



**FACULTAD
DE INGENIERIA**

Universidad de Buenos Aires

Implementación de un nodo sensor LoRa para monitoreo de maquinaria

Autor:

Pablo Aguirre

Director:

Marcelo Pistarelli (FCEIA-UNR)

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.	7
1. Propósito del proyecto	7
2. Alcance del proyecto	7
3. Supuestos del proyecto.	8
4. Requerimientos	8
Historias de usuarios (<i>Product backlog</i>)	9
5. Entregables principales del proyecto	9
6. Desglose del trabajo en tareas	10
7. Diagrama de Activity On Node	11
8. Diagrama de Gantt.	11
9. Matriz de uso de recursos de materiales	13
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	17
15. Gestión de compras	17
16. Seguimiento y control.	18
17. Procesos de cierre	18

Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
1.0	Creación del documento	10/08/2020
1.1	Creación capítulos 1-11	10/08/2020
1.2	Creación capítulos 12-17	14/08/2020

Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 22 de junio de 2020

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Pablo Aguirre que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos se titulará “Implementación de un nodo sensor LoRa para monitoreo de maquinaria”, consistirá esencialmente en el prototipo preliminar de un sistema de control de variables de maquinaria de producción, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 630 hs de trabajo y \$327600, con fecha de inicio 22 de junio de 2020 y fecha de presentación pública 22 de abril de 2021.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Ariel Lutenberg
Director posgrado FIUBA

Alejandro Minniti
GENROD S.A.

Marcelo Pistarelli
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

El IIoT (*Industrial Internet of Things*) consiste en maquinaria conectada a Internet y en avanzadas plataformas de análisis que procesan los datos que se producen. Los dispositivos IIoT van desde diminutos sensores ambientales hasta complejos robots industriales. Si bien la palabra “industrial” puede referirse a almacenes, astilleros y fábricas, las tecnologías IIoT son muy prometedoras para una amplia gama de sectores industriales, como la agricultura, la sanidad, los servicios financieros, el comercio minorista y la publicidad.

Los sensores forman parte de una variedad de roles en la industria moderna. Además de proveer datos para el control de procesos, asisten en la evaluación de calidad, monitoreo de productos, y hasta seguridad del personal. La llegada del software analítico basado en la nube en conjunto con inteligencia artificial también permitió el uso de datos suministrados por sensores para bajar costos de producción mediante optimización y mantenimiento predictivo. Para servir estos propósitos, existe una amplia variedad de tipos de sensores disponible, con versiones nuevas y mejoradas llegando de manera continua. En la Figura 1 se muestran los principales tipos de sensores utilizados en la actualidad.

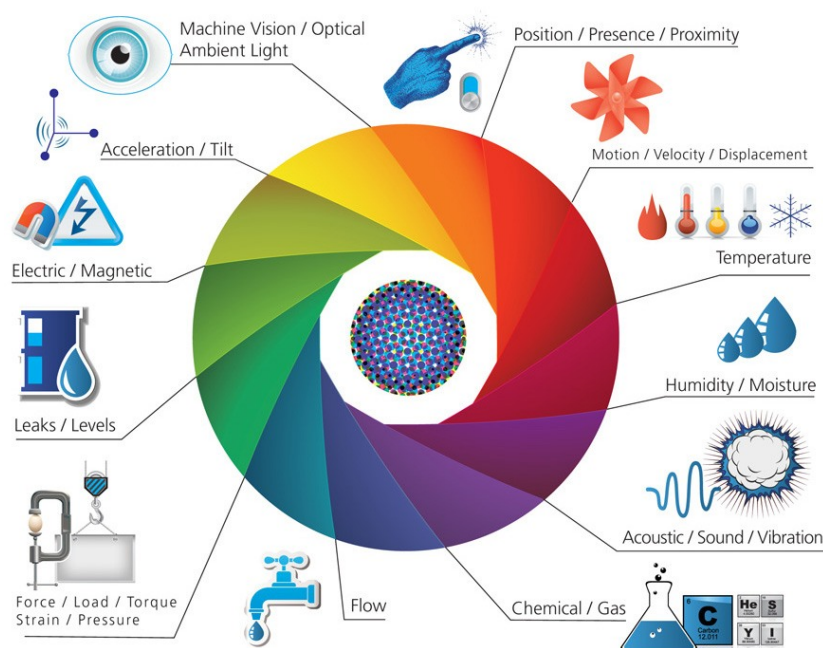


Figura 1: Principales tipos de sensores

GENROD S.A. es una empresa con fábrica propia de gabinetería y tubos dotada con maquinaria de última generación que posee sensores implementados de manera nativa para su control. Además también se utilizan máquinas que, si bien son perfectamente funcionales, carecen de esta capacidad de control que podría ser de suma utilidad para su monitoreo, pudiendo llevar a su optimización y mejora de productividad. Es por esto que la empresa decidió que sería provechoso poder agregar esta funcionalidad a algunas de sus máquinas. Existen soluciones en el mercado compuestas de distintos sensores, un gateway que recolecta información de estos y una plataforma de software que recopila y muestra los datos obtenidos que podrían solucionar la

inquietud de la empresa. Sin embargo la empresa optó por invertir en el desarrollo de tecnología propia para poder obtener autonomía con soluciones personalizadas y de menor costo, junto con mayor control y entendimiento de ellas.

Como primer paso para lograr esta visión se propuso el presente proyecto consistente en la implementación de un enlace LoRa mediante el cual un extremo recopilará datos de sensores y los enviará al otro extremo que se encargará de recibir estos datos y almacenarlos en una base de datos en una computadora, en la que se podrá obtener una visualización clara de los datos almacenados. Se optó por utilizar la tecnología LoRa por su capacidad para implementar soluciones de largo alcance (las instalaciones en las que se aplicará tienen alrededor de 20000 m^2 y se prevé una expansión) y su idoneidad para enviar datos de telemetría y sensores, con bajo consumo de energía y ancho de banda. Además el hecho de ser un enlace inalámbrico implica menores costos de instalación y materiales que una solución cableada.

El proyecto planteado se presenta en la Figura 2. En ella se pueden apreciar los nodos transmisor y receptor. El nodo transmisor tendrá la capacidad de adquirir información de uno o más sensores y la transmitirá mediante un enlace LoRa al nodo receptor, quien se encargará de recibir esta información y transmitirla a una computadora Raspberry Pi, donde será almacenada y podrá ser visualizada con una interfaz gráfica. Los nodos serán implementados con placas de desarrollo suministradas por la empresa.

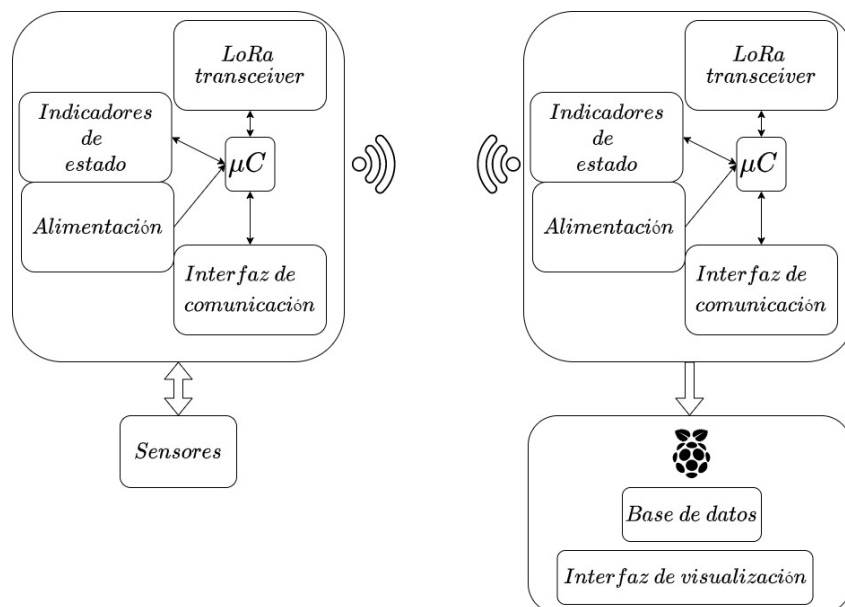


Figura 2: Diagrama en bloques del sistema

Dentro de cada nodo se distinguen los siguientes módulos:

- **Microcontrolador:** es el encargado de controlar las operaciones realizadas por los nodos. Se utilizará un microcontrolador de la familia STM32 de microcontroladores de bajo consumo.
- **LoRa Transceiver:** módulo encargado de la comunicación LoRa.

- **Alimentación:** módulo encargado de la alimentación del nodo. El nodo deberá poder ser alimentado a través de baterías o una entrada micro USB.
- **Indicadores de estado:** serán luces LED que indiquen de manera visual el estado del nodo (batería, errores de comunicación, transmisión de datos).

Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Cliente	Alejandro Minniti	GENROD S.A.	Desarrollador
Responsable	Pablo Aguirre	FIUBA	Alumno
Orientador	Marcelo Pistarelli	FCEIA-UNR	Director Trabajo final
Usuario final	-	GENROD S.A.	Análisis de datos

1. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es desarrollar un prototipo de sistema capaz de comunicar información recibida de sensores colocados en una máquina de la fábrica a través de un enlace LoRa a una computadora, donde será almacenada y podrá ser visualizada.

En un plano más general el propósito de este proyecto es comenzar a generar conocimiento en los temas de sensores, programación de microcontroladores y comunicación LoRa para poder aplicarlo en proyectos futuros en busca de conseguir una fábrica más eficiente y controlada.

2. Alcance del proyecto

El presente proyecto incluirá diseño y creación de software para la implementación de un prototipo de sistema de monitoreo de maquinaria. Dicho sistema está comprendido por un par de nodos de transmisión y recepción de radiofrecuencia utilizando tecnología LoRa. Un nodo permitirá la lectura y transmisión de datos medidos por sensores mediante la implementación de interfaces de comunicación entre estos y el sistema embebido. Otro nodo recibirá la información transmitida de manera inalámbrica y la transferirá a una Raspberry Pi, donde será almacenada a una base de datos y podrá ser visualizada. La implementación a nivel hardware de los nodos se realizará con placas de desarrollo provistas por el cliente.

El proyecto incluye:

- Diseño del firmware de los nodos.
- Implementación del firmware de los nodos.
- Implementación del software encargado de almacenar los datos en una base de datos.
- Implementación de una herramienta de visualización de los datos adquiridos.

El proyecto no incluye:

- Diseño de hardware.
- Implementación de una red de nodos.

3. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- la empresa cliente proveerá los kits de desarrollo necesarios para el desarrollo.
- la empresa cliente se hará cargo de la compra de sensores para la adquisición de datos a ser transmitidos por el nodo transmisor.
- se podrán realizar pruebas dentro de la fábrica.
- serán respetados los tiempos de trabajo asignados al proyecto durante la etapa de planificación.

4. Requerimientos

1. Requerimientos funcionales:

1.1. Nodo transmisor

- 1.1.1. El nodo deberá ser capaz de realizar la lectura de un sensor de humedad y temperatura.
- 1.1.2. El nodo deberá transmitir información de los sensores conectados de manera periódica.
- 1.1.3. La transmisión de datos deberá ser implementada utilizando LoRa.
- 1.1.4. La alimentación debe ser implementada mediante baterías AAA.
- 1.1.5. El nodo deberá tener un sleep-mode configurable para administrar la duración de la batería.
- 1.1.6. El nodo deberá informar de manera visual cuando tenga poca batería.
- 1.1.7. El nivel bajo de batería deberá ser informado al nodo receptor.
- 1.1.8. El nodo deberá informar de manera visual cuando realice una transmisión.

1.2. Nodo receptor

- 1.2.1. El nodo deberá recibir información de manera inalámbrica utilizando LoRa.
- 1.2.2. El nodo deberá informar de manera visual cuando reciba datos.
- 1.2.3. El nodo deberá reenviar la información recibida hacia la PC utilizada para el almacenamiento de datos.

1.3. Software de manejo de datos

- 1.3.1. La información recibida del nodo receptor deberá ser almacenada en una base de datos.
- 1.3.2. La herramienta de visualización deberá permitir ver más de una variable a la vez.
- 1.3.3. La herramienta de visualización deberá permitir configurar el span de tiempo que se quiere ver.

2. Requerimientos no funcionales

2.1. Documentación

- 2.1.1. Se deberá elaborar un informe de avance del proyecto.
- 2.1.2. Se deberá elaborar la documentación del firmware desarrollado.
- 2.1.3. Se deberá elaborar documentación del uso del sistema.

2.2. Testing

- 2.2.1. Deberán realizarse pruebas de funcionamiento del sistema antes de su entrega.

Historias de usuarios (*Product backlog*)

Se identificaron las historias de usuario detalladas a continuación. Éstas historias fueron ponderadas según el volumen de trabajo que implicaría satisfacer cada una de ellas (1-10).

- Como analista de datos, quiero poder ver información de la máquina monitoreada con una interfaz gráfica. (5)
- Como analista de datos, quiero poder saber si el nodo encargado de la lectura de sensores tiene batería baja desde la interfaz de visualización. (7)
- Como analista de datos, quiero poder cambiar el span de tiempo que se muestra de los datos en la interfaz de visualización. (6)
- Como analista de datos, quiero poder ver la información de múltiples sensores en un mismo gráfico. (3)
- Como técnico, quiero saber cuando hace falta cambiar las baterías del nodo transmisor. (4)
- Como técnico, quiero que la transmisión de datos sea de manera inalámbrica para facilitar el mantenimiento. (8)

5. Entregables principales del proyecto

Los entregables del proyecto son:

- Firmware nodo transmisor.
- Firmware nodo receptor.
- Software de recepción y almacenamientp de datos
- Interfaz de visualización.
- Documentación del sistema.
- Informe final.

6. Desglose del trabajo en tareas

1. Gestión	190 hs
1.1. Planificación del proyecto	15
1.2. Redacción del informe de avance	25
1.3. Redacción documentación nodo transmisor	20
1.4. Redacción documentación nodo receptor	20
1.5. Redacción manual de uso del sistema	30
1.6. Redacción del informe final	60
1.7. Redacción de la presentación final	20
2. Análisis e investigación	70 hs
2.1. Análisis de las plataformas de hardware disponibles en el mercado	30
2.2. Búsqueda de información LoRa	20
2.3. Búsqueda de información sobre interfaces de visualización	20
3. Desarrollo de software	230 hs
3.1. Selección y configuración del entorno de diseño	10
3.2. Diseño de arquitectura de firmware de los nodos	40
3.3. Desarrollo rutinas de lectura y transmisión de datos	30
3.4. Desarrollo rutinas de control de estado del nodo	30
3.5. Integración de firmware propio con firmware del módulo de transmisión	30
3.6. Diseño de arquitectura de software de visualización	20
3.7. Desarrollo software de adquisición y visualización de datos	40
3.8. Diseño de detalle	30
4. Testing	140 hs
4.1. Pruebas de firmware de nodo transmisor	20
4.2. Pruebas de firmware de nodo receptor	20
4.3. Pruebas de software de adquisición y visualización	10
4.4. Pruebas de comunicación	20
4.5. Pruebas de sistema completo	30
4.6. Corrección de errores	40

Cantidad total de horas: 630 hs

7. Diagrama de Activity On Node

En la Figura 3 se muestra el diagrama de *Activity on Node* del proyecto. La unidad de tiempo está expresada en horas. Se puede observar que existen dos caminos críticos de igual longitud. Estos se encuentran marcados en la figura con un trazo de línea más grueso.

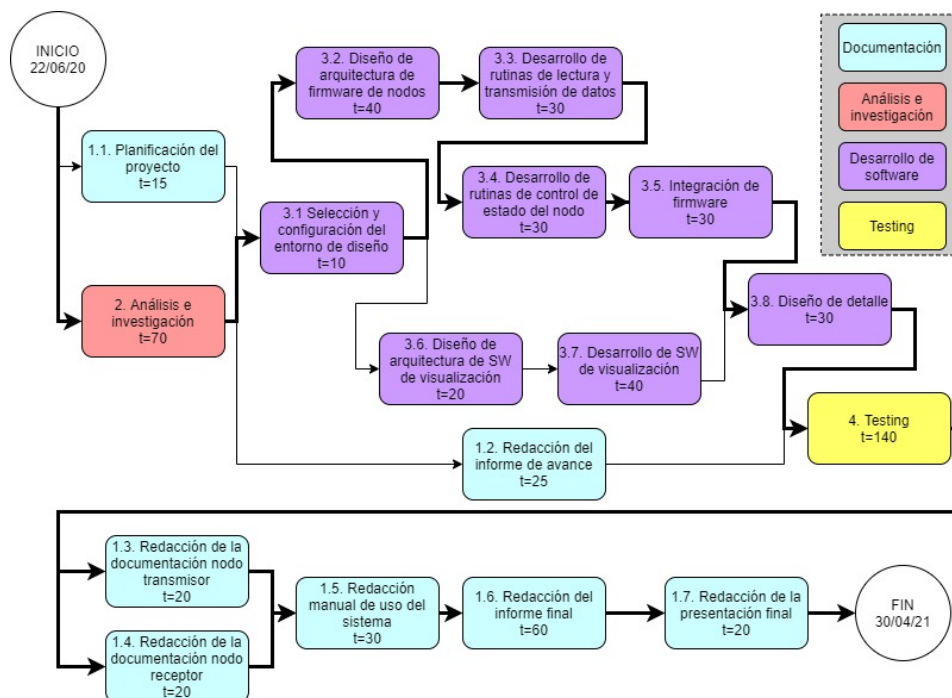


Figura 3: Diagrama en *Activity on Node*

8. Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt del proyecto se presenta en la Figura 4. En el mismo se pueden apreciar las fechas de inicio y finalización de cada tarea, así como también sus dependencias.

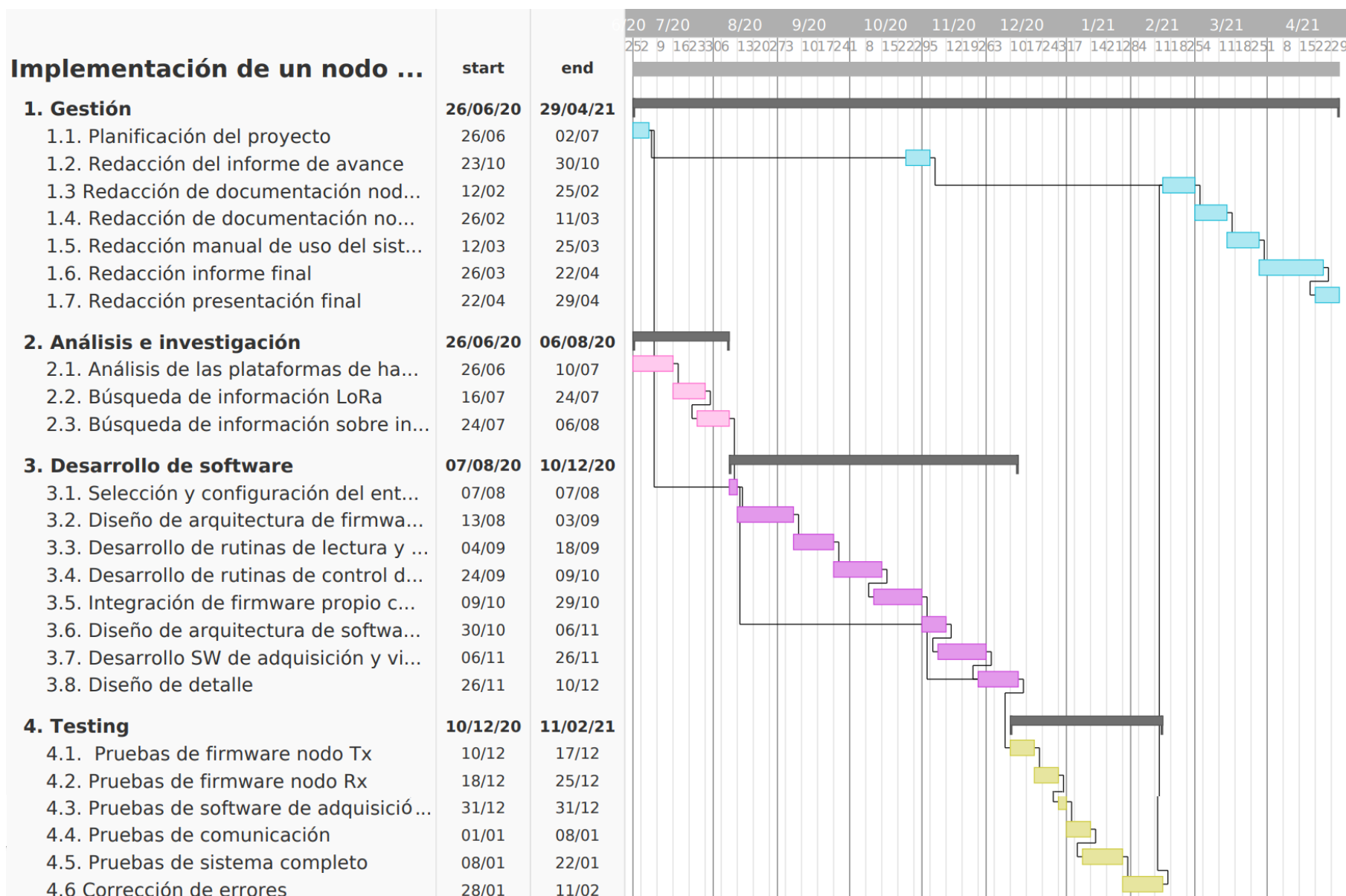


Figura 4: Diagrama en *Diagrama de Gantt del proyecto*

9. Matriz de uso de recursos de materiales

Código WBS	Nombre de tarea	Recursos requeridos (horas)			
		PC	Placas de desarrollo	Sensores	Raspberry Pi
1.	Gestión	190			
2.	Análisis e investigación	70			
3.	Desarrollo de software	230	100	100	40
4.1.	Pruebas de firmware de nodo transmisor		20	20	
4.2.	Pruebas de firmware de nodo receptor		20	20	20
4.3.	Pruebas de software de adquisición y visualización				10
4.4.	Pruebas de comunicacion		20	20	20
4.5.	Pruebas de sistema completo		30	30	30
4.6.	Corrección de errores	40	40	40	40

10. Presupuesto detallado del proyecto

Categoría	Detalle	Cantidad	Costo unitario (ARS)	Costo (ARS)
Costos directos	Horas de ingeniería	630	400	252000
Costos indirectos	30 % costos directos	-	-	75600
Total costos del proyecto				327600

11. Matriz de asignación de responsabilidades

Código WBS	Nombre de la tarea	Listar todos los nombres y roles del proyecto		
		Responsable Pablo Aguirre	Orientador Marcelo Pistarelli	Cliente Alejandro Minniti
1.	Gestión	P	C,A	C,A
2.	Análisis e investigación	P	C	I
3.	Desarrollo de software	P	C,A	A
5.	Testing	P	C	A

Referencias:

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

12. Gestión de riesgos

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

Riesgo 1: No disponer de tiempo suficiente para llevar a cabo el proyecto

- Severidad (9): Implicaría que el proyecto no sea terminado antes de la fecha de entrega.
- Probabilidad de ocurrencia (5): El responsable del proyecto tiene una jornada laboral de 8 horas sin contar las horas de cursado de la CESE.

Riesgo 2: Mala planificación del proyecto

- Severidad (8): Implica que el proyecto no sea terminado antes de la fecha de entrega
- Probabilidad de ocurrencia (6): El responsable del proyecto no tiene mucha experiencia en la planificación de proyectos.

Riesgo 3: No cumplir con los requerimientos planteados para el proyecto.

- Severidad (8): Implicaría replantear el proyecto, no terminar con la carrera y una posible desvinculación con la empresa.
- Probabilidad de ocurrencia (3): Durante todo el desarrollo se informará sobre el proceso y avance con fin de establecer resultados medibles.

Riesgo 4: Problemas de compatibilidad durante la integración del sistema.

- Severidad(7): Implica un cambio en el diseño del proyecto y un desfase en los tiempos de entrega.
- Probabilidad de ocurrencia (4):

Riesgo 5: Pérdida total o parcial del código desarrollado.

- Severidad(9): Implicaría importantes retrasos en el desarrollo del trabajo.
- Probabilidad de ocurrencia (1): Se utilizará un sistema de control de versiones con backup online durante toda la duración del desarrollo de software.

b) Tabla de gestión de riesgos: (El RPN se calcula como $RPN=SxO$)

Riesgo	Severidad	Ocurrencia	RPN*	Severidad*	Ocurrencia*	RPN*
1	9	5	45	9	2	18
2	8	6	48	8	3	24
3	8	3	24			
4	7	4	28			
5	9	1	9			

Criterio adoptado: Se tomarán medidas de mitigación en los riesgos cuyos números de RPN sean mayores a 30

c) Plan de mitigación de los riesgos que originalmente excedían el RPN máximo establecido:

Riesgo 1: Se podrán utilizar horas correspondientes a la jornada laboral para el avance del proyecto, debido a que éste es de alta prioridad dentro de la empresa.

- Severidad (9): La severidad se mantiene.

- Probabilidad de ocurrencia (2): Disminuye la probabilidad de ocurrencia.

Riesgo 2: Se consultará a expertos para la realización del plan de proyecto.

- Severidad (8): La severidad se mantiene.

- Probabilidad de ocurrencia (3): Disminuye la probabilidad de mala planificación.

13. Gestión de la calidad

- **Requerimiento 1.1.1:** El nodo deberá ser capaz de realizar la lectura de un sensor de humedad y temperatura.
 - Verificación: Se comprobará la habilitación de interfaces de comunicación en el software desarrollado.
 - Validación: Se registrará la información adquirida de los sensores.
- **Requerimiento 1.1.2:** El nodo deberá transmitir información de los sensores conectados de manera periódica.
 - Verificación: Se comprobará mediante documentación y diagramas esquemáticos.
 - Validación: Se comprobará la periodicidad con la que se almacenan los datos en la base de datos del lado receptor.
- **Requerimiento 1.1.3:** La transmisión deberá ser implementada utilizando LoRa.
 - Verificación: Se comprobará mediante documentación del transceiver utilizado.
 - Validación: El cliente verificará las especificaciones del módulo de comunicación utilizado y se realizará una muestra de que la comunicación se realiza de manera inalámbrica.
- **Requerimiento 1.1.4:** La alimentación deberá ser implementada mediante baterías AAA.
 - Verificación: Se comprobará que el hardware utilizado cuente con los conectores necesarios para la alimentación requerida.
 - Validación: Inspección del módulo.
- **Requerimiento 1.1.5:** El nodo deberá tener un sleep-mode configurable para administrar la duración de la batería.
 - Verificación: Se comprobará que el diseño de software contemple esta función.

- Validación: Se probará el nodo en las distintas configuraciones, verificando su comportamiento.
- **Requerimiento 1.1.6:** El nodo deberá informar de manera visual cuando tenga poca batería.
 - Verificación: Se comprobará el diseño del módulo encargado de la visualización del estado de batería baja.
 - Validación: Se probará al módulo en un estado de batería baja, confirmando que éste lo notifica de manera visual.
- **Requerimiento 1.1.7:** El nivel bajo de batería deberá ser informado al nodo receptor.
 - Verificación: Se comprobará el diseño del módulo encargado de la transmisión de datos.
 - Validación: Se probará al nodo en un estado de batería baja, revisando que del lado receptor se reciba la notificación correspondiente.
- **Requerimiento 1.1.8:** El nodo deberá informar de manera visual cuando realice una transmisión.
 - Verificación: Se comprobará el diseño del módulo encargado de la transmisión de datos.
 - Validación: Se demostrará la funcionalidad en una prueba de concepto.
- **Requerimiento 1.2.1:** El nodo deberá recibir información de manera inalámbrica utilizando LoRa.
 - Verificación: Se comprobará mediante documentación del transceiver utilizado.
 - Validación: El cliente verificará las especificaciones del módulo de comunicación utilizado y se realizará una muestra de que la comunicación se realiza de manera inalámbrica.
- **Requerimiento 1.2.2:** El nodo deberá informar de manera visual cuando reciba datos.
 - Verificación: Se comprobará el diseño del módulo de recepción de datos.
 - Validación: Se demostrará la funcionalidad en una prueba de concepto.
- **Requerimiento 1.2.3:** El nodo deberá reenviar la información recibida hacia la PC utilizada para el almacenamiento de datos.
 - Verificación: Se comprobará que el diseño de firmware contemple la funcionalidad.
 - Validación: Se demostrará la funcionalidad en una prueba de concepto.
- **Requerimiento 1.3.1:** La información recibida del nodo receptor deberá ser almacenada en una base de datos.
 - Verificación: Se comprobará el diseño de software destinado a cumplir el requerimiento.
 - Validación: Se demostrará la funcionalidad en una prueba de concepto.
- **Requerimiento 1.3.2:** La herramienta de visualización deberá permitir ver más de una variable a la vez.
 - Verificación: Se comprobará el diseño del software de visualización.

- Validación: Se demostrará la funcionalidad.
- **Requerimiento 1.3.3:** La herramienta de visualización deberá permitir configurar el span de tiempo que se quiere ver.
 - Verificación: Se comprobará el diseño del software de visualización.
 - Validación: Se demostrará la funcionalidad.
- **Grupo de requerimientos 2.1:**
 - Verificación: Se comprobará que en la planificación se destinó tiempo a realizar estas tareas.
 - Validación: Mediante los entregables del proyecto.
- **Requerimiento 2.2.1:** Deberán realizarse pruebas de funcionamiento del sistema antes de su entrega-
 - Verificación: Se comprobará el desarrollo de pruebas de aceptación.
 - Validación: Se registrará el resultado de las pruebas de aceptación.

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 comunicación	Responsable
Definición de objetivos y alcances	Director, Cliente	Evaluación	Inicio del proyecto	Correos electrónicos, reuniones virtuales	Pablo Aguirre
Avances y dificultades encontradas	Director, Cliente	Solución de inconvenientes e información de avances	Quincenal	Correos electrónicos, reuniones virtuales.	Pablo Aguirre
Informe de avances	Director	Registro de evolución del proyecto	A mitad del proyecto	Correos electrónicos	Pablo Aguirre
Finalización y cierre	Jurado, Director y Cliente	Finalización del proyecto	Al final del proyecto	Correos electrónicos	Pablo Aguirre

15. Gestión de compras

Para la concreción del proyecto no será necesaria la compra de componentes dado que se utilizarán materiales ya disponibles en la empresa cliente.

16. Seguimiento y control

Tarea del WBS	Indicador de avance	Frecuencia de reporte	Responsable	Persona a ser informada	Método de comunicación
1.1	% de avance	Semanal	PM	Director, Cliente	Correo electrónico
1.2	% de avance	Al finalizar	PM	Director	Correo electrónico
1.3	% de avance	Al finalizar	PM	Director, Cliente	Correo electrónico
1.4	% de avance	Al finalizar	PM	Director, Cliente	Correo electrónico
1.5	% de avance	Al finalizar	PM	Cliente	Correo electrónico
1.6	% de avance	Semanal	PM	Director	Correo electrónico
1.7	% de avance	Al finalizar	PM	Director	Correo electrónico
2	% información analizada	Quincenal	PM	Director	Correo electrónico
3.1	% de avance	Al finalizar	PM	Director, Cliente	Correo electrónico
3.2	% de avance	Quincenal	PM	Director, cliente	Correo electrónico
3.3	% de avance	Quincenal	PM	Director, cliente	Correo electrónico
3.4	% de funciones implementadas	Al finalizar	PM	Director, cliente	Correo electrónico
3.5	% de avance	Al finalizar	PM	Director, cliente	Correo electrónico
3.6	% de avance	Al finalizar	PM	Director, cliente	Correo electrónico
3.7	% de avance	Semanal	PM	Director	Correo electrónico
3.8	% de avance	Al finalizar	PM	Director, cliente	Correo electrónico
4	% de pruebas realizadas	Semanal	PM	Director, cliente	Correo electrónico

17. Procesos de cierre

- Pautas de trabajo que se seguirán para analizar si se respetó el Plan de Proyecto original:
 - Persona a cargo: Pablo Aguirre.
 - Procedimiento:
 - Se revisará el cumplimiento de todos los requerimientos y con esto evaluar la calidad del proyecto.

- Se analizará si la asignación de tiempos para las tareas fue correcta y si se respetó.
- Identificación de las técnicas y procedimientos útiles e inútiles que se utilizaron, los problemas que surgieron, y cómo se solucionaron:
 - Persona a cargo: Pablo Aguirre.
 - Procedimiento:
 - Se analizarán los problemas ocurridos y la forma en que se les dio solución, basados en la optimización del tiempo en la solución de los mismos.
 - Se evaluará si el diseño de software fue correcto.
- Indicar quién organizará el acto de agradecimiento a todos los interesados, y en especial al equipo de trabajo y colaboradores:
 - Persona a cargo: Pablo Aguirre.
 - Procedimiento:
 - Finalizado el proyecto se les informará y agradecerá a todos los miembros del equipo, director del trabajo, miembros del jurado y autoridades de la CESE.