



Cadenas de procesamiento re-configurables en SoC/MPSoC

Autor:

Ing. Carlos Jorge Maffrand

Director:

Esp. Ing. Gonzalo Lavigna (FIUBA)

*Esta planificación fue realizada en el curso de gestión de proyectos
entre el 24 de junio de 2021 y el 24 de agosto de 2021.*

Índice

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar	5
2. Identificación y análisis de los interesados	6
3. Propósito del proyecto	7
4. Alcance del proyecto	7
5. Supuestos del proyecto.	7
6. Requerimientos	8
7. Historias de usuarios (<i>Product backlog</i>).	10
8. Entregables principales del proyecto	10
9. Desglose del trabajo en tareas	11
10. Diagrama de Activity On Node.	11
11. Diagrama de Gantt	12
12. Presupuesto detallado del proyecto	15
13. Gestión de riesgos	15
14. Gestión de la calidad	16
15. Procesos de cierre	17

Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
0	Creación del documento	24 de junio de 2021
1	Se genera la primera versión de los incisos 1, 2, 3, 4 y 5.	04 de julio de 2021
2	Se genera la primera versión de los incisos 6, 7 y 8.	08 de julio de 2021

Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 24 de junio de 2021

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Carlos Jorge Maffrand que su Trabajo Final de la Especialización en Sistemas Embebidos se titulará “Cadenas de procesamiento re-configurables en SoC/MPSoC ”, consistirá en implementar un sistema que permita seleccionar bloques de procesamiento almacenado en memoria, realizar re-configuración dinámica en lógica programable y ofrecer un entorno de pruebas para el filtro seleccionado. Este entorno de pruebas debe ser capaz de generar una onda de excitación para el filtro, adquirir los datos filtrados y generar reportes de pruebas. Este desarrollo tiene como finalidad evaluar el uso de bancos de filtros mediante re-configuración dinámica de lógica programable para aplicaciones satelitales y de radar, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 hs de trabajo y \$ 0, con fecha de inicio 24 de junio de 2021 y fecha de presentación pública 24 de junio de 2022.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Ariel Lutenberg
Director posgrado FIUBA

Franco Alcaraz
INVAP

Gonzalo Lavigna
Director del Trabajo Final

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

En los desarrollos tecnológicos, tanto aeroespaciales como de radares, es muy frecuente la utilización de procesamiento digital de las señales en dispositivos de lógica programable. En consecuencia, dado los elevados costos de los lanzamientos, las misiones espaciales y los desarrollos de defensa es necesaria la utilización eficiente de los recursos. Por lo que, mediante la re-configuración parcial, se podría reducir el número de dispositivos de lógica programable utilizados en futuros desarrollos.

El sistema propuesto en este plan de trabajo permitirá hacer una evaluación del uso de técnicas de re-configuración dinámica parcial en dispositivos de lógica programable para aplicaciones espaciales y de defensa.

Las Cadenas de procesamiento re-configurables en SoC/MPSoC permiten seleccionar filtros de procesamiento, previamente generados, de un banco de filtros almacenado en memoria, realizar la re-configuración dinámica y evaluar el funcionamiento del banco seleccionado. Como componente principal, el dispositivo a desarrollar cuenta con un System on Chip (SoC) o Multi Processor System on Chip (MPSoC).

En la Figura 1 se muestra un diagrama de bloques en el que se observan las funcionalidades principales de la aplicación a desarrollar. De la misma, se desprende que el objetivo de la aplicación es generar un entorno de software-HDL que permita la selección de bancos de filtros que re-configuran la lógica programable del SoC/MPSoC.

El entorno de pruebas se debe implementar haciendo uso de un kit de desarrollo que contenga un SoC o MPSoC de serie 7 o superior de la marca Xilinx. Por lo que, se deben establecer los mecanismos de re-configuración mediante el entorno de desarrollo Vivado.

El dispositivo debe constar de los principales bloques constitutivos:

- Interfaz de usuario (UI): debe proveer al operador un modo de configurar el filtro de procesamiento empleado en el dispositivo, disparar la ejecución de pruebas y obtener los archivos de reporte. Adicionalmente, el operador debe poder actualizar los archivos que conforman el banco de filtros con los que se puede configurar la lógica programable (PL).
- Sistema de procesamiento (PS): debe contar con un sistema operativo que permita la ejecución de diferentes aplicaciones. Las mismas tienen como funcionalidades principales: controlar los periféricos del procesador, realizar la re-configuración de la PL, generar y administrar los reportes de pruebas, administrar el banco de filtros, configurar las pruebas a realizar y gestionar la comunicación con la PL mediante el bus AXI.
- Lógica programable (PL): en la misma se debe disponer de una parte estática donde se instancia una lógica de generación de estímulos y adquisición de datos para la realización de las pruebas sobre los filtros. Por otro lado, en la PL debe existir una sección configurable donde se deben instanciar los bloques de procesamiento.
- Memoria estática (SD): espacio de memoria donde se deben almacenar el banco de filtros, los reportes de las pruebas ejecutadas, archivos de configuración del sistema y los datos de las pruebas recientemente realizadas por el usuario.
- Memoria RAM: a ser utilizada para la generación de reportes.

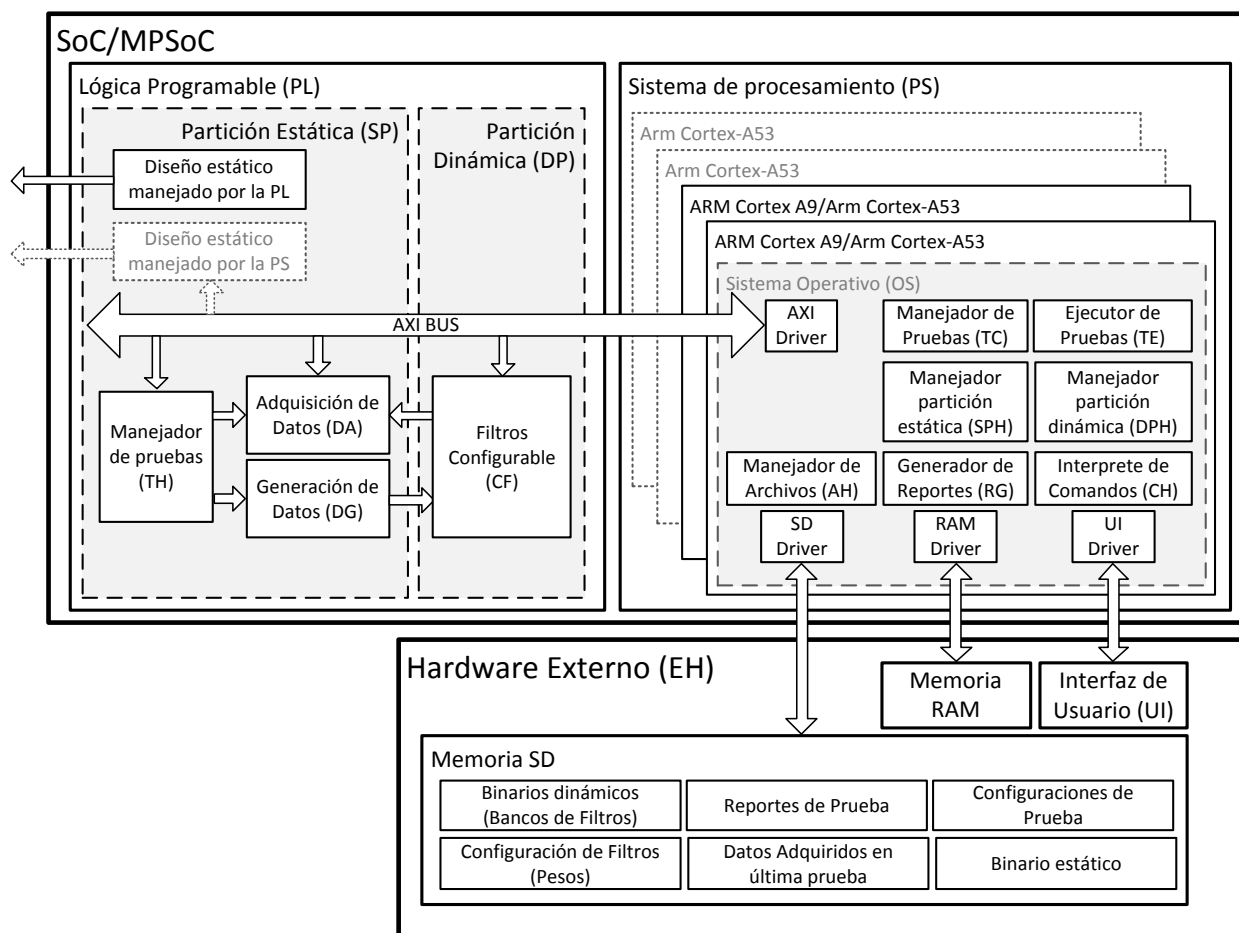


Figura 1. Diagrama en bloques

2. Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Cliente	Franco Alcaraz	INVAP	-
Responsable	Carlos Jorge Maffrand	FIUBA	Alumno
Orientador	Gonzalo Lavigna	FIUBA	Director Trabajo Final
Usuario final	Operarios de sistemas especiales	INVAP	-

Cuadro 1. Identificación de los interesados

- Cliente: Franco Alcaraz, es un profesional altamente calificado en la industria aeroespacial y defensa.
- Orientador: Gonzalo Lavigna, es egresado de la Maestría de Sistemas Embebidos de la FIUBA, posee muchos años de experiencia desarrollando proyectos en la industria aeroespacial y de defensa. Probablemente esté viviendo en Europa, por lo que hay que tener en cuenta ese hecho cuando se decida contactarlo.

3. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es realizar una evaluación tecnológica de la re-configuración dinámica de dispositivos de lógica programable, con el fin de establecer criterios de uso para desarrollos aeroespaciales y de radares. Adicionalmente, el cliente desea adquirir la capacidad de desarrollar una aplicación con esa tecnología de modo de subir el Technology Readiness Level (TRL) que se posee dentro de INVAP.

4. Alcance del proyecto

El proyecto descripto en este plan de trabajo deberá brindar las siguientes funcionalidades:

- Administrar un banco de filtros previamente generados en un sistema de archivos.
- Seleccionar el filtro que se planea utilizar.
- Realizar la re-configuración parcial de la lógica programable del SoC/MPSoC, implementando el filtro previamente seleccionado.
- Configurar el entorno de pruebas presente en la parte estática de la PL.
- Ejecutar pruebas configuradas en las cadenas de filtros elegidas.
- Adquirir los datos generados en las pruebas.
- Emitir reportes sobre las pruebas ejecutadas.

El presente proyecto no incluye las siguientes funcionalidades:

- Generar archivos binarios de filtros para la configuración dinámica de la PL.
- Rutinas de verificación, validación y evaluación de performance de las pruebas realizadas en los filtros configurados en la PL.
- Evaluación de los tiempos de re-configuración.
- Almacenamiento de grandes volúmenes de datos.

5. Supuestos del proyecto

Se supone que el software correrá en una plataforma de hardware tipo System on Chip de la línea Xilinx Zynq (ARM+FPGA).

El responsable del proyecto dispone de una placa ZedBoard para la realización del desarrollo. Con el fin de que el banco de pruebas sea implementado en una tecnología más moderna, se debe evaluar si INVAP dispone de un hardware de desarrollo que contenga un MPSoC.

Se asume que se dispondrá de la plataforma de desarrollo durante el tiempo que dure el proyecto para poder depurar el diseño sobre el hardware.

6. Requerimientos

1. Requerimientos de interfaces externas

- 1.1. El sistema debe implementar una interfaz de usuario por consola.
- 1.2. La consola de interfaz de usuario debe ser implementada mediante UART y/o Ethernet.
- 1.3. En la partición estática de la PL se debe implementar una interfaz serie que tenga funcionamiento independiente de la PS.
- 1.4. En la partición estática de la PL se debe implementar una interfaz serie que tenga funcionamiento controlado por la PS.

2. Requerimientos de interfaces internas

- 2.1. El software alojado en la PS debe comunicarse con la PL mediante una interfaz AXI.
- 2.2. El software alojado en la PS debe implementar un sistema de archivos.
- 2.3. El software alojado en la PS debe manejar una interfaz con una memoria RAM.
- 2.4. El software alojado en la debe tener una interfaz para re-configurar dinámicamente la porción de la PL dedicada para tal fin.
- 2.5. El software alojado en la PS debe tener una interfaz para configurar el sector de PL estático.

3. Requerimientos de almacenamiento de información (sistema de archivos)

- 3.1. El sistema debe almacenar filtros previamente generados en el sistema de archivos.
- 3.2. El sistema debe almacenar reportes de las pruebas ejecutadas en el sistema de archivos.
- 3.3. El sistema debe almacenar pre-configuraciones para el entorno de pruebas en el sistema de archivos.
- 3.4. El sistema debe almacenar el archivo de configuración del sector estático de la PL en el sistema de archivos.
- 3.5. El sistema debe almacenar al menos dos archivos binarios de configuración del sector dinámico de la PL en el sistema de archivos.
- 3.6. El sistema debe almacenar archivos de configuración (pesos de los filtros) del sector dinámico de la PL en el sistema de archivos.
- 3.7. El sistema debe almacenar los datos obtenidos de al menos la última ejecución de pruebas en el sistema de archivos.

4. Requerimientos de configuración del entorno de pruebas

- 4.1. El sistema debe instanciar el archivo de configuración de sector estático de la PS.
- 4.2. El sistema debe permitir al usuario la selección del archivo de configuración de sector dinámico de la PL.
- 4.3. El sistema debe permitir al usuario la solicitud de re-configuración dinámica de la porción de la PL dedicada a tal fin.
- 4.4. El sistema debe ejecutar la re-configuración dinámica.
- 4.5. El sistema debe permitir al usuario la configuración de la prueba en la parte estática de la PS haciendo uso de los siguientes parámetros:

- a. Duración de la prueba.
 - b. Ancho de palabra del filtro configurado.
 - c. Tipo de onda generada para la prueba.
- 4.6. El sistema debe escribir los registros de configuración de los bloques implementados en la parte estática de la PS:
 - a. Generación de datos de excitación.
 - b. Configuración de test.
 - c. Adquisición de datos.
- 4.7. El sistema debe permitir al usuario la opción de ejecutar pruebas sin generar reportes o almacenar los datos generados.
- 4.8. El sistema debe permitir al operador actualizar los archivos que conforman el banco de filtros. Dichos archivos son binarios previamente generados en la herramienta de síntesis de HDL.
- 5. Requerimientos funcionales (ejecución de pruebas)
- 6. Requerimientos de rendimiento
- 7. Requerimientos de diseño
- 8. Requerimientos de confiabilidad
- 9. Requerimientos de documentación
- 10. Requerimiento de testing...
- 11. Requerimientos de la interfaz...
- 12. Requerimientos interoperabilidad...
- 13. etc...

Los requerimientos deben numerarse y de ser posible estar agruparlos por afinidad, por ejemplo:

- 1. Requerimientos funcionales
 - 1.1. El sistema debe...
 - 1.2. Tal componente debe...
 - 1.3. El usuario debe poder...
- 2. Requerimientos de documentación
 - 2.1. Requerimiento 1
 - 2.2. Requerimiento 2 (prioridad menor)
- 3. Requerimiento de testing...
- 4. Requerimientos de la interfaz...
- 5. Requerimientos interoperabilidad...
- 6. etc...

Leyendo los requerimientos se debe poder interpretar cómo será el proyecto y su funcionalidad.

Indicar claramente cuál es la prioridad entre los distintos requerimientos y si hay requerimientos opcionales.

No olvidarse de que los requerimientos incluyen a las regulaciones y normas vigentes!!!

Y al escribirlos seguir las siguientes reglas:

- Ser breve y conciso (nadie lee cosas largas).
- Ser específico: no dejar lugar a confusiones.
- Expresar los requerimientos en términos que sean cuantificables y medibles.

7. Historias de usuarios (*Product backlog*)

Descripción: En esta sección se deben incluir las historias de usuarios y su ponderación (*history points*). Recordar que las historias de usuarios son descripciones cortas y simples de una característica contada desde la perspectiva de la persona que desea la nueva capacidad, generalmente un usuario o cliente del sistema. La ponderación es un número entero que representa el tamaño de la historia comparada con otras historias de similar tipo.

El formato propuesto es: como [rol] quiero [tal cosa] para [tal otra cosa].”

Se debe indicar explícitamente el criterio para calcular los *story points* de cada historia

8. Entregables principales del proyecto

Los entregables del proyecto son (ejemplo):

- Manual de uso
- Diagrama de circuitos esquemáticos
- Código fuente del firmware
- Diagrama de instalación
- Informe final
- etc...

9. Desglose del trabajo en tareas

El WBS debe tener relación directa o indirecta con los requerimientos. Son todas las actividades que se harán en el proyecto para dar cumplimiento a los requerimientos. Se recomienda mostrar el WBS mediante una lista indexada:

1. Grupo de tareas 1

- 1.1. Tarea 1 (tantas hs)
- 1.2. Tarea 2 (tantas hs)
- 1.3. Tarea 3 (tantas hs)

2. Grupo de tareas 2

- 2.1. Tarea 1 (tantas hs)
- 2.2. Tarea 2 (tantas hs)
- 2.3. Tarea 3 (tantas hs)

3. Grupo de tareas 3

- 3.1. Tarea 1 (tantas hs)
- 3.2. Tarea 2 (tantas hs)
- 3.3. Tarea 3 (tantas hs)
- 3.4. Tarea 4 (tantas hs)
- 3.5. Tarea 5 (tantas hs)

Cantidad total de horas: (tantas hs)

Se recomienda que no haya ninguna tarea que lleve más de 40 hs.

10. Diagrama de Activity On Node

Armar el AoN a partir del WBS definido en la etapa anterior.

Indicar claramente en qué unidades están expresados los tiempos. De ser necesario indicar los caminos semicríticos y analizar sus tiempos mediante un cuadro. Es recomendable usar colores y un cuadro indicativo describiendo qué representa cada color, como se muestra en el siguiente ejemplo:



Figura 2. Diagrama en *Activity on Node*

11. Diagrama de Gantt

Existen muchos programas y recursos *online* para hacer diagramas de gantt, entre los cuales destacamos:

- Planner
- GanttProject
- Trello + *plugins*. En el siguiente link hay un tutorial oficial:
<https://blog.trello.com/es/diagrama-de-gantt-de-un-proyecto>
- Creately, herramienta online colaborativa.
<https://creately.com/diagram/example/ieb3p3ml/LaTeX>
- Se puede hacer en latex con el paquete *pgfgantt*
<http://ctan.dcc.uchile.cl/graphics/pgf/contrib/pgfgantt/pgfgantt.pdf>

Pegar acá una captura de pantalla del diagrama de Gantt, cuidando que la letra sea suficientemente grande como para ser legible. Si el diagrama queda demasiado ancho, se puede pegar primero la “tabla” del Gantt y luego pegar la parte del diagrama de barras del diagrama de Gantt.

Configurar el software para que en la parte de la tabla muestre los códigos del EDT (WBS).
Configurar el software para que al lado de cada barra muestre el nombre de cada tarea.
Revisar que la fecha de finalización coincida con lo indicado en el Acta Constitutiva.

En la figura 3, se muestra un ejemplo de diagrama de gantt realizado con el paquete de *pgfgantt*. En la plantilla pueden ver el código que lo genera y usarlo de base para construir el propio.

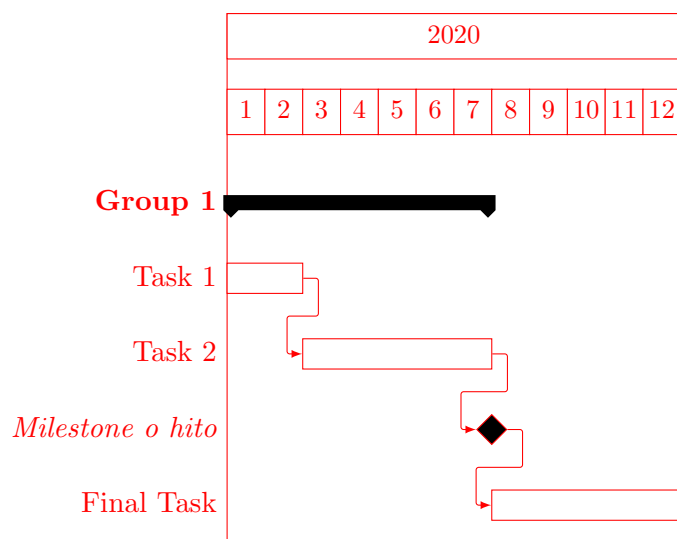


Figura 3. Diagrama de gantt de ejemplo

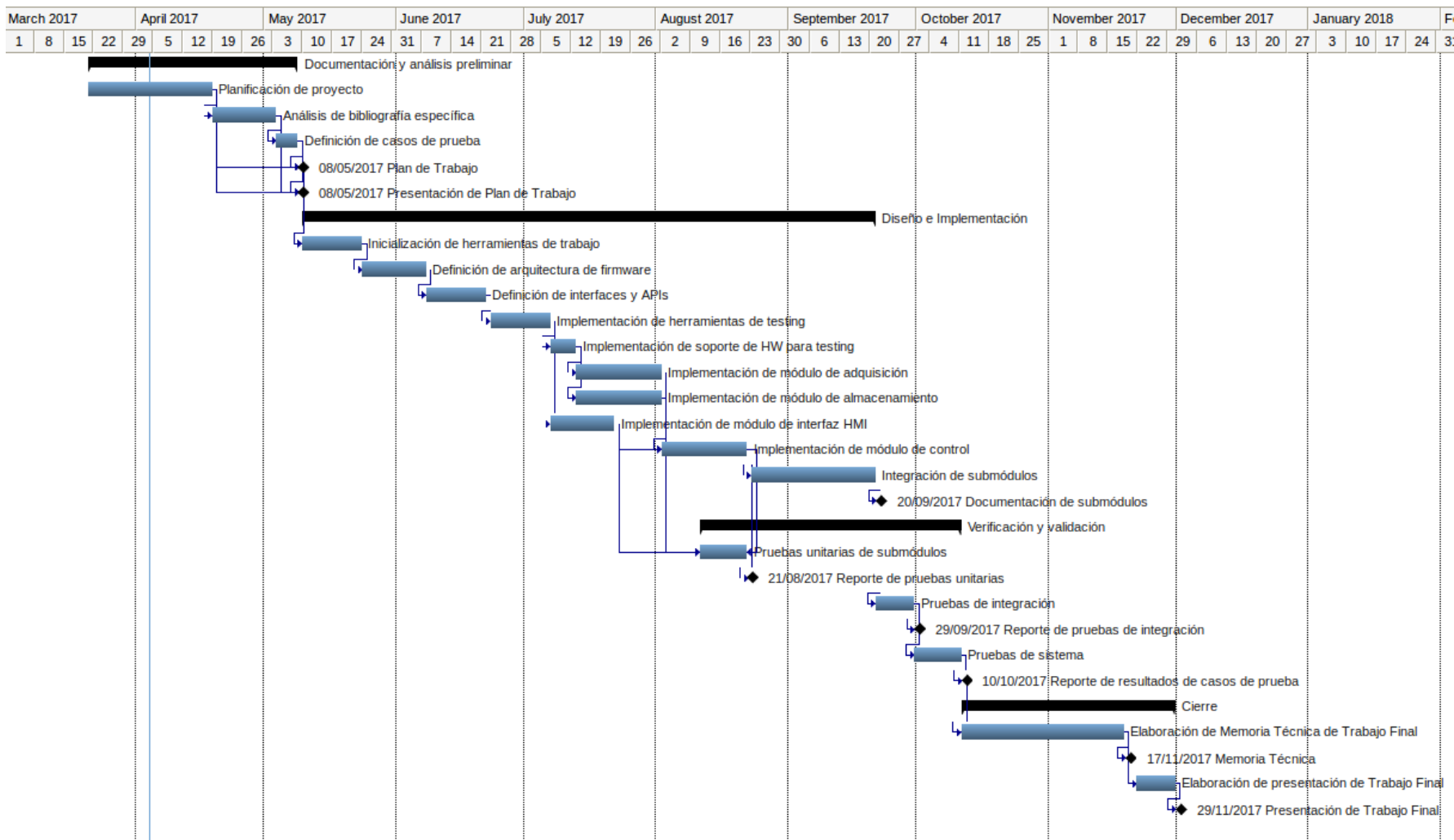


Figura 4. Ejemplo de diagrama de Gantt rotado

12. Presupuesto detallado del proyecto

Si el proyecto es complejo entonces separarlo en partes:

- Un total global, indicando el subtotal acumulado por cada una de las áreas.
- El desglose detallado del subtotal de cada una de las áreas.

IMPORTANTE: No olvidarse de considerar los **COSTOS INDIRECTOS**.

COSTOS DIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
SUBTOTAL			
COSTOS INDIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
SUBTOTAL			
TOTAL			

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

Para cada uno de los requerimientos del proyecto indique:

- 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.