



Diseño e implementación de un data logger para mediciones meteorológicas

Autor:

Renato Luis Barresi Armoa

Director:

Nombre del Director (pertenencia)

Codirector:

John Doe (FIUBA)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos
entre el 01 de marzo de 2022 y el 19 de abril de 2022.*



Diseño e implementación de un data logger para mediciones meteorológicas

Autor:

Ing. Renato Barresi

Director:

Nombre del Director (pertenencia)

Codirector:

John Doe (FIUBA)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos
entre el 01 de marzo de 2022 y el 19 de abril de 2022.*

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	7
5. Supuestos del proyecto.	7
6. Requerimientos	8
7. Historias de usuarios (<i>Product backlog</i>).	8
8. Entregables principales del proyecto	9
9. Desglose del trabajo en tareas	9
10. Diagrama de Activity On Node.	10
11. Diagrama de Gantt	10
12. Presupuesto detallado del proyecto	13
13. Gestión de riesgos.	13
14. Gestión de la calidad	14
15. Procesos de cierre.	15

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	8
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	01 de marzo de 2022
1	Se completa hasta el punto 5 inclusive	15/03/2022

Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
0	Creación del documento	01 de marzo de 2022
1	Se completa hasta el punto 5 inclusive	15/03/2022
2	Se completa hasta el punto 9 inclusive y agregan correcciones	27/03/2022

Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 01 de marzo de 2022

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Renato **Luis Barresi Armoa** que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos se titulará "Diseño e implementación de un data logger para mediciones meteorológicas", consistirá esencialmente en la **implementación** de un prototipo de **data logger para mediciones meteorológicas**, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 hs de trabajo y \$**1000**, con fecha de inicio 01 de marzo de 2022 y fecha de presentación pública 15 de mayo de 2022.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Ariel Lutenberg
Director posgrado FIUBA

Javier Marin
Tech Enterprise S.A

Nombre del Director
Director del Trabajo Final

Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 01 de marzo de 2022

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. **Ing.** Renato Barresi que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos se titulará "Diseño e implementación de un data logger para mediciones meteorológicas", consistirá esencialmente en la **implementación** de un prototipo de **computador que hará de interfaz con sensores meteorológicos y el internet**, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 hs de trabajo y \$ **1000 US**, con fecha de inicio 01 de marzo de 2022 y fecha de presentación pública 15 de mayo de 2022.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Ariel Lutenberg
Director posgrado FIUBA

Javier Marin
Tech Enterprise S.A

Nombre del Director
Director del Trabajo Final

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

El cambio **climático** es una de las mayores **problemáticas** que enfrenta la humanidad en el siglo 21, se estima que 800 millones de personas son vulnerables a los efectos negativos que puede generar este, es por eso que se deben **de** generar **políticas** enfocadas a luchar y **contrarrestar** los perjuicios que pueden ser causados por el cambio **climático**. Estas **políticas** deben **de** estar basadas en datos y mediciones **científicas**, las cuales se obtienen en gran parte por medio de estaciones **meteorológicas automáticas**.

Una **estacion meteorologica automatica** se encarga de tomar mediciones **meteorologicas**, procesarlas, guardarlas y transmitirlos. El elemento principal de esta es un data logger, que es un computador con distintos **periféricos** para cumplir las funciones requeridas por la **estacion**.

En Paraguay, el mercado de estaciones **meteorologicas automaticas** esta dominado por productos del extranjero, **el cual** tienen costo muy elevado para el presupuesto que manejan las entidades publicas y privadas, **tambien**, el bajo nivel de **customizacion** que ofrecen, es un impedimento para poder modificar a la **estacion** en base a las posibilidades del cliente.

Actualmente, Tech Enterprise S.A cuenta con data loggers propios, basados en **microcontroladores** de 8 bits, como el atmega328p y atmega2560. La baja cantidad de **periféricos**, velocidad, memoria RAM y FLASH que cuentan estos microcontroladores, limita las funcionalidades y escalabilidad del **código** del data logger. Es por esto que la empresa busca migrar a microcontroladores de 32bits, como el STM32F767ZI, que cuenta con una frecuencia **máxima** de 216MHz, memoria **flash de 2Mbytes** y memoria SRAM de **512Kbytes**. **Tambien**, cuenta con interfaz MAC, que permite utilizar integrados PHY para **ethernet**.

En lo que respecta al presente trabajo, se propone **diseñar** una **solucion** basada en el mencionado microcontrolador, que sea capaz de comunicarse con sensores utilizando el protocolo de **comunicacion** SDI-12, con una memoria **flash** y memoria SD y que pueda transmitir la **informacion** por medio de protocolos de capa 2 como el PPP y ethernet.

En la **Figura 1** se muestra el diagrama en bloques del sistema. El microcontrolador se encarga de comunicarse con distintos periféricos, como la memoria SD, memoria Flash, ADC, etc. Además de poder comunicarse con dichos componentes, debe de ser capaz de actuar como cliente FTP y HTTP.

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

El cambio **climático** es una de las mayores **problemáticas** que enfrenta la humanidad en el siglo 21, se estima que 800 millones de personas son vulnerables a los efectos negativos que puede generar este, es por eso que se deben generar **políticas** enfocadas a luchar y **contrarrestar** los perjuicios que pueden ser causados por el cambio **climático**. Estas **políticas** deben estar basadas en datos y mediciones **científicas**, las cuales se obtienen en gran parte por medio de estaciones **meteorológicas automáticas**.

Una **estación meteorológica automática** se encarga de tomar mediciones **meteorológicas**, procesarlas, guardarlas y transmitirlos. El elemento principal de esta es un data logger, que es un computador con distintos **periféricos** para cumplir las funciones requeridas por la **estación**.

En Paraguay, el mercado de estaciones **meteorológicas automáticas** esta dominado por productos del extranjero, **las que** tienen costo muy elevado para el presupuesto que manejan las entidades publicas y privadas, **también**, el bajo nivel de **customización** que ofrecen, es un impedimento para poder modificar a la **estación** en base a las posibilidades del cliente.

Actualmente, Tech Enterprise S.A cuenta con data loggers propios, basados en **microcontroladores** de 8 bits, como el atmega328p y atmega2560. La baja cantidad de **periféricos**, velocidad, memoria RAM y FLASH **con los** que cuentan estos microcontroladores, limita las funcionalidades y escalabilidad del **código** del data logger. Es por esto que la empresa busca migrar a microcontroladores de 32bits, como el STM32F767ZI, que cuenta con una frecuencia **máxima** de 216MHz, memoria **FLASH de 2 Mbytes** y memoria SRAM de **512 Kbytes**. **También**, cuenta con interfaz MAC, que permite utilizar integrados PHY para **Ethernet**.

En lo que respecta al presente trabajo, se propone **diseñar** una **solución** basada en el mencionado microcontrolador, que sea capaz de comunicarse con sensores utilizando el protocolo de **comunicación** SDI-12, con una memoria **FLASH** y memoria SD y que pueda transmitir la **información** por medio de protocolos de capa 2 como el PPP y ethernet.

En la **figura 1** se muestra el diagrama en bloques del sistema. El microcontrolador se encarga de comunicarse con distintos periféricos, como la memoria SD, memoria Flash, ADC, etc. Además de poder comunicarse con dichos componentes, debe de ser capaz de actuar como cliente FTP y HTTP.

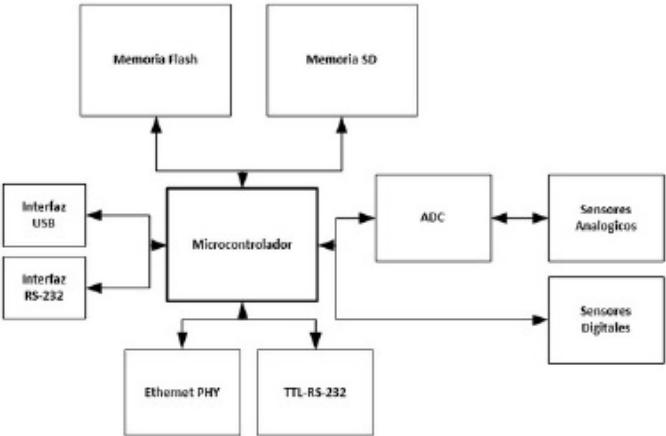


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema.

2. Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Auspiciante	Jose Flecha	Data system S.A	Director ejecutivo
Cliente	Javier Marin	Tech Enterprise S.A	Director ejecutivo
Impulsor	Julio Mendez	CONACYT	Director PROINOVA
Responsable	Renato Luis Barresi Armoa	FIUBA	Alumno
Colaboradores	-	-	-
Orientador	Nombre del Director	pertenencia	Director Trabajo final
Equipo	-	-	-
Opositores	Jack Johnson	Campbell Scientific	Sales manager
Usuario final	Fernando Pio Barrios	Direccion de Meteorologia e Hidrologia	Director

3. Propósito del proyecto

El proposito de este proyecto es diseñar e implementar el prototipo de un data logger basado en un microcontrolador de 32 bits, que permita comunicarse con sensores meteorológicos, procesar los datos, almacenar la información a una memoria SD, y transmitir a un servidor FTP.

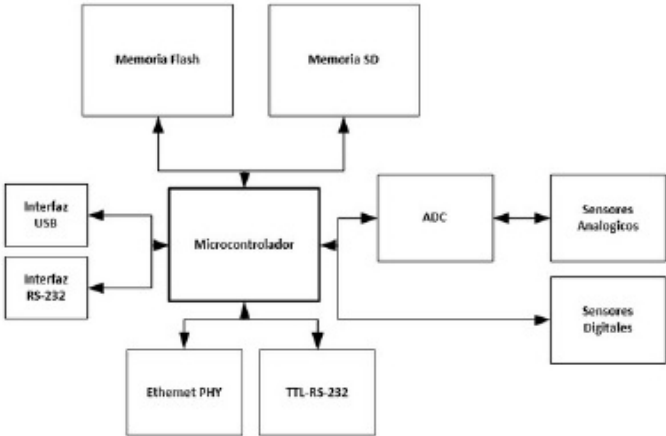


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema.

2. Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Auspiciante	Jose Flecha	Data system S.A	Director ejecutivo
Cliente	Javier Marin	Tech Enterprise S.A	Director ejecutivo
Impulsor	Julio Mendez	CONACYT	Director PROINOVA
Responsable	Ing. Renato Barresi	FIUBA	Alumno
Orientador	Nombre del Director	pertenencia	Director Trabajo final
Opositores	Jack Johnson	Campbell Scientific	Sales manager
Usuario final	Fernando Pio Barrios	Dirección de Meteorología e Hidrología	Director

3. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es diseñar e implementar el prototipo de un data logger basado en un microcontrolador de 32 bits que permita comunicarse con sensores meteorológicos, procesar los datos, almacenar la información a una memoria SD y transmitir a un servidor FTP.

4. Alcance del proyecto

El proyecto incluye los siguientes puntos:

4. Alcance del proyecto

El proyecto incluye los siguientes puntos importantes:

- **Diseño, programación e implementación** de un sistema embebido que sea capaz de comunicarse con distintos sensores, procesar los datos, guardar y transmitirlos por internet.
- **Diseño** de una biblioteca modular en C++, que permita comunicarse con sensores que **utilicen** el protocolo SDI-12.
- **Diseño** de una biblioteca modular en C++, que permita comunicarse con memorias de tipo **flash**.
- **Diseño** de la arquitectura del sistema embebido.
- **Prototipado** en protoboard del sistema embebido.
- **Diseño** de la placa **PCB**.
- **Testeo de placas y periféricos, verificación funcional**.

Queda excluido del alcance del proyecto:

- Desarrollo de un cargador solar.
- **Diseño** de un RTOS.
- **Diseño** de un stack TCP/IP.
- Testeo de más de **1** semana del sistema.
- Testeo de rangos de temperatura y humedad **mínimos y máximos**.

5. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- Se contará con una placa NUCLEO-F767ZI.
- Se **podrá** contar con los insumos necesarios en tiempo y forma.
- Se contará con las instalaciones disponibles para las pruebas pertinentes.
- Se **dispondrá** del tiempo necesario para el desarrollo del proyecto.
- Se contará con sensores **meteorológicos** para realizar las mediciones.
- Se contará con **modem celular** para conexiones **GPRS/GSM**.
- Se cuenta con toda la **información técnica** de sensores **meteorológicos**, modems celulares, microcontroladores, **ethernet**, etc.

- **Diseño, programación e implementación** de un sistema embebido que sea capaz de comunicarse con distintos sensores, procesar los datos, guardar y transmitirlos por internet.
- **Diseño** de una biblioteca modular en C++, que permita comunicarse con sensores que **utilizan** el protocolo SDI-12.
- **Diseño** de una biblioteca modular en C++, que permita comunicarse con memorias de tipo **FLASH**.
- **Diseño** de la arquitectura del sistema embebido.
- **Prototipo** en protoboard del sistema embebido.
- **Diseño** de la placa de **circuito impreso**.
- **Verificación funcional de la placa de circuito impreso**.

Queda excluido del alcance del proyecto:

- Desarrollo de un cargador solar.
- **Diseño** de un RTOS.
- **Diseño** de un stack TCP/IP.
- Testeo de más de **una** semana del sistema.
- Testeo de rangos de temperatura y humedad **mínimos y máximos**.

5. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- Se contará con una placa NUCLEO-F767ZI.
- Se **podrá** contar con los insumos necesarios en tiempo y forma.
- Se contará con las instalaciones disponibles para las pruebas pertinentes.
- Se **dispondrá** del tiempo necesario para el desarrollo del proyecto.
- Se contará con sensores **meteorológicos** para realizar las mediciones.
- Se contará con **módem celular** para conexiones **GPRS/GSM**.
- Se cuenta con toda la **información técnica** de sensores **meteorológicos**, modems celulares, microcontroladores, **Ethernet**, etc.

6. Requerimientos

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

6. Requerimientos

1. Requerimientos de firmware.

- 1.1. El proyecto será desarrollado y mantenido mediante el control de versiones GIT.
- 1.2. El proyecto será desarrollado en lenguaje C, compilado con ARM GCC.
- 1.3. Se deberá de desarrollar librería de control del conversor analógico digital.
- 1.4. Se deberá de desarrollar librería de control de la memoria FLASH.
- 1.5. Se deberá de desarrollar librería del protocolo SDI-12.

2. Requerimientos de documentación.

- 2.1. El código será documentado con la herramienta Doxygen.
- 2.2. El ciclo de vida del proyecto será respaldado por una memoria técnica.

3. Requerimientos asociados con la arquitectura del sistema.

- 3.1. El data logger se debe de basar en el STM32F767ZI.
- 3.2. El STM32F767ZI se debe de comunicar con una memoria FLASH por medio del protocolo SPI.
- 3.3. El STM32F767ZI se debe de comunicar con una memoria SD, por medio del protocolo SPI.
- 3.4. El STM32F767ZI se debe de comunicar con un conversor analógico digital, por medio del protocolo I2C.

4. Requerimientos de la interfaz.

- 4.1. El sistema debe de contar con protección contra cortocircuitos, sobre voltaje y bajo voltaje.
- 4.2. El sistema debe de funcionar con un rango de tensión entre 7V y 24 VDC.
- 4.3. El sistema debe de contar con dos puertos RS-232.
- 4.4. El sistema debe de contar con un puerto Ethernet.
- 4.5. El sistema debe de contar con una interfaz SD.
- 4.6. El sistema debe de contar con un puerto micro USB.
- 4.7. El sistema debe de contar con borneras para conexión con los sensores.

7. Historias de usuarios (*Product backlog*)

Roles:

- Usuario/a - Persona que hará uso de la información proveniente de la estación.
- Instalador/a - Es la persona encargada del ensamblaje y puesta en marcha de la estación de Tech Enterprise S.A. A su cargo se encuentra el diseño de la estación para el usuario; sensores necesarios, tipo de alimentación, forma de conexión con la red.
- Cliente - Es la persona que auspiciara el proyecto de la estación.

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.

Ponderación:

- Este puntaje esta dado por la relevancia que tiene la historia de usuario para el éxito del proyecto definido en esta planificación.
- Se utilizara una escala de prioridad de 1, 2, y 4 puntos para las historias.
 - Dificultad/tiempo.
 - Complejidad
 - Incertidumbre/Riesgo.

Historias de usuario:

- Como ingeniero agrónomo, quiero poder utilizar los sensores que utilicen el protocolo SDI-12.
 - Dificultad/tiempo: 2.
 - Complejidad: 2.
 - Incertidumbre/Riesgo: 1.
 - Total: 5 pts.
- Como instalador, deseo poder actualizar el software de la estación de forma remota, subiendo el archivo binario al servidor FTP (4p).
 - Dificultad/tiempo: 4.
 - Complejidad: 4.
 - Incertidumbre/Riesgo: 4.
 - Total: 12 pts.
- Como meteorólogo, quiero poder recibir la información en un archivo .txt (4p).
 - Dificultad/tiempo: 1.
 - Complejidad: 1.
 - Incertidumbre/Riesgo: 1.
 - Total: 3 pts.
- Como project manager deseo poder utilizar el protocolo Ethernet para realizar conexiones a internet.
 - Dificultad/tiempo: 2.
 - Complejidad: 4.
 - Incertidumbre/Riesgo: 1.
 - Total: 7 pts.

8. Entregables principales del proyecto

- Informe final.
- Manual de configuración y puesta en marcha.
- Diagrama de circuitos esquemáticos.
- Código fuente del firmware.

10. Diagrama de Activity On Node

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



Figura 2. Diagrama en Activity on Node

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:

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.

9. Desglose del trabajo en tareas

1. Planificación del proyecto (40hs)
 - 1.1. Realizar el plan de proyecto (20 hs).
 - 1.2. Redactar requisitos del firmware (20 hs).
2. Investigación preliminar (30 hs)
 - 2.1. Investigar características técnicas de cada uno de los componentes a utilizar (10 hs)
 - 2.2. Investigar librerías TCP/IP (10 hs).
 - 2.3. Investigar sobre sistemas operativos de tiempo real (10 hs).
3. Desarrollo de firmware (300 hs)
 - 3.1. Configuración inicial del microcontrolador y sus distintos periféricos (20 hs).
 - 3.2. Diseñar algoritmo de configuración de la estación (30 hs).
 - 3.3. Diseñar librería para control de memoria FLASH (40 hs).
 - 3.4. Integrar librería para control de memoria SD (10 hs).
 - 3.5. Diseñar librería para comunicación por medio del protocolo SDI-12 (40 hs).
 - 3.6. Diseñar librería para control del conversor analógico digital (40 hs).
 - 3.7. Diseñar librería para cliente FTP (40 hs).
 - 3.8. Integración de las distintas librerías (40 hs).
 - 3.9. Diseñar maquina de estados finitos (40 hs).
4. Validación (80 hs).
 - 4.1. Ejecutar esquema de pruebas de conexión PPP (20 hs).
 - 4.2. Ejecutar esquema de pruebas de conexión Ethernet (20 hs).
 - 4.3. Ejecutar esquema de pruebas de guardado en memoria SD (10 hs).
 - 4.4. Ejecutar esquema de pruebas de protocolo SDI-12 (5 hs).
 - 4.5. Ejecutar esquema de pruebas de cliente FTP (25 hs).
5. Documentacion (26 hs).
 - 5.1. Documentación HTML con Doxygen (5 hs).
 - 5.2. Redacción de informes de avance (25 hs).
6. Elaboración de presentación final (110 hs).
 - 6.1. Redacción del manuscrito final (40 hs).
 - 6.2. Preparación de la exposición del trabajo final (20 hs).
 - 6.3. Ensayo de la exposición (10 hs).
 - 6.4. Memoria técnica (40 hs).

Cantidad total de horas: (600 hs).

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.

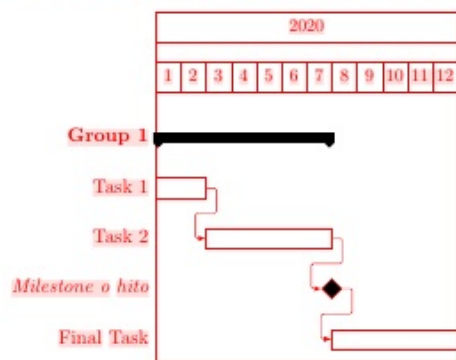


Figura 3. Diagrama de gantt de ejemplo



Figura 2. Diagrama en Activity on Node

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:

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.



Plan de proyecto de Trabajo final
Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos
Renato Luis Barresi Arnuca

Figura 4. Ejemplo de diagrama de Gantt rotado

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.

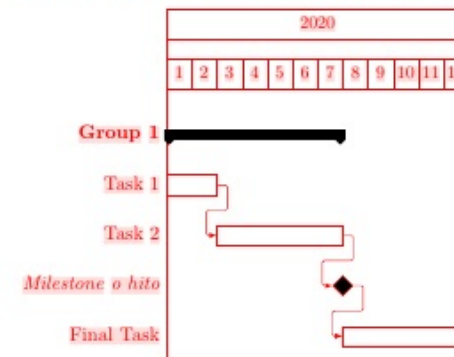


Figura 3. Diagrama de gantt de ejemplo

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):

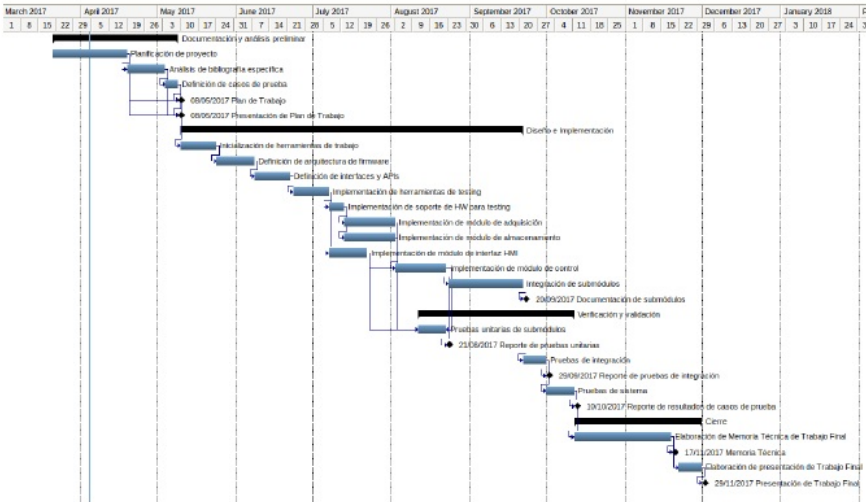


Figura 4. Ejemplo de diagrama de Gantt rotado

Riesgo	S	O	RPN	S*	O*	RPN*

14. Gestión de la calidad

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.

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

13. Gestión de riesgos

- Severidad (S):

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.

■ 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.