



Monitoreo y control de sistemas de bombeo de agua potable de pozos profundos

Autor:

Esp. Ing. Mario Fernando Aguilar Montoya

Director:

Mg. Ing. Mauricio Barroso Benavides (FIUBA)

Codirector:

Título y Nombre del codirector (FIUBA)

Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos entre el 22 de junio de 2024 y el 17 de Agosto de 2024.

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	7
7. Historias de usuarios (<i>Product backlog</i>).	9
8. Entregables principales del proyecto	10
9. Desglose del trabajo en tareas	10
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	17
15. Procesos de cierre	17

Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
0	Creación del documento	22 de junio de 2024
1	Se completa hasta el punto 5 inclusive	2 de agosto de 2024

Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 22 de junio de 2024

Por medio de la presente se acuerda con el Esp. Ing. Mario Fernando Aguilar Montoya que su Trabajo Final de la Maestría en Sistemas Embebidos se titulará “Monitoreo y control de sistemas de bombeo de agua potable de pozos profundos” y consistirá en esencialmente en la implementación de un prototipo de un sistema de monitoreo y control de un sistema de bombeo de agua potable. El trabajo tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 horas y un costo estimado de \$ XXX, con fecha de inicio el 22 de junio de 2024 y fecha de presentación pública el 15 de mayo de 2024.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Dr. Ing. Ariel Lutenberg
Director posgrado FIUBA

Ing. Carlos Alvarado
COSAAAL RL

Mg. Ing. Mauricio Barroso Benavides
Director del Trabajo Final

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

El objetivo principal del proyecto es la creación de un prototipo capaz de obtener mediciones de y enviar las variables medidas a una plataforma en la nube haciendo uso de un módulo de comunicación GSM/GPRS.

En la figura 1 se puede observar el diagrama de bloques del sistema. El proyecto permitirá al cliente disminuir el desperdicio de agua que ocurre al momento de bombear agua desde los pozos profundos a los tanques de almacenamiento y también el cliente podrá

El objetivo es que el lector, en una o dos páginas, exponga de qué se trata el proyecto y cuáles son sus desafíos, cuál es la motivación para realizarlo y su importancia.

Se debe introducir el contexto del proyecto, el estado del arte en la temática, describir la propuesta de valor, cuál es el problema que atiende y cuál es la solución que se propone. Se debe dar una descripción funcional de la solución que incluya un diagrama en bloques.

Puede ser útil incluir en esta sección la respuesta a alguna de estas preguntas:

- ¿Cuál es el contexto del proyecto, es un emprendimiento personal, un proyecto para una empresa, es parte del programa de vinculación con empresas del posgrado?
- ¿Existen o aplican condiciones especiales al proyecto, financiamiento de algún programa público o privado, acuerdos de confidencialidad, acuerdos sobre la propiedad intelectual de los entregables u otros?
- ¿Cómo se compara la solución propuesta con el estado del arte en el campo de aplicación?
¿En qué aspectos destaca?
- ¿Ayuda a la explicación si se incluye un lienzo Canvas del Modelo de Negocio?
- ¿En qué estado del ciclo de vida está la solución que se propone?
- ¿Cuáles son las características del cliente (el adoptante de los entregables del proyecto) qué valora, qué necesita?
- ¿Por dónde pasa la innovación?

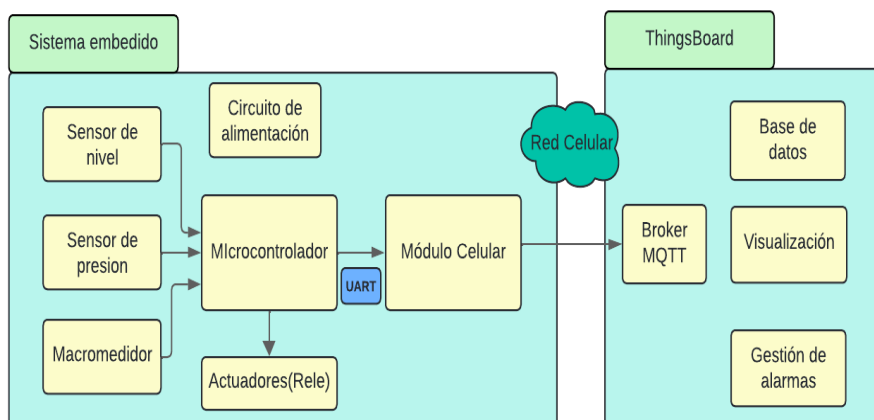


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema.

La descripción técnica-conceptual **debe incluir al menos un diagrama en bloques del sistema** y descripción funcional de la solución propuesta.

Las figuras se deben mencionar en el texto ANTES de que aparezcan con una frase como la siguiente: “En la figura 2 se presenta el diagrama en bloques del sistema. Se observa que...”. La regla es que las figuras nunca pueden ir antes de ser mencionadas en el texto, porque sino el lector no entiende por qué de pronto aparece una figura.

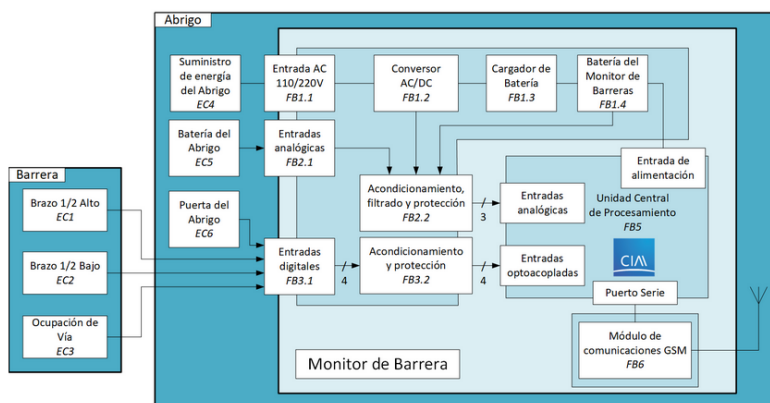


Figura 2. Diagrama en bloques del sistema.

El tamaño del texto en TODAS las figuras debe ser adecuado **para que NO pase lo que ocurre en la figura 2**, donde el lector debe esforzarse para poder leer el texto.

Los colores usados en el diagrama deben ser adecuados, tal que ayuden a comprender mejor el diagrama. Se recomienda evitar colores primarios (como rojo, verde o cyan) y usar la gama de colores pastel.

2. Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Cliente	Ing. Carlos Alvarado	COSAALT RL	-
Responsable	Esp. Ing. Mario Fernando Aguilar Montoya	FIUBA	Alumno
Orientador	Mg. Ing. Mauricio Barroso Benavides	-	Director del Trabajo Final
Usuario final	Operarios	-	-

Es deseable listar a continuación las principales características de cada interesado.

- Orientador: la Dra. Ing. María Gómez es experta en la temática y va a ayudar con la definición de los requerimientos y el desarrollo del firmware del embebido.
- Auspiciante: es riguroso y exigente con la rendición de gastos. Tener mucho cuidado con esto.

3. Propósito del proyecto

El propósito del proyecto es desarrollar un sistema que sea capaz de monitorear y controlar parámetros relevantes en un sistema de bombeo de agua, con la finalidad de disminuir el consumo energético de las bombas y el desperdicio de agua potable.

4. Alcance del proyecto

El proyecto incluye:

- Diseño e implementación de un prototipo y pruebas preliminares de funcionamiento.
- Desarrollo del firmware del microcontrolador basado en un sistema operativo de tiempo real.
- Configuración de la interfaz gráfica de la plataforma IoT.

El proyecto no incluye:

- Diseño y fabricación del gabinete que aloja al dispositivo.
- Manuales de instalación y de usuario del dispositivo.

5. Supuestos del proyecto

- El tiempo de fabricación de los PCBs de prueba estará dentro de lo planeado.
- El tiempo de importación de los módulos y componentes estarán dentro de lo planeado.
- El presupuesto no superará en gran medida lo estimado.
- No tener problemas de importación de los componentes.
- El tiempo de desarrollo del firmware
- La situación del país
- El tiempo de diseño del hardware

6. Requerimientos

1. Requerimientos funcionales:

1.1. Requerimientos de firmware

- 1) El firmware debe comunicarse con el módulo GSM/GPRS mediante protocolo serial.
- 2) El firmware debe poder suscribirse y publicar en tópicos utilizando el protocolo MQTT.

- 3) El firmware debe estar bajo un RTOS.
 - 4) El firmware debe poder obtener las lecturas de los sensores.
 - 5) Se deben realizar los drivers para los sensores.
 - 6) Se debe hacer test unitarios para los drivers.
 - 7) Se debe hacer test de integracion.
 - 8) El firmware debe poder actualizarse de forma remota.
- 1.2. Requerimientos de hardware
 - 1) El microcontrolador tiene que ser
 - 2) El PCB tiene circuitos de conversion de
 - 3) El PCB tiene que tener un circui
 - 4) El prototipo debe usar un modulo GSM/GPRS.
 - 5) La caja debe ser generica.
 - 6) Debe contar con una display.
 - 1.3. Requerimientos de interfaz gráfica
 - 1) Debe mostrar los valores de los sensores.
 - 2) Debe mostrar el estado de los actuadores.
 - 3) Debe contar con botones para controlar la actuadores.
 - 4) Debe almacenar los datos.
 - 5) Debe poder establecer reglas y alarmas.
 - 1.4. Requerimientos de documentación
 - 1) Se debe presentar un informe de avance del proyecto.
 - 2) Se debe presentar una memoria tecnica al final del proyecto.
2. Requerimiento de testing
 3. Requerimientos de documentación:
 - 3.1. Requerimiento 1.
 - 3.2. Requerimiento 2 (prioridad menor)

Los requerimientos deben enumerarse y de ser posible estar agrupados 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*)

Se utiliza la serie de Fibonacci: 0, 1, 3, 5, 8, 13, 21, 34. . . para establecer los pesos de las historias de usuario. Se suman los pesos de : cantidad de trabajo a realizar , complejidad del trabajo a realizar y riesgo o incertidumbre del trabajo a realizar. Si el peso no coincide con alguno de la serie se asigna el inmediato superior.

Tabla de pesos:

- Cantidad de trabajo a realizar
 - Cantidad de trabajo a realizar
- Complejidad del trabajo a realizar
 - Cantidad de trabajo a realizar
- Riesgo o incertidumbre del trabajo a realizar
 - Cantidad de trabajo a realizar

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.

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

El formato propuesto es:

1. “Como [rol] quiero [tal cosa] para [tal otra cosa].”
Story points: 8 (complejidad: 3, dificultad: 2, incertidumbre: 3)

8. Entregables principales del proyecto

- Documentación en formato pdf de los esquemáticos y planos del PCB.
- Código fuente del firmware no editable.
- Prototipo funcional.
- documentación del proyecto.

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. documentación del proyecto(suma h)
 - 1.1. Planificación del proyecto(tantas h)
 - 1.2. Especificación de requisitos del firmware(tantas h)
 - 1.3. Definición de las pruebas de aceptación(tantas h)
2. Búsqueda de material bibliográfico (suma h)
 - 2.1. Buscar hojas de datos de todos los componentes (tantas h)
 - 2.2. Estudiar como funciona cada uno de los componentes (tantas h)
 - 2.3. Investigar sobre dispositivos con funciones similares (tantas h)
3. Diseño del hardware del sistema (suma h)
 - 3.1. Selección de componentes(tantas h)
 - 3.2. Diseño del esquemático(tantas h)
 - 3.3. Diseño de los símbolos(tantas h)
 - 3.4. Diseño del PCB(tantas h)
 - 3.5. Diseños de los componentes en 3D(tantas h)
4. Desarrollo del firmware(suma h)
 - 4.1. Diseño de la arquitectura del firmware(tantas h)
 - 4.2. Desarrollo de los drivers del firmware(tantas h)
 - 1) Desarrollo driver para el sensor de presión.
 - 2) Desarrollo del driver para el sensor de nivel.
 - 3) Desarrollo del driver para el macromedidor.
 - 4) Desarrollo del driver para el medidor de energía.
 - 4.3. Montar el sistema operativo.
 - 4.4. Desarrollar el módulo de la aplicación.
5. Configuración de la interfaz gráfica(suma h)

- 5.1. Configuración de los componentes en la interfaz.
- 5.2. Configuración del almacenamiento.
- 5.3. Configuración de las alarmas.
- 6. Testing (suma h)
 - 6.1. Testeo eléctrico del PCB.
 - 6.2. Testeo del firmware.
 - 6.3. Depuración del firmware.
- 7. Cierre del proyecto (suma h)
 - 7.1. Informes de avance del proyecto.
 - 7.2. Elaboración de la memoria técnica del trabajo final.
 - 7.3. Presentación final del proyecto.

Cantidad total de horas: tantas.

¡Importante!: la unidad de horas es h y va separada por espacio del número. Es incorrecto escribir “23hs”.

Se recomienda que no haya ninguna tarea que lleve más de 40 h. De ser así se recomienda dividirla en tareas de menor duración.

10. Diagrama de Activity On Node

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

Una herramienta simple para desarrollar los diagramas es el Draw.io (<https://app.diagrams.net/>). Draw.io

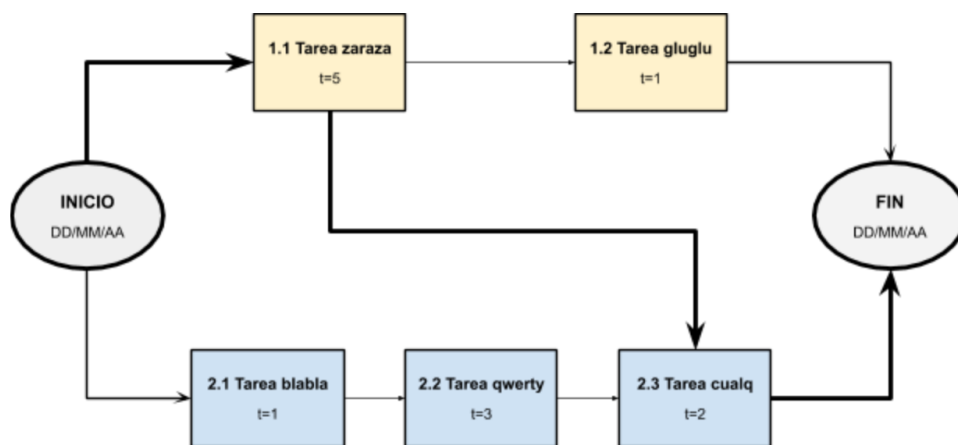


Figura 3. Diagrama de *Activity on Node*.

Indicar claramente en qué unidades están expresados los tiempos. De ser necesario indicar los caminos semi críticos y analizar sus tiempos mediante un cuadro. Es recomendable usar colores y un cuadro indicativo describiendo qué representa cada color.

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 4, 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.

Las fechas pueden ser calculadas utilizando alguna de las herramientas antes citadas. Sin embargo, el siguiente ejemplo fue elaborado utilizando [esta hoja de cálculo](#).

Es importante destacar que el ancho del diagrama estará dado por la longitud del texto utilizado para las tareas (Ejemplo: tarea 1, tarea 2, etcétera) y el valor $x\ unit$. Para mejorar la apariencia del diagrama, es necesario ajustar este valor y, quizás, acortar los nombres de las tareas.

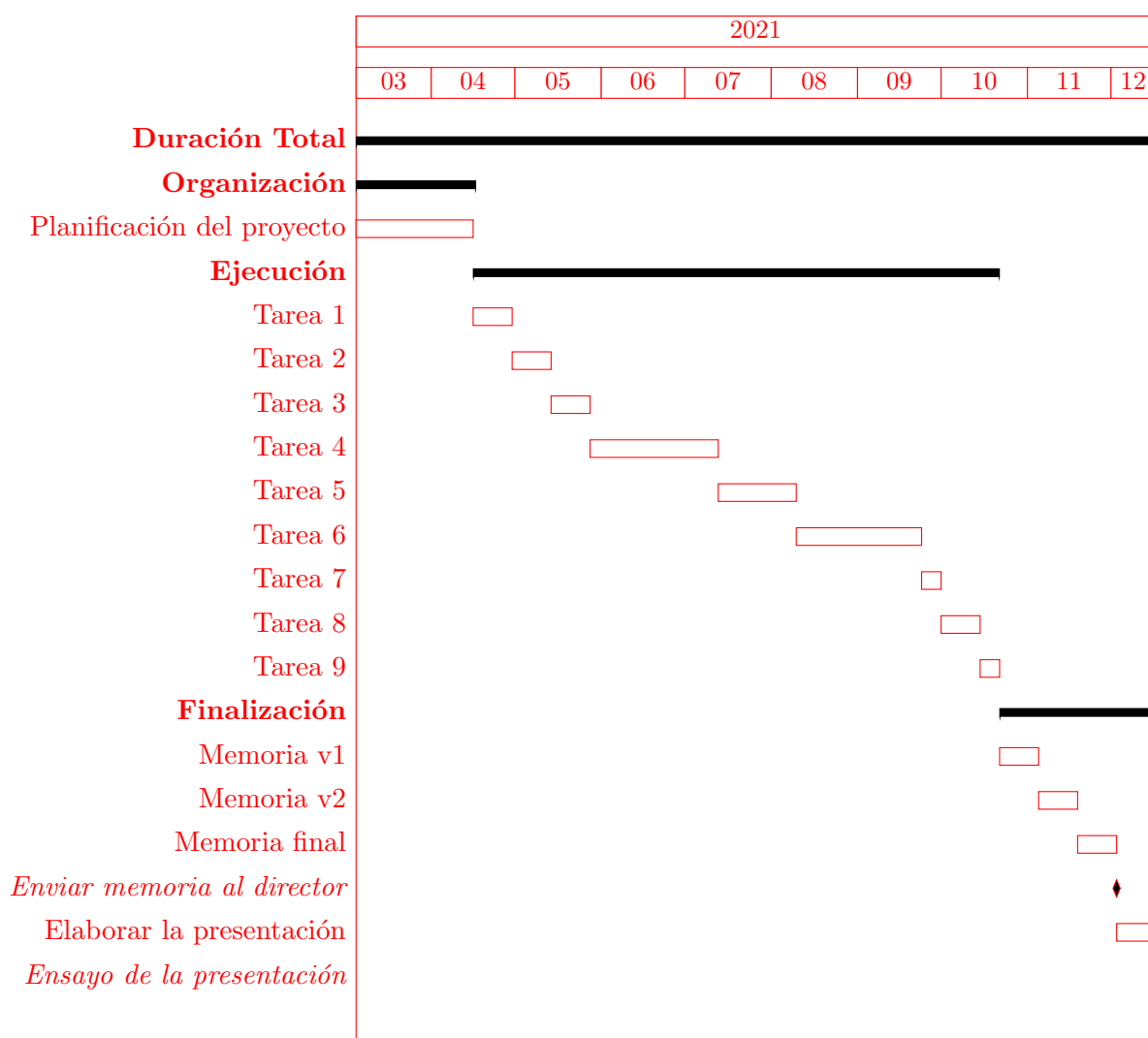


Figura 4. Diagrama de gantt de ejemplo

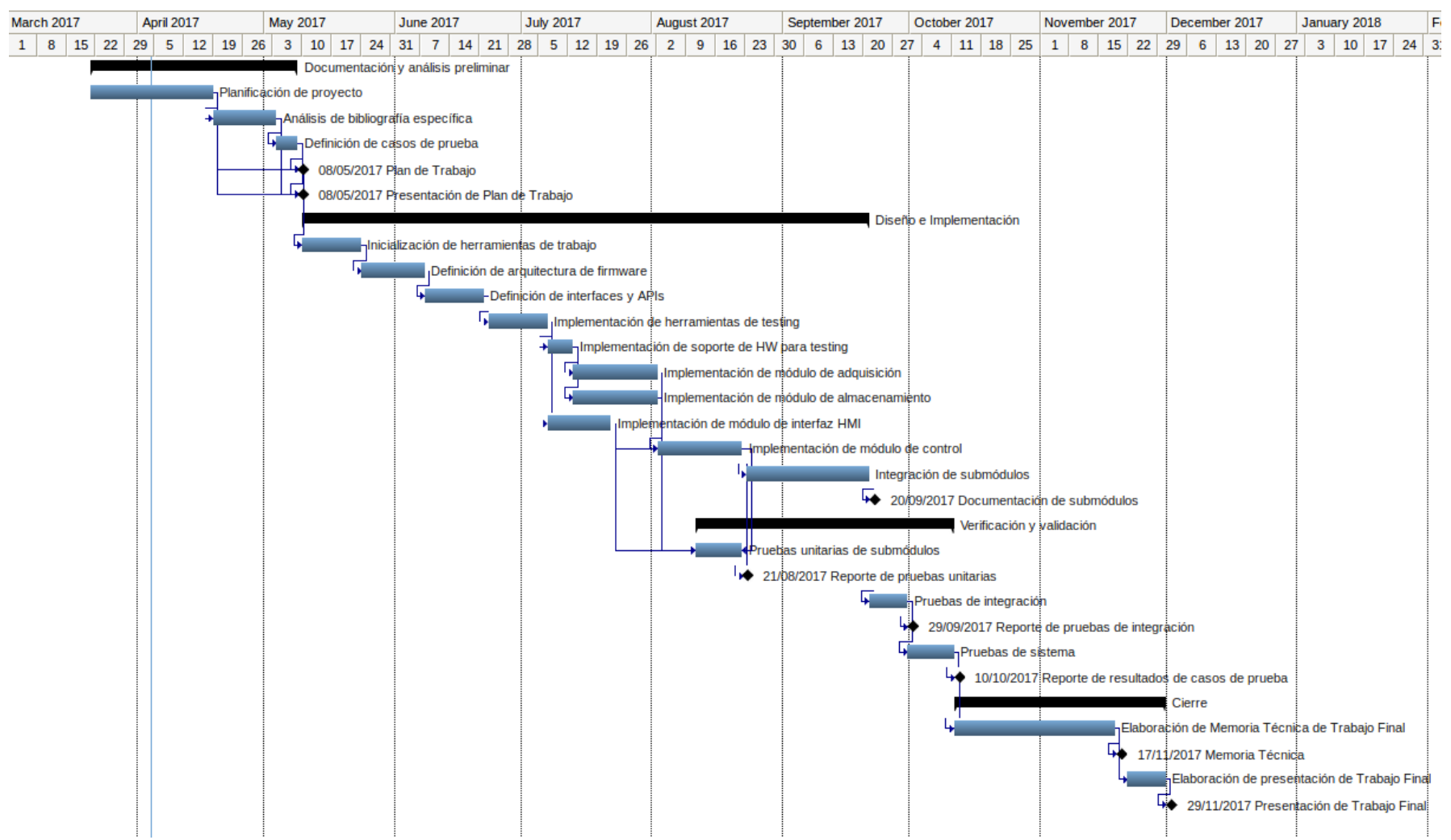


Figura 5. Ejemplo de diagrama de Gantt (apaisado).

12. Presupuesto detallado del proyecto

Los precios expresados en la siguiente tabla se encuentran en Bolivianos Bs. **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**.

Incluir la aclaración de si se emplea como moneda el peso argentino (ARS) o si se usa moneda extranjera (USD, EUR, etc). Si es en moneda extranjera se debe indicar la tasa de conversión respecto a la moneda local en una fecha dada.

COSTOS DIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Tarjeta de desarrollo	1	150	150
Modulo de comunicación GSM/GPRS	1	1	150
Componentes electronicos del PCB	1	20	100
Fabricación y emsamblaje del PCB	3	20	60
Pantalla nextion	1	260	260
Caja de la tarjeta PCB	705	50	35250
Horas de ingenieria	1	260	260
SUBTOTAL			360000
COSTOS INDIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
30 porciento de los costos directos	1	1	10852
SUBTOTAL			
TOTAL			

13. Gestión de riesgos

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

Riesgo 1: Demora para conseguir los modulos y componentes electronicos requeridos.

- 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).

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): X.
Justificación...
- Ocurrencia (O): Y.
Justificación...

Riesgo 3:

- Severidad (S): X.
Justificación...
- Ocurrencia (O): Y.
Justificación...

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 con su correspondiente número.
 - 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

- Pautas de trabajo que se seguirán para analizar si se respetó el Plan de Proyecto original:
 - Encargado: Ing. Mario Aguilar Montoya
 - Procedimiento: Durante el proceso de cierre se evaluara si se han cumplido los plazos de entrega y ejecución de cada tarea planteada en el Plan de Proyecto. En el caso de hallar requerimientos incumplidos y/o retrasos en las tareas se evaluarán las causas y se propondrán acciones para evitarlo en futuros proyectos.
- Identificación de las técnicas y procedimientos útiles e inútiles que se emplearon, los problemas que surgieron y cómo se solucionaron:
 - Encargado: Ing. Mario Aguilar Montoya
 - Procedimiento: Se evaluarán los procedimientos utilizados en función a su utilidad y eficiencia para alcanzar los objetivos predefinidos.
- Acto de cierre:
 - Encargado: Ing. Mario Aguilar Montoya
 - Procedimiento: Se realizará la defensa pública del trabajo final ante el jurado, posterior a esto se procederá a agradecer a todos los que ayudaron a realizar el proyecto, director del trabajo, miembros del jurado y autoridades de la CESE.