



**FACULTAD  
DE INGENIERIA**

---

Universidad de Buenos Aires

# Sistema de monitoreo de temperatura para la industria farmaceutica

Autor:

Jose Severiche

Director:

Nombre del Director (pertenencia)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos  
entre el 25 de Agosto de 2020 y el 13 de Octubre 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. . . . .	6
1. Propósito del proyecto . . . . .	6
2. Alcance del proyecto . . . . .	6
3. Supuestos del proyecto. . . . .	7
4. Requerimientos . . . . .	8
Historias de usuarios ( <i>Product backlog</i> ) . . . . .	8
5. Entregables principales del proyecto . . . . .	8
6. Desglose del trabajo en tareas . . . . .	9
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	25/08/2020
1.1	Completar desde el punto 1 al 6 inclusive	01/09/2020
1.2	Otro ejemplo Con texto partido En varias líneas A propósito	dd/mm/aaaa

## Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 25 de Agosto de 2020

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Jose Severiche que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Internet de las Cosas se titulará “Sistema de monitoreo de temperatura para la industria farmaceutica”, consistirá esencialmente en el prototipo preliminar de un sistema de monitoreo de temperatura aplicado a la industria farmaceutica, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 hs de trabajo y \$XXX, con fecha de inicio 25 de Agosto de 2020 y fecha de presentación pública 22 de Diciembre de 2021.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Ariel Lutenberg  
Director posgrado FIUBA

Jose Severiche  
Emprendimiento personal

Nombre del Director  
Director del Trabajo Final

## Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

En toda industria farmaceutica como farmacias, droguerias, hospitales y laboratorios es de vital importancia en sus medicamentos poder monitorear su temperatura de almacenamiento y distribución, para poder asegurarse de no romper su cadena de frío y de esta manera proteger la calidad de los medicamentos. Ante eventuales auditorias de ANMAT, el usuario que este encargado controlar la temperatura de almacenamiento, debera presentar un registro d e datos en donde se debera detallar los valores de temperatura que se obtuvieron durante un periodo de tiempo, a una frecuencia de tiempo establecida. Ademas en las áreas de almacenamiento con temperaturas controladas deben poseer un sistema efectivo de alarma en intervalos definidos, que permita prevenir desviaciones de temperaturas no permitidas durante tiempos muy prologandos que puedan comprometer la calidad de los medicamentos.

Este sistema de monitoreo de temperatura a desarrollar deberá ser capaz de brindar informacion de temperatura al usuario en tiempo real, generar registros de temperatura a una frecuencia establecida para lapsos de tiempos determinados y ademas generar alarmas de fuera de rango de temperatura, notificando este evento al usuario vial mail.

Como primer elemento contendra un sensor de temperatura digital DS18B20, el cual estará conectado de forma directa a un puerto del microcontrolador ESP32. Este microcontrolador sera el encargado de leer los datos que son emitidos por el sensor, para luego ser enviados de forma inalambrica a un Rasperry pi 4 que actuara como servidor. El usuario mendiante una aplicacion Web tendrá la disponibilidad de monitorear la temperatura en tiempo real, podra realizar una configuración inicial al sistema, en donde debera indicar la frecuencia de adquisición de datos, dichos datos seran almacenados en una base de datos,deberá configurar temperatura minima y maxima permitidas, para que en el caso que no se cumpla con este rango de temperatura se genere automáticamente una alarma, notificando al usuario via mail que el ambiente a monitorear no está dentro los valores de temperaturas establecidos. De esta forma el usuario podrá garantizar que el ambiente a monitorear siempre estará en el rango de temperatura establecido. Además el usuario tendrá la disponibilidad de descargar registros de datos, estos datos descargados podrán visualizarse mediante un gráfico o una tabla de datos, para luego ser utilizados como documentación para una eventual auditoría. A continuacion en la siguiente imagen se ilustra en un diagrama en bloques las partes esenciales que componen este sistema de monitoreo de temperatura.

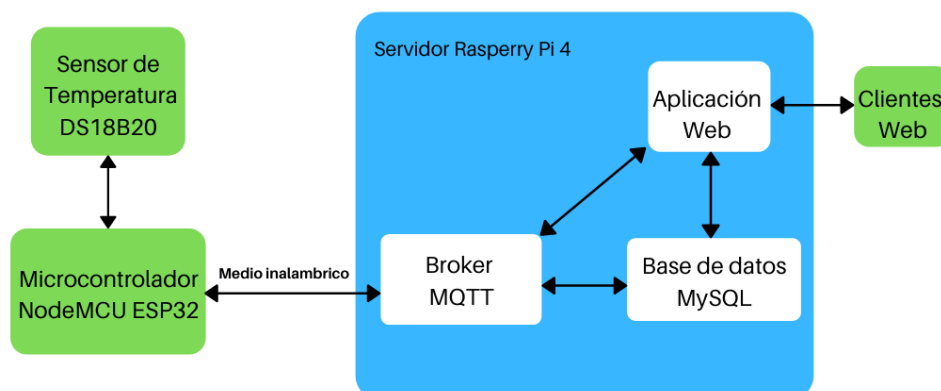


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema

Los aspectos importantes en el diseño del sistema de monitoreo serán:

Consumo de energía: elegir un medio de transmisión de datos inalámbrico de bajo consumo, la idea es optimizar el consumo de energía, ya que se utilizara baterías como sistema de alimentación del microcontrolador.

Transmisión de datos: elegir un medio de transmisión inalámbrica de datos confiables y de buen alcance, ya que no debe perderse información que sería de vital importancia para el usuario.

Sensor de lectura: se deberá seleccionar un sensor de temperatura acorde al ambiente a medir y a la distancia que esté ubicado el sensor de temperatura con respecto al microcontrolador.

Servidor: la elección del tipo de servidor será muy importante, ya que desde ahí se procesarán los datos para que el usuario pueda visualizarlos mediante una aplicación Web, como así también almacenarlos en una base de datos.

## Identificación y análisis de los interesados

Cuadro 1. Identificación de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Auspiciante			
Cliente	Jose Severiche	Emprendimiento personal	
Impulsor			
Responsable	Jose Severiche	FIUBA	Alumno
Colaboradores			
Orientador	Nombre del Director	pertenencia	Director Trabajo final
Equipo	miembro1 miembro2		
Opositores			
Usuario final			

### 1. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es desarrollar un sistema de monitoreo de temperatura, para que el usuario pueda visualizar mediante una aplicación la temperatura en tiempo real, descargar registros de datos de temperatura para eventuales auditorías, y que además le lleguen mails de notificación de alarmas de fuera de rango de temperatura, se debe lograr que el sistema pueda generar estos parámetros de forma segura y confiable para que el usuario tenga la tranquilidad de que el área de monitoreo esté dentro del rango de temperaturas establecidas, y así poder resguardar la integridad de los medicamentos.

### 2. Alcance del proyecto

El presente proyecto incluye:

- Sensor de temperatura
- Microcontrolador
- Modulo de transmision inalambrica de datos
- Servidor web
- Base de datos
- Aplicacion web para usuarios
- Servicio de mensajeria via mail
- Instalacion y configuracion de todo el sistema
- Servicio tecnico durante la garantia
- Brindar servicio de Mantenimiento de hardware y software del sistema
- Confeccion de manual tecnico y un manual de usuario

El presente proyecto no incluye:

- Display externo para visualizar las mediciones
- Dispositivos externos tales como CPU, celulares, etc
- hardware externo para configurar el funcionamiento
- Servicio de internet

### **3. Supuestos del proyecto**

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que

- La organizacion o cliente debera contar con conexion internet
- El usuario que administre el sistema debera tener minimos conocimientos de informatica
- Para optimizar la transmision de datos, el dispositivo que sensa la temperatura debera estar libre de obstaculos que puedan atenuar la señal de transmision.
- El usuario deberan descargar los datos en su PC, cada cierto periodo de tiempo, para no congestionar la base de datos del sistema.

## 4. Requerimientos

1. Grupo de requerimientos asociados con el hardware
  - 1.1. Eleccion del tipo de sensor mas adecuado para el rango de temperatura a medir
  - 1.2. microcontrolador de bajo consumo de energia
  - 1.3. Medio inalambrico de bajo consumo y largo alcance
  - 1.4. Bajo costo
  - 1.5. Menor volumen posible en cuanto a disposicion de hardware
2. Grupo de requerimientos asociados con el servidor
  - 2.1. Protocolo de comunicacion Broker MQTT
  - 2.2. Almacenamiento de Base de datos MySQL
  - 2.3. Entorno de ejecucion (Node.JS)
3. Grupo de requerimientos asociados con la aplicacion web
  - 3.1. Diseño basado en la Tecnologia JavaScript /HTML5
  - 3.2. visualizacion sencilla y clara para los usuarios
  - 3.3. Solicitud de registracion para los usuarios
  - 3.4. Agregar dispositivo con numero de serial
  - 3.5. Configuracion inicial de funcionamiento desde la aplicacion
  - 3.6. Monitoreo de la temperatura en tiempo real
  - 3.7. Descarga de datos desde la aplicacion

## 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.

## 5. Entregables principales del proyecto

Se entregara:

- Planificacion del Proyecto
- Manual de uso
- Diagrama esquemático



- Diagrama de instalación
- Prototipo funcional de todo el sistema
- Informe final

## 6. Desglose del trabajo en tareas

1. Etapa inicial del proyecto (80hs)
  - 1.1. Búsqueda de informacion bibliografica e internet (tantas 20hs)
  - 1.2. Búsqueda de herramientas necesarias para el proyecto(tantas 20hs)
  - 1.3. Planificacion del proyecto (tantas 40hs)
2. Desarrollo de Hardware (140hs)
  - 2.1. Eleccion del sensor (20hs)
  - 2.2. Puesta de funcionamiento del sensor (20hs)
  - 2.3. Programacion de microcontrolador (20hs)
  - 2.4. Investigacion y eleccion de dispositivo inalambrico(20hs)
  - 2.5. Puesta de funcionamiento de dispositivo inalambrico (40hs)
  - 2.6. Prueba de funcionamiento (20hs)
3. Servidor web (190hs)
  - 3.1. Funcionamiento e instalacion de Rasperry Pi 4 (30hs)
  - 3.2. Eleccion de un sistema operativo basado en debian (20hs)
  - 3.3. Instalacion de servidor MQTT (30hs)
  - 3.4. Desarrollo de servicio de mensajeria(40hs)
  - 3.5. Desarrollo de base de datos MySQL (40hs)
  - 3.6. Prueba de Funcionamiento del servidor (40hs)
4. Aplicacion Web (180hs)
  - 4.1. Seleccin de entorno de programacion (20hs)
  - 4.2. Desarrollo de login de usuario (40hs)
  - 4.3. Desarrollo de programacion de interfaz grafica (40hs)
  - 4.4. Desarrollo de programacion para funcionamiento de alarmas(40hs)
  - 4.5. Prueba de funcionamiento con el servidor (40hs)
5. Finalización (50hs)
  - 5.1. Elaboración de documentación (20hs)
  - 5.2. Elaboración de la presentación del proyecto final (20hs)
  - 5.3. Cierre del proyecto (10hs)

Cantidad total de horas: (640 hs)

## 7. Diagrama de Activity On Node

Armado 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:

## 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.

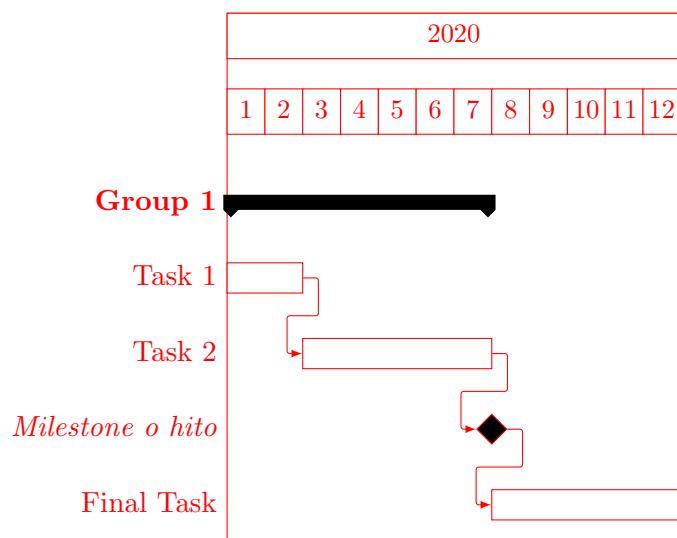


Figura 3. Diagrama de gantt de ejemplo

## 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 Jose Severiche	Orientador Nombre del Director	Equipo Nombre de alguien	Cliente Jose Severiche

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	Jose Severiche	Jose Severiche, Nombre del Director	email
2.1	Avance de las subareas	Mensual mientras dure la tarea	Jose Severiche	Jose Severiche, Nombre del Director	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.