Especifico	Metodología Propuesta
Entender el proceso de manufactura del sistema actual, investigando cómo funciona el sistema.	Para la recopilación y análisis de información se utilizara una metodología de tipo explicativa para entender el funcionamiento de los SMF.
Identificar los requerimientos del software a desarrollar.	Para identificar los requerimientos, se hará un análisis descriptivo, revisando cuales son los estándares en estos sistemas.
Generar un modelo del SMF del CIM-UBB de manera descentralizada.	Se utilizara una metodología de análisis descriptivo, analizando el modelo centralizado del SMF del CIM UBB, para llevarlo a uno descentralizado.
Adaptar el framework de la aplicación creada en el proyecto de título de Pavez-Sánchez <sup>[2]</sup> para la futura aplicación	Se utilizara una metodología de tipo acción, ya que se busca la práctica, para estar familiarizado con el framework.
Desarrollar una aplicación de tal manera que se logre escalabilidad y modularidad.	Se piensa usar modelo prototipado evolutivo, esto se debe a que la problemática a tratar se puede descomponer en distintas partes de menor peso. Así, se presenta al cliente la parte ya desarrollada y se continúa el desarrollo del prototipo con base en la realimentación que se recibe. El ciclo continúa hasta que el prototipo se convierta en el producto final.
Lograr una conexión y comunicación entre el sistema y cada uno de los robots.	
Lograr que el sistema efectúe las secuencias de procesos para creación de un producto correctamente.	
Lograr generar que las estaciones gracias a su comunicación detecten fallas, que generen los respectivos avisos, para que el usuario logre llevar las respectivas reparaciones sin entorpecer la producción.	

Tabla 1: Metodologías y técnicas

### 3.4 DEFINICIONES, SIGLAS Y ABREVIACIONES

**ALC:** (Advanced Control Language) Lenguaje para programación de interfaces de control de robots

**CAD:** (Computer Aided Desing) Diseño Asistido por Computadora

**CAE:** (Computer Aided Engineering) Ingeniería Asistida por Computadora

**CAM:** (Computer Aided Manufacturing) Fabricación Asistida por Computadora

**CIM:** (Computer Integrated Manufacturing) Manufactura Integrada por Computador

**CN:** Control Numérico

**Conveyor:** Cinta Transportadora

**Framework:** Estructura conceptual conceptual y tecnológica de soporte definido

**LAN:** (Local Area Network) Red de Área Local

**MAC:** (Media Access Control) Identificador único asignado por el fabricante de una pieza de hardware

**Pallet:** Plataforma de transporte sobre cinta transportadora

**PLC:** (Programmable Logic Controler) Controlador Lógico Programable

**POO:** Programación Orientada a Objeto

**SMF:** Sistema de Manufactura Flexible

**TCP/IP:** Protocolo de control de transmisión / Protocolo de Internet

**UML:** (Unified Modeling Language) Lenguaje de Modelamiento Unificado

**WS:** (Work Station) Estación de trabajo

## 4 ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE

---

### 4.1 ALCANCES

La aplicación cumple con lo siguiente:

- Logra una conexión y comunicación entre las estaciones vía wi-fi y entre la respectiva estación y su robot asociado vía bluetooth.
- Es capaz de generar una secuencia de producción, cuya orden es enviada desde cualquier dispositivo de la red.
- Es capaz de controlar de manera manual a un robot. Al elegir la modalidad “local”.
- Es capaz de dar avisos de pérdidas de conexión bluetooth y wi-fi por parte de una estación en particular, a todas las estaciones que componen la red de estaciones del sistema.
- Logra que cada dispositivo genere y almacene los reportes finales de la producción.

### 4.2 LIMITES

Existen los siguientes límites para la aplicación:

- La aplicación no podrá funcionar sin una conexión a internet estable.
- La aplicación no podrá detectar automáticamente si el almacén de materias primas está o no con stock, debido que hasta ahora no están implementado sensores. Esto se registrará sólo por los datos ingresados por el usuario.
- En el caso de que se pierda la comunicación con una estación de manufactura, de almacén, y PLC, el sistema solo podrá dar el aviso, será usuario y/o el encargado de laboratorio, que revisará físicamente que le sucedió al dispositivo (si el Smartphone se apagó, se reinició, o si un agente externo lo manipulo indebidamente).
- Problemas en el hardware, específicamente, los brazos robóticos de almacén, manufactura y el PLC (Dispositivo encargado de controlar la cinta transportadora), ya que si fallan, el sistema solo podrá dar el aviso. el encargado de la reparación será el usuario y/o el encargado de laboratorio.
- Por problemas de tiempo, no se implementó la estación de control de calidad, por lo que se deja propuesto su implementación para futuros alumnos de tesis y practicantes.

### **4.3 OBJETIVOS DEL SOFTWARE**

#### **OBJETIVO GENERAL**

Gestionar el proceso de producción de manufactura, de forma descentralizada, a través de la comunicación WI-FI y bluetooth entre los dispositivos.

#### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

1. Lograr comunicación y conexión estable entre el sistema y los dispositivos.
2. Lograr generar secuencias de producción.
3. Actualización del estado de las tareas de las estaciones.
4. Detección de fallas y generación de respectivos avisos a todas las estaciones.
5. Permitir el control manual de cada estación.

### **4.4 DESCRIPCIÓN GLOBAL DEL PRODUCTO**

#### **4.4.1 Interfaz de usuario**

El usuario entrará en la aplicación desde su dispositivo Android. Luego, el usuario elegirá cual estación desea ser (recordar que cada estación tendrá el control de un robot distinto) y se conectará a la red de estaciones. Una vez que el usuario conecte todos los dispositivos a la red de estaciones, desde cualquier dispositivo, podrá iniciar la producción, indicando la cantidad deseada y el tipo de pieza que desee fabricar.

La interfaz del usuario, será sencilla y fácil de usar, para que una persona que no esté familiarizada con los SMF, en una corta capacitación, pueda entender el funcionamiento del sistema y realizar sus propias secuencias de producción.

#### **4.4.2 Interfaz de hardware**

El sistema interactúa con un Arduino que cuenta con un módulo Bluetooth. Este emite una señal, la cual es captada por los Smartphone.

Otros aparatos con los que interactúa el sistema son: una cinta transportadora, un torno, una fresadora, tres brazos robóticos y un PLC (encargado de controlar la cinta transportadora). Esta interacción es indirecta, ya que la comunicación con cada uno de estos aparatos se logra con el Arduino anteriormente mencionado.

Todos estos dispositivos están en posesión del laboratorio CIM UBB.

#### **4.4.3 Interfaz software**

La aplicación solo interactuará con otros dispositivos con la misma aplicación. Cada uno de estos dispositivos tendrá el control de una estación distinta, es decir: estación 1, estación 2 o PLC.

## 4.5 REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS

### 4.5.1 Requerimientos Funcionales

A continuación se mostrara una tabla con la definición de cada requerimiento y su especificación.

ID	Definición	Especificación
RF_01	Conectar estación vía wi-fi	La aplicación se conecta vía wi-fi a la red de estaciones.
RF_02	Conectar estación vía bluetooth	La aplicación se conecta vía bluetooth al robot asociado.
RF_03	Desconectar estación vía wi-fi	La aplicación debe poder desconectarse de la red cuando el usuario lo desee.
RF_04	Desconectar estación vía bluetooth	La aplicación puede desconectarse de la vinculación bluetooth cuando el usuario lo dese.
RF_05	Enviar tarea	Se envía una tarea de producción para la manufacturación de un producto.
RF_06	Abortar tarea	Todas las estaciones tiene la posibilidad de abortar la acción que están efectuando si así el usuario lo desea.
RF_07	Consultar estado de tarea	Se puede ver cómo está el estado de la tarea de producción y en que estación se está trabajando en todo momento.

RF_08	Actualizar estado de tarea	Constantemente se debe ir actualizado el estado de las tareas de producción.
RF_09	Generar reportes	La aplicación permite que todas las estaciones generen y guarden reportes al final de una producción.
RF_10	Ver reportes	La aplicación permite que todas las estaciones vean los reportes almacenados de producciones anteriores guardadas.
RF_11	Enviar mensajes	Envío automático de mensajes vía wi-fi indicando el estado de la estación.
RF_12	Recibir mensajes	Recibo automático de mensajes vía wi-fi.
RF_13	Enviar comandos	Todas las estaciones son capaces de enviar comandos de control vía bluetooth a los robots que tienen asociados.
RF_14	Activar bluetooth	La aplicación es capaz de darle la opción al usuario de la activación del bluetooth de su dispositivo.
RF_15	Desactivar bluetooth	La aplicación es capaz de darle la opción al usuario de la desconexión del bluetooth de su dispositivo.
RF_16	Conexión de bluetooth manual	La aplicación permite al usuario conectarse manualmente a un dispositivo bluetooth.

RF_17	Escaneo de bluetooth	Se puede buscar dispositivos bluetooth cercanos para luego vincularse a estos.
RF_18	Ingreso de IP	El usuario puede ingresar la IP de la estación server que se va a conectar.
RF_19	Validación de IP	El sistema debe poder validar la IP ingresada.
RF_20	Mostrar comunicación wi-fi	Se muestra en pantalla la comunicación wi-fi que ocurre entre los dispositivos.
RF_21	Mostrar comunicación bluetooth	Se muestra en pantalla la comunicación bluetooth que ocurre entre el dispositivo y su robot asociado.
RF_22	Activar modo local	La aplicación permite al usuario en todo momento pasar a modo local.
RF_23	Activar modo remoto	La aplicación entra en modo remoto para conectarse a la red de estaciones.
RF_24	Notificar si algún dispositivo perdió conexión bluetooth	Todos los dispositivos reciben notificaciones si alguna estación perdió conectividad bluetooth
RF_25	Notificar si algún dispositivo perdió conexión wi-fi	Todos los dispositivos reciben notificaciones si alguna estación perdió conexión wi-fi.

**Tabla 2: Requerimientos funcionales**

#### 4.5.2 Requerimientos no Funcionales

Aquí se detallan los requerimientos de calidad del producto.

ID	Definición	Especificación
RNF_01	Amigable con el usuario	Debe tener un diseño sencillo para el usuario, así este logrará identificar las funcionalidades de la aplicación gracias a los nombres y los logos que puede apreciar.
RNF_02	Buen tiempo de ejecución	La comunicación vía bluetooth y vía wi-fi debe ser rápida y eficiente.
RNF_03	Compatible con la mayoría dispositivos	Compatible con dispositivos que van desde el Android 4.0.3 en adelante, que equivale al 99.2% de los equipos usados en la actualidad.
RNF_04	Visualmente agradable para el usuario	El usuario debe sentirse a gusto con la aplicación, esto incluye todos los aspectos visuales como la paleta de colores y el diseño de las interfaces y botones.
RNF_04	Escasa cantidad de fallos	La aplicación por sí sola, ni en sus funcionalidades no debe dar fallos. Se dice “por sí sola”, ya que pueden haber fallas en los robots que no dependen ni de la aplicación ni del dispositivo.  En el caso de que ocurra un fallo en el robot, el usuario

		también debe ser capaz de activar el modo manual para enviar comandos de control a su robot y así lograr reparar las posibles fallas.
--	--	---

**Tabla 3: Requisitos no funcionales**

### 4.5.3 Interfaces externas de entrada

Identificador	Nombre del ítem.	Detalle de Datos contenidos en ítem
DE_01	Inicio Producción	Cantidad, tipo de pieza
DE_02	Envío mensaje	Mensaje
DE_03	Envío comando	Comando

**Tabla 4: Interfaces externas de entrada**

### 4.5.4 Interfaces externas de salida

Identificador	Nombre del ítem.	Detalle de Datos contenidos en ítem	Medio Salida
IS_01	Mensaje recibido por estación desde el emisor del inicio de producción	Tare de inicio de producción enviada desde cualquier dispositivo	Pantalla
IS_02	Mensaje recibido por estación desde red de estaciones	Respuesta enviada por estación	Pantalla
IS_03	Mensaje recibido por estación desde el robot	Respuesta enviada por el robot	Pantalla

**Tabla 5: Interfaces externas de salida**

#### **4.5.5 Atributos del producto**

- **USABILIDAD – OPERABILIDAD**  
La aplicación será amigable con el usuario, y poseerá una facilidad en su uso que permitirá a un usuario que no esté familiarizado con los SMF, aprender a utilizar a la aplicación en poco tiempo y poder generar sus propias secuencias de producción.
- **EFICIENCIA – TIEMPO DE EJECUCION**  
El sistema debe funcionar de manera rápida y eficaz, garantizando que toda la mensajería sea enviada y recibida correctamente. La red de estaciones debe estar en funcionamiento continuo por lo menos 30 minutos.
- **FUNCIONALIDAD – RESPUESTA ANTE FALLAS**  
Ante eventuales fallas, la red de estaciones enviará un aviso. El sistema puede seguir funcionando mientras el usuario repara la falla. También el usuario puede optar al control manual de las estaciones si el problema persiste.

#### **4.6 HERRAMIENTAS NECESARIAS**

A continuación se mostraran las herramientas de software para la fabricación de la aplicación y la creación del posterior informe. También se indicará los modelos de piezas de hardware que se utilizarán, los cuales, como ya se ha mencionado, están en posesión del laboratorio CIM UBB.

##### **4.6.1 Especificación de Hardware**

- Placa Arduino UNO
- Módulo Bluetooth HC-05
- Dos Brazos robóticos Scorbot ER5+ y un brazo Scorbot ER9
- Fresadora de control numérico computarizado Benchmann 2000

#### 4.6.2 Especificación de Software

Para la realización de este proyecto son usados los siguientes softwares:

Software	Detalle de herramienta
Android Studio	Software oficial para el desarrollo de aplicaciones en el sistema operativo Android y de uso gratuito.  Disponible para plataformas Microsoft Windows, macOS y GNU/Linux.
Dia	Software diseñado para la creación de diagramas. Para este proyecto, con esta herramienta se crearán los UML, Casos de Uso y diagramas de secuencias.
Microsoft Office Picture Manager	Software de ofimática perteneciente a Microsoft Office, cuyo propósito es facilitar la edición, modificación y creación de imágenes y fotografías. Este software es utilizado en este proyecto para el diseño de logos de la aplicación.
Qube for Screenshots	Aplicación gratuita de Google Play, utilizado en este proyecto para generar capturas de pantalla de los dispositivos que usan la aplicación.

Tabla 6: Especificación de Software

#### 4.6.3 Lenguaje de programación Utilizado

El lenguaje de programación utilizado en este proyecto es el lenguaje JAVA, ya que es este el lenguaje oficial de programación para el software Android Studio. Además que su programación orientada a objeto (POO) facilita emular el sistema de control del SMF del CIM UBB.

## **5 FACTIBILIDAD**

---

### **5.1 FACTIBILIDAD TÉCNICA**

La aplicación será desarrollada en Android Studio, ya que es una tecnología para trabajar en dispositivos móviles. Este software de programación es el oficial para el desarrollo Android y se encuentra de forma gratuita en su página web oficial.

También es necesario contar con aparatos celulares que usen el sistema operativo Android 4.0.3 o superior.

### **5.2 FACTIBILIDAD OPERATIVA**

El sistema a desarrollar provocará un cambio en la manera de generar productos, por lo que se contemplará en la planificación un tiempo de capacitación y aprendizaje para que el encargado se familiarice con la nueva forma de trabajar.

El funcionamiento del sistema de manufactura flexible de forma descentralizada se verá (desde una vista externa del proceso) casi idéntica a la fabricación de piezas de manufactura en sistema centralizado, salvo por el hecho de que habrán menos dispositivos funcionando debido a la ausencia de un Smartphone actuando como Manager. Se apreciará la diferencia al solicitar la manufactura de una pieza (en el modelo centralizado, se efectúa constantemente instrucciones a cada estación en particular) y al momento suceder algún imprevisto, como la caída de alguna estación, se verán la diferencia en las operaciones y avisos correspondientes que efectuará el sistema.

En cuanto a los tiempos de producción se apreciará una leve diferencia de tiempo de producción total, con respecto al antiguo sistema, cuando el proceso no tiene fallas, y una diferencia de tiempo de producción total moderada al suceder fallas. Esto último se mostrará en profundidad en la tabla a continuación:

### 5.2.1 Tabla comparativa de tiempos: Sistema actual vs Aplicación creada

En la siguiente tabla se compara el tiempo de producción total en distintos escenarios. Se comparará el software OpenCIM con la aplicación creada en este proyecto llamada CIM DES. Se mostrará, los escenarios de producción y fallas más comunes que se pueden generar en el laboratorio CIM UBB.

<b>Escenarios</b>	<b>Software OpenCIM</b>	<b>Aplicación CIM DES</b>
1. Producción de una pieza tipo “UBB”.	10 min.	9 min.
2. Producción de dos piezas tipo “UBB”.	19 min.	17 min.
3. En producción de una pieza tipo “UBB”. Falla en el PLC, al momento de estar extrayendo una pieza.	20 min.	9 min.
4. En producción de una pieza tipo “UBB”. Falla en manufactura, al momento de estar extrayendo una pieza.	20 min.	9 min.
5. En producción de una pieza tipo “UBB”. Falla en manufactura cuando la pieza se está fabricando.	20 min.	18 min.

Tabla 7: Sistema actual vs Aplicación creada

### 5.2.2 Detalle de escenarios

1. En este escenario se envía a producir una pieza de madera con las siglas “UBB”. Se aprecia una ligera diferencia de tiempo, ya que, si bien el funcionamiento de los robots es idéntico en ambos sistemas, la interfaz de la aplicación creada es más sencilla y amigable para el usuario, lo que da alrededor de 1 o 2 minutos menos de tiempo para iniciar la producción.
2. En este escenario se envían a producir dos piezas de madera con las siglas “UBB”. En ambos casos. se puede apreciar una disminución de tiempo, en comparación, con repetir el escenario numero 1 dos veces. Esto ocurre porque en una producción en serie, cuando la segunda pieza empieza a producirse, la maquinaria y la cinta ya están funcionamiento y los brazos ya están en posición de extraer una nueva pieza, lo que permite que la segunda pieza tarde entre 1 y 2 minutos menos de tiempo.
3. En este escenario ocurre una falla en el PLC, el cual controla la cinta transportadora. Esta falla ocurre mientras la pieza se está extrayendo. En el caso del software OpenCIM, se debe apagar el sistema, reparar la falla y luego reiniciar el sistema de nuevo. En el caso de la aplicación CIM DES, se puede reparar la falla mientras el sistema está funcionando, por lo que no se pierde el tiempo.
4. En este escenario ocurre una falla en la estación de manufactura mientras la pieza se está extrayendo. En el caso del software OpenCIM, se debe apagar el sistema, reparar la falla y luego reiniciar el sistema de nuevo. En el caso de la aplicación CIM DES, se puede reparar la falla mientras el sistema continúa funcionando, sin perder tiempo.
5. En este escenario ocurre una falla mientras la pieza se está fabricando, lo que estropea el proceso en ambos casos, por lo cual se debe reiniciar la producción en ambos casos, si se desea continuar con la producción automática. Se debe destacar que la aplicación creada, cuenta con una modalidad manual, con la cual el usuario, en el caso de esta falla, pueda continuar los procesos manualmente hasta que estos terminen.

Se debe tener en cuenta que en los puntos 3, 4 y 5 se ejemplifica con fallas que el usuario pueda reparar, como es el caso de fallas en el Smartphone, desconexiones bluetooth del robot o problemas menores en los robots, como desconexiones accidentales.

### 5.3 FACTIBILIDAD ECONÓMICA

Para la realización del proyecto, los elementos necesarios como placas Arduino con módulos Bluetooth y Smartphone, ya se poseen en el laboratorio CIM UBB, y están totalmente operativos, también las estaciones de trabajo (célula flexible de almacenamiento, manufactura, control de calidad y PLC) están operativas.

De todos modos para la implementación en una industria real que ya posee las estaciones de trabajo, se mostrará en la siguiente tabla la inversión mínima a realizar.

#### 5.3.1 Tabla inversión mínima

Hardware	Cantidad	Precio C/U	TOTAL
Placa Arduino UNO	3	\$ 10.000 CLP	\$ 30.000 CLP
Modulo bluetooth	3	\$ 5.000 CLP	\$ 15.000 CLP
Smartphone, con sistema Android 4.2.2 (mínimo disponible en el mercado actual)	3	\$ 30.000 CLP	\$ 90.000 CLP
<b>TOTAL inversión</b>			<b>\$ 135.000 CLP</b>

Tabla 8: Tabla inversión mínima

Este presupuesto es considerado que se operará sobre tres estaciones dejando de lado la estación de control de calidad. En el caso que se incluya esta estación el precio del proyecto asciende a **\$ 180.000 CLP**.

### 5.4 CONCLUSIÓN FACTIBILIDAD

Se concluye que para este caso el proyecto es completamente factible ya que el laboratorio CIM UBB cuenta con todos los implementos para que este proyecto se realice sin ningún costo extra. De todos modos como se menciona anteriormente, se muestra el costo del proyecto para el caso que el laboratorio no cuente con los implementos.

## 6 ANÁLISIS

### 6.1 DIAGRAMAS DE CASOS DE USO

A continuación se efectúa un análisis basado en diagramas de caso de uso.

#### 6.1.1 Actores

La aplicación cuenta con una modalidad, que es la de “Usuario estación”, por lo que solo va a existir un tipo de actor.

Actor	Rol	Nivel de conocimientos requeridos	Nivel de conocimientos de sistema
Estación usuario	<p>Enviar la orden de inicio de una secuencia de producción.</p> <p>Envío mensajería vía wi-fi informado detalles del estado de la tarea a las otras estaciones.</p> <p>Generar reportes de la producción final.</p> <p>Controla al robot asociado a su estación.</p>	<p>Nivel computacional básico.</p> <p>Nivel operativo de dispositivos Smartphone básico.</p>	<p>En modo remoto, puede observar la mensajería wi-fi, proveniente de las otras estaciones.</p> <p>También puede ver la mensajería bluetooth que se produce entre el dispositivo y el robot.</p> <p>Puede generar y ver reportes de producción.</p> <p>En modo local puede manejar de manera manual a un robot.</p>

Tabla 9: Especificación de Actor en Caso de Uso

### 6.1.2 Diagrama de Usuario Estación.

Se presentan los casos de uso, a través de los cuales se describirán las tareas y actividades que puede realizar el Usuario Estación en el sistema.

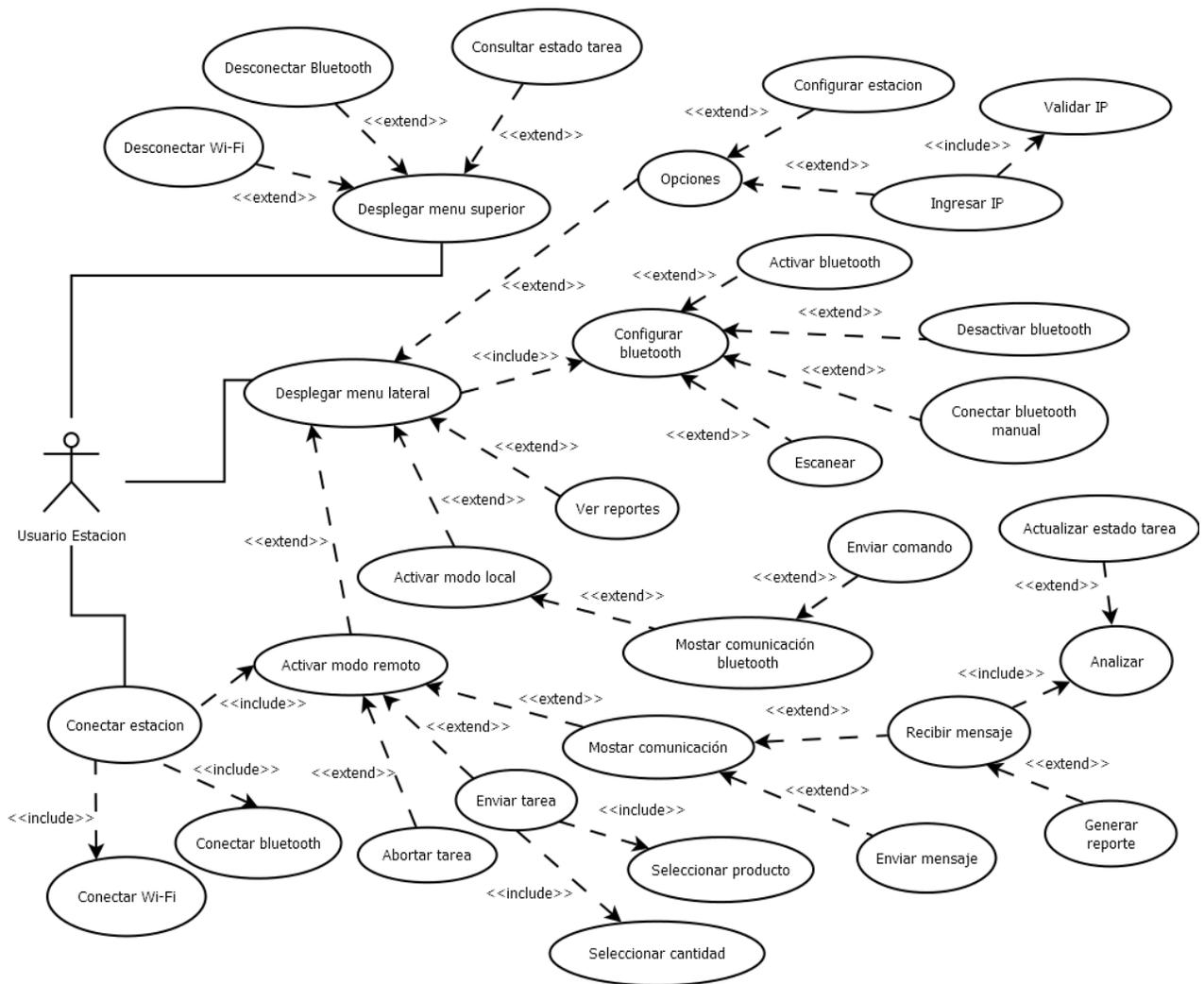


Figura 4: Diagrama Caso de Uso, Usuario Estación

### 6.1.3 Especificación de Caso de uso

1. **Caso de uso:** <Conectar estación>.

**Actores:** Usuario Estación.

**Objetivo:** Conectar estación la red de estaciones.

**Descripción:** El usuario selecciona la estación a controlar por el dispositivo y se conecta a la red de estaciones.

**Pre-condiciones:** El dispositivo debe estar conectado a la misma red wi-fi en la que están conectadas las demás estaciones. El bluetooth a conectar debe estar previamente configurado y habilitado.

**Post condiciones:** La aplicación queda conectada a la red de estaciones y al robot.

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. El usuario selecciona la estación que desee, y presiona enviar.	2. Se despliega un dialogo preguntado si se desea ejecutar en modo remoto o local
3. El usuario elije el modo remoto y aprieta "ok".	4. La aplicación se conecta a la red de estaciones y al bluetooth conectado al robot.

Tabla 10: Caso de uso <Conectar estación>

**Flujos alternos:**

3.a- El usuario selecciona modo local.

3.b- El usuario selecciona "cancelar".

4.a- La aplicación no logra conectarse a la red de estaciones.

4.b- La aplicación no logra conectarse al bluetooth.

2. **Caso de uso:** <Conectar wi-fi>.

**Actores:** No aplica.

**Objetivo:** Conectarse vía wi-fi a la red de estaciones.

**Descripción:** La aplicación se conecta vía wi-fi a un servidor, el cual puede estar en cualquier estación de la red.

**Pre-condiciones:** El dispositivo debe estar conectado a la misma red wi-fi en la que están conectadas las demás estaciones.

**Post condiciones:** La aplicación queda conectada vía wi-fi.

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. No aplica	2. Se envía una solicitud de conexión a la dirección ip que corresponderá al server que mantendrá la red, el cual puede ser cualquier estación.
3. No aplica	4. Se realiza la conexión.

Tabla 11: Caso de uso <Conectar wi-fi>

**Flujos alternos:**

4.a- La aplicación no logra conectarse a la red, y se muestra el respectivo mensaje de fallo de conexión.

3. **Caso de uso:** <Conectar bluetooth>.

**Actores:** No aplica.

**Objetivo:** Conectarse al robot a través de bluetooth.

**Descripción:** La aplicación se conecta al dispositivo bluetooth conectado al robot.

**Pre-condiciones:** Se debe haber configurado el dispositivo asociado en el menú de opciones.

**Post condiciones:** La aplicación queda conectada al robot vía bluetooth.

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. No aplica	2. Se envía una solicitud de conexión bluetooth, asociado a la dirección MAC previamente configurada.
3. No aplica	4. Se realiza la conexión bluetooth.

Tabla 12: Caso de uso <Conectar bluetooth>

**Flujos alternos:**

4.a- La aplicación no logra conectarse vía bluetooth, y se muestra el respectivo mensaje de fallo de conexión.

4. **Caso de uso:** <Desplegar menú superior>.

**Actores:** Usuario Estación.

**Objetivo:** Visualizar el menú ubicado a la derecha de la pantalla.

**Descripción:** El usuario abre el menú presionando el icono ubicado en la parte superior derecha de la pantalla táctil,

**Pre-condiciones:** El usuario debe haber escogido previamente una modalidad, ya sea “local” o “remoto”.

**Post condiciones:** No aplica

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. El usuario presiona el icono de “settings”, que visualmente son tres puntos alineados en vertical.	2. Se despliega en menú y las respectivas opciones

Tabla 13: Caso de uso <Desplegar menú superior>

**Flujos alternos:** No aplica.

5. **Caso de uso:** <Desconectar Wi-Fi>.

**Actores:** Usuario Estación.

**Objetivo:** El usuario se sale de la red de estaciones.

**Descripción:** El usuario dentro del menú superior selecciona la desconexión wi-fi.

**Pre-condiciones:** La aplicación debe estar previamente conectada a la red de estaciones.

**Post condiciones:** La aplicación queda desconectada de la red de estaciones.

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. El usuario dentro del menú superior presiona “Desconectar wifi”.	2. Se despliega un dialogo preguntado si se desea desconectar.
3. El usuario presiona “si”.	4. La aplicación muestra un mensaje indicando que se detuvo la comunicación wi-fi.

Tabla 14: Caso de uso <Desconectar WI-FI>

**Flujos alternos:**

3.a- El usuario presiona “no”.

4.a- La aplicación no logra desconectarse de la red de estaciones.

6. **Caso de uso:** <Desconectar bluetooth>.

**Actores:** Usuario Estación.

**Objetivo:** Detener la comunicación bluetooth entre el usuario y el robot.

**Descripción:** El usuario dentro del menú superior selecciona desconexión bluetooth.

**Pre-condiciones:** El dispositivo debe estar conectado vía bluetooth al robot.

**Post condiciones:** La aplicación queda desconectada del bluetooth del robot.

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. El usuario dentro del menú superior presiona “Desconectar bluetooth”.	2. Se despliega un dialogo preguntado si se desea desconectar.
3. El usuario presiona “si”.	4. La aplicación muestra un mensaje indicando que se detuvo la comunicación bluetooth.

Tabla 15: Caso de uso <Desconectar bluetooth>

**Flujos alternos:**

3.a- El usuario presiona “no”.

4.a- La aplicación no logra desconectarse del bluetooth del robot.

7. **Caso de uso:** <Consultar estado tarea>.

**Actores:** Usuario Estación.

**Objetivo:** Consultar que tarea está realizando el sistema y el estado de esta.

**Descripción:** El usuario puede consultar detalles sobre la tarea que está realizando el sistema en todo momento, ya sea una tarea que su estación esté realizando o una tarea correspondiente a otra estación. Los detalles mostrados son: código de producto, nombre del producto, estación trabajando, tarea actual, estado de la estación e inicio de producción.

**Pre-condiciones:** Debe existir una tarea en proceso.

**Post condiciones:** No aplica.

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. El usuario dentro del menú superior presiona “Estado de tarea actual”.	2. Se despliega un dialogo preguntado si se desea ejecutar en modo remoto o local
3. El usuario presiona “ok”.	4. El mensaje se oculta.

Tabla 16: Caso de uso <Consultar estado tarea>

**Flujos alternos:**

3.a- Si no hay una tarea en proceso aparece el mensaje “sin producción”.

8. **Caso de uso:** <Desplegar menú lateral>.

**Actores:** Usuario Estación.

**Objetivo:** Visualizar menú ubicado a la izquierda de la pantalla.

**Descripción:** El usuario abre el menú presionando el icono ubicado en la parte superior izquierda de la pantalla táctil, o bien desliza su dedo de izquierda a derecha, desde el lateral izquierdo de la pantalla táctil.

**Pre-condiciones:** No aplica.

**Post condiciones:** No aplica.

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. El usuario presiona el icono de menú.	2. Se despliega en menú lateral y las respectivas opciones

Tabla 17: Caso de uso <Desplegar menú lateral >

**Flujos alternos:** No aplica.

9. **Caso de uso:** <Activar modo remoto>.

**Actores:** Usuario Estación.

**Objetivo:** El dispositivo queda conectado a la red de estaciones y listo para recibir instrucciones o iniciar una producción.

**Descripción:** El usuario al conectar la estación escoge el modo remoto. También se puede cambiar a remoto dentro del menú lateral.

**Pre-condiciones:** El dispositivo debe estar conectado vía wi-fi y bluetooth.

**Post condiciones:** La aplicación queda funcionando en modo remoto.

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. El usuario al conectarse a la red de estaciones escoge el modo remoto y pulsa “ok”. También puede entrar en el menú lateral y escoger “cambiar a remota”	2. La aplicación se conectara a la ip del server escrita previamente las opciones menú lateral.

Tabla 18: Caso de uso <Activar modo remoto>

**Flujos alternos:**

3.a- El usuario selecciona modo local.

3.b- El usuario selecciona “cancelar”.

10. **Caso de uso:** <Abortar tarea>.

**Actores:** Usuario Estación.

**Objetivo:** Cancelar tarea en ejecución.

**Descripción:** El usuario puede presionar el botón “abortar” para cancelar la tarea que este ejecutando. Cada estación solo puede abortar su tarea, no la tarea de las otras estaciones.

**Pre-condiciones:** El dispositivo debe estar conectado en la red de estaciones y debe haber una tarea ejecutándose en la estación suya.

**Post condiciones:** La tarea es abortada.

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. El usuario presiona el botón “abortar”	2. Se envía un comando especial al robot de cancelación de tareas.

Tabla 19: Caso de uso <Abortar tarea>

**Flujos alternos:** No aplica.

11. **Caso de uso:** <Enviar tarea>.

**Actores:** Usuario Estación.

**Objetivo:** Indicar el inicio de manufactura de un producto.

**Descripción:** El usuario al presionar el botón “Enviar” en la pantalla, cuando está en modo remoto, marca el comienzo de la producción de manufactura.

**Pre-condiciones:** El dispositivo debe estar conectado a la red de estaciones.

**Post condiciones:** Inicio de producción.

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. El usuario selecciona la cantidad deseada y el tipo de pieza a producir. Luego presiona el botón “Enviar”	2. El mensaje y los respectivos datos que contiene (pieza y cantidad) es escuchado por todas las estaciones y comienzan a efectuar la producción.

Tabla 20: Caso de uso <Enviar tarea>

**Flujos alternos:** No aplica.

12. **Caso de uso:** <Seleccionar cantidad>.

**Actores:** Usuario Estación.

**Objetivo:** Seleccionar cantidad de productos.

**Descripción:** El usuario selecciona la cantidad de productos que el sistema va a producir.

**Pre-condiciones:** El dispositivo debe estar conectado a la red de estaciones.

**Post condiciones:** La cantidad elegida queda seleccionada en la pantalla.

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. El usuario presiona en el spinner superior que tiene preseleccionado "cantidad: 1".	2. Se despliega un dialogo para seleccionar la cantidad deseada.
3. El usuario selecciona la cantidad,	4. Se guarda el número escogido.

Tabla 21: Caso de uso <Seleccionar cantidad>

**Flujos alternos:** No aplica.

13. **Caso de uso:** <Seleccionar producto>.

**Actores:** Usuario Estación.

**Objetivo:** Seleccionar cual producto se va a producir.

**Descripción:** El usuario selecciona cual producto se enviará a manufacturar.

**Pre-condiciones:** El dispositivo debe estar conectado a la red de estaciones.

**Post condiciones:** El producto elegido queda seleccionado en la pantalla.

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. El usuario presiona en el spinner superior izquierdo, que tiene preseleccionado el producto “uno”.	2. Se despliega el spinner completo, con todos los productos posibles a producir.
3. El usuario selecciona el producto deseado.	4. Se guarda el producto escogido.

Tabla 22: Caso de uso <Seleccionar producto>

**Flujos alternos:** No aplica.

14. **Caso de uso:** <Mostrar Comunicación>.

**Actores:** No aplica.

**Objetivo:** Se muestran en pantalla los mensajes enviados por las estaciones.

**Descripción:** El sistema muestra en pantalla dos recuadros, uno para los mensajes recibidos de wi-fi y bluetooth, otro recuadro para los mensajes enviados vía bluetooth al robot.

**Pre-condiciones:** Para que se pueda visualizar alguna mensajería en los recuadros de debe haber enviado alguna tarea a producir.

**Post condiciones:** No aplica.

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. No aplica	2. Se muestra en pantalla los mensajes vía bluetooth y wi-fi.

Tabla 23: Caso de uso <Mostrar Comunicación>

**Flujos alternos:** No aplica.

15. **Caso de uso:** <Enviar mensaje>.

**Actores:** No aplica.

**Objetivo:** Envío automático de mensajes.

**Descripción:** Cada estación, cuando está realizando alguna tarea, envía automáticamente mensajes, indicando el estado de esta y que tarea que se está realizando. Esto incluye el envío de mensajes en caso de problemas como la perdida de conexión bluetooth de una estación.

**Pre-condiciones:** Deben estar las estaciones conectadas a la red de estaciones.

**Post condiciones:** No aplica.

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. No aplica	2. Se envía automáticamente mensajes vía wi-fi a todas las estaciones.

Tabla 24: Caso de uso <Enviar mensaje>

**Flujos alternos:** No aplica

16. **Caso de uso:** <Recibir mensaje>.

**Actores:** No aplica.

**Objetivo:** Recibo de mensajes.

**Descripción:** Cada estación recibe todos los mensajes enviados por parte de las estaciones.

**Pre-condiciones:** Deben estar las estaciones conectadas a la red de estaciones.

**Post condiciones:** No aplica.

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. No aplica	2. Se reciben mensajes vía wi-fi provenientes de todas las estaciones.

Tabla 25: Caso de uso <Recibir mensaje>

**Flujos alternos:** No aplica.

17. **Caso de uso:** <Analizar>.

**Actores:** No aplica.

**Objetivo:** Análisis de mensajes.

**Descripción:** Cada estación analiza los mensajes que recibe, para entregar una respuesta, ya sea una actualización de una tarea o el inicio de una acción por parte del robot.

**Pre-condiciones:** Deben estar conectados a la red de estaciones.

**Post condiciones:** Se actualiza el estado de la tarea. Dependiendo del mensaje puede iniciarse de una acción por parte del robot.

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. No aplica	2. Se analizan los mensajes recibidos y se ejecuta una acción dependiendo del mensaje.

Tabla 26: Caso de uso <Analizar>

**Flujos alternos:** No aplica.

18. **Caso de uso:** <Actualizar estado tarea>.

**Actores:** No aplica.

**Objetivo:** Actualizar la tarea.

**Descripción:** Luego del análisis del mensaje recibido el sistema actualiza la tarea que se esté realizando, la cual se puede ver presionando sobre “Consultar estado tarea” en el menú.

**Pre-condiciones:** Debe existir una tarea en proceso y que se haya efectuado un cambio de estado de esta.

**Post condiciones:** La tarea queda actualizada.

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. No aplica	2. En base al análisis previo el sistema actualiza los datos de la respectiva tarea.

Tabla 27: Caso de uso <Actualizar estado tarea>

**Flujos alternos:** No aplica.

19. **Caso de uso:** <Generar reporte>.

**Actores:** Usuario Estación.

**Objetivo:** Generar el reporte final.

**Descripción:** El usuario tiene la opción de almacenar un reporte final de producción, cuando esta producción haya concluido.

**Pre-condiciones:** Debe haber concluido la producción del producto.

**Post condiciones:** Si se guarda el producto, quedará almacenado un archivo de texto, luego se regresa a la pantalla anterior. Si se elige “no”, solo se volverá a la pantalla anterior.

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. No aplica.	2. Se muestra un reporte final sobre la producción.
3. Presiona “Guardar”	4. Se guarda el informe en un archivo de texto y se vuelve al menú anterior.  Este archivo de texto tendrá de nombre el ID del producto y la fecha.

Tabla 28: Caso de uso <Generar reporte>

**Flujos alternos:**

3.a- Si se presiona “no”, el registro no se guarda.

20. **Caso de uso:** <Activar modo local>.

**Actores:** Usuario Estación.

**Objetivo:** Salir de modo remoto y activar control manual.

**Descripción:** El usuario selecciona entra en modo local, optando también a la opción de salir de la red de estaciones. El fin de este modo es permitir tener control manual del robot.

**Pre-condiciones:** La estación debe estar en modo remoto.

**Post condiciones:** No aplica.

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. El usuario selecciona “modo local”, dentro del menú lateral.	2. Se envía la pregunta si se desea reconectarse a la red de estaciones
3. El usuario responde “cancelar”.	4. La estación sale de la red de estaciones y activa las funciones que permiten el control manual del robot vía bluetooth.

Tabla 29: Caso de uso <Activar modo local>

**Flujos alternos:**

3.a- El usuario puede presionar “ok”, y mantenerse en modo local a la vez de seguir perteneciendo a la red de estaciones. Esta opción solo es recomendada si se desea controlar alguna falla puntual del robot, ya que en modo local y a la vez permaneciendo en la red de estaciones, los comandos de instrucción pueden confundirse.

21. **Caso de uso:** <Mostrar comunicación bluetooth>.

**Actores:** No aplica.

**Objetivo:** Mostrar mensajería bluetooth.

**Descripción:** Se muestra en pantalla los mensajes bluetooth que se generan entre la estación y el robot.

**Pre-condiciones:** Se debe estar en modo local.

**Post condiciones:** No aplica.

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. No aplica	2. Se muestra en pantalla solo los mensajes vía bluetooth que se envía y reciben del robot.

Tabla 30: Caso de uso <Mostrar comunicación bluetooth>

**Flujos alternos:** No aplica.

22. **Caso de uso:** <Enviar comando>.

**Actores:** Usuario Estación.

**Objetivo:** Enviar comandos vía bluetooth.

**Descripción:** El usuario envía una instrucción vía bluetooth al robot.

**Pre-condiciones:** Se debe estar en modo local.

**Post condiciones:** No aplica.

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. El usuario escribe un comando y presiona “enviar”.	2. Se envía, a través de la conexión bluetooth el mensaje al robot.

Tabla 31: Caso de uso <Enviar comando>

**Flujos alternos:** No aplica.

23. **Caso de uso:** <Ver reportes>.

**Actores:** Usuario Estación.

**Objetivo:** Visualizar reportes guardados.

**Descripción:** El usuario puede revisar los reportes de producción anteriores que se tienen guardados.

**Pre-condiciones:** Debe existir algún reporte guardado en el dispositivo.

**Post condiciones:** Se visualiza el reporte.

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. El usuario dentro del menú lateral selecciona la opción “ver reportes”	2. Se muestran en pantalla el listado de reportes almacenados en el dispositivo.
3. El usuario elije el reporte que desea ver.	4. Se muestra la información correspondiente al reporte seleccionado.

Tabla 32: Caso de uso <Ver reportes>

**Flujos alternos:** No aplica.

24. **Caso de uso:** <Configurar bluetooth>.

**Actores:** Usuario Estación.

**Objetivo:** Acceder al menú de configuración de bluetooth.

**Descripción:** El usuario accede al menú de configuración del bluetooth desde el menú lateral.

**Pre-condiciones:** El usuario debe haber seleccionado previamente un modo, ya sea local o remoto.

**Post condiciones:** No aplica

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. El usuario selecciona el icono superior izquierdo para entrar en el menú lateral.	2. Se despliega el respectivo menú.
3. El usuario selecciona la opción "bluetooth".	4. Se muestra en pantalla el menú de bluetooth.

Tabla 33: Caso de uso <Configurar bluetooth>

**Flujos alternos:** No aplica.

25. **Caso de uso:** <Activar bluetooth>.

**Actores:** Usuario Estación.

**Objetivo:** Se activa el bluetooth del dispositivo.

**Descripción:** El usuario puede activar el bluetooth de su dispositivo desde la aplicación.

**Pre-condiciones:** Haber escogido algún modo y tener el bluetooth desactivado.

**Post condiciones:** El dispositivo queda con el bluetooth activado

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. El usuario selecciona "bluetooth" dentro del menú lateral.	2. Se despliega la ventana de opciones de bluetooth, dentro de estas se encuentra en la parte superior un "switch on/off".
3. El usuario presiona "switch on".	4. Se activa el bluetooth y se muestra el mensaje de confirmación de activación.

Tabla 34: Caso de uso <Activar bluetooth>

**Flujos alternos:** No aplica.

26. **Caso de uso:** <Desactivar bluetooth>.

**Actores:** Usuario Estación.

**Objetivo:** Se desactiva el bluetooth del dispositivo.

**Descripción:** El usuario puede desactivar el bluetooth de su dispositivo desde la aplicación.

**Pre-condiciones:** Haber escogido algún modo y tener el bluetooth activado.

**Post condiciones:** El dispositivo queda con el bluetooth desactivado

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. El usuario selecciona "bluetooth" dentro del menú lateral.	2. Se despliega la ventana de opciones de bluetooth, dentro de estas se encuentra en la parte superior un "switch on/off".
3. El usuario presiona "switch off".	4. Se desactiva el bluetooth y se muestra el mensaje de confirmación de desactivación.

Tabla 35: Caso de uso <Desactivar bluetooth >

**Flujos alternos:** No aplica.

27. **Caso de uso:** <Escanear>.

**Actores:** Usuario Estación.

**Objetivo:** Buscar dispositivos bluetooth cercanos.

**Descripción:** El usuario puede buscar dispositivos bluetooth cercanos para luego vincularse a estos.

**Pre-condiciones:** Haber escogido algún modo y tener el bluetooth activado

**Post condiciones:** Listado de dispositivos cercanos.

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. El usuario selecciona "bluetooth" dentro del menú lateral.	2. Se despliega la ventana de opciones de bluetooth.
3. El usuario presiona "Buscar Dispositivos".	4. Se despliega la lista de dispositivos cercanos con su nombre y dirección MAC.

Tabla 36: Caso de uso <Escanear>

**Flujos alternos:**

4.a- Se muestra el mensaje "no se encontraron dispositivos".

28. **Caso de uso:** <Conectar bluetooth manual>.

**Actores:** Usuario Estación.

**Objetivo:** Conectarse vía bluetooth desde la lista de dispositivos emparejados o dispositivos recién encontrados.

**Descripción:** El usuario se conecta vía bluetooth ya sea desde la lista de dispositivos emparejados o dispositivos recién encontrados.

**Pre-condiciones:** Se debe estar en algún modo, tener el bluetooth habilitado y haber realizado la búsqueda de dispositivos.

**Post condiciones:** La aplicación queda conectada al dispositivo bluetooth elegido.

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. El usuario selecciona "bluetooth" dentro del menú lateral.	2. Se despliega la ventana de opciones de bluetooth.
3. El usuario presiona sobre el nombre del dispositivo que se quiere conectar.	4. Se conecta al dispositivo seleccionado.

Tabla 37: Caso de uso <Conectar bluetooth manual>

**Flujos alternos:**

4.a- Se muestra el mensaje "No se pudo conectar al dispositivo".

29. **Caso de uso:** <Opciones>.

**Actores:** Usuario Estación.

**Objetivo:** Acceder al menú de opciones.

**Descripción:** El usuario accede al menú de opciones, que se encuentra dentro del menú lateral

**Pre-condiciones:** No aplica.

**Post condiciones:** Se accede al menú de opciones.

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. El usuario selecciona “opciones”, dentro del menú lateral.	2. Se despliega una nueva pantalla de configuración.

Tabla 38: Caso de uso <Opciones>

**Flujos alternos:** No aplica.

30. **Caso de uso:** <Configurar estación>.

**Actores:** Usuario Estación.

**Objetivo:** Se configura el bluetooth asociado a la estación.

**Descripción:** El usuario selecciona cual dispositivo bluetooth va a estar asociado a que estación.

**Pre-condiciones:** Se debe tener dispositivos bluetooth emparejados.

**Post condiciones:** La información de asociación queda guardada,

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. El usuario selecciona la estación que desee configurar.	2. Se despliega una lista de dispositivos bluetooth asociados al dispositivo.
3. El usuario elije el dispositivo que desea.	4. Se guarda la dirección MAC del dispositivo seleccionado a la estación correspondiente,

Tabla 39: Caso de uso <Configurar estación>

**Flujos alternos:** No aplica.

31. **Caso de uso:** <Ingresar IP>.

**Actores:** Usuario Estación.

**Objetivo:** Configurar la IP a conectarse vía wi-fi.

**Descripción:** El usuario escribe a que IP se conectará, es decir cuál será la IP que efectuará de server para la red de estaciones. Esta IP puede ser la del mismo dispositivo si se desea.

**Pre-condiciones:** Se debe estar en el menú lateral y haber apretado “opciones”.

**Post condiciones:** Se valida la IP.

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. El usuario presiona la opción “Dirección IP”.	2. Se despliega campo para ingresar la IP.
3. El usuario escribe la IP y selecciona aceptar.	4. Se guarda la dirección IP.

Tabla 40: Caso de uso <Ingresar IP>

**Flujos alternos:**

3.a- La dirección IP no es válida.

3.b- El usuario presiona “cancelar”.

4.a- El sistema no logra almacenar la IP.

32. **Caso de uso:** <Validar IP>.

**Actores:** No aplica.

**Objetivo:** Validar IP ingresada.

**Descripción:** La aplicación válida la IP que ingresó el usuario.

**Pre-condiciones:** El usuario debe haber ingresado previamente una dirección IP..

**Post condiciones:** La IP ingresada queda almacenada

**Escenario principal:**

Acción del Actor	Respuesta del sistema
1. No aplica.	2. El sistema válida la IP

Tabla 41: Caso de uso <Validar IP>

**Flujos alternos:**

2.a- Se muestra una notificación si la IP no es válida.

## 7 DISEÑO

### 7.1 DIAGRAMA DE PAQUETES

A continuación se mostrarán los diagramas del conjunto de paquetes. Un paquete es un grupo de clases relacionadas que interactúan entre si y que forman parte de un modelo de alto nivel.

En esta aplicación, estos conjuntos de clases están divididas en tres paquetes que son: Vista, Conexión y Control.

Este diseño está basado en el diseño creado en el proyecto de título de Pavez-Sánchez <sup>[2]</sup>, en donde se modeló la simulación del sistema de control de robot.

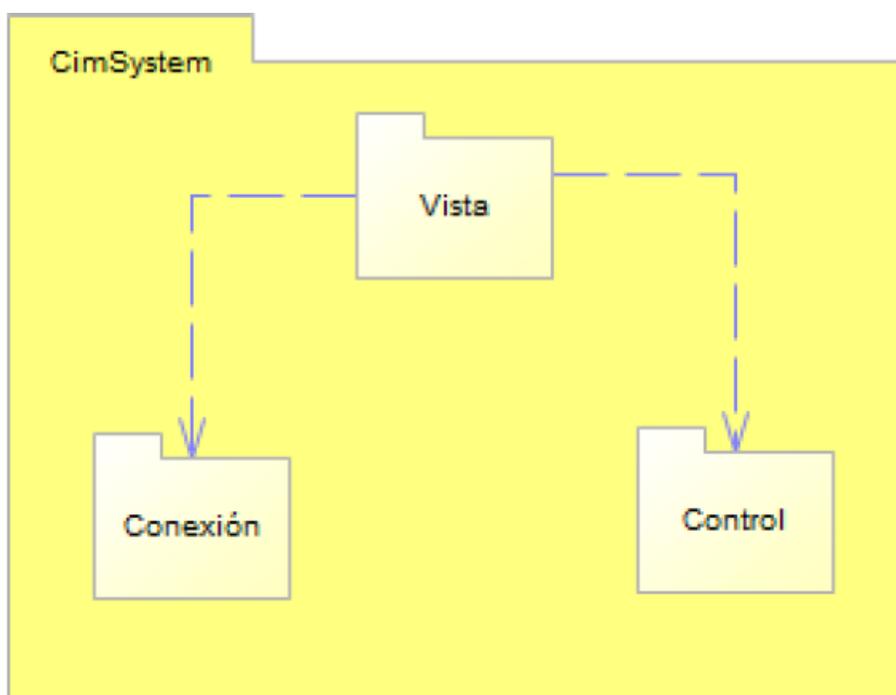


Figura 5: Diagrama de paquetes<sup>4</sup>

En esta imagen se aprecia de manera general el diagrama de paquetes usado.

Cabe destacar que se apreciará más adelante, en el paquete de Control, la existencia de una clase Manager, la cual es la clase central de este paquete, esto no significa la existencia de un “Manager” de sistema como se conoce, sino que es una clase que trabaja como el eje del control de los dispositivos que usa la aplicación de manera individual.

<sup>4</sup>Pavez R. y Sánchez J. (2017), Diagrama de paquetes. *Sistema de gestión de manufactura a través de dispositivos Android* (65). Concepción. Universidad del Bío Bío.

### 7.1.1 Paquete de Vista

Contiene las clases que corresponden a la interfaz gráfica de la aplicación y la interacción con el usuario.

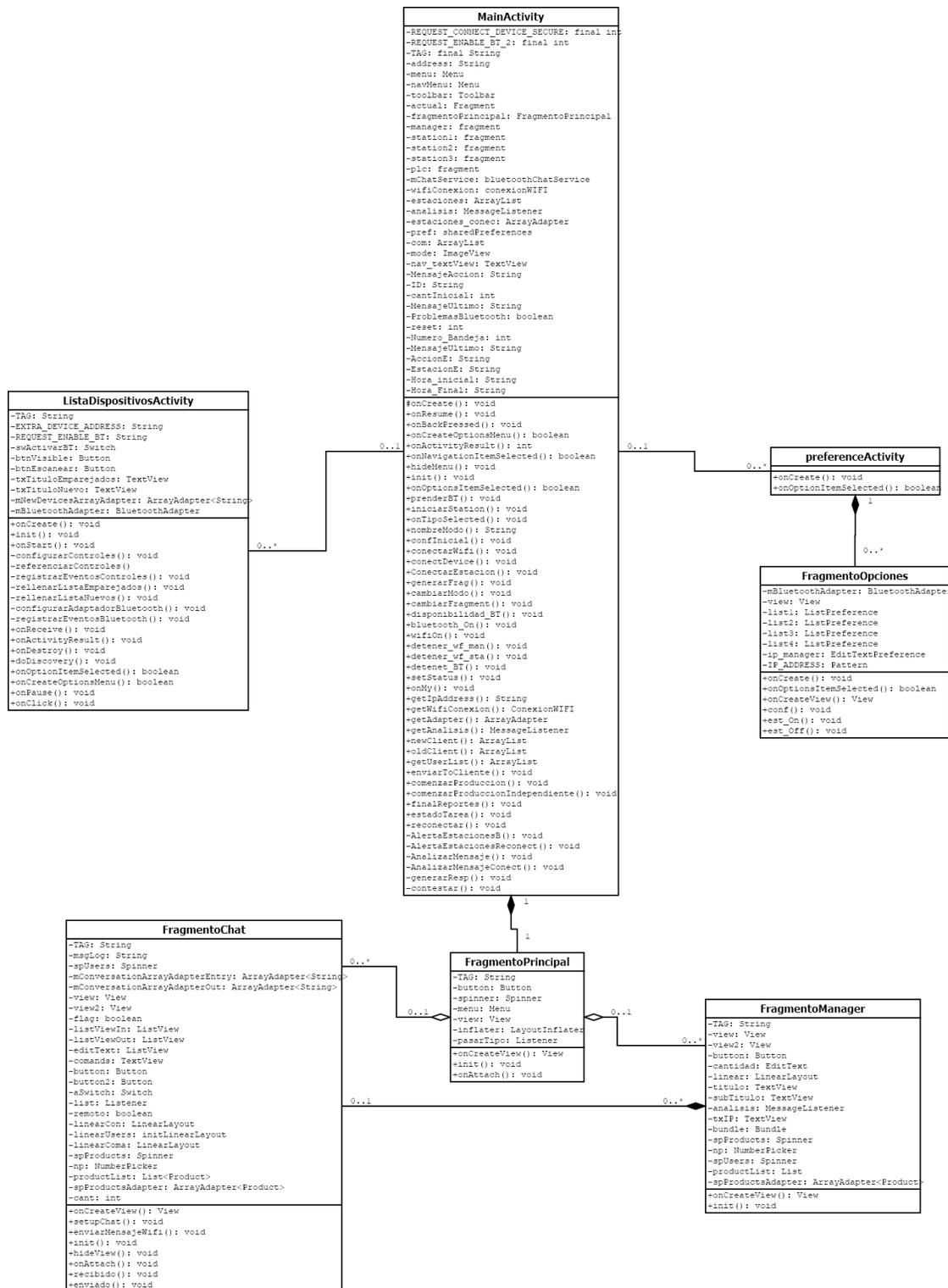


Figura 6: Paquete de Vista

### 7.1.2 Paquete de Conexión

Contiene las clases usadas para las conexiones de la aplicación vía bluetooth y wi-fi.

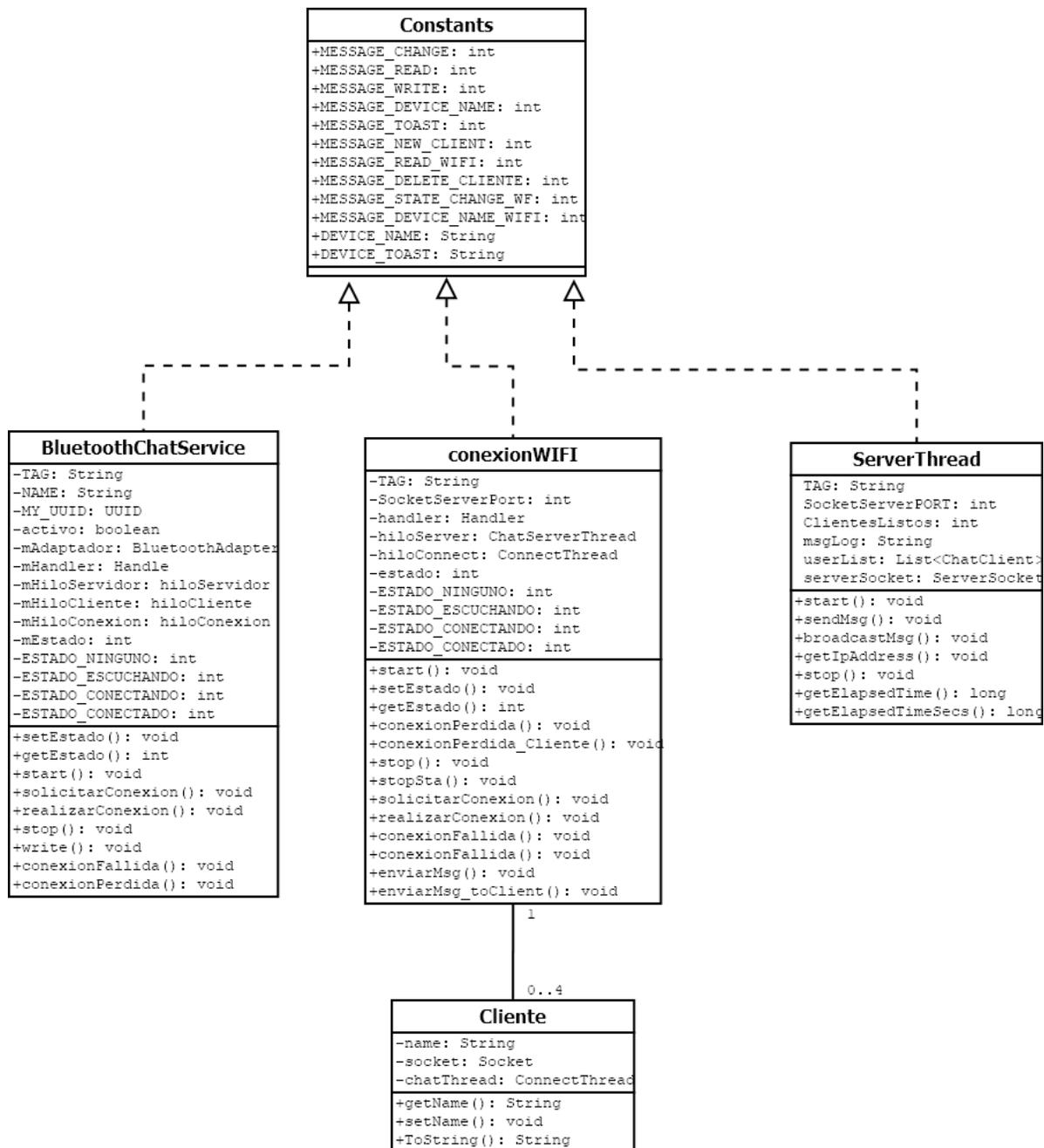


Figura 7: Paquete de Conexión

### 7.1.3 Paquete de Control

Contiene las clases que recrean el control físico de los procesos.

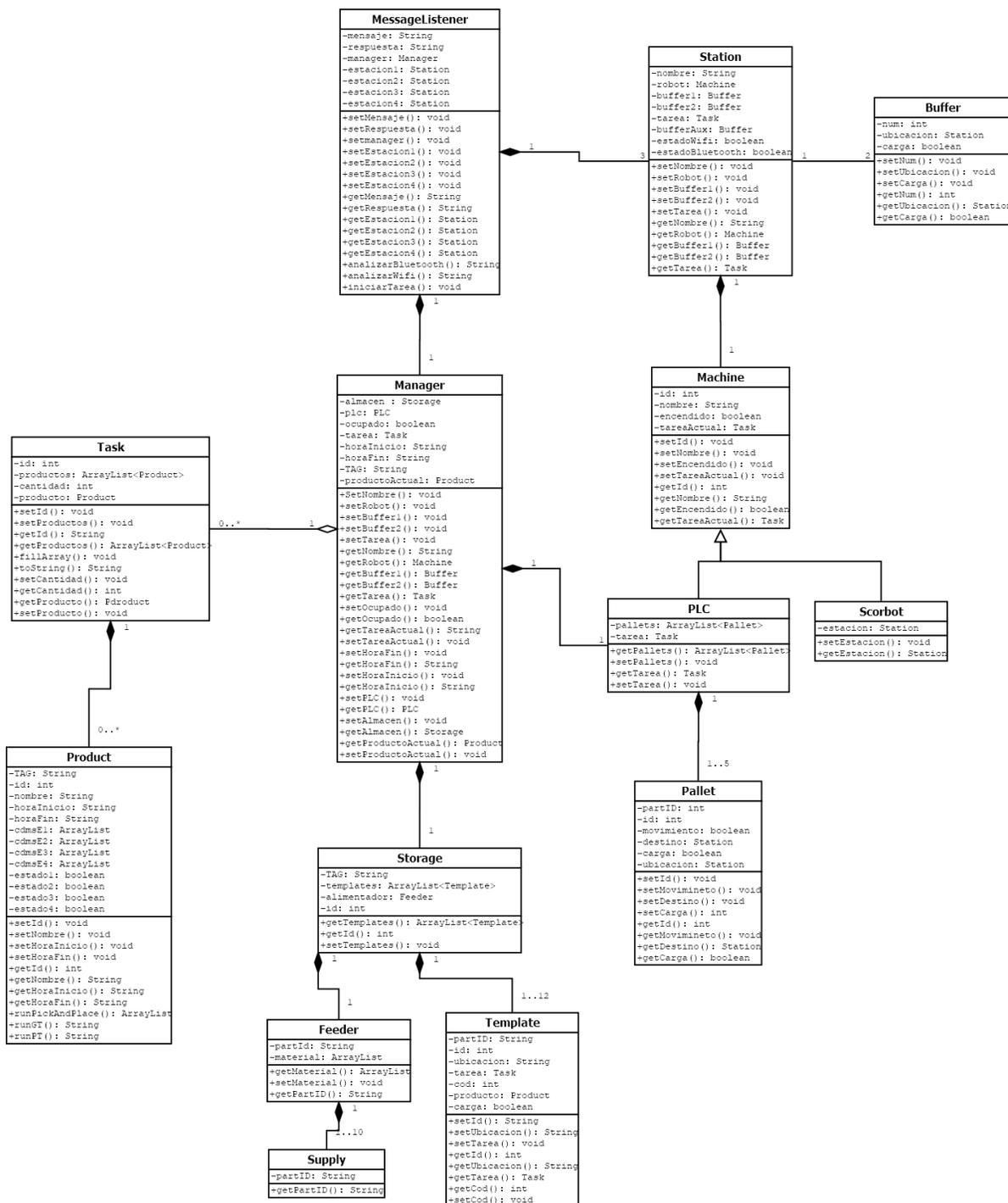


Figura 8: Paquete de Control<sup>5</sup>

<sup>5</sup>Pavez R. y Sánchez J. (2017), Paquete Control. *Sistema de gestión de manufactura a través de dispositivos Android* (68). Concepción. Universidad del Bío Bío.

## 7.2 DIAGRAMA DE SECUENCIAS

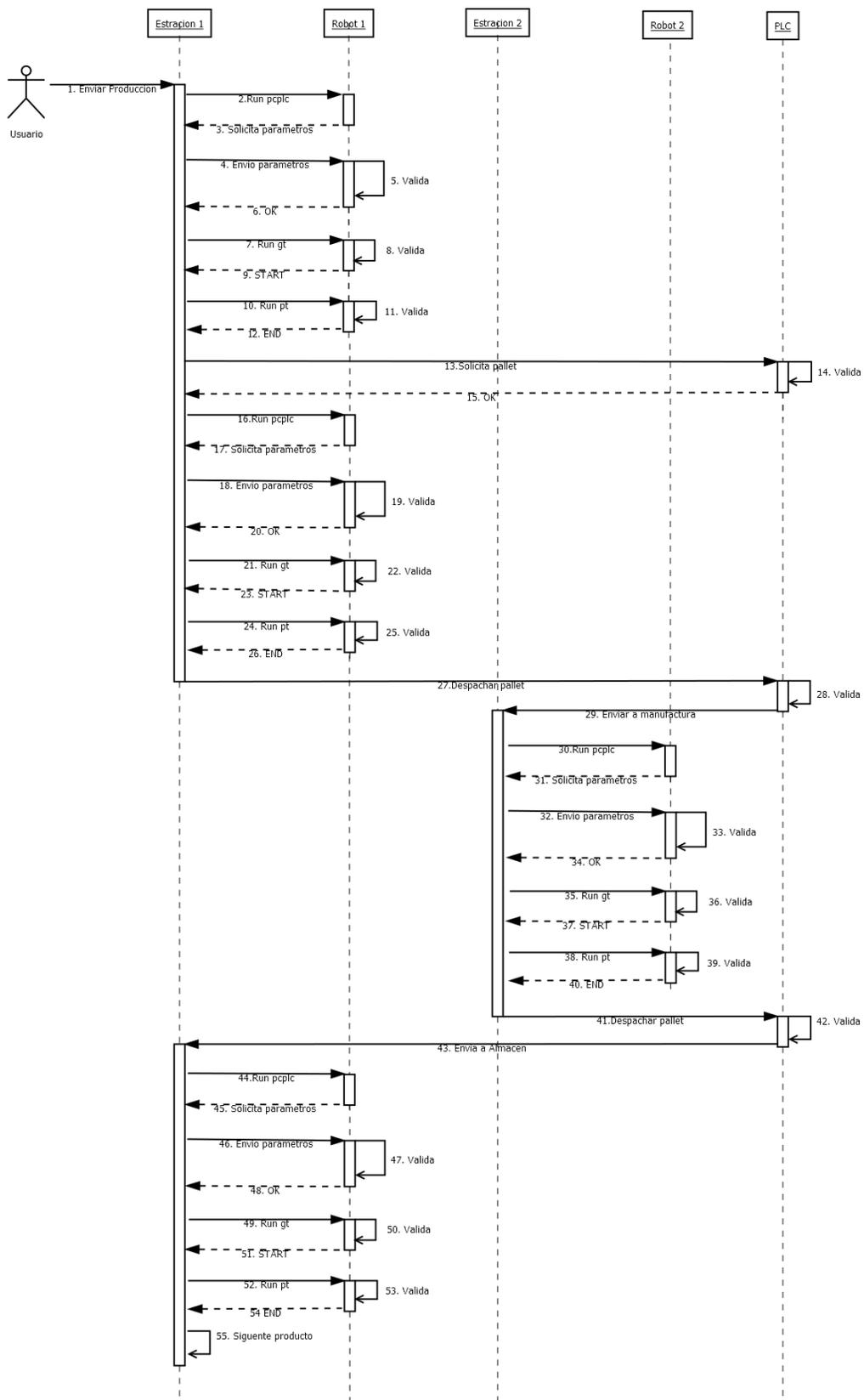


Figura 9: Diagrama de Secuencias

### 7.2.1 Detalle diagrama

En el diagrama de secuencias mostrado, se aprecia las secuencias básicas para la manufacturación de un producto. Este diagrama de secuencias esta resumido, ya que el fin de este diagrama es mostrar cómo interactúan las entidades, es decir las estaciones con los respectivos robots y el PLC.

Se inicia con la entidad usuario, que puede ser cualquier estación, incluido el PLC. Esta entidad envía un “Enviar producción”, con los detalles del producto a fabricar. La primera estación en actuar será la estación 1 que corresponde a la estación de Almacenamiento y Materia Prima. Entre los puntos 2 y 12 están los comandos usados para que el robot ejecute una acción, los cuales son: un “run pcplc”, luego de un envío de parámetros al robot, seguido de un “run gt” y “run pt”. Esta acción equivale solo un movimiento del robot, como por ejemplo “extraer bandeja” o “extraer materia prima”, por lo cual en el escenario real las secuencias entre los puntos 2 y 12 se van a repetir veces (con parámetros distintos) antes de llegar al punto 13.

Una vez que llega el pallet a la estación 1, esta coloca la bandeja junto con la materia prima en la cinta transportadora y da la orden de ser enviada a la estación 2.

Luego el pallet (bandeja de transporte que está ubicada en la cinta transportadora y no sale de esta) llega a la estación 2 que corresponde a la estación de manufactura, como se ha mencionado anteriormente, entre los puntos 30 y 40, equivalen solo a una acción o movimiento del robot, por lo cual antes del punto 41 las secuencias 30 a la 40 se repetirán varias veces. Como el pallet está detenido en la estación 2, no se llama al pallet, simplemente se despacha en el punto 41, y se envía a la estación 1 la bandeja junto con la pieza para almacenarse.

La estación 1 guarda la bandeja junto con el producto fabricado en el almacén, y luego está habilitado para extraer otra materia prima junto con otra bandeja si la producción así lo requiere.

Cuando toda la producción haya concluido se muestra un reporte de la producción en todas las estaciones, y cada una de estas tiene la opción de guardar o no dicho reporte.

### 7.3 DISEÑO DE ARQUITECTURA FUNCIONAL

#### 7.3.1 Árbol de descomposición funcional para la aplicación

A continuación se muestra el árbol de descomposición funcional, en la cual se descomponen las funciones principales de la aplicación creada.

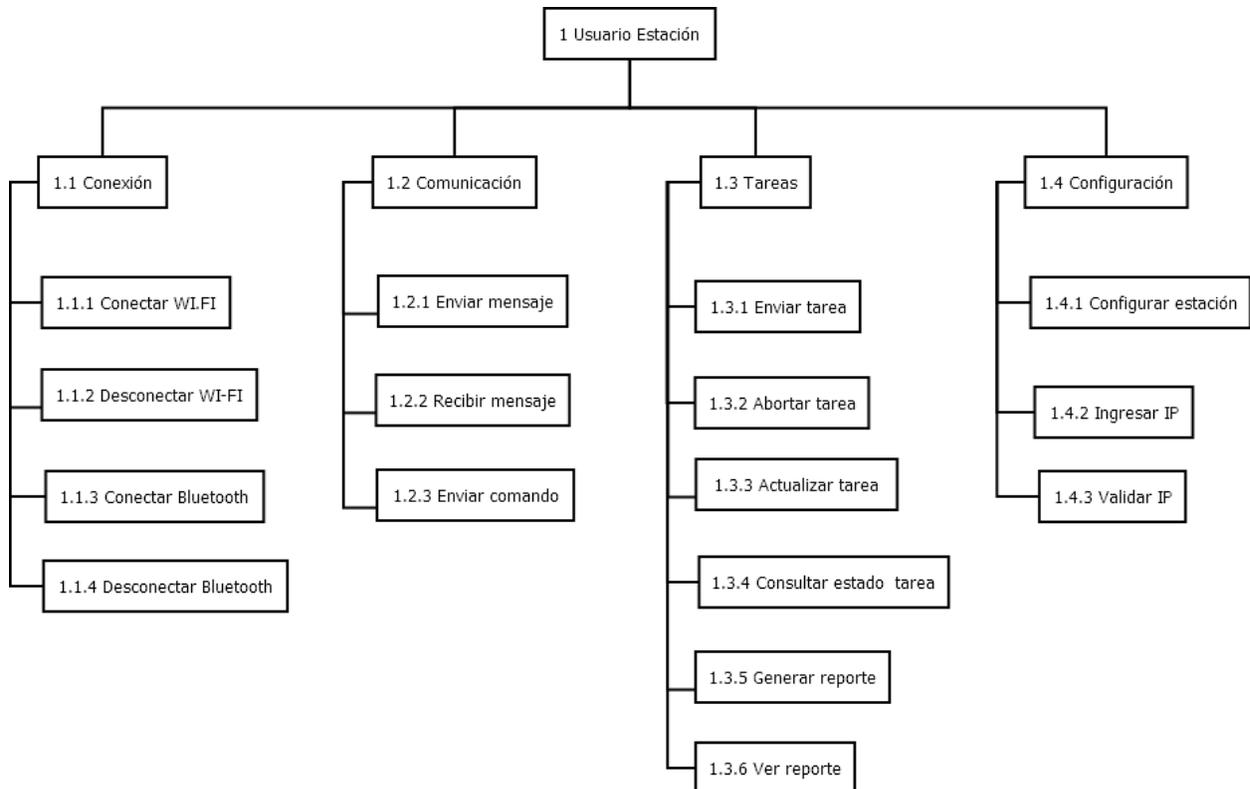


Figura 10: Árbol de descomposición funcional

## 7.4 DISEÑO DE INTERFAZ DE COMUNICACIÓN

Se ejerce una comunicación vía wi-fi entre las estaciones y vía bluetooth entre cada Smartphone y el dispositivo Arduino correspondiente.

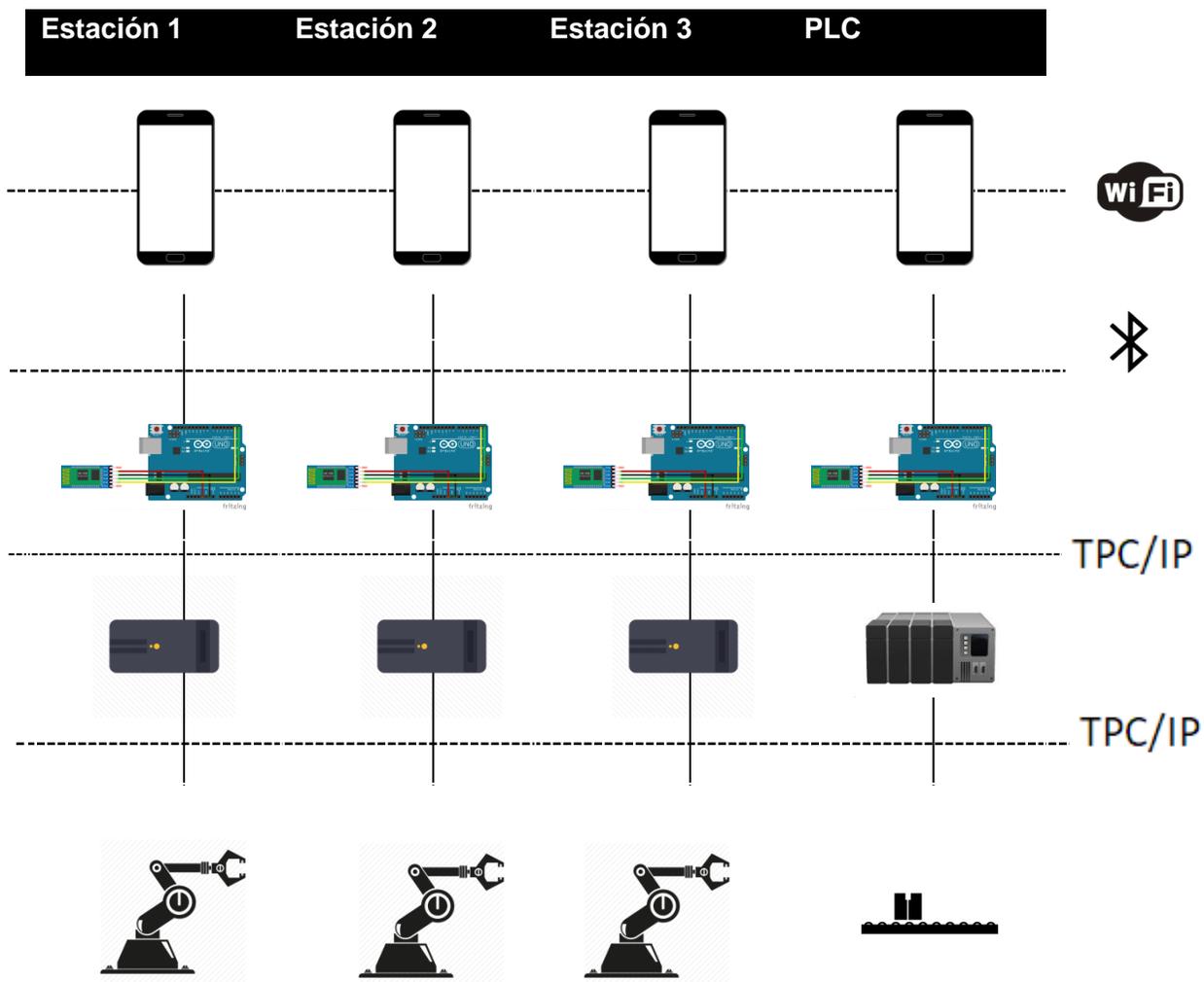


Figura 11: Diagrama de Interfaz de Comunicación

### 7.4.1 Detalles de figuras

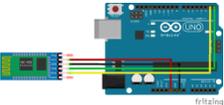
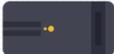
Figura	Explicación de figura
	<p>Estación: Toma en control de un robot o del PLC, para luego enviar las respectivas instrucciones a este, a la vez se comunica y se coordina vía wi-fi con las otras estaciones, para la ejecución de secuencias de producción.</p>
	<p>Placa Arduino UNO junto con un módulo Bluetooth HC-05: Encargado de recibir los datos provenientes del Smartphone y enviarlos al Robot Controller.</p>
	<p>Robot Controller: Aparato que ejerce el control directo del brazo robot.</p>
	<p>Brazos robóticos Scorbot ER5+ y Scorbot ER9. Estos brazos son los encargados de la manipulación de los objetos a trasportar en la en la cinta,</p>
	<p>PLC (Programmable Logic Controler): Dispositivo encargado de controlar la cinta transportadora.</p>
	<p>Cinta transportadora: También llamada Conveyor, encargada de llevar los materiales desde una estación hacia otra.</p>

Tabla 42: Detalles de figuras

#### **7.4.2 Detalle sobre interacciones de dispositivos**

- ❖ Se ejerce una comunicación vía wi-fi entre las estaciones y vía bluetooth con el dispositivo arduino, esta última es individual de para cada estación.
  
- ❖ La comunicación ejercida entre el Arduino y el Robot Controller es a través de un puerto serial conectado directamente al Robot Controller.
  
- ❖ De manera similar la comunicación ejercida entre el Arduino y el PLC es a través de un puerto serial conectado directamente al PLC.
  
- ❖ Finalmente el Robot Controller envía las instrucciones al brazo robot y el PLC envía las instrucciones cinta de transporte.

## 7.5 DISEÑO DE INTERFAZ Y NAVEGACIÓN

A continuación se mostrarán capturas de algunas de las interfaces más importantes de la aplicación y una breve explicación de sus zonas de interacción.

### 7.5.1 Pantalla de inicio



Figura 12: Pantalla de Inicio

- Zona 1: Menú lateral de la aplicación, en donde se pueden cambiar las opciones para configurar las estaciones.
- Zona 2: Spinner de selección de estación, para escoger cual estación va a controlar el dispositivo.
- Zona 3: Al presionar enviar se abre la opción de elegir en que modalidad se desea entrar.

## 7.5.2 Elección modalidad

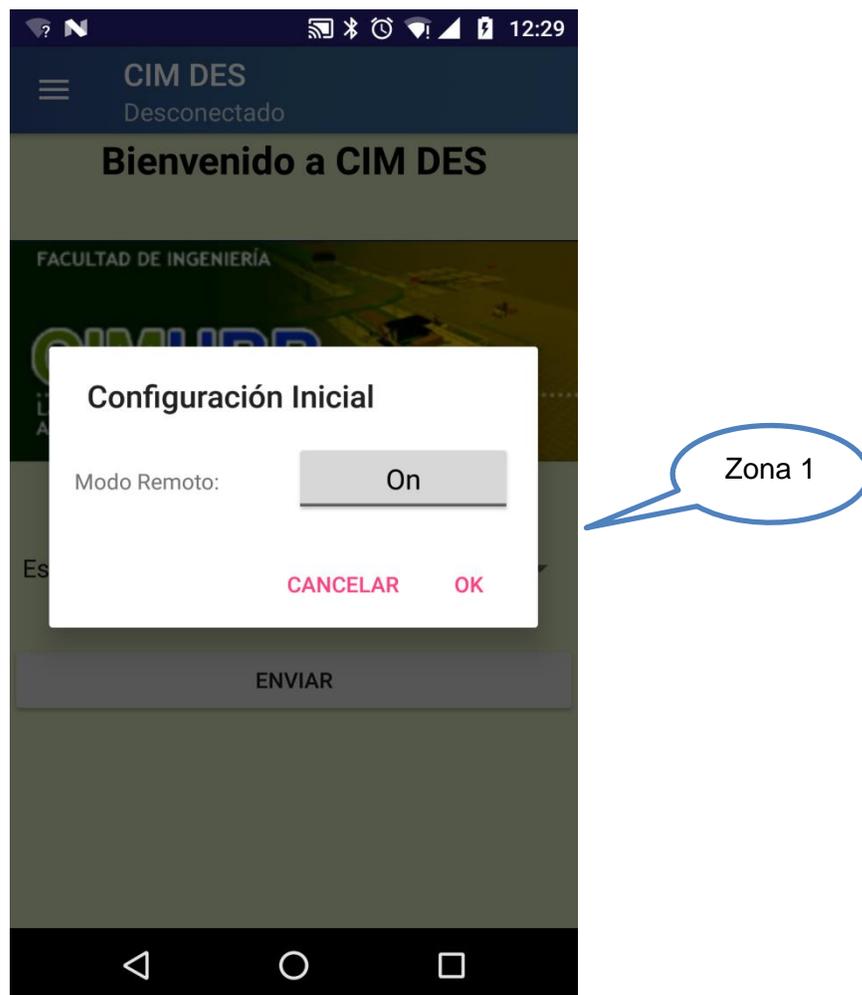


Figura 13: Elección Modalidad

- Zona 1: Esta ventana aparece luego de que el usuario haya presionado “enviar”, en la ventana anterior. Se le da a elegir con cual modalidad desea entrar a la aplicación.
  - Si se escoge como esta predeterminado, entra en modo remoto.
  - Si se escoge Modo Remoto: Off, entra en modo local y podrá ejercer el control manual del robot asociado.
  - Si se escoge cancelar se vuelve a la pantalla de inicio.

### 7.5.3 Interfaz de mensajería y producción



Figura 14: Interfaz de mensajería y producción

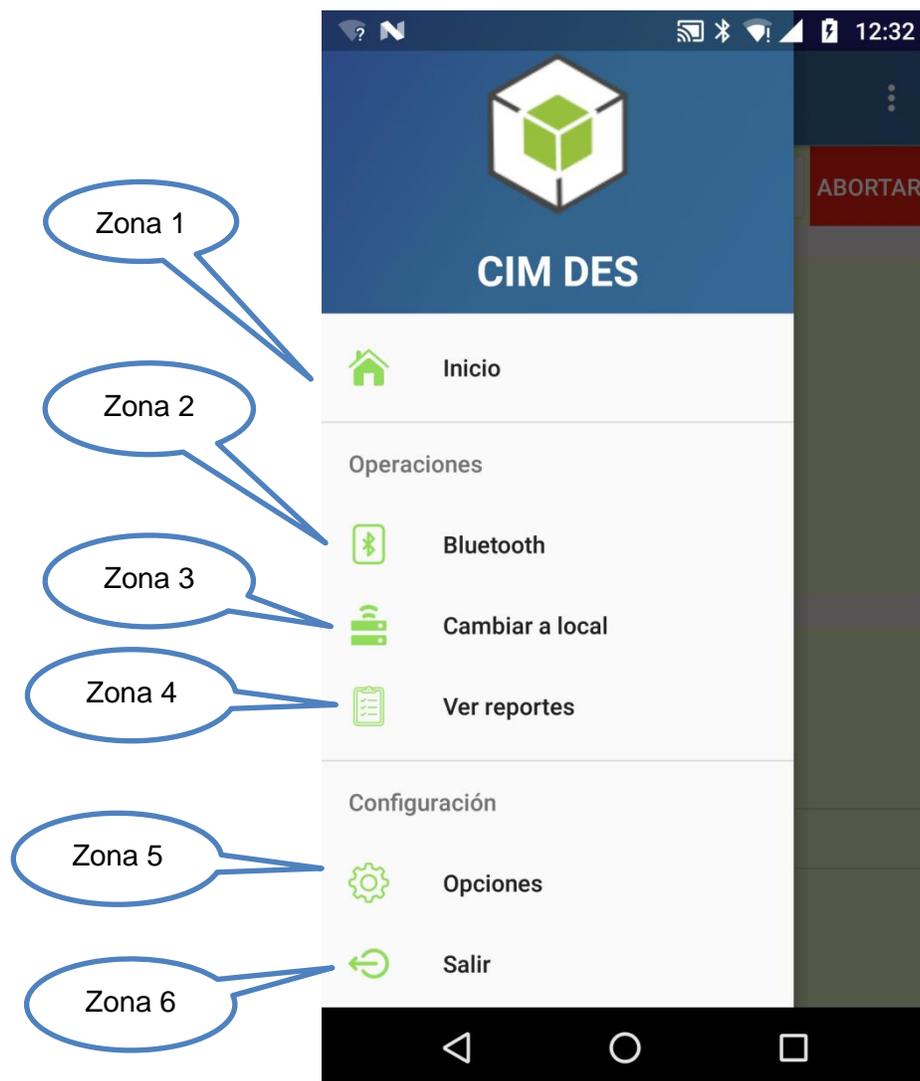
Luego de que el usuario entra en modo remoto aparece esta interfaz.

- Zona 1: Menú de opciones de configuración
- Zona 2: Spinner que despliega todos los productos que se pueden fabricar, que son números del 1 al 9 y la pieza UBB.

- Zona 3: Spinner que despliega la cantidad deseada a fabricar, que va desde una pieza hasta nueve.
- Zona 4: Menú de opciones de conexión, en el cual uno puede desconectarse de la red de estaciones (desconectar wi-fi), desconectar el bluetooth y consultar el estado de la tarea de producción.
- Zona 5: Muestra el nombre del dispositivo al cual se está conectado vía bluetooth
- Zona 6: Botón “abortar”, al presionarlo se interrumpe la acción del robot que se está controlando. Por lo que solo la estación de control de ese robot en específico puede abortar la tarea.
- Zona 7: Botón “enviar”, al presionarlo, se inicia la producción de una pieza, siendo la cantidad de piezas a fabricar y el tipo de pieza lo seleccionado en la misma barra. Por ejemplo, si el usuario entra y presiona enviar sin cambiar nada más, se envía a producir lo que uno puede ver en la captura, es decir 1 pieza de tipo UNO.
- Zona 8: Muestra los mensajes enviados vía bluetooth al robot asociado a la estación. Y los mensajes enviados de manera automática vía wi-fi a la red de estaciones, por parte del dispositivo.
- Zona 9: Muestra toda la mensajería recibida vía wi-fi por parte de la red de estaciones. También muestra los mensajes vía bluetooth recibidos del robot, en otras palabras, muestra las respuestas que entrega el robot frente a las instrucciones enviadas, también informa de errores mecánicos que puede tener el robot

En palabras sencillas puede resumirse que la Zona 8, muestra toda la información que se envía y la Zona 9 muestra toda la información que se recibe.

### 7.5.4 Interfaz de menú lateral izquierdo



**Figura 15: Interfaz de menú lateral izquierdo**

Esta interfaz aparece al presionar sobre el menú lateral superior izquierdo, o deslizar el dedo de izquierda a derecha. El menú que corresponde a la zona 1 en el punto 7.5.3.

- Zona 1: Al presionar este icono se vuelve al menú de inicio del punto 7.5.1.
- Zona 2: Se entra en el menú de configuración de bluetooth para efectuar conexiones manuales y escaneo de dispositivos cercanos.

- Zona 3: Se cambia al modo local, lo cual significa que el usuario tiene el control manual del robot, este control consiste en él envío de comandos vía bluetooth.
- Zona 4: Se visualizan los reportes de producción que el dispositivo tiene almacenados en la memoria interna.
- Zona 5: Se entra en las opciones de configuración de estaciones para definir a que dispositivo bluetooth va a estar asociado cada estación.
- Zona 6: Al presionar el icono, se sale de la aplicación.

### 7.5.5 Interfaz de menú lateral derecho

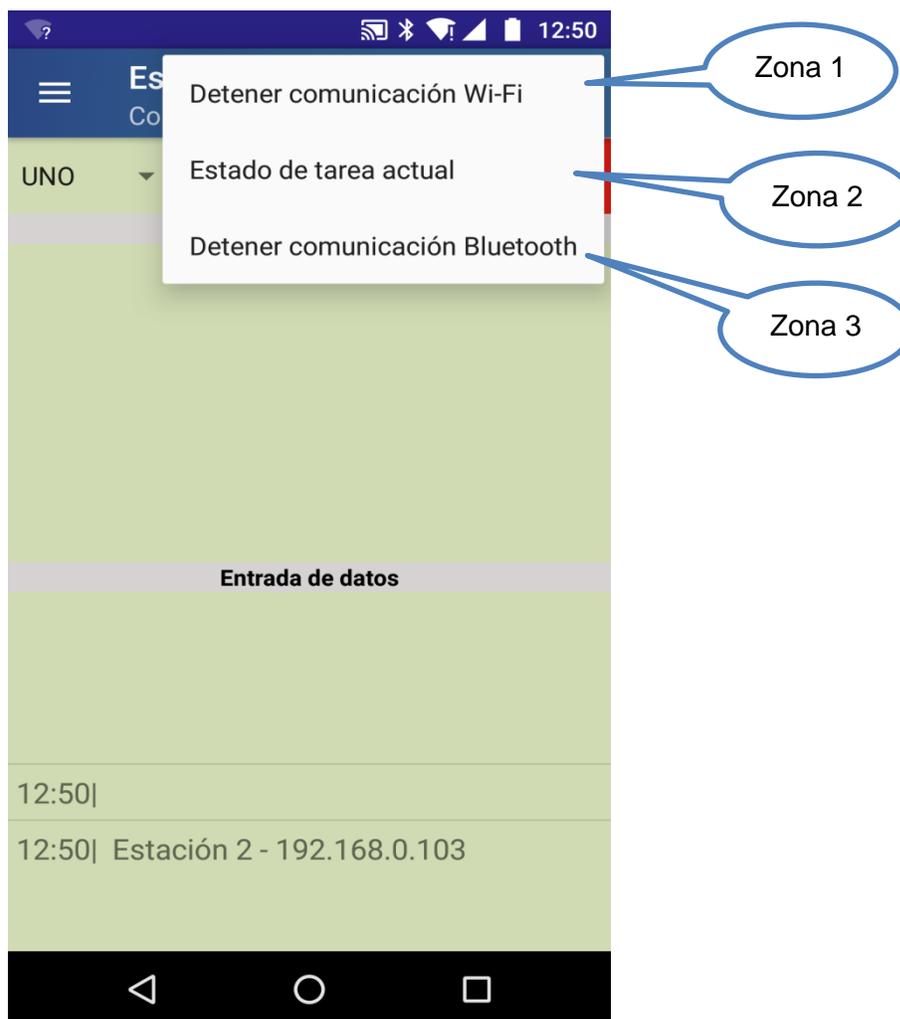


Figura 16: Interfaz menú lateral derecho

Esta interfaz aparece al presionar sobre el menú lateral superior derecho. El menú que corresponde a la zona 4 en el punto 9.4.3.

- Zona 1: Se detiene la comunicación wi-fi.
- Zona 2: Se visualiza una pestaña que muestra el estado de la producción.
- Zona 3: Se detiene la comunicación bluetooth.

### 7.5.6 Interfaz de modo local



Figura 17: Interfaz de modo local

Esta interfaz se accede entrando en modo local, este modo se puede acceder ya sea presionando sobre “cambiar a local”, que se puede apreciar en la zona 3, del punto 7.5.4, o en la interfaz de inicio seleccionar modo Remoto: Off.

A simple vista se puede apreciar que la diferencia primordial con la interfaz de mensajería y producción del punto 9.4.3, es que desaparece la barra de envío de producción ubicada en la parte superior de la pantalla y se agrega una nueva barra que dice “Selección de comandos”.

- Zona 1: Menú de opciones de configuración

- Zona 2: Menú de opciones de conexión.
  
- Zona 3: Muestra los mensajes enviados vía bluetooth al robot asociado a la estación. Si se decide dejar la conexión wi-fi, no habrán más mensajes enviados wi-fi en este recuadro.
  
- Zona 4: Muestra todos los mensajes recibidos vía bluetooth, si se decide continuar dentro de la red de estaciones al pasar al modo local, se continuaran viendo los mensajes recibidos vía wi-fi.
  
- Zona 5: Esta zona corresponde a un campo de texto en donde el usuario puede escribir manualmente los comandos de control del robot.
  
- Zona 6: Al presionar “enviar”, se enviará el comando previamente escrito en la zona 5, si el usuario no escribe nada, el botón “enviar”, no tendrá efecto alguno.

## 7.6 ESPECIFICACIÓN DE MÓDULOS

### 7.6.1 Principales módulos de la aplicación

A continuación, se especifica la información sobre los principales módulos presentados en el árbol de descomposición funcional del punto 9.3.1.

<b>N° Módulo:</b> 1.1.1		<b>Nombre Módulo:</b> Conectar WI-FI	
<b>Parámetros de entrada</b>		<b>Parámetros de Salida</b>	
<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>
	void		void

Tabla 43: Módulo, Conectar WI-FI

<b>N° Módulo:</b> 1.1.2		<b>Nombre Módulo:</b> Desconectar WI-FI	
<b>Parámetros de entrada</b>		<b>Parámetros de Salida</b>	
<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>
	void		void

Tabla 44: Módulo, Desconectar WI-FI

<b>N° Módulo:</b> 1.1.3		<b>Nombre Módulo:</b> Conectar Bluetooth	
<b>Parámetros de entrada</b>		<b>Parámetros de Salida</b>	
<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>
MAC	String		void

Tabla 45: Módulo, Conectar Bluetooth

<b>N° Módulo:</b> 1.1.4		<b>Nombre Módulo:</b> Desconectar Bluetooth	
<b>Parámetros de entrada</b>		<b>Parámetros de Salida</b>	
<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>
	void		void

Tabla 46: Módulo, Desconectar Bluetooth

<b>N° Módulo:</b> 1.2.1		<b>Nombre Módulo:</b> Enviar mensaje	
<b>Parámetros de entrada</b>		<b>Parámetros de Salida</b>	
<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>
msg	String		void

Tabla 47: Módulo, Enviar mensaje

<b>N° Módulo:</b> 1.2.2		<b>Nombre Módulo:</b> Recibir mensaje	
<b>Parámetros de entrada</b>		<b>Parámetros de Salida</b>	
<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>
readMessage	String		void

**Tabla 48: Módulo, Recibir mensaje**

<b>N° Módulo:</b> 1.2.3		<b>Nombre Módulo:</b> Enviar comando	
<b>Parámetros de entrada</b>		<b>Parámetros de Salida</b>	
<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>
sendMessage	String		void

**Tabla 49: Módulo, Enviar comando**

<b>N° Módulo:</b> 1.3.1		<b>Nombre Módulo:</b> Enviar tarea	
<b>Parámetros de entrada</b>		<b>Parámetros de Salida</b>	
<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>
cantidad	int	msg	String
producto	String		

**Tabla 50: Módulo, Enviar tarea**

<b>N° Módulo:</b> 1.3.2		<b>Nombre Módulo:</b> Abortar tarea	
<b>Parámetros de entrada</b>		<b>Parámetros de Salida</b>	
<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>
msg	String		void

**Tabla 51: Módulo, Abortar tarea**

<b>N° Módulo:</b> 1.3.3		<b>Nombre Módulo:</b> Actualizar tarea	
<b>Parámetros de entrada</b>		<b>Parámetros de Salida</b>	
<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>
readMessage	String	estadoTarea	String

**Tabla 52: Módulo, Actualizar tarea**

<b>N° Módulo:</b> 1.3.4		<b>Nombre Módulo:</b> Consultar estado tarea	
<b>Parámetros de entrada</b>		<b>Parámetros de Salida</b>	
<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>
estadoTarea	String		void

**Tabla 53: Módulo, Consultar estado tarea**

<b>N° Módulo:</b> 1.3.5		<b>Nombre Módulo:</b> Generar reportes	
<b>Parámetros de entrada</b>		<b>Parámetros de Salida</b>	
<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>
estadoTarea	String		void

**Tabla 54: Módulo, Generar reportes**

<b>N° Módulo:</b> 1.3.6		<b>Nombre Módulo:</b> Ver reporte	
<b>Parámetros de entrada</b>		<b>Parámetros de Salida</b>	
<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>
	void		void

**Tabla 55: Módulo, Ver reporte**

<b>N° Módulo:</b> 1.4.1		<b>Nombre Módulo:</b> Configurar estación	
<b>Parámetros de entrada</b>		<b>Parámetros de Salida</b>	
<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>
	void		void

**Tabla 56: Módulo, Configurar estación**

<b>N° Módulo:</b> 1.4.2		<b>Nombre Módulo:</b> Ingresar IP	
<b>Parámetros de entrada</b>		<b>Parámetros de Salida</b>	
<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>
address	String		void

**Tabla 57: Módulo, Ingresar IP**

<b>N° Módulo:</b> 1.4.3		<b>Nombre Módulo:</b> Validar IP	
<b>Parámetros de entrada</b>		<b>Parámetros de Salida</b>	
<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Tipo de dato:</b>
	void		void

**Tabla 58: Módulo, Validar IP**

## 8 PRUEBAS

---

### 8.1 FUNCIONALIDADES A PROBAR

Se someterán a prueba funcionalidades de la aplicación. Todas las funcionalidades elegidas serán analizadas desde un enfoque de caja negra y están divididas en distintas características a probar, cada característica será una prueba diferente, estas serán:

#### ➤ **Conexión y estabilidad**

En este tipo prueba se analiza el tiempo de conexión estable entre los dispositivos vía bluetooth y wi-fi. Las funcionalidades aquí evaluadas son:

- Conexión WI-FI entre dispositivos
- Conexión bluetooth entre el dispositivo y el robot

El criterio de éxito para esta prueba será que se mantenga una conexión wi-fi, por más de 40 minutos y una conexión bluetooth de más de 20 minutos. A una distancia mínima de bluetooth de 2 metros y de wi-fi de 5 metros.

#### ➤ **Desempeño**

En este tipo de prueba se analiza si los datos enviados y recibidos son correctos, además que estos logren llegar a todos sus destinos, en el caso de las mensajerías y notificaciones. Las funcionalidades aquí evaluadas son:

- Envío de tarea
- Abortar tarea
- Envío de mensajes WI-FI
- Envío de comandos bluetooth
- Estado de tarea
- Generación de reportes
- Notificaciones desconexión WI-FI
- Notificaciones desconexión bluetooth

El criterio de éxito de esta prueba será, que no existan errores en el envío y recibo, además que se conserve la integridad de la información en todas las estaciones.

### ➤ **Interfaz**

En este tipo de prueba se analiza, que los componentes visuales de la aplicación funcionen correctamente. Las funcionalidades aquí evaluadas son:

- Cambio modalidades remota y local
- Menú y opciones

El criterio de éxito de esta prueba será que ningún componente presente fallas y que la aplicación continúe funcionando de manera estable al ocurrir un cambio de modalidad.

## **8.2 RESPONSABLE DE PRUEBAS**

El encargado de las pruebas será el desarrollador del proyecto y aplicación Rudyard Fuster F. Al igual que el encargado del laboratorio CIM UBB, Luis Vera, será el encargado de revisar y verificar el resultado de estas pruebas.

## **8.3 CALENDARIO DE PRUEBAS**

Estas pruebas son realizadas por el desarrollador del proyecto y aplicación Rudyard Fuster F. entre los días 02-01-2018 y 04-01-2018 en el laboratorio CIM UBB.

## 8.4 DETALLE PRUEBAS

### 8.4.1 Pruebas de Conexión y estabilidad

#### 8.4.1.1 Prueba conexión y estabilidad wi-fi

Precondiciones:

- Debe existir conectividad, es decir, debe haber un punto de acceso para la conexión, como un Router.
- Las estaciones deben estar conectadas vía wi-fi.

Distancia en que se garantiza funcionamiento conexión wi-fi.

ID prueba	WI-FI	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación PLC
01	Estación 1 como Server	No aplica	< 12 metros	-	< 12 metros
02	Estación 2 como Server	< 12 metros	No aplica	-	< 12 metros
03	Estación 3 como Server	-	-	-	-
04	Estación PLC como Server	< 12 metros	< 12 metros	-	No aplica

Tabla 59: Prueba, Distancia conexión wi-fi

Tiempo en que se garantiza funcionamiento en conexión wi-fi.

ID prueba	WI-FI	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación PLC
05	Estación 1 como Server	No aplica	< 50 minutos	-	< 50 minutos
06	Estación 2 como Server	< 50 minutos	No aplica	-	< 50 minutos
07	Estación 3 como Server	-	-	-	-
08	Estación PLC como Server	< 50 minutos	< 50 minutos	-	No aplica

**Tabla 60: Prueba, Tiempo conexión wi-fi**

Estación 3 “-“ = Quiere decir que a estación 3 no se encuentra disponible para las pruebas, se menciona, porque esta estación físicamente existe en el laboratorio.

No aplica = Quiere decir que cuando la estación es Server, esta se conecta a sí misma, por lo cual la distancia de conexión siempre va a ser de 0 y la duración va a ser lo que duré la aplicación funcionando.

#### 8.4.1.2 Prueba conexión y estabilidad bluetooth

Precondiciones:

- Los dispositivos deben estar vinculados vía bluetooth.

Distancia en que se garantiza funcionamiento conexión bluetooth.

ID prueba	WI-FI	Robot 1	Robot 2	Robot 3	PLC
10	Estación 1	< 6 metros	-	-	-
11	Estación 2	-	< 6 metros	-	-
12	Estación 3	-	-	-	-
13	Estación PLC	-	-	-	< 6 metros

**Tabla 61: Prueba, Distancia conexión bluetooth**

Tiempo en que se garantiza funcionamiento en conexión bluetooth.

ID prueba	WI-FI	Robot 1	Robot 2	Robot 3	PLC
14	Estación 1	< 30 minutos	-	-	-
15	Estación 2	-	< 30 minutos	-	-
16	Estación 3	-	-	-	-
17	Estación PLC	-	-	-	< 30 minutos

Tabla 62: Prueba, Tiempo conexión bluetooth

## 8.4.2 Pruebas de desempeño

### 8.4.2.1 Envío de tarea

Precondiciones:

- Los dispositivos deben estar conectados en la red de estaciones.

ID prueba	Características a probar	Datos de entrada	Salida esperada	Salida obtenida	Éxito/fracaso	Observaciones
18	Envío de tarea	Detalles de producción	Visualizar en las pantallas de todas las estaciones el inicio de producción	Inicio de producción con éxito, y visualizado con éxito	Éxito	

Tabla 63: Prueba, Envío de tarea

### 8.4.2.2 Abortar tarea

Precondiciones:

- Debe existir una tarea realizándose en el robot asociado al dispositivo.

ID prueba	Características a probar	Datos de entrada	Salida esperada	Salida obtenida	Éxito/fracaso	Observaciones
19	Abortar tarea	Se envía un comando de detención de proceso	Se detiene la tarea efectuada por el robot	Se detiene la tarea que el robot efectúa	Éxito	

Tabla 64: Prueba, Abortar tarea

### 8.4.2.3 Envío de mensajes WI-FI

Precondiciones:

- Los dispositivos deben estar conectados en la red de estaciones.

ID prueba	Características a probar	Datos de entrada	Salida esperada	Salida obtenida	Éxito/fracaso	Observaciones
20	Envío de mensajes WI-FI	Mensaje automático	Visualizar el mensaje en pantalla por todas las estaciones	Mensaje recibido con éxito, y visualizado con éxito	Éxito	

Tabla 65: Prueba; Envío de mensajes WI-FI

#### 8.4.2.4 Envío de comandos bluetooth

Precondiciones:

- El dispositivo debe estar conectado vía bluetooth al robot.

ID prueba	Características a probar	Datos de entrada	Salida esperada	Salida obtenida	Éxito/fracaso	Observaciones
21	Envío de comandos bluetooth	Comando (open)	Se visualiza el mensaje en la pantalla y el robot abre sus pinzas	Comando mostrado en pantalla y robot abre sus pinzas	Éxito	

Tabla 66: Prueba, Envío de comandos bluetooth

#### 8.4.2.5 Estado de tarea

Precondiciones:

- Los dispositivos deben estar conectados en la red de estaciones.
- Debe estar produciendo alguna tarea.

ID prueba	Características a probar	Datos de entrada	Salida esperada	Salida obtenida	Éxito/fracaso	Observaciones
22	Estado tarea		Se muestra en detalle los datos de la tarea y la estación trabajando	Se muestra correctamente el detalle de la tarea	Éxito	

Tabla 67: Prueba, Estado de tarea

### 8.4.2.6 Generación de reportes

Precondiciones:

- Los dispositivos deben estar conectados en la red de estaciones.

ID prueba	Características a probar	Datos de entrada	Salida esperada	Salida obtenida	Éxito/fracaso	Observaciones
23	Generación de reportes		Visualizar el mensaje en pantalla por todas las estaciones	Se muestra en pantalla el detalle final de la producción	Éxito	

Tabla 68: Prueba, Generación de reportes

### 8.4.2.7 Notificaciones desconexión WI-FI

Precondiciones:

- Los dispositivos deben estar conectados en la red de estaciones.

ID prueba	Características a probar	Datos de entrada	Salida esperada	Salida obtenida	Éxito/fracaso	Observaciones
24	Notificaciones desconexión WI-FI		Aviso automático a todas las estaciones que una de estas se desconectó de la red	A todas las estaciones de la red les llega que una de estas se desconectó	Éxito	

Tabla 69: Prueba, Notificaciones desconexión WI-FI

### 8.4.2.8 Notificaciones desconexión bluetooth

Precondiciones:

- Los dispositivos deben estar conectados en la red de estaciones.
- El dispositivo que pierde la conexión bluetooth debe estar conectado vía bluetooth al robot previamente.

ID prueba	Características a probar	Datos de entrada	Salida esperada	Salida obtenida	Éxito/fracaso	Observaciones
25	Notificaciones desconexión bluetooth		Aviso automático a todas las estaciones que una de estas perdió conexión bluetooth	Se detiene la comunicación con el robot y se avisa a todas las estaciones	Éxito	

Tabla 70: Prueba, Notificaciones desconexión bluetooth

### 8.4.3 Pruebas de Interfaz

#### 8.4.3.1 Cambio modalidad remota

Precondiciones:

- El dispositivo deben estar modalidad local.

ID prueba	Características a probar	Datos de entrada	Salida esperada	Salida obtenida	Éxito/fracaso	Observaciones
26	Cambio de modalidad de remota a local		Se habilita el control manual del robot y se borra la barra de envío de producción	Se habilita el control manual correctamente, y desaparece la barra de envío de producción	Éxito	

Tabla 71: Prueba, Cambio modalidad remota

### 8.4.3.2 Cambio modalidad local

Precondiciones:

- El dispositivo deben estar en modalidad remota.

ID prueba	Características a probar	Datos de entrada	Salida esperada	Salida obtenida	Éxito/fracaso	Observaciones
27	Cambio de modalidad de local a remota		Se deshabilita el control manual del robot y se habilita la barra de envío de producción	Se deshabilita el control manual correctamente, y aparece la barra de envío de producción	Éxito	

Tabla 72: Prueba, Cambio modalidad local

### 8.4.3.3 Menú - Botón Inicio

Precondiciones:

- El dispositivo debe estar en el menú.

ID prueba	Características a probar	Datos de entrada	Salida esperada	Salida obtenida	Éxito/fracaso	Observaciones
28	Menú - Botón Inicio		Volver a la pantalla de inicio	Se retorna al inicio	Éxito	

Tabla 73: Prueba, Menú -Botón Inicio

#### 8.4.3.4 Menú - Botón Salir

Precondiciones:

- El dispositivo debe estar en el menú.

ID prueba	Características a probar	Datos de entrada	Salida esperada	Salida obtenida	Éxito/fracaso	Observaciones
28	Menú - Botón Salir		Salir de la aplicación	Salir de la aplicación	Éxito	

Tabla 74: Prueba, Menú -Botón Salir

#### 8.4.3.5 Menú - Botón Opciones

Precondiciones:

- El dispositivo debe estar en el menú.

ID prueba	Características a probar	Datos de entrada	Salida esperada	Salida obtenida	Éxito/fracaso	Observaciones
28	Menú - Botón Opciones		Se entra en el menú de opciones de configuración de estación	Se logra entrar en el menú de opciones	Éxito	

Tabla 75: Prueba, Menú -Botón Opciones

### 8.4.3.6 Menú - Botón Bluetooth

Precondiciones:

- El dispositivo debe estar en el menú.

ID prueba	Características a probar	Datos de entrada	Salida esperada	Salida obtenida	Éxito/fracaso	Observaciones
28	Menú - Botón bluetooth		Se entra en la configuración de bluetooth	Se logra entrar en la configuración del bluetooth	Éxito	

Tabla 76: Prueba, Menú -Botón Bluetooth

### 8.4.3.7 Menú - Botón Ver reportes

Precondiciones:

- El dispositivo debe estar en el menú.

ID prueba	Características a probar	Datos de entrada	Salida esperada	Salida obtenida	Éxito/fracaso	Observaciones
28	Menú - Botón Ver reportes		Se ve la lista de reportes almacenados en el dispositivo	Se despliega la lista de reportes guardados	Éxito	

Tabla 77: Prueba, Menú -Botón Ver reportes

## **8.5 CONCLUSIÓN PRUEBAS**

Tras haber realizado las pruebas correspondientes, se concluye que en este ámbito la aplicación cumple con los objetivos y requisitos propuestos. Mantiene una estabilidad en las operaciones a una distancia correcta y en un tiempo moderado, además que la funcionalidad en sus botones y envío de mensajes wi-fi y bluetooth funcionan correctamente.

Cabe destacar que el trabajo de las estaciones se mantiene estable a pesar de que ocurra una notificación de la pérdida de conexión wi-fi de una de las estaciones de la red de estaciones, lo que permite que el usuario reconecte la estación perdida, para que no afecte a la producción final. Lo mismo ocurre con el caso de las notificaciones vía bluetooth.

Se concluye que la aplicación puede estar operativa en el laboratorio CIM UBB.

## **9 CAPACITACIÓN**

---

### **9.1 PERSONAL A CAPACITAR**

El personal a capacitar será el encargado del laboratorio CIM UBB, Luis Vera Quiroga. El fin de esta capacitación es que él pueda operar el sistema de manufactura creado y a la vez entregar los conocimientos aprendidos a los otros encargados y funcionarios del laboratorio CIM UBB.

También se debe mencionar que el señor Luis Vera, ya posee un alto conocimiento en el control y manejo de comandos de los robots, por lo que para modalidad manual de la aplicación, es decir el modo local (que en funcionalidad es parecida a la modalidad manual del software computacional OpenCIM) le será fácil de aprender y manejar.

### **9.2 RESPONSABLE DE CAPACITACIÓN**

La capacitación estará a cargo del responsable del proyecto y creador de la aplicación Rudyard Fuster F. Las futuras aplicaciones para practicantes o alumnos de proyecto de título quedarán a cargo de Luis Vera

### **9.3 TIPO DE CAPACITACIÓN**

Se tiene pensado efectuar una capacitación en base a demostraciones por parte del responsable, para que luego el usuario pruebe el funcionamiento de la aplicación. Se le explicará cada botón y cada recuadro que se pueda ver en pantalla, además del detalle de cada funcionalidad de la aplicación, para que este esté familiarizado con su uso.

Estas demostraciones se basan en efectuar varias pruebas de producción en su presencia, para que analice cada detalle de esta aplicación y a la vez todas sus dudas puedan ser respondidas.

También se añadirá un manual de usuario para que cualquier persona con un conocimiento mínimo de Smartphone pueda manejar la aplicación.

## 10 CONCLUSIÓN

---

En el mundo moderno en que vivimos, es cada vez importante la actualización de equipos y sistemas informáticos, para que estos no queden obsoletos. Una migración importante que se está viviendo hoy en día, es la migración de procesos que comúnmente efectúa una computadora a simples dispositivos móviles, ya que en esencia son una computadora pequeña, pero a la vez poseen una adaptabilidad enorme, junto con el hecho que han logrado ser en el último tiempo, dispositivos esenciales para uso diario las personas.

Una de las metas del laboratorio CIM UBB es emigrar lo mejor posible el control de todos sus dispositivos a Smartphone, y a la vez no perder todas las características y funcionalidades que ofrecen estos dispositivos cuando están conectados a un computador.

En este informe de proyecto de título, se mostró todos los detalles para la creación de la aplicación para dispositivos Android de control procesos de producción de manufactura, de forma descentralizada.

En cuanto al objetivo general del proyecto que es el de:

*Crear una aplicación Android para procesos de producción de manufactura, de forma descentralizada, es decir haciendo que cada estación sea independiente y a la vez permitiendo que estas estaciones interactúen entre ellas.*

Se considera que se cumplió con creces, ya que se creó una aplicación descentralizada, permitiendo que todas las estaciones posean un mismo nivel de control de la red de estaciones. Además se logró la interacción entre estas para que todas sepan en qué estado se encuentran y si se necesita intervención del usuario para efectuar alguna reparación.

Los objetivos específicos son los de:

1. *Entender el proceso de manufactura del sistema actual, investigando cómo funciona el sistema.*
2. *Identificar los requerimientos del software a desarrollar.*
3. *Generar un modelo del SMF del CIM-UBB de manera descentralizada.*
4. *Adaptar el framework de la aplicación creada en el proyecto de título de Pavez-Sánchez [2] para la futura aplicación.*
5. *Desarrollar una aplicación de tal manera que se logre escalabilidad y modularidad.*
6. *Lograr una conexión y comunicación entre el sistema y cada una de las estaciones.*

7. *Lograr que el sistema efectúe las secuencias de procesos para creación de un producto correctamente.*
8. *Lograr generar que las estaciones gracias a su comunicación detecten fallas, que generen los respectivos avisos, para que el usuario logre llevar las respectivas reparaciones sin entorpecer la producción.*

De estos objetivos, todos se cumplieron de una manera correcta, es decir se logró adaptar este framework mencionado y desarrollar una aplicación escalable hacia una serie de mejoras que van desde el simple control del robot hasta la comunicación entre las estaciones. Logrando finalmente hacer que las estaciones estén constantemente generando avisos y reportes de su estado para que todas estas “conozcan” el estado de cada una de las estaciones del laboratorio, a la vez de que conozcan en detalle del estado de la producción que se está creando.

Se debe mencionar que esta aplicación, está abierta a mejoras para que los nuevos practicantes del laboratorio y nuevos alumnos de proyecto de título que deseen retomar este proyecto tengan una base con la cual trabajar. Tres mejoras que se le pueden realizar a este sistema creado son las siguientes:

- La implementación de la estación de Control de Calidad a la red de estaciones, con sus respectivas funciones, que por motivos de tiempo, no se implementó.
- La modificación del control automático para que logren estar varias estaciones trabajando a la vez en la manufactura de varios productos, es decir, realizando diferentes tareas, por ejemplo, cuando se está fabricando una pieza, hacer que la estación de materia prima extraiga más productos y los deje en cola, en la cinta transportadora, esto podrá disminuir aún más el tiempo de producción total.
- La generación de una interfaz gráfica que permita ver a modo de animación el estado de la producción. Ideal para una persona que posee uno de los dispositivos y se encuentre en una sala contigua al laboratorio, por lo cual, esta no puede observar el estado del sistema.

En lo personal, este proyecto me ha beneficiado enormemente en distintas formas. Me ha permitido la profundización del conocimiento de lenguaje JAVA a un nivel avanzado, también el conocimiento del funcionamiento de las aplicaciones Android, un área del conocimiento informático muy cotizada en el mercado laboral. También he aprendido un conocimiento completamente nuevo, que es el área robótica y la automatización, aprendiendo el

funcionamiento sistemas de manufactura flexible, que incluye entre otros dispositivos, los brazos robot y cintas de transporte. Además logré una mejora en el conocimiento de control de dispositivos Arduinos.

Todos estos conocimientos me ayudaran a formarme como un profesional más completo en esta área laboral tan cambiante como es la informática.

## 11 BIBLIOGRAFÍA

---

1. Morales F.J (2003), *Modelamiento Orientado a Objeto del CIM-UBB*. Concepción. Universidad del Bío Bío.

2. Pavez R. y Sánchez J. (2017), *Sistema de gestión de manufactura a través de dispositivos Android*. Concepción. Universidad del Bío Bío.

### Links de Descarga de Software:

3. Android Studio:

<https://developer.android.com/studio/archive.html?hl=es-419>

4. Dia:

<http://dia-installer.de/index.html.es>

5. Qube for Screenshots:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=net.zedge.qube>