



# Extensión de plataforma de detección RFID Atheling

Autor:

Mag. Ing. Andrade R. Edda G.

Director:

Esp. Ing. Abbate Santiago (EmTech)

*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> ). . . . .	9
7.1 Historia de Cuidador de Animales . . . . .	9
7.2 Historia del Zootécnico . . . . .	9
7.3 Historia del dueño del campo . . . . .	10
7.4 Historia del encargado de soporte técnico . . . . .	10
7.5 Historia del impulsor del proyecto . . . . .	10
8. Entregables principales del proyecto . . . . .	11
9. Desglose del trabajo en tareas: 873 h . . . . .	11
10. Diagrama de Activity On Node. . . . .	12
11. Diagrama de Gantt . . . . .	14
12. Presupuesto detallado del proyecto . . . . .	19
13. Gestión de riesgos . . . . .	19
14. Gestión de la calidad . . . . .	20
15. Procesos de cierre . . . . .	20

## Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
0	Creación del documento	22 de agosto de 2023
1	Se completa hasta el punto 5 inclusive	7 de septiembre de 2023
2	Se completa hasta el punto 9 inclusive y se agregan correcciones de la revisión 1	14 de septiembre de 2023
3	Se completa hasta el punto 9 inclusive y se agregan correcciones de la revisión 2	26 de septiembre de 2023

## Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 22 de agosto de 2023

Por medio de la presente se acuerda con la Mag. Ing. Andrade R. Edda G. que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos se titulará “Extensión de plataforma de detección RFID Atheling”, consistirá esencialmente en la implementación de una etapa de autotuning para lograr el uso de la plataforma de detección RFID de Atheling con antenas de distinto alcance, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 837 h de trabajo y 20228.5 USD, con fecha de inicio 22 de agosto de 2023 y fecha de presentación pública Agosto 2024.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Dr. Ing. Ariel Lutenberg  
Director posgrado FIUBA

Mauro Koenig  
EmTech

Esp. Ing. Abbate Santiago  
Director del Trabajo Final

## 1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

Con el crecimiento exponencial de la población mundial, la producción de alimentos cobró una relevancia fundamental en el mundo globalizado y moderno en el que vivimos. Es por ello que la automatización de los procesos productivos resulta de gran interés.

Abastecer las grandes demandas de la industria cárnica requiere de un exhaustivo trabajo en zonas agrestes de gran extensión. Es por ello que la compañía EmTech desarrolló distintas plataformas marca Atheling, que se encargan de monitorear a los animales de forma automatizada y remota. Los sistemas de Atheling se encuentran instrumentados con múltiples sensores que permiten mantener un registro de los animales. Cada animal es identificado con un único ID (caravana electrónica HDX). Los datos recolectados por las antenas de Atheling se transmiten y procesan de modo tal que el productor tiene todas las variables relevantes disponibles al alcance de dispositivos de uso cotidiano, como un celular. Esto permite la toma de decisiones en tiempo real, fundamentadas en datos concretos, con la finalidad de optimizar la producción.

En el marco de la aplicación antes mencionada, la compañía EmTech requiere extender la actual plataforma de detección de animales, para lograr obtener una lectura confiable de las caravanas electrónicas portadas por éstos desde distintas antenas y en distintas condiciones ambientales, rediseñándola para incluir un nuevo microprocesador de ultra bajo consumo. El objetivo del proyecto es portar el código al nuevo microprocesador e implementar una etapa de autosintonización que maximice la señal recibida desde las antenas de Atheling de corto y largo alcance.

El proyecto presentado en este documento es parte del programa de vinculación con empresas y tiene como objetivo implementar la extensión de la plataforma de detección RFID introducida anteriormente, la cual actualmente se encuentra en uso. Para ello es necesario calcular y simular la etapa de autosintonización con ambas antenas (largo y corto alcance), actualizar el diseño del circuito impreso, generar los archivos de fabricación, portar y actualizar el firmware para que el nuevo microprocesador realice la sintonización con ambas antenas. Por último, se requiere realizar pruebas de validación y un informe de sus resultados. El proyecto será llevado a cabo por la autora de este documento en conjunto con colaboradores de la compañía EmTech.

La etapa de autosintonización con las antenas se realiza por medio de un banco de capacitores con llaves, cuya conmutación es comandada por el microcontrolador embebido en la plataforma. Dicho microcontrolador detecta de forma automática la combinación óptima de capacitores para lograr comunicarse con cada antena. En la Figura 1 se muestra un diagrama de bloques de la solución. El color marrón representa la plataforma como es actualmente, mientras que el color azul muestra la propuesta de extensión. En el esquema se proponen cambios en otros módulos de comunicación, cuyo alcance excede al de este trabajo.

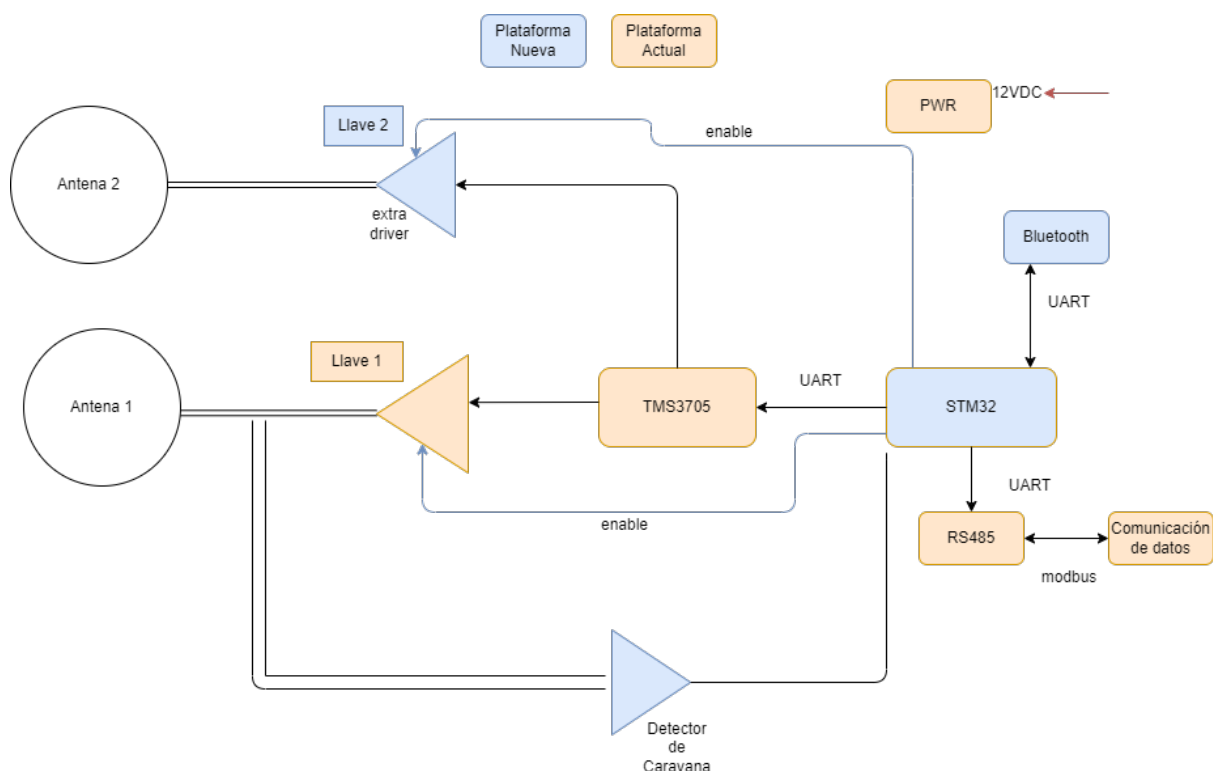


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema

## 2. Identificación y análisis de los interesados

Rol	Apellido y Nombre	Organización	Puesto
Cliente	Mauro Koenig	EmTech	-
Responsable	Mag. Ing. Andrade R. Edda G.	FIUBA	Alumna
Colaboradores	Pedranti Fernando	Atheling	Socio
Orientador	Esp. Ing. Abbate Santiago	EmTech	Director Trabajo final

## 3. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es extender el uso de la plataforma de Atheling de detección de animales portadores de caravanas electrónicas para ser utilizada con diferentes antenas, implementado con un microcontrolador de ultra bajo consumo.

## 4. Alcance del proyecto

El alcance de este proyecto comprende las siguientes actividades:

- Simular y calcular de la etapa de autosintonización.
- Rediseñar y fabricar un prototipo.

- Adaptar el firmware al nuevo microcontrolador de ultra bajo consumo.
- Actualizar el firmware para que el microcontrolador realice de forma automática la sintonización con cada antena.
- Planificar y realizar las pruebas de validación del prototipo.
- Elaborar un informe de validación del circuito actualizado.

Como se especifica en la lista anterior, este proyecto no pretende entregar un equipo integrado en funcionamiento listo para su comercialización sino un prototipo. Cabe mencionar que todas las actividades enlistadas no son responsabilidad exclusiva de la autora de este documento, sino que serán realizadas en conjunto con colaboradores y miembros del equipo de la compañía EmTech-Atheling.

## 5. Supuestos del proyecto

Para lograr el éxito de este proyecto se realizan las siguientes suposiciones:

- EmTech realizó una primera aproximación de cálculo para corroborar que el hardware actual sea compatible con la aplicación requerida.
- EmTech define los requerimientos detallados y el criterio de aceptabilidad de los entregables.
- EmTech pone a disposición toda la información necesaria, con el nivel de detalle adecuado.
- La alumna y todos las personas involucradas acuerdan la dinámica laboral, realizando un desglose de tareas, asignándolas a quien corresponda.
- EmTech asigna los recursos humanos competentes para llevar a cabo el rediseño y fabricación del prototipo en un plazo de tiempo acotado (falta acordar dicho plazo con la compañía).
- EmTech financia la fabricación del prototipo.
- EmTech pone a disposición el hardware necesario para realizar las pruebas de validación del prototipo.
- El Director de Proyecto asignado tiene las competencias y la disponibilidad de tiempo necesarios para guiar a la alumna en las tareas específicas de este proyecto.
- La alumna dispone de tiempo para dedicar al proyecto de no menos de 10 h semanales hasta su culminación.

## 6. Requerimientos

1. Requerimientos generales de funcionalidad  
El sistema debe:

- 1.1. Leer etiquetas RFID HDX bajo el estándar ISO 11785.

- 1.2. Sintonizar automáticamente la etapa de radiofrecuencia para lectura de las etiquetas.
- 1.3. Leer las etiquetas hasta una distancia máxima de 60 cm.
- 1.4. Indicar mediante un estímulo sonoro la correcta lectura de una etiqueta.
- 1.5. Implementar una comunicación MODBUS vía RS485 para la recepción de comandos de control y lectura de datos.
- 1.6. Comandar una salida a relé normal abierta, vía la recepción de un comando a través de la interfaz MODBUS.
- 1.7. Contar con la posibilidad de utilizar una o dos antenas, configurable vía selectores en el PCB.
2. Requerimientos de desarrollo del prototipo
  - 2.1. El desarrollo del prototipo debe basarse en la plataforma de lectura Atheling RFID V1.
  - 2.2. La decodificación de las etiquetas deben implementarse con base en el circuito integrado TMS3705.
  - 2.3. El control y procesamiento de datos del sistema debe basarse en un microcontrolador STM32L152CBT6.
  - 2.4. La plataforma debe contar con una interfaz para su programación mediante un programador externo. El desarrollador USB ST-Link debe tenerse en cuenta como sugerencia.
  - 2.5. Se deben mantener las dimensiones 2D y fijaciones de la plataforma Atheling RFID V1.
  - 2.6. Se deben implementar cambios en el circuito de potencia y en el tamaño de los agujeros.
3. Requerimientos de firmware
  - 3.1. Portar y/o rehacer el firmware actual para que funcione en el nuevo microcontrolador.
  - 3.2. Desarrollar el código para autosintonización.
  - 3.3. Desarrollar drivers para las interfaces de programación, Módulo BLE, RS485, otros periféricos como alarmas sonoras, llaves, y los circuitos integrados necesarios para cumplir con los requerimientos funcionales de este documento.
4. Requerimientos de control de cambios
  - 4.1. Se debe mantener actualizadas las versiones de código mediante el uso del repositorio de EmTech.
5. Requerimientos documentales
  - 5.1. Se debe realizar la documentación de desarrollo del código de acuerdo a los lineamientos de documentación de EmTech.
  - 5.2. Se debe realizar la documentación de desarrollo del código de acuerdo a los lineamientos de documentación de EmTech.
  - 5.3. se debe entregar el informe de avance, la memoria técnica de este proyecto, de acuerdo con los requerimientos de esta casa de altos estudios.
6. Requerimientos de validación y pruebas
  - 6.1. Se deberá validar el funcionamiento del prototipo mediante pruebas de laboratorio que simulen escenarios de uso de la plataforma.



## 7. Historias de usuarios (*Product backlog*)

A continuación se enumeran las historias de usuarios identificadas. Para poder medir el tamaño de cada historia se ha realizado una ponderación numérica con base en la serie de Fibonacci 0, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, .... Los criterios y las ponderaciones consideradas son las siguientes:

### 1. Dificultad del trabajo

- Bajo = 1
- Medio = 5
- Alto = 13

### 2. Complejidad del trabajo

- Bajo = 2
- Medio = 5
- Alto = 13

### 3. Riesgo del trabajo

- Bajo = 1
- Medio = 3
- Alto = 8

Luego, cada historia de usuario obtiene un puntaje (Story Points) que resulta de aproximar la suma de su dificultad, su complejidad y su riesgo al número mas cercano de la serie de Fibonacci.

### 7.1. Historia de Cuidador de Animales

Como cuidador de animales quiero poder identificar a cada animal, para contarlos y evitar pérdidas.”

1. Dificultad = 5
2. Complejidad = 2
3. Riesgo = 3

Total: **Storypints = 8**

### 7.2. Historia del Zootécnico

Como zootécnico quiero balancear la alimentación de los animales para que el engorde sea parejo, para ello necesito identificar cada animal y su historial de peso.”

1. Dificultad = 13

2. Complejidad = 5

3. Riesgo = 3

Total: **Storypints = 21**

### 7.3. Historia del dueño del campo

Como dueño del campo quiero tener la información al alcance de la mano para dar seguimiento y tomar decisiones estratégicas sobre mis animales.”

1. Dificultad = 13

2. Complejidad = 13

3. Riesgo = 3

Total: **Storypints = 34**

### 7.4. Historia del encargado de soporte técnico

Como encargado de soporte técnico quiero evitar dificultades en la instalación de los nodos, por lo que necesito que el lector tenga una buena relación señal/ruido, para evitar lecturas espúreas.”

1. Dificultad = 5

2. Complejidad = 13

3. Riesgo = 3

Total: **Storypints = 21**

### 7.5. Historia del impulsor del proyecto

Como impulsor del proyecto quiero ampliar la plataforma para lograr robustez ante el ruido electromagnético para poder usar nuestros equipos en zonas más urbanizadas. ”

1. Dificultad = 5

2. Complejidad = 13

3. Riesgo = 3

Total: **Storypints = 21**

## 8. Entregables principales del proyecto

Los entregables del proyecto son:

- Documento de ingeniería de la aplicación del circuito, análisis de lo que se agrega, fundamentos y líneas para hacer el esquemático + PCB.
- Documentos de fabricación del PCB (Gerbers + archivo de fabricación + P and P).
- Esquemáticos del PCB + BOM.
- Código fuente del firmware.
- Documentación del código.
- Informe de cierre del proyecto.
- Informe de avance.
- Memoria técnica.

## 9. Desglose del trabajo en tareas: 873 h

1. Planificación del proyecto: 78 h
  - 1.1. Definir el alcance del proyecto: 10 h
  - 1.2. Acordar metodologías de trabajo, gestión de la información, medios de comunicación: 20 h
  - 1.3. Gestionar los recursos para asegurar la disponibilidad en el momento de realización de las pruebas: 40 h
  - 1.4. Confeccionar el Plan de Trabajo: 48 h
2. Simulación y cálculo de la etapa de autosintonización: 45 h
  - 2.1. Investigar el estado del arte: 40 h
  - 2.2. Calcular el circuito: 20 h
  - 2.3. Simular el comportamiento del circuito: 20 h
3. Diseño del prototipo: 141 h
  - 3.1. Seleccionar los componentes: 20 h
  - 3.2. Calcular los circuitos: 10 h
  - 3.3. Diseñar los circuitos esquemáticos: 20 h
  - 3.4. Confeccionar las memorias de cálculo: 10 h
  - 3.5. Confeccionar el Bill Of Materials (BOM): 5 h
  - 3.6. Confeccionar los esquemáticos entregables: 20 h
  - 3.7. Diseñar el PCB: 40 h
  - 3.8. Confeccionar los documentos de fabricación (gerbers, Pick and Place, etc.): 10 h
  - 3.9. Modelar CAD 3D del PCB: 5 h

- 3.10. Verificar la compatibilidad mecánica/espacial del PCB dentro del gabinete: 1 h
- 4. Fabricación del prototipo: 120 h
  - 4.1. Buscar proveedores y solicitar cotizaciones: 20 h
  - 4.2. Rediseñar el PCB en función de la retroalimentación con el/los fabricantes: 10 h
  - 4.3. Dar seguimiento a la fabricación: 10 h
  - 4.4. Fabricar el PCB y montar componentes: 40 h
  - 4.5. Integrar el sistema embebido al gabinete, con sus fijaciones, fuente de alimentación, etc.: 40 h
- 5. Desarrollo de Firmware: 172 h
  - 5.1. Estudiar el código actual: 10 h
  - 5.2. Evaluar si recodificar completamente el código o portar: 2 h
  - 5.3. Portar/recodificar las funcionalidades actuales para que funcionen en el nuevo microcontrolador: 40 h
  - 5.4. Desarrollar drivers para las interfaces de comunicación, programación y periféricos como alarma sonora: 80 h
  - 5.5. Desarrollar el código de autosintonización: 40 h
- 6. Prueba del firmware: 45 h
  - 6.1. Montar periféricos de prueba para verificación de funcionamiento del firmware: 5 h
  - 6.2. Analizar y depurar el código: 40 h
- 7. Diseño de pruebas de validación: 19 h
  - 7.1. Definir criterios de aceptación del comportamiento de la plataforma: 20 h
  - 7.2. Definir el alcance de las pruebas a realizarse: 2 h
  - 7.3. Definir los recursos necesarios (espacio, instrumentación, personal, etc): 5 h
- 8. Pruebas de validación: 70 h
  - 8.1. Realizar pruebas de validación: 60 h
  - 8.2. Documentar pruebas de validación: 10 h
- 9. Presentación final del proyecto: 89 h
  - 9.1. Confeccionar el informe de avance: 30 h
  - 9.2. Confeccionar la memoria técnica: 30 h
  - 9.3. Confeccionar la presentación pública: 20 h
  - 9.4. Practicar la presentación en conjunto con el director: 5 h

## 10. Diagrama de Activity On Node

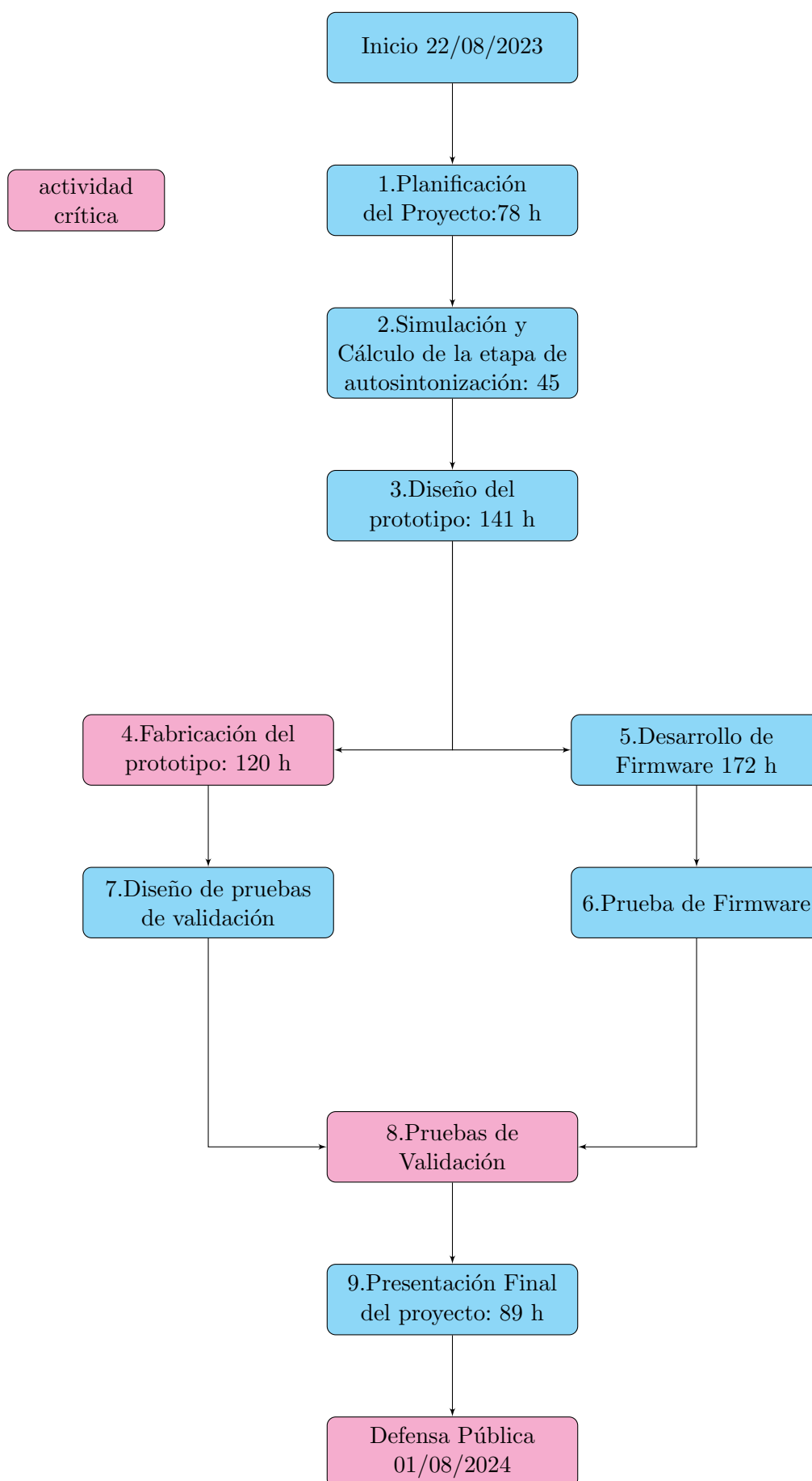
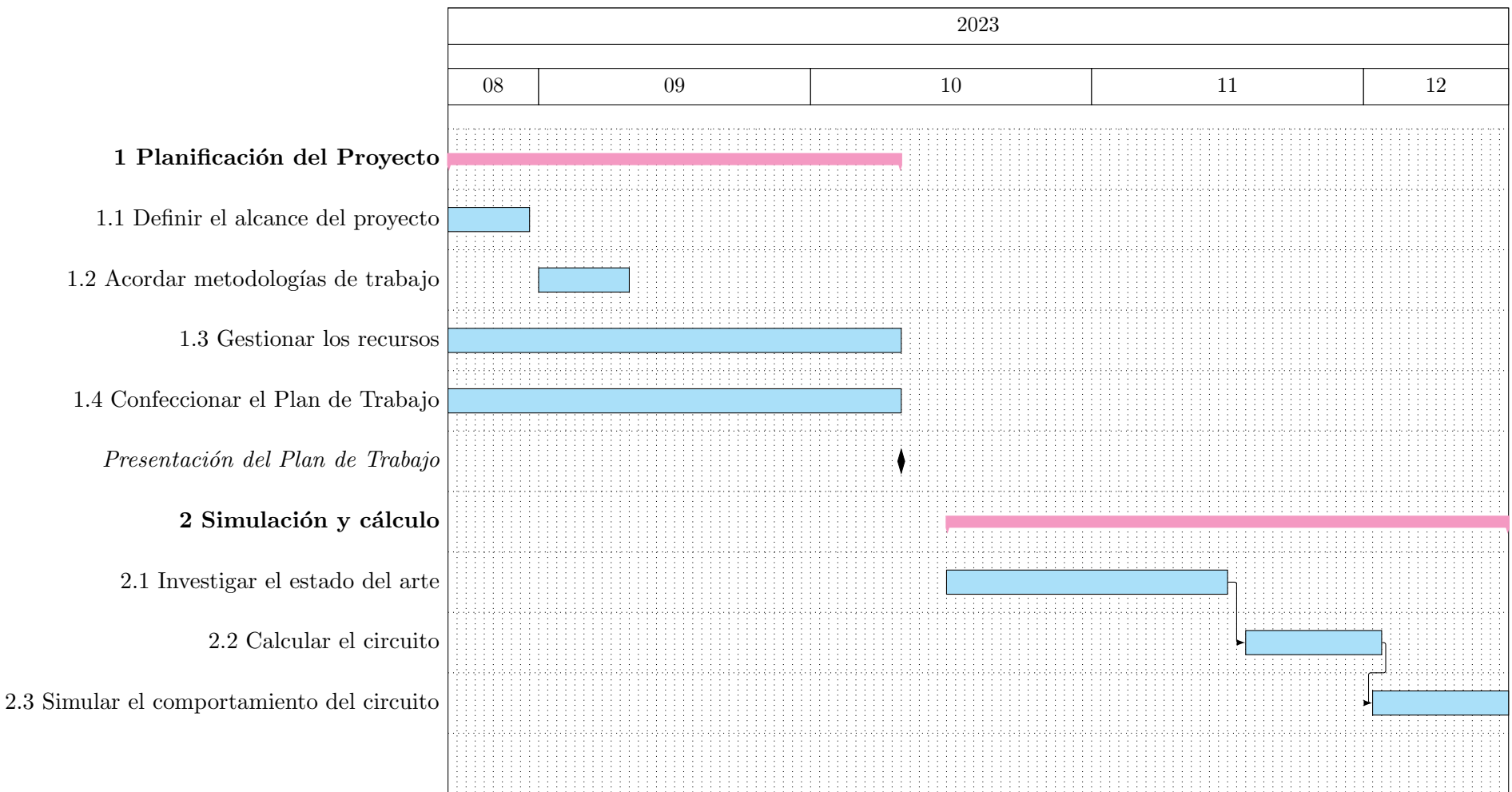
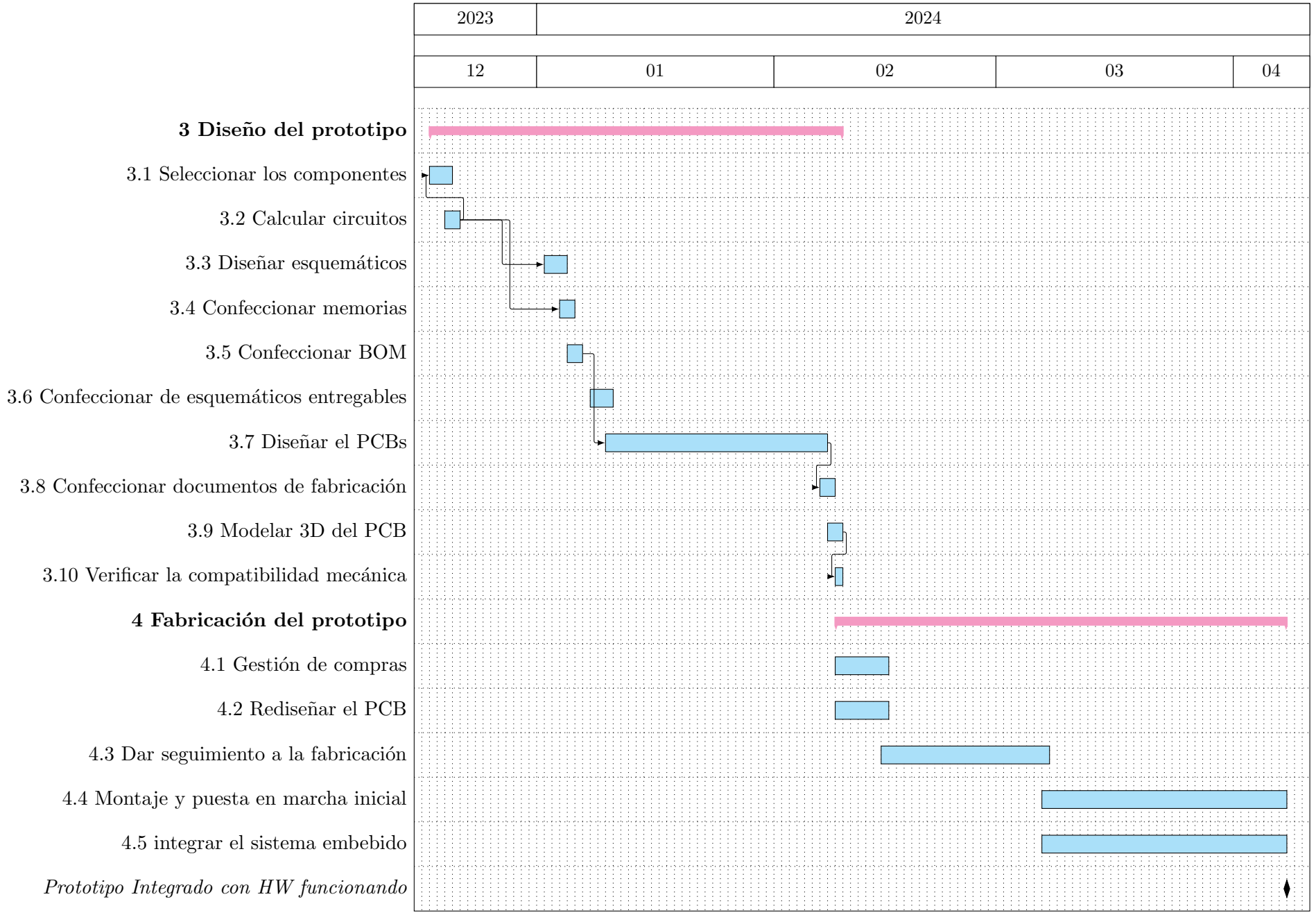


Figura 2. Diagrama AoN

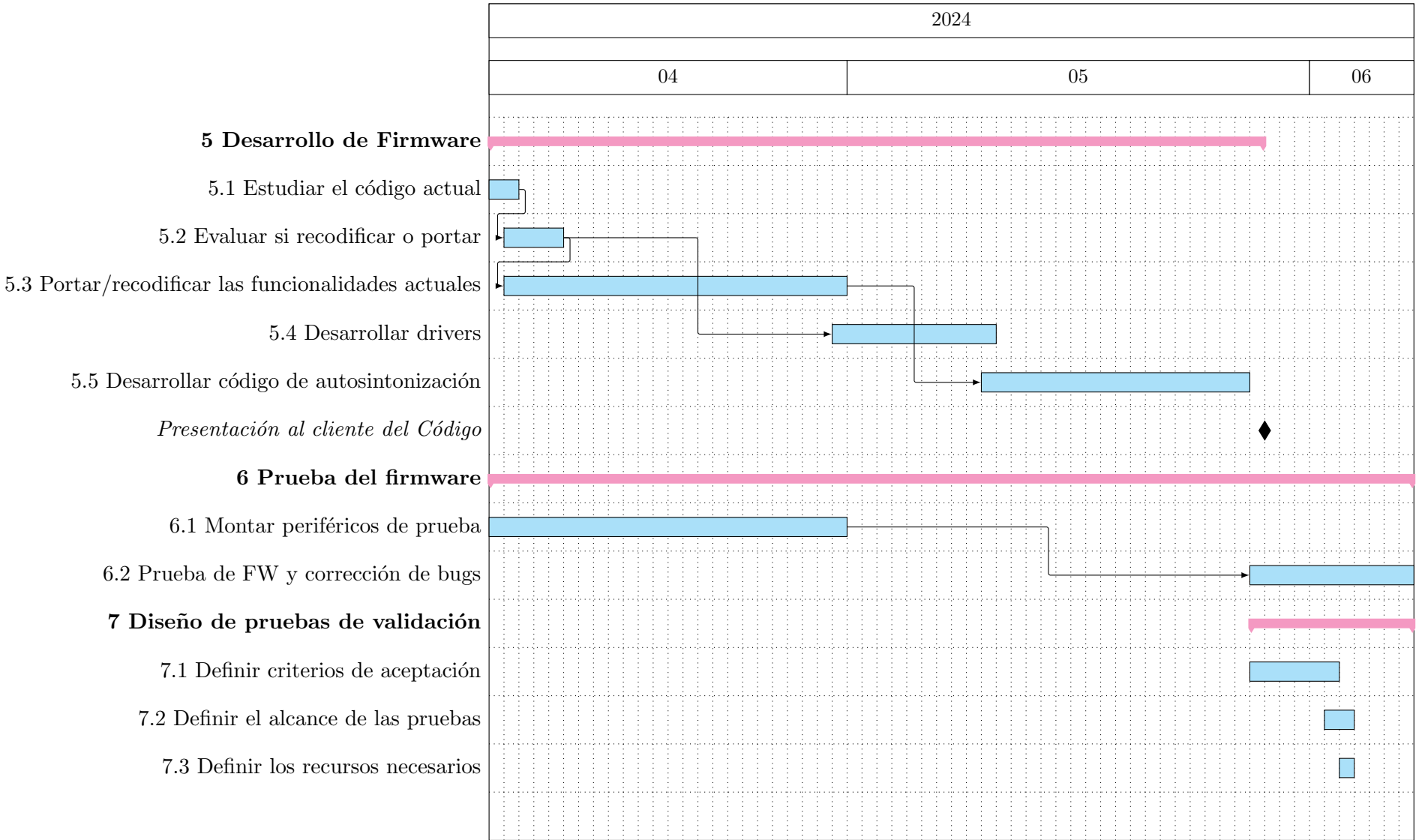
## 11. Diagrama de Gantt

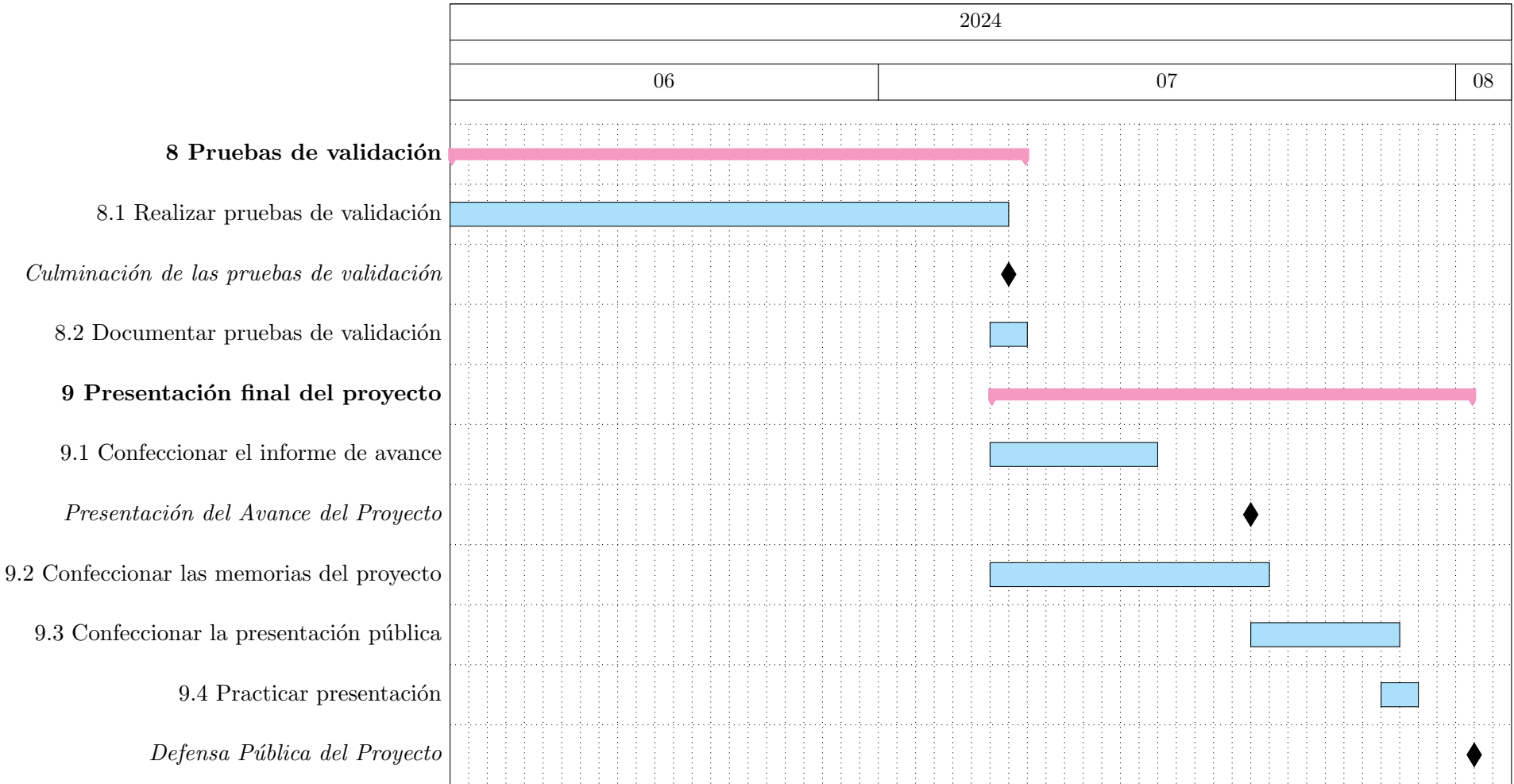
En las siguientes páginas se muestra el Diagrama de Gantt de acuerdo al WBS descripto en la sección 9.











## 12. Presupuesto detallado del proyecto

COSTOS DIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Horas de Ingeniería	837 h	20 USD/h	16740 USD
Prototipo: Fabricación y Montaje	3 unidades	250 USD/unidad	750 USD
Componentes para validación y desarrollo	1	100 USD	100 USD
SUBTOTAL			17590 USD
COSTOS INDIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Costos indirectos 0,15* costos directos	1	2638 USD	2638 USD
SUBTOTAL			2638 USD
TOTAL			20228.5 USD

## 13. Gestión de riesgos

Riesgo 1: falta de disponibilidad de componentes

- 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