



**FACULTAD  
DE INGENIERIA**

---

Universidad de Buenos Aires

# Sistema de monitoreo en tiempo real para el adulto mayor

Autor:

William's Ernesto Limonchi Sandoval

Director:

Lucas Dórdolo (pertenencia)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos  
entre el 13 de octubre de 2020 y el 11 de diciembre de 2020.*

## Índice

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

## Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
1.0	Creación del documento	23/10/2020
1.1	Presentación hasta el punto 6	06/11/2020
1.2	Correcciones de Practico 1	06/11/2020

## Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 13 de octubre de 2020

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. William's Ernesto Limonchi Sandoval que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos se titulará "Sistema de monitoreo en tiempo real para el adulto mayor", consistirá esencialmente en observar la temperatura, nivel de saturación de oxígeno y detectar caída del adulto mayor en tiempo real, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 611 hs de trabajo con fecha de inicio 13 de octubre de 2020 y fecha de presentación pública 22 de agosto de 2021.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Ariel Lutenberg  
Director posgrado FIUBA

Javier Vasquez de Velasco  
Especialista Ferreyros

Lucas Dórdolo  
Director del Trabajo Final

## Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

El 30 de enero de 2020, la OMS declaró la epidemia de COVID-19, esta enfermedad respiratoria provoca mayor mortalidad en personas mayores de 60 años. Una medida que han adoptado todos los países ha sido el distanciamiento social lo que genera que las familias estén lejos de sus familiares más adultos, además de desconocer el estado de salud de sus seres queridos.

El objetivo del sistema a desarrollar es conocer el nivel de temperatura, el nivel de saturación de oxígeno en la sangre y si adulto mayor ha sufrido alguna caída. El microcontrolador obtiene toda esta data mediante los diferentes sensores para luego procesar y almacenar la información en un memoria micro SD. Asimismo, esta información es transmitida mediante un módulo Wifi hacia una plataforma Web en la que el usuarios o los usuarios puedan observar la data obtenida.

El presente proyecto se destaca especialmente por incorporar un sistema en tiempo real por lo que se monitorea y notifica, de presentarse alguna eventualidad, de la manera más rápida y óptima.

En la Figura 1 se muestra el diagrama de bloques del sistema. Se observa el microcontrolador con cada uno de los sensores del sistema, así como el módulo de alimentación que será una batería y por último, el Wifi que transmite la información hacia la página web.

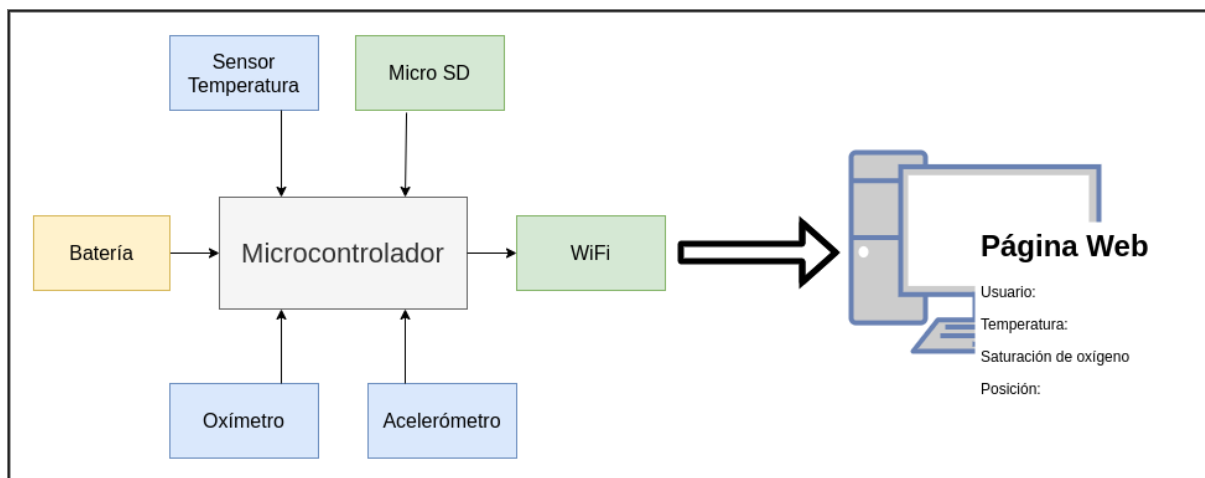


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema

## Identificación y análisis de los interesados

- **Auspiciante:** es riguroso y exigente con la rendición de gastos y en el desarrollo del proyecto en el tiempo establecido.
- **Cliente:** Javier Vasquez de Velasco, interesado en el desarrollo del proyecto para utilizarlo en el monitoreo de su madre que padece de una enfermedad.

Auspiciante	Williams Limonchi Falen	-	Mecánico
Cliente	Javier Vasquez de Velasco	Especialista Ferreyros	Ing. Mecánico
Impulsor	-	-	-
Responsable	William's Ernesto Limonchi Sandoval	FIUBA	Alumno
Colaboradores	-	-	-
Orientador	Lucas Dórdolo	pertenencia	Director Trabajo final
Equipo	- -	-	-
Opositores	Wok Solución	-	-
Usuario final	Adultos mayores	-	-

## 1. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es desarrollar un prototipo de monitoreo en tiempo real de un adulto mayor. Este desarrollo permite visualizar el estado de temperatura, saturación de oxígeno y si el adulto mayor ha sufrido alguna caída. Además de notificar por si ocurre alguna eventualidad a los familiares.

## 2. Alcance del proyecto

Para la realización de este trabajo se llevará a cabo el diseño e implementación del hardware junto al desarrollo del firmware del prototipo del proyecto el cual correrá en un sistema de tiempo real.

El presente proyecto incluye la adquisición de datos de los sensores de temperatura, saturación de oxígeno y acelerómetro. También incluye el procesamiento de información, almacenamiento de la data en tarjeta micro SD y transmisión de datos mediante WiFi hacia una plataforma Web. Además, se desarrollará una plataforma Web en la cual se visualizarán los datos obtenidos del sistema y notificará a los usuarios de producirse algún evento de caída.

El presente proyecto no incluye un diagnóstico o análisis de los datos recolectados para determinar el estado del adulto mayor.

## 3. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- Se contará con una CIAA, STM32 u otra placa similar a definir.
- Se contará con 2 juegos de sensores y actuadores.
- Se contará con los componentes electrónicos necesarios para la implementación del prototipo.

- Se dispondrá de las 600hs requeridas para realizar el proyecto.

## 4. Requerimientos

### 1. Requerimientos del sistema

- 1.1. El proyecto debe utilizar un sistema operativo en tiempo real.
- 1.2. El sistema debe enviar la información cada 1 segundo.
- 1.3. El sistema debe tomar 1000 muestras del sensor de saturación de oxígeno en un periodo de 1 segundo.
- 1.4. El sistema debe tomar 200 muestras del sensor de temperatura en cada 1 segundo.
- 1.5. El sistema debe incorporar un algoritmo de detección de caídas.
- 1.6. El sistema debe transmitir la información mediante un módulo WiFi hacia una plataforma Web, utilizando el protocolo MQTT.
- 1.7. El sistema debe operar con batería que dure al menos 12 horas.
- 1.8. El sistema debe tener la capacidad de almacenamiento de datos recolectados por al menos un mes.
- 1.9. El sistema debe tener como prioridad la detección de caídas, además de enviar esta información en un tiempo menor a 100 ms.
- 1.10. El sistema debe utilizar GIT para el control de versiones.

### 2. Requerimiento de la plataforma Web

- 2.1. La plataforma Web debe mostrar la información, estados y valores de los sensores en un tiempo entre 100 y 200ms.
- 2.2. La plataforma Web debe notificar valores medidos fuera de rango o si se presenta un evento de caída.
- 2.3. La plataforma Web debe permitir la modificación de parámetros de configuración o de la información del usuario.

### 3. Requerimiento de Testing

- 3.1. Test unitario de cada función de software.
- 3.2. Test de detección de caídas.
- 3.3. Test de duración de batería.
- 3.4. Test de almacenamiento de información.

### 4. Requerimiento de documentación

- 4.1. El desarrollo estará acompañado por una memoria técnica.
- 4.2. El desarrollo estará acompañado de guía de usuario.

## Historias de usuarios (*Product backlog*)

- Yo como adulto mayor, quiero poder seleccionar fechas para visualizar el estado de salud por día y hora. (*Story Points: 7*)
- Yo como familiar del adulto mayor, quiero poder descargar la información para llevarlo a algún centro de salud. (*Story Points: 9*)
- Yo como familiar del adulto mayor, quiero que me notifiquen cada cierto tiempo para conocer el estado de salud de mi familiar. (*Story Points: 9*)
- Yo como adulto mayor, quiero una alerta para conocer si el dispositivo no está conectado a internet. (*Story Points: 9*)
- Yo como adulto mayor, quiero que me notifiquen cuando la batería esté en 15 % para recargar la batería. (*Story Points: 6*)

## 5. Entregables principales del proyecto

- Prototipo del sistema.
- Manual de usuario.
- Diagrama esquemático.
- Código fuente.
- Informe final.

## 6. Desglose del trabajo en tareas

1. Análisis preliminar (37 hs)
  - 1.1. Investigación bibliográfica. (20 hs)
  - 1.2. Definir componentes a utilizar. (12 hs)
  - 1.3. Elección de microcontrolador. (5 hs)
2. Diseño general del proyecto (35 hs)
  - 2.1. Realización de diagrama de bloques. (4 hs)
  - 2.2. Realización de diseño de la arquitectura del sistema. (4 hs)
  - 2.3. Obtener los componentes para el prototipo de pruebas. (12 hs)
  - 2.4. Diagrama de flujo del programa. (15 hs)
3. Diseño de Hardware (61 hs)
  - 3.1. Elaborar el diagrama esquemático del prototipo. (20 hs)
  - 3.2. Realizar pruebas del circuito del prototipo. (15 hs)
  - 3.3. Elaborar el PCB del prototipo de pruebas. (20 hs)



- 3.4. Montar el prototipo de pruebas. (3 hs)
- 3.5. Verificar conexiones de la PCB. (3 hs)
- 4. Diseño de Firmware (165 hs)
  - 4.1. Desarrollo del sistema de lectura de los sensores de temperatura y saturación. (25 hs)
  - 4.2. Desarrollo del sistema de lecturas del acelerómetro. (25 hs)
  - 4.3. Desarrollo del sistema de almacenamiento de datos. (20 hs)
  - 4.4. Desarrollo del sistema de transmisión de datos. (20 hs)
  - 4.5. Desarrollo del sistema de monitoreo de tensión de la batería. (15 hs)
  - 4.6. Desarrollo del sistema en RTOS. (40 hs)
  - 4.7. Realizar pruebas de los sistemas en conjunto. (20 hs)
- 5. Desarrollo de la aplicación Web (65 hs)
  - 5.1. Investigar el lenguaje de programación más apropiado para desarrollar una aplicación Web. (15 hs)
  - 5.2. Diseño de mock-ups de la aplicación. (10 hs)
  - 5.3. Desarrollo de la aplicación Web. (40 hs)
- 6. Implementación del prototipo (30 hs)
  - 6.1. Elaborar la PCB del prototipo del proyecto final. (20 hs)
  - 6.2. Montar el proyecto. (6 hs)
  - 6.3. Verificar conexiones de la PCB. (4 hs)
- 7. Testing y depuración (193 hs)
  - 7.1. Registrar las pruebas realizadas. (3 hs)
  - 7.2. Realizar pruebas de los sistemas. (30 hs)
  - 7.3. Realizar pruebas de comunicación. (30 hs)
  - 7.4. Realizar pruebas de detección de caídas. (30hs)
  - 7.5. Realizar pruebas de duración de batería. (20hs)
  - 7.6. Realizar pruebas de almacenamiento de información. (20hs)
  - 7.7. Realizar pruebas de la aplicación web. (30 hs)
  - 7.8. Testear el sistema en conjunto. (30 hs)
- 8. Documentación (24 hs)
  - 8.1. Elaborar el manual para el desarrollador. (15 hs)
  - 8.2. Elaborar el manual de usuario. (9 hs)
- 9. Presentación del trabajo (65 hs)
  - 9.1. Elaborar la memoria técnica del trabajo final (40 hs)
  - 9.2. Elaborar la presentación del trabajo final (25 hs)

Cantidad total de horas: (675 hs)



Figura 2. Diagrama en *Activity on Node*

## 7. 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:

## 8. Diagrama de Gantt

Utilizar el software Ganttter for Google Drive o alguno similar para dibujar el diagrama de Gantt.

Existen muchos programas y recursos *online* para hacer diagramas de gantt, entre las 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.

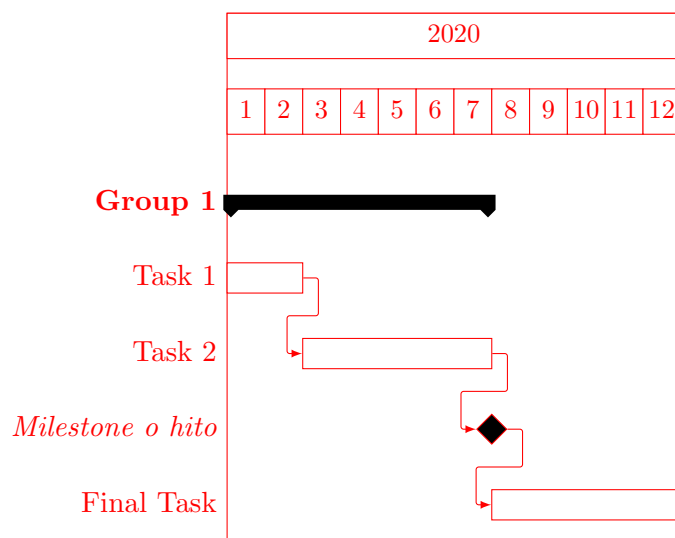


Figura 3. Diagrama de gantt de ejemplo

## 9. Matriz de uso de recursos de materiales

Página 12 de 16

## 10. 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			

## 11. Matriz de asignación de responsabilidades

Establecer la matriz de asignación de responsabilidades y el manejo de la autoridad completando la siguiente tabla:

Código WBS	Nombre de la tarea	Listar todos los nombres y roles del proyecto			
		Responsable William's Ernesto Limonchi Sandoval	Orientador Lucas Dórdolo	Equipo Nombre de alguien	Cliente Javier Vasquez de Velasco

Referencias:

- P = Responsabilidad Primaria
- S = Responsabilidad Secundaria
- A = Aprobación
- I = Informado
- C = Consultado

Una de las columnas debe ser para el Director, ya que se supone que participará en el proyecto. A su vez se debe cuidar que no queden muchas tareas seguidas sin "A" o "I".

Importante: es redundante poner "I/A" o "I/C", porque para aprobarlo o responder consultas primero la persona debe ser informada.

## 12. 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)

- 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).

### 13. Gestión de la calidad

Para cada uno de los requerimientos del proyecto indique:

- Req #1: copiar acá el requerimiento.

Verificación y validación:

- 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.

### 14. Comunicación del proyecto

El plan de comunicación del proyecto es el siguiente:

PLAN DE COMUNICACIÓN DEL PROYECTO					
¿Qué comunicar?	Audiencia	Propósito	Frecuencia	Método de comunicac.	Responsable

### 15. Gestión de compras

En caso de tener que comprar elementos o contratar servicios: a) Explique con qué criterios elegiría a un proveedor. b) Redacte el Statement of Work correspondiente.

### 16. Seguimiento y control

Para cada tarea del proyecto establecer la frecuencia y los indicadores con los se seguirá su avance y quién será el responsable de hacer dicho seguimiento y a quién debe comunicarse la situación (en concordancia con el Plan de Comunicación del proyecto).

El indicador de avance tiene que ser algo medible, mejor incluso si se puede medir en % de avance. Por ejemplo, se pueden indicar en esta columna cosas como “cantidad de conexiones ruteadas” o “cantidad de funciones implementadas”, pero no algo genérico y ambiguo como “%”, porque el lector no sabe porcentaje de qué cosa.

SEGUIMIENTO DE AVANCE					
Tarea del WBS	Indicador de avance	Frecuencia de reporte	Resp. de seguimiento	Persona a ser informada	Método de comunic.
1.1	Fecha de inicio	Única vez al comienzo	William's Ernesto Limonchi Sandoval	Javier Vasquez de Velasco, Lucas Dórdolo	email
2.1	Avance de las sub-tareas	Mensual mientras dure la tarea	William's Ernesto Limonchi Sandoval	Javier Vasquez de Velasco, Lucas Dórdolo	email

SEGUIMIENTO DE AVANCE					
Tarea del WBS	Indicador de avance	Frecuencia de reporte	Resp. de seguimiento	Persona a ser informada	Método de comunic.

## 17. 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 utilizaron, 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.