



**FACULTAD
DE INGENIERIA**

Universidad de Buenos Aires

Red de sensores WiFi para sistema productivo

Autor:

Francisco G. Timez

Director:

Nombre del Director (pertenencia)

Jurados:

Nombre y Apellido (1) (pertenencia (1))

Nombre y Apellido (2) (pertenencia (2))

Nombre y Apellido (3) (pertenencia (3))

*Este trabajo fue realizado en el curso de Gestión de proyectos
entre el 22 de junio de 2020 y el 22 de Agosto 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. | 6 |
| 4. Requerimientos | 7 |
| 5. Entregables principales del proyecto | 7 |
| 6. Desglose del trabajo en tareas | 8 |
| 7. Diagrama de Activity On Node | 8 |
| 8. Diagrama de Gantt. | 9 |
| 9. Matriz de uso de recursos de materiales | 10 |
| 10. Presupuesto detallado del proyecto | 10 |
| 11. Matriz de asignación de responsabilidades | 11 |
| 12. Gestión de riesgos | 11 |
| 13. Gestión de la calidad | 12 |
| 14. Comunicación del proyecto | 13 |
| 15. Gestión de Compras | 13 |
| 16. Seguimiento y control. | 13 |
| 17. Procesos de cierre | 14 |

Registros de cambios

| Revisión | Detalles de los cambios realizados | Fecha |
|----------|---|------------|
| 1.0 | Creación del documento | 22/06/2020 |
| 1.1 | Avances hasta capítulo 6. Desglose de tareas | 10/07/2020 |
| 1.2 | Se atendieron a las correcciones enviadas el día 14/07/2020 | 15/07/2020 |

Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 22 de junio de 2020

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Francisco G. Timez que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos se titulará “Red de sensores WiFi para sistema productivo”, consistirá esencialmente en el prototipo preliminar de un sensor de fácil configuración e instalación, para el registro de datos ambientales o de procesos específicos, y tendrá un presupuesto preliminar estimado en 640 hs y un costo estimado en xxxx pesos argentinos, con fecha de inicio 22 de junio de 2020 y fecha de presentación pública 22 de diciembre de 2020.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Ariel Lutenberg
Director posgrado FIUBA

Pablo Scherf
Cerámica FELI

Nombre del Director
Director del Trabajo Final

Nombre y Apellido (1)
Jurado del Trabajo Final

Nombre y Apellido (2)
Jurado del Trabajo Final

Nombre y Apellido (3)
Jurado del Trabajo Final

Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

En las PyMEs dedicadas a la industria ceramista, en la mayoría de las situaciones los emprendedores corrigen, a prueba y error, los parámetros de sus procesos productivos en base a los resultados obtenidos de la producción. Las correcciones se realizan según la experiencia propia del emprendedor y en la mayoría de los casos no se realizan registro de las variables del proceso.

Partiendo de la premisa que “lo que no se puede medir, no se puede mejorar”, se propone un sistema de fácil configuración e instalación, que les permita a estos emprendedores, en un principio, utilizar los criterios formados en la experiencia, y poder darles una base sólida en los datos para poder mejorar de manera continua.

Este proyecto debe ser de implementación sencilla, por dos motivos. Primero, no suelen tener un departamento dentro de la PyME dedicado al mantenimiento, pero si personal con conocimientos de electricidad industrial. Segundo, la estructura edilicia de la industria se modifica constantemente. Entonces debe ser un producto que se pueda reinstalar en otro sitio sin mayores inconvenientes.

Uno de los desafíos más importantes de este proyecto radica en reducir los costos de implementación, tiene que permitirle a la PyME instalar, desinstalar y reubicar los sensores con recursos propios, sin recurrir a mano de obra especializada.

El sistema consiste en nodos que se desarrollan en forma genérica y que pueden ser configurados según la necesidad de la PyME. Como se puede ver en la figura 1, los nodos son similares, pero pueden tener distintas funciones asignadas, el Nodo 01 sensa temperatura y humedad, el Nodo 02 sensa temperatura y un switch (podría funcionar como contador) y el Nodo 03 tiene un módulo de expansión I2C. De esta manera, si algún Nodo pierde utilidad en el lugar donde se encuentra instalado, puede ser reubicado cambiando su configuración o no.

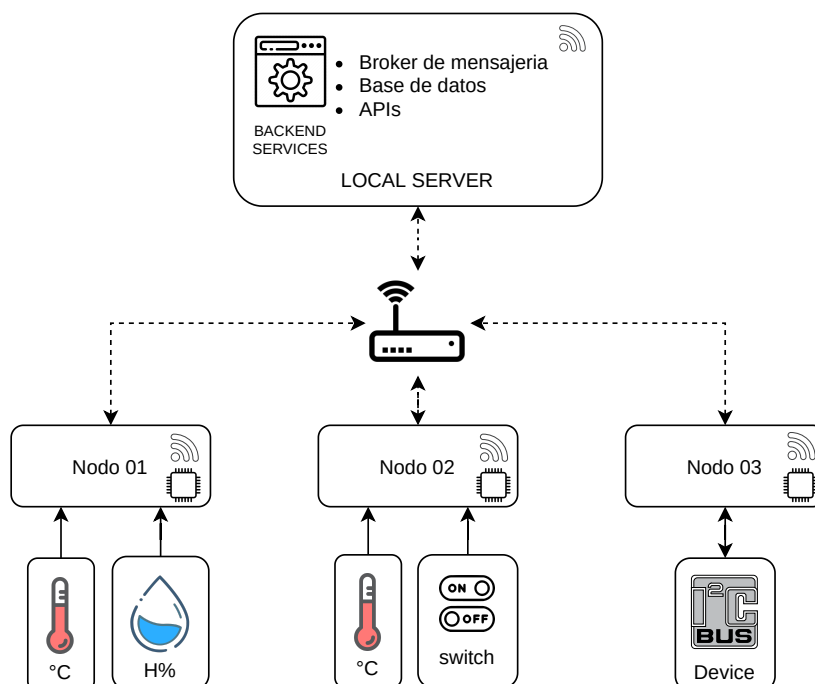


Figura 1: Diagrama en bloques del sistema

Identificación y análisis de los interesados

| Rol | Nombre y Apellido | Organización | Puesto |
|------------------------------------|---------------------|---------------|------------------------|
| Auspiciante Cliente Impulsor | Pablo Scherf | Cerámica FELI | Gerente |
| Responsable | Francisco G. Timez | FIUBA | Alumno |
| Orientador | Nombre del Director | pertenencia | Director Trabajo final |
| Usuario final | Personal técnico | PyME | - |

1. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es brindarle a la PyME un recurso técnico económico para lograr implementar un sistema de seguimiento a su proceso o línea productiva; que le permita sensar variables de producción y tener los datos disponibles en gráficos actualizados en tiempo real.

2. Alcance del proyecto

El desarrollo del presente proyecto incluye:

- Análisis, investigación y elección del hardware para el nodo.
- Desarrollo de un prototipo de nodo que soporte distintos sensores detallados en los requerimientos.
- Desarrollo del firmware del nodo.
- Software *backend* para almacenar los datos de los sensores en una base de datos tipo SQL.
- Instalación de una interfaz gráfica estándar para visualización de los datos almacenados en la base de datos.

El proyecto NO incluye:

- Desarrollo de una interfaz web o gráfica específica para interactuar con los datos.
- Desarrollo de una interfaz gráfica para configuración de los nodos.
- Desarrollo de módulos de sensores para el nodo.
- Pruebas de validación en campo.

3. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- Los componentes electrónicos necesarios se consiguen dentro de territorio Argentino.

- Se realizará un solo proceso de compra.
- Los sensores son todos con salida digital, se supone que no requieren un proceso de calibración y ajuste.
- La estructura de red WiFi existe y está en funcionamiento en la PyME.
- La cobertura de la red WiFi es la adecuada para la línea productiva de la PyME.

4. Requerimientos

Requerimientos del proyecto:

1. Requerimientos de hardware del nodo:

- 1.1. Debe soportar tensiones de alimentación de 5 Vdc a 24 Vdc.
- 1.2. Debe basarse en el microcontrolador ESP8266 ó ESP32.
- 1.3. Debe tener puerto de I2C para conectar otros módulos de expansión.
- 1.4. Entradas:
 - 1) Sensor de temperatura y humedad DHT22.
 - 2) Sensor de temperatura termopar K con MAX6675.
 - 3) Al menos una entrada para sensores con salida relé o transistorizados NPN.

2. Requerimientos de firmware del nodo:

- 2.1. Comunicación WiFi y por protocolo MQTT.
- 2.2. Se debe poder configurar los sensores mediante un archivo JSON, con posibilidad de actualización mediante OTA.
- 2.3. Se debe soportar actualización del firmware mediante OTA.
- 2.4. Se debe soportar el módulo de expansión PCF8574.

3. Requerimientos de software backend:

- 3.1. Todos los servicios deben correr en una Raspberry Pi 3 o 4.
- 3.2. Broker MQTT alojado en red local.
- 3.3. Backend basado en Node-RED o NodeJS.
- 3.4. Generación de tablas en base de datos SQL, según configuración del nodo.
- 3.5. Dashboard web de variables sensadas mediante Grafana.

5. Entregables principales del proyecto

- Manual de configuración
- Diagrama esquemático
- Código fuente
- Informe final

6. Desglose del trabajo en tareas

1. Planificación del Proyecto (40 hs)
 - 1.1. Elaboración del documento de planificación del proyecto (20 hs)
 - 1.2. Diseño de la arquitectura global del proyecto (20 hs)
2. Desarrollo del hardware del nodo (150 hs)
 - 2.1. Diseño del diagrama esquemático (40 hs)
 - 2.2. Selección y compra de componentes (20 hs)
 - 2.3. Routeo PCB (40 hs)
 - 2.4. Fabricación del PCB (30 hs)
 - 2.5. Verificación y testing básico del prototipo (20 hs)
3. Desarrollo del firmware del nodo (210 hs)
 - 3.1. Tests con freeRTOS (50 hs)
 - 1) Generar tareas con los parámetros cargados desde un archivo JSON (25 hs)
 - 2) Actualización de tareas con la actualización del archivo JSON (25 hs)
 - 3.2. Diseño de la arquitectura de software (20 hs)
 - 3.3. Desarrollo de tareas para comunicación WiFi con broker de mensajería (20 hs)
 - 3.4. Desarrollo de las tareas para gestión de sensores (40 hs)
 - 3.5. Desarrollo de las tareas para gestión de puerto de expansión I2C (40 hs)
 - 3.6. Integración de todas las tareas desarrolladas (40 hs)
4. Desarrollo del backend (240 hs)
 - 4.1. Diseño de la arquitectura de software (40 hs)
 - 4.2. Instalación de broker de mensajería (40 hs)
 - 4.3. Desarrollo software de backend (100 hs)
 - 1) Introducción a NodeJS (50 hs)
 - 2) Desarrollo bloque para comunicación con broker de mensajería (25 hs)
 - 3) Desarrollo bloque para inserción de datos en la base de datos (25 hs)
 - 4.4. Instalación y configuración de Grafana (20 hs)
 - 4.5. Integración de los bloques desarrollados (40 hs)

Cantidad total de horas: (640 hs)

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:

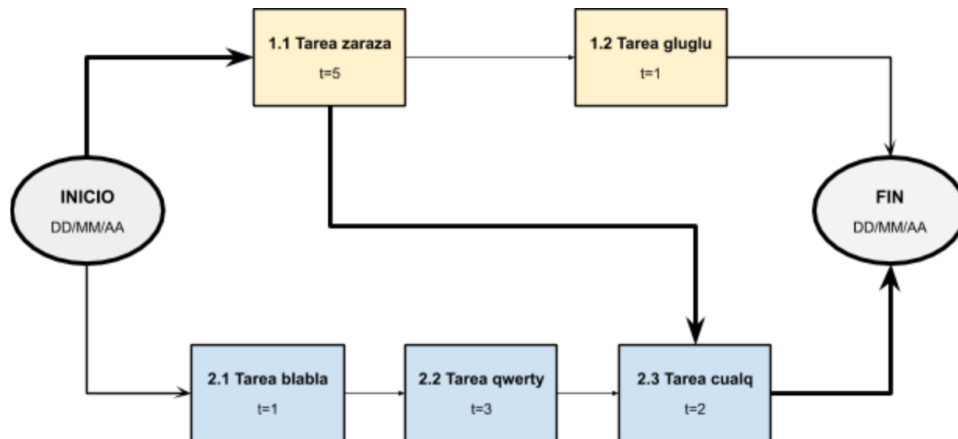


Figura 2: Diagrama en *Activity on Node*

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.

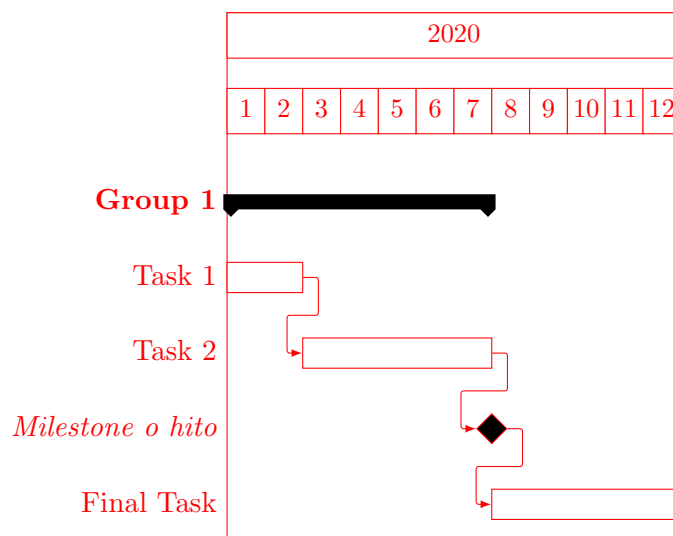


Figura 3: Diagrama de gantt de ejemplo

9. Matriz de uso de recursos de materiales

| Código WBS | Nombre tarea | Recursos requeridos (horas) | | | |
|------------|--------------|-----------------------------|------------|------------|------------|
| | | Material 1 | Material 2 | Material 3 | Material 4 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

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 Francisco G. Timez | Orientador Nombre del Director | Equipo Nombre de alguien | Cliente Pablo Scherf |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

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, 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. | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

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.