



Sistema de control y monitoreo de tiempo de abastecimiento de camiones basado en una OrangePI5

Autor:

Anthony Martyn Maisincho Jivaja

Director:

MSc. Jefferson Cunalata (SIEMAV S.A)

Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos entre el 22 de agosto de 2023 y el 10 de octubre de 2023.

Índice

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar	5
2. Identificación y análisis de los interesados	6
3. Propósito del proyecto	6
4. Alcance del proyecto	6
5. Supuestos del proyecto.	7
6. Requerimientos	7
7. Historias de usuarios (<i>Product backlog</i>).	8
8. Entregables principales del proyecto	9
9. Desglose del trabajo en tareas	10
10. Diagrama de Activity On Node.	11
11. Diagrama de Gantt	11
12. Presupuesto detallado del proyecto	14
13. Gestión de riesgos	14
14. Gestión de la calidad	15
15. Procesos de cierre	16

Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
0	Creación del documento	22 de agosto de 2023
1.0	Se completa hasta el punto 5	07/09/2023
2.0	Se completa hasta el punto 9 y se hacen correcciones	14/09/2023
3.0	Se completa hasta el punto 12 y se hacen correcciones	26/09/2023

Acta de constitución del proyecto

Guayaquil, 22 de agosto de 2023

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Anthony Martyn Maisincho Jivaja que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos se titulará “Sistema de control y monitoreo de tiempo de abastecimiento de camiones basado en una OrangePI5”, consistirá esencialmente en integrar en una OrangePI5 funcionalidades de un controlador lógico programable y ejecutar algoritmo de detección de objetos en videos en tiempo real, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 h de trabajo y \$10145 USD, con fecha de inicio 22 de agosto de 2023 y fecha de presentación pública 15 de mayo de 2024.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Dr. Ing. Ariel Lutenberg
Director posgrado FIUBA

MSc. Geovanny Arguello
SIEMAV S.A

MSc. Jefferson Cunalata
Director del Trabajo Final

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

SIEMAV S.A, se dedica a generar soluciones tecnológicas innovadoras mediante el desarrollo de hardware y software a medida con el objetivo de mejorar la competitividad de sus clientes y optimizar su productividad. Actualmente uno de sus clientes requiere mejorar los tiempos de abastecimiento de camiones en uno de sus centros de distribución.

SIEMAV S.A propuso un sistema basado en un controlador lógico programable (PLC) y una mini CPU de altas prestaciones. El PLC, actualmente se encarga del control del tablero eléctrico, mientras que la CPU es empleada para ejecutar el algoritmo de detección de objetos en imágenes y videos en tiempo real.

Siempre buscando optimizar recursos y abaratar costos al producto final, se planteó utilizar un sistema embebido que sea capaz de asumir el rol del PLC y la CPU. Para esto se debe reestructurar el proyecto e integrar todo el sistema en una ORANGEPI5. Actualmente, este SBC (*System board Computer*) no ha sido utilizado en la empresa. Por lo tanto, se tiene como desafío migrar toda la funcionalidad del sistema en una sola placa embebida.

Utilizar una sola placa embebida como la ORANGEPI5 es una solución altamente eficiente y coste-efectiva. Al integrar todas las funcionalidades en este equipo se disminuirá la complejidad de la infraestructura. Además, se aprovechará su unidad de procesamiento de redes neuronales para la detección de los camiones parqueados y también sus periféricos para el control del tablero. Esta integración permitirá una mayor eficiencia energética, ahorro en términos de hardware, espacio físico, mantenimiento y optimización de recursos.

En la Figura 1 se presenta el diagrama en bloques del sistema. Se identifican tres fases, la primera es el montaje del algoritmo YOLOV8. La segunda es la comunicación y el manejo de la placa PLC SIEMAV, que permitirá controlar el tablero eléctrico. Finalmente, comunicación con cámaras IP y tablero LED, importante para la obtención de datos de imágenes e interfaz visual para los operadores, respectivamente.

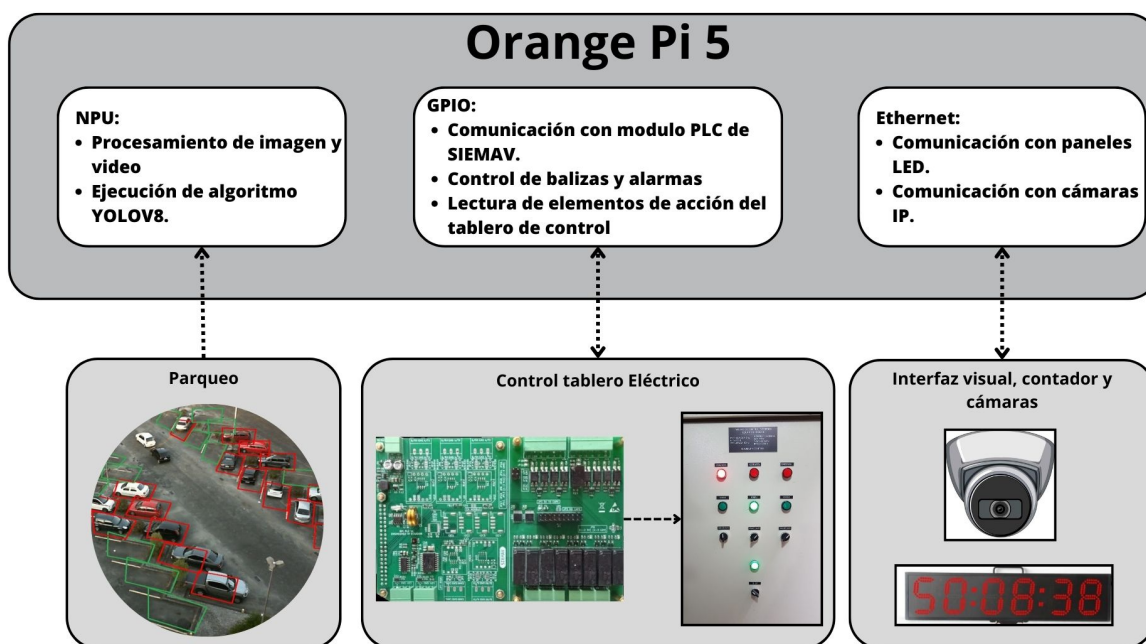


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema

2. Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Auspiciante	-	SIEMAV S.A	-
Cliente	MSc. Geovanny Arguello	SIEMAV S.A	C.T.O
Responsable	Anthony Martyn Maisincho Jivaja	FIUBA	Alumno
Colaboradores	Ing. Alexis Mora	SIEMAV S.A	Consultor firmware
Orientador	MSc. Jefferson Cunallata	SIEMAV S.A	Director Trabajo final

- Auspiciante: SIEMAV S.A que impulsa el desarrollo tecnológico, un gran apoyo en adquisición de todos los equipos necesarios.
- Equipo: Alexis Mora, jefe de investigación y desarrollo, experto en miniordenadores como la OrangePI5 y con buen criterio al momento de desarrollar proyectos.
- Orientador: con amplia trayectoria en el desarrollo de hardware y firmware para sistemas embebidos, ayudará mucho con soporte, consultoría y objetivos del proyecto.

3. Propósito del proyecto

El propósito del proyecto es integrar todo el sistema de control y monitoreo de tiempo de abastecimiento de camiones en un solo sistema embebido. Con esto se quiere lograr un sistema más económico, reducir la complejidad de la infraestructura y aprovechar al máximo la OrangePI5.

4. Alcance del proyecto

Las actividades dentro del alcance del proyecto consiste en lo siguiente:

- Estudio de la tarjeta PLC de la empresa auspiciante.
- Adaptación y correcciones del hardware actual de la tarjeta PLC para que funcione con la OrangePI5.
- Desarrollo de software para manejo de la tarjeta PLC de SIEMAV y pruebas de su funcionamiento.
- Desarrollo de software para el manejo del tablero LED.
- Estudio de cómo usar la NPU de la OrangePI5.
- Integrar algoritmo de detección de objetos e imágenes YOLOV8 en la ORANGEPI5 usando la NPU.
- Estudio de como integrar diferentes tareas en una ORANGEPI5, ya que se debe interactuar con la tarjeta PLC, extraer imágenes y procesarlas y comunicarse con tableros LED.

Las actividades fuera del alcance del proyecto son las siguientes:

- Entrenamiento del algoritmo de detección de imágenes.
- Correcciones a características de funcionamiento del algoritmo YOLOV8.
- Implementación del tablero de control eléctrico.
- Instalación en campo del sistema.

5. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- La importación de la ORANGEPI5 no tomará más de un mes.
- Correr el algoritmo de detección de objetos e imágenes en la OrangePI5 no implicará profundizar en este tema.
- Se dispondrá de todos los recursos necesarios como placa, cámaras, tablero LED para el desarrollo eficiente del proyecto.
- La versión actual de la tarjeta Módulo PLC de SIEMAV, no requerirá de extensas modificaciones para la adaptación a la OrangePI5.
- Tomará menos de tres meses disponer del nuevo "Módulo PLC".
- Habrá un seguimiento por parte del director y del colaborador del proyecto mensualmente.

6. Requerimientos

1. Requerimientos funcionales

- 1.1. El sistema debe reconocer cuando un camión de abastecimiento se encuentra parqueado.
- 1.2. El sistema debe registrar el tiempo que se tomó durante el abastecimiento.
- 1.3. El usuario debe poder visualizar el número de andén y el tiempo transcurrido durante el abastecimiento.
- 1.4. El usuario reconocerá el estado del sistema visualizando las balizas.
- 1.5. El sistema debe tener dos modos de funcionamiento, manual y automático.
- 1.6. El usuario debe poder operar el sistema en modo manual mediante un tablero de control.

2. Requerimientos del controlador del tablero eléctrico

- 2.1. La OrangePI5 debe leer estado de selectores, pulsadores, contactos auxiliares y paro de emergencia.
- 2.2. La OrangePI5 controlará las balizas mediante el manejo de las salidas de la tarjeta PLC de SIEMAV.

- 2.3. La OrangePI5 controlará las luces piloto verde y rojo mediante la tarjeta PLC de SIEMAV.
- 2.4. Dentro del tablero se tendrá la OrangePI5 como tarjeta maestro o controladora del sistema.
3. Requerimiento de interfaz de usuario
 - 3.1. El tablero, mediante sus luces piloto verde y rojo por andén, indicarán el estado de inicio y final del proceso.
 - 3.2. Un selector de tres posiciones por andén establecerá el modo de funcionamiento del tablero, cuando el selector esté a la izquierda estaremos en modo manual, en el caso de la derecha modo automático, y cuando se encuentre en el centro, significa que ese andén esta fuera de servicio.
 - 3.3. Se contará con dos pulsadores por andén, estos serán utilizados en el caso de que estemos en modo manual, cuando se presiona el pulsador uno significa que el parqueo o andén esta ocupado, cuando se presiona el pulsador dos, significa que el andén ha sido desocupado.
 - 3.4. Cuando estamos en modo manual y se utilizan los pulsadores, el sistema tendrá que iniciar la cuenta, mostrar en las balizas el estado del proceso e indicar el tiempo en el tablero LED.
 - 3.5. Cada andén tendrá una baliza, el color verde indica que hay tiempo y el rojo que se expiró el tiempo.
 - 3.6. Se utilizará tableros LED como cronómetros digitales, donde el usuario tendrá información del tiempo actual.
4. Requerimientos de software
 - 4.1. Cuando el tablero esté en modo automático, el software debe detectar cuando un andén es ocupado por el camión, mediante el algoritmo de detección de objetos, posterior a esto se inicia el temporizador.
 - 4.2. Cuando se detecte el camión en el andén, el software debe guardar la hora de entrada.
 - 4.3. Cuando el camión desocupe el andén, se debe registrar la hora de salida.
 - 4.4. La creación de la API que controlará la tarjeta PLC de SIEMAV, será desarrollado en python.
 - 4.5. Se desarrollará una API en python para controlar los tableros de LED.
 - 4.6. Se debe utilizar la NPU de la OrangePI5 para el procesamiento de imágenes y vídeos.
5. Requerimientos de diseño
 - 5.1. El SBC a utilizar será la OrangePI5.

7. Historias de usuarios (*Product backlog*)

Las historias de usuario llevarán un puntaje según 3 aspectos:

- Dificultad: cantidad de trabajo a realizar.
- Complejidad: nivel de sofisticación del trabajo.

- Incertidumbre: nivel de riesgo que involucra realizar la tarea.
1. Como gerente tecnológico, deseo aprovechar al máximo la OrangePI5 para evitar tener que comprar un componente de hardware adicional.
 - Dificultad: 3
 - Complejidad: 5
 - Incertidumbre: 5
 - Total: 13
 2. Como operador de abastecimiento, deseo tener información del tiempo transcurrido durante la maniobra, para cumplir con los tiempos de abastecimiento.
 - Dificultad: 1
 - Complejidad: 1
 - Incertidumbre: 1
 - Total: 3
 3. Como programador del PLC de SIEMAV, deseo tener una API práctica y sencilla, para manejar las entradas y salidas de la tarjeta.
 - Dificultad: 5
 - Complejidad: 3
 - Incertidumbre: 1
 - Total: 13
 4. Como gerente tecnológico, deseo usar la NPU de la OrangePI5 para el procesamiento de imágenes y vídeos.
 - Dificultad: 5
 - Complejidad: 5
 - Incertidumbre: 5
 - Total: 21

8. Entregables principales del proyecto

Los entregables del proyecto son:

- Documentación de uso de la NPU en la OrangePI5
- Repositorio de Github con los códigos desarrollados para la Implementación de las API's
- Informe final

9. Desglose del trabajo en tareas

1. Planificación y gestión del proyecto (115 hs)
 - 1.1. Desarrollo del plan de trabajo (20 hs)
 - 1.2. Informe de avances (15 hs)
 - 1.3. Preparación de la memoria de trabajo (40 hs)
 - 1.4. Redacción de la memoria de trabajo (40 hs)
2. Investigación preliminar (100 hs)
 - 2.1. Arquitectura y periféricos de la OrangePI5 (20 hs)
 - 2.2. Uso de la NPU en la OrangePI5 (20 hs)
 - 2.3. Estudio de protocolo UDP (20 hs)
 - 2.4. Algoritmo YOLOV8 y su aplicación usando python (40 hs)
3. Desarrollo de firmware (65 hs)
 - 3.1. Preparación del framework (5 hs)
 - 3.2. Módulo para manejo de tarjeta PLC de SIEMAV (20 hs)
 - 3.3. Creación de API para control de PLC de SIEMAV (10 hs)
 - 3.4. Módulo para control de tablero de LED basado en tramas UDP (20 hs)
 - 3.5. API para trama UDP (10 hs)
4. Uso de la NPU (100 hs)
 - 4.1. Adaptación del algoritmo YOLOV8 a la OrangePI5 (40 hs)
 - 4.2. Testeo del algoritmo utilizando la NPU (20 hs)
 - 4.3. Pruebas de rendimiento (20 hs)
 - 4.4. Ajustes y corrección de errores (20 hs)
5. Implementación del software de la aplicación (130 hs)
 - 5.1. Importación de bibliotecas y módulos creados (10 hs)
 - 5.2. Diseño conceptual de la aplicación (20 hs)
 - 5.3. Adaptación de las diferentes tareas a la aplicación (40 hs)
 - 5.4. Operación manual de la aplicación (20 hs)
 - 5.5. Operación automática de la aplicación (20 hs)
 - 5.6. Testeo de la aplicación (20 hs)
6. Pruebas finales (120 hs)
 - 6.1. Prueba del modo manual (20 hs)
 - 6.2. Prueba del modo automático (20 hs)
 - 6.3. Rendimiento de la OrangePI5 durante todo el proceso (40 hs)
 - 6.4. Depuración y corrección de errores (20 hs)

Cantidad total de horas: (630 hs)

10. Diagrama de Activity On Node

Se muestra en la Figura 2 el diagrama *Activity on Node*, donde la variable t representa las horas que tomará la tarea. El camino crítico marcado en negrita indica que el proyecto puede finalizarse en un tiempo mínimo de 565 horas.

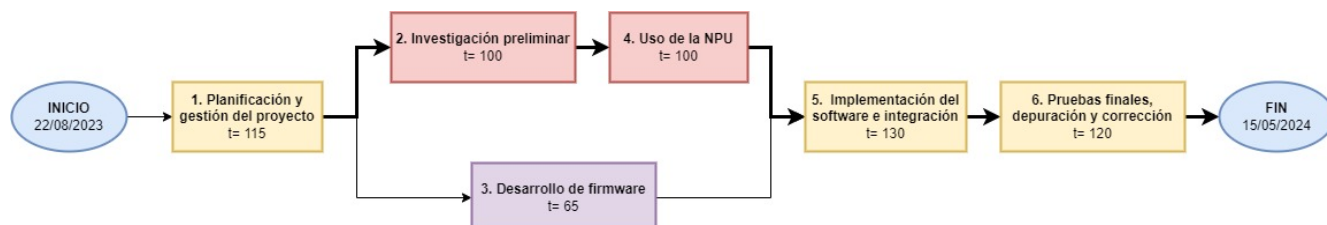
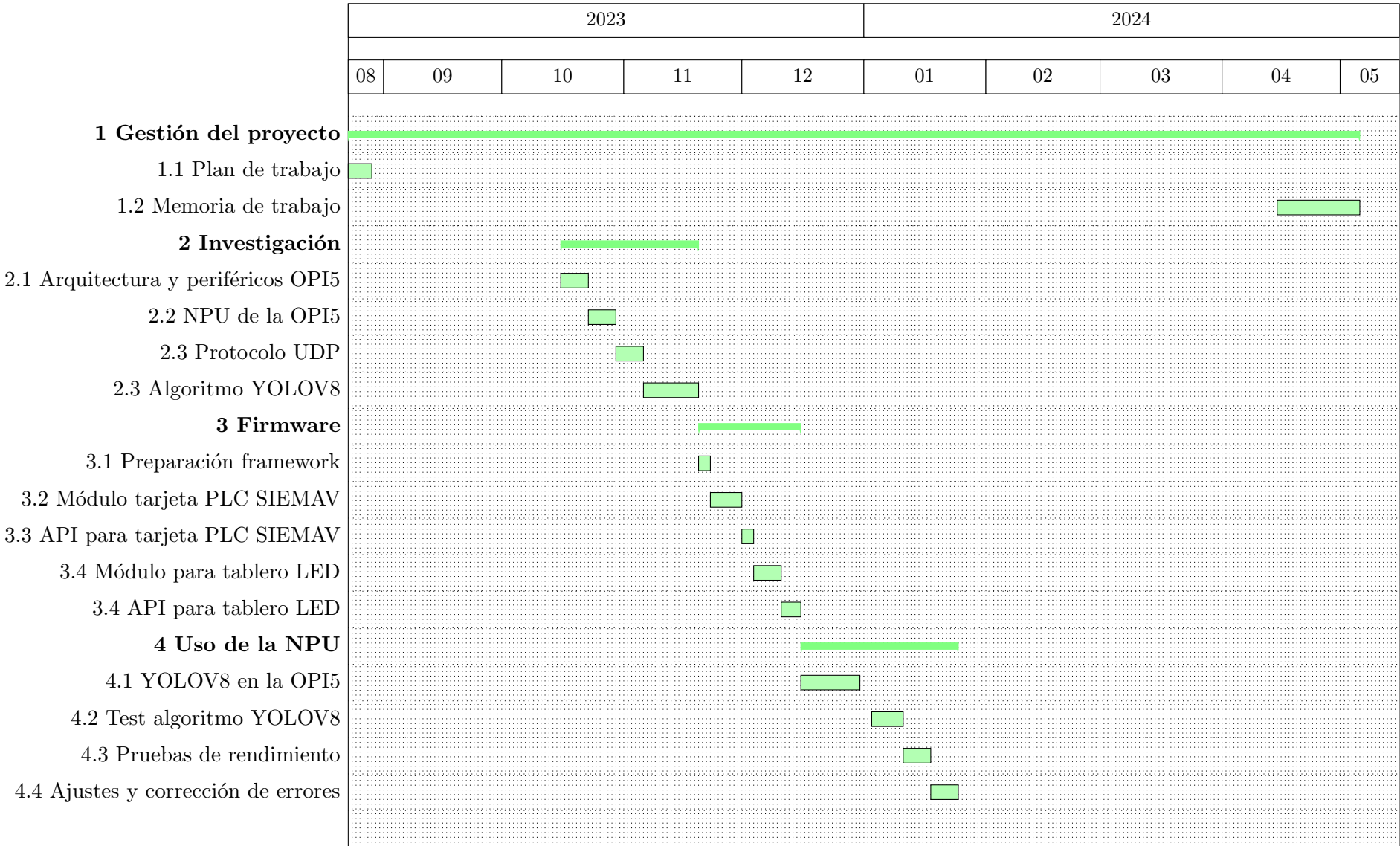
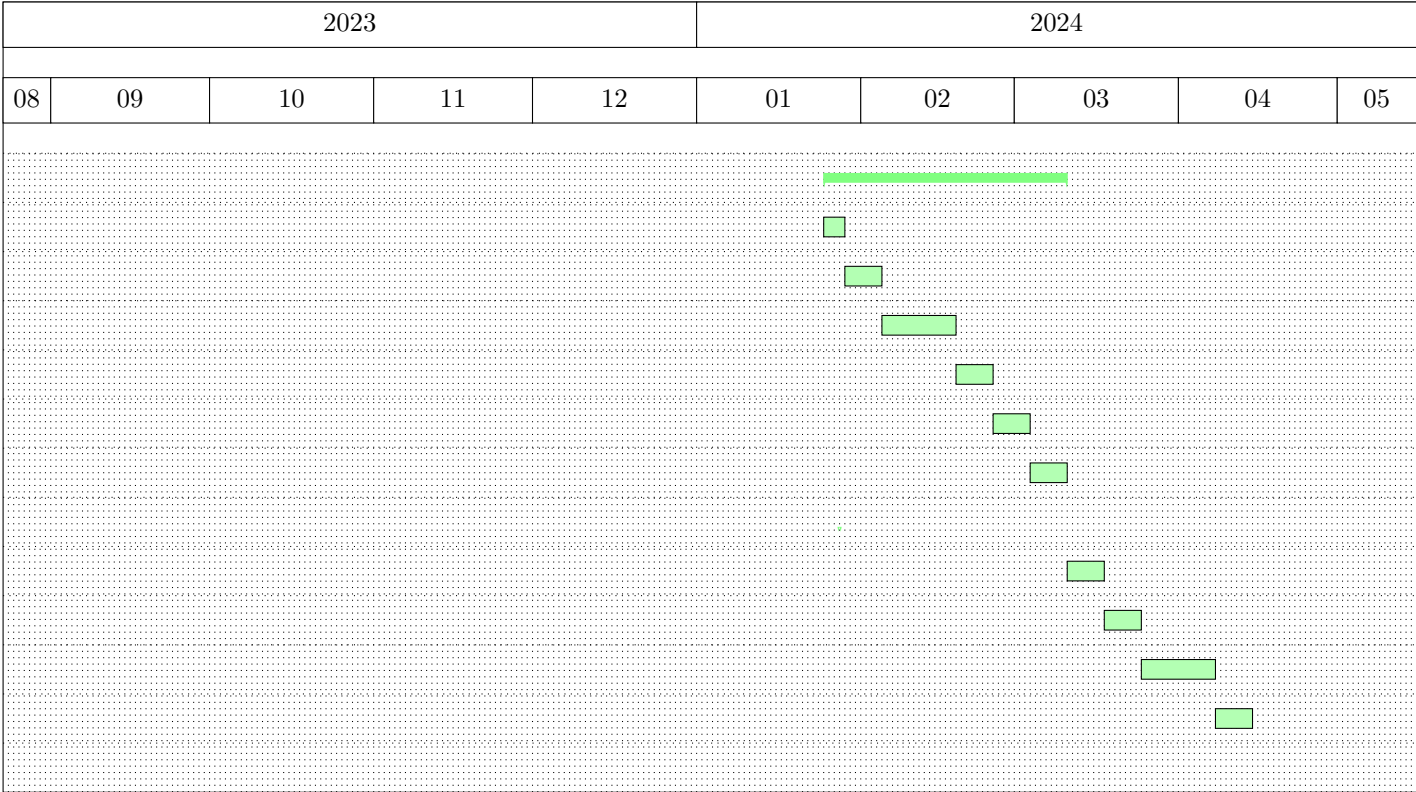


Figura 2. Diagrama de *Activity on Node*.

11. Diagrama de Gantt

El siguiente *Diagrama de Gantt* fue elaborado en base a una carga semanal de veinte horas, donde se incluyen los sábados y domingos como días laborables.





12. Presupuesto detallado del proyecto

Cuadro 1. Costos del proyecto de tesis.

COSTOS DIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario \$ USD	Valor total \$ USD
MATERIALES Y SUMINISTROS			
OrangePI5	1	200	200
Tarjeta controladora esclavo	2	320	640
Tarjeta controladora maestro	1	560	560
Cámaras IP + Algoritmo machine learning	1	550	550
Tablero LED para exteriores	1	650	650
Memoria SD	1	20	20
Batería	4	10	40
OTROS COSTOS DIRECTOS			
Imprevistos (~10 % del total del proyecto)	1	266	266
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS			2.926
COSTOS INDIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario \$ USD	Valor total \$ USD
Alquiler, mantenimiento y servicios generales del lugar de trabajo	8	100	800
SUBTOTAL COSTOS INDIRECTOS			800
TOTAL			3.726

13. Gestión de riesgos

a) Identificación de los riesgos (al menos cinco) y estimación de sus consecuencias:

Riesgo 1: detallar el riesgo (riesgo es algo que si ocurre altera los planes previstos de forma negativa)

- Severidad (S): mientras más severo, más alto es el número (usar números del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de severidad (S).
- Probabilidad de ocurrencia (O): mientras más probable, más alto es el número (usar del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de (O).

Riesgo 2:

- Severidad (S):
- Ocurrencia (O):

Riesgo 3:

- Severidad (S):
- Ocurrencia (O):

b) Tabla de gestión de riesgos: (El RPN se calcula como $RPN=S \times O$)

Riesgo	S	O	RPN	S*	O*	RPN*

Criterio adoptado: Se tomarán medidas de mitigación en los riesgos cuyos números de RPN sean mayores a...

Nota: los valores marcados con (*) en la tabla corresponden luego de haber aplicado la mitigación.

c) Plan de mitigación de los riesgos que originalmente excedían el RPN máximo establecido:

Riesgo 1: plan de mitigación (si por el RPN fuera necesario elaborar un plan de mitigación). Nueva asignación de S y O, con su respectiva justificación: - Severidad (S): mientras más severo, más alto es el número (usar números del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de severidad (S). - Probabilidad de ocurrencia (O): mientras más probable, más alto es el número (usar del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de (O).

Riesgo 2: plan de mitigación (si por el RPN fuera necesario elaborar un plan de mitigación).

Riesgo 3: plan de mitigación (si por el RPN fuera necesario elaborar un plan de mitigación).

14. Gestión de la calidad

Elija al menos diez requerimientos que a su criterio sean los más importantes/críticos/que aportan más valor y para cada uno de ellos indique las acciones de verificación y validación que permitan asegurar su cumplimiento.

- Req #1: copiar acá el requerimiento.
 - Verificación para confirmar si se cumplió con lo requerido antes de mostrar el sistema al cliente. Detallar
 - Validación con el cliente para confirmar que está de acuerdo en que se cumplió con lo requerido. Detallar

Tener en cuenta que en este contexto se pueden mencionar simulaciones, cálculos, revisión de hojas de datos, consulta con expertos, mediciones, etc. Las acciones de verificación suelen considerar al entregable como “caja blanca”, es decir se conoce en profundidad su funcionamiento interno. En cambio, las acciones de validación suelen considerar al entregable como “caja negra”, es decir, que no se conocen los detalles de su funcionamiento interno.

15. Procesos de cierre

Establecer las pautas de trabajo para realizar una reunión final de evaluación del proyecto, tal que contemple las siguientes actividades:

- Pautas de trabajo que se seguirán para analizar si se respetó el Plan de Proyecto original:
- Indicar quién se ocupará de hacer esto y cuál será el procedimiento a aplicar.
- Identificación de las técnicas y procedimientos útiles e inútiles que se emplearon, y los problemas que surgieron y cómo se solucionaron: - Indicar quién se ocupará de hacer esto y cuál será el procedimiento para dejar registro.
- Indicar quién organizará el acto de agradecimiento a todos los interesados, y en especial al equipo de trabajo y colaboradores: - Indicar esto y quién financiará los gastos correspondientes.