

Sistema de monitoreo y alerta de uso excesivo de calefón

(como inicio del despliegue de una red de sensores hogareña)

Autor

Carlos Pantelides

Director del trabajo

Dr. Ing. Ariel Lutenberg (CONICET, FIUBA)

Jurado propuesto para el trabajo

- **Esp. Ing. Nombre Apellido (filiación)**
- **Esp. Ing. Nombre Apellido (filiación)**
- **Esp. Ing. Nombre Apellido (filiación)**

Este plan de trabajo ha sido realizado en el marco de la asignatura Gestión de Proyectos entre mayo y junio de 2020.

Tabla de contenido

Registros de cambios	3
Acta de Constitución del Proyecto	4
Descripción técnica-conceptual	5
Identificación y análisis de los interesados	7
1. Propósito del proyecto	8
2. Alcance del proyecto	8
3. Supuestos del proyecto	8
4. Requerimientos	8
5. Entregables principales del proyecto	10
6. Desglose del trabajo en tareas	10
7. Diagrama de Activity On Node	11
8. Diagrama de Gantt	12
9. Matriz de uso de recursos de materiales	13
10. Presupuesto detallado del proyecto	13
11. Matriz de asignación de responsabilidades	14
12. Gestión de riesgos	14
13. Gestión de la calidad	16
14. Comunicación del proyecto	16
15. Gestión de Compras	16
16. Seguimiento y control	17
17. Procesos de cierre	18

Registros de cambios

Revisión	Detalle de los cambios realizados	Fecha
1.0	Creación del documento	27/04/2020
1.1	Completado hasta sección 6	02/05/2020
1.2	Aplicadas correcciones	04/05/2020
1.3	Completado hasta sección 11 con inconsistencias de identificadores debido a dudas.	10/05/2020
1.4	Corregidas sección 5 y sus dependientes, completadas secciones 12 y 14 a 17. Sección 13 parcial.	16/05/2020
1.5	Camino Crítico en sección 7, Sección 13 incompleta	17/05/2020
1.6	Sección 13 completada, reducción del documento mediante aglutinamiento de secciones 4, 8, 13 y 16,	18/05/2020

Acta de Constitución del Proyecto

Buenos Aires, 27 de abril de 2020

Por medio de la presente se acuerda con Carlos Pantelides que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos se titulará “Sistema de Monitoreo y Alerta de Uso Excesivo de Calefó”, consistirá esencialmente en el prototipo preliminar de un nodo desplegado con tres sensores, un nodo de alarma y el servidor, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 hs de trabajo y \$3000 , con fecha de inicio 22 de junio de 2020 y fecha de presentación pública 26 de abril de 2021

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Ariel Lutenberg
Director de la CESE-FIUBA

Hogar
Empresa del Cliente

Ariel Lutenberg
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

En el hogar se generan conflictos con adolescentes por el uso excesivo de la ducha, agravado por la falta de medida de su uso que impide argumentar con bases concretas. El uso desmedido tiene impacto económico por el consumo de gas, ecológico por la liberación de gases tanto en el uso concreto como en las actividades de extracción y transporte del combustible y finalmente sanitario, pues la humedad resultante genera hongos en las paredes y techo del baño.

El poder medir el uso y generar alarmas en caso de superación de tiempos previamente acordados genera los siguientes beneficios:

- Disminución del gasto de gas.
- Disminución de las peleas y del stress que conlleva.

Además, en el futuro será necesario desplegar otros nodos, algunos con nuevos tipos de sensores, por ejemplo de detección de lluvia, para los cuales se deberá extender este sistema.

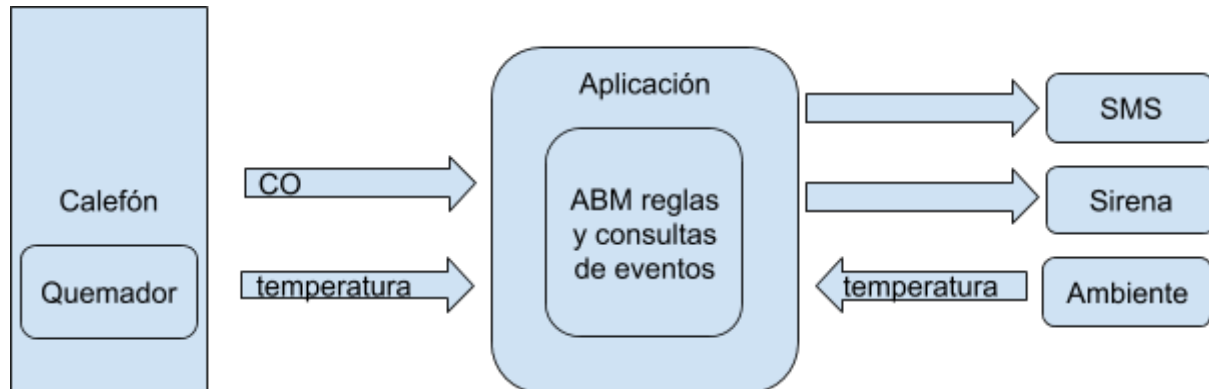


Figura 1

En la figura 1 se muestra la visión del usuario con respecto a las entidades participantes y su interacción con el sistema.

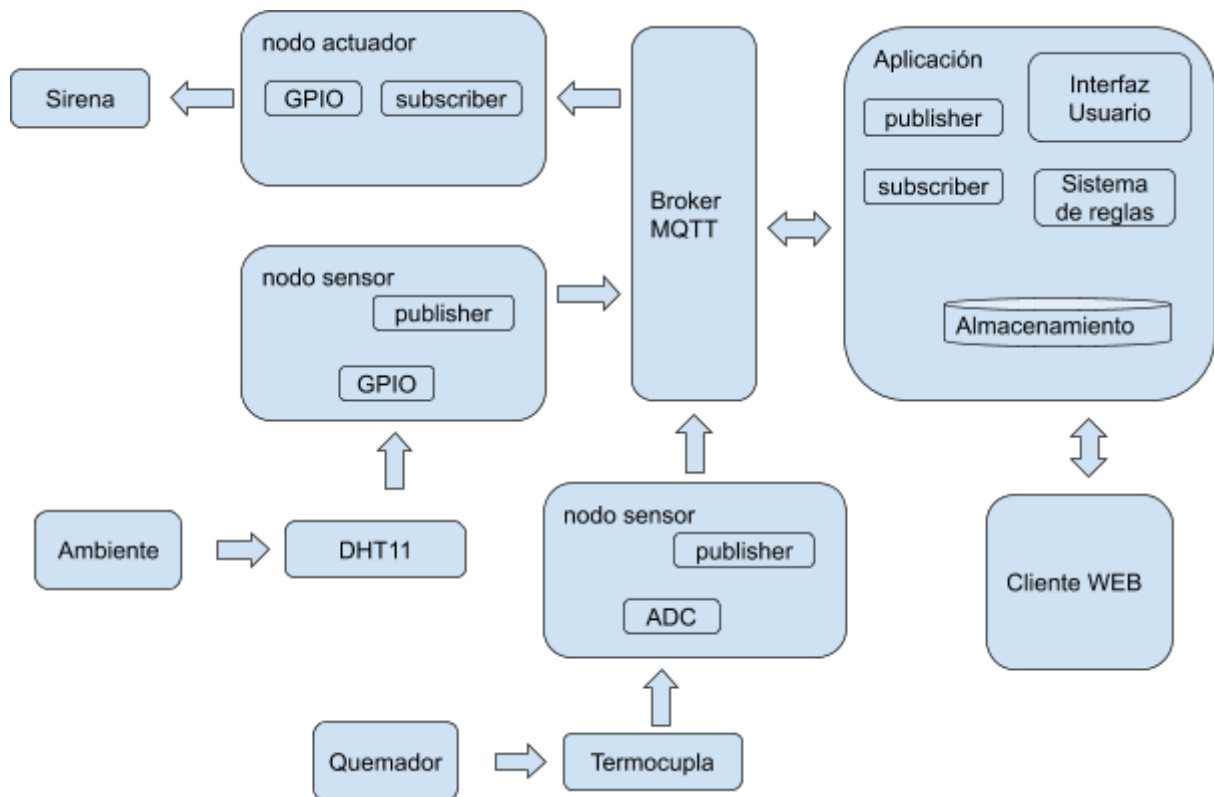


Figura 2

En la figura 2 se muestran los componentes participantes.

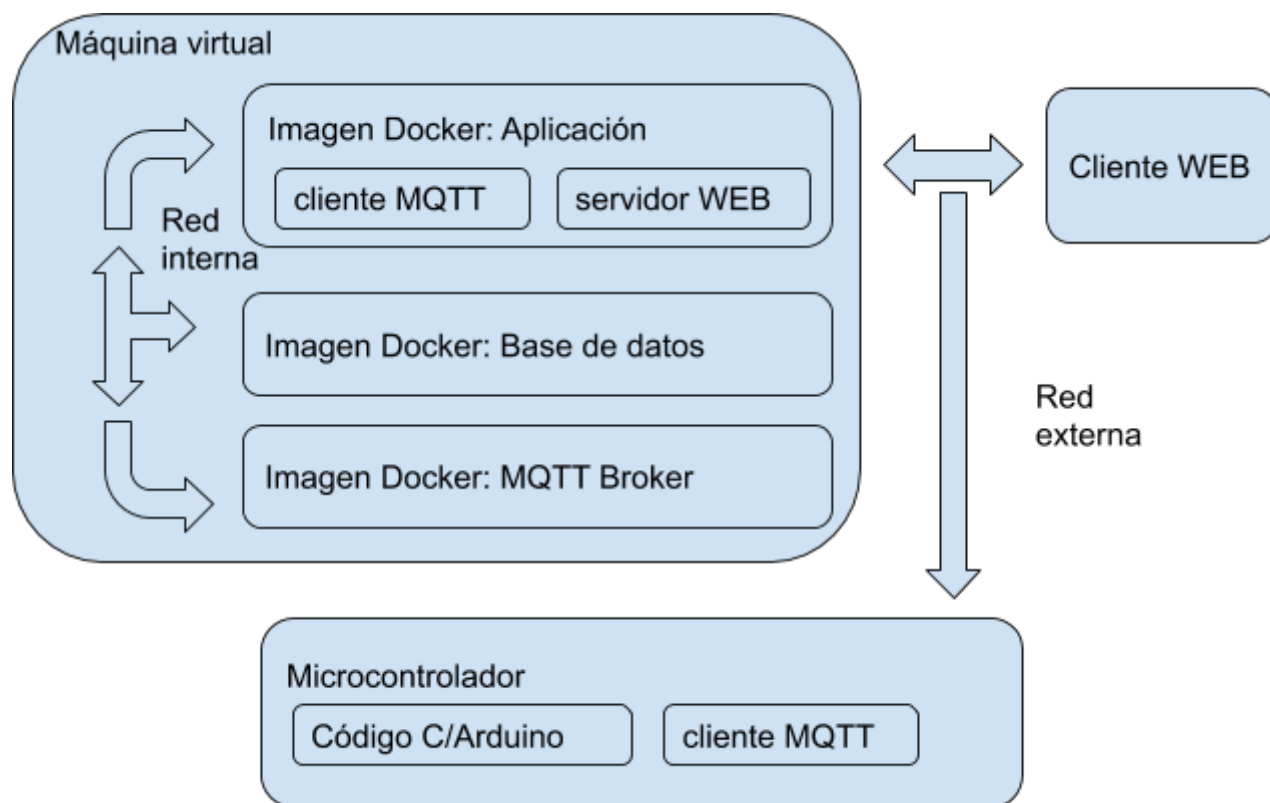


Figura 3

En la figura 3 se muestran los entornos de ejecución y las redes asociadas

Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Departamento	Puesto
Cliente	Greta Luna	Hogar	Madre
Impulsor	-	-	-
Responsable	Carlos Pantelides	Hogar	Padre
Colaboradores	-	-	-

Orientadores	Ariel Lutenberg	Especialización de Sistemas Embebidos	Director
Equipo	-	-	-
Opositores	Maia Pantelides Cleopatra Pantelides	Hogar Hogar	Hija Hija
Usuario Final	Todos	Hogar	-

Cliente:

Opositores: estas son las personas que se verán afectadas por el éxito del proyecto.

1. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es disminuir el consumo de gas y las peleas derivadas por la falta de límites de tiempo de baño y sentar las bases para desplegar una red de sensores de temperatura para optimizar los flujos de aire de y hacia el exterior.

También es desarrollar una actividad que ejercite los temas vistos en el curso, para lo cual se intentará desplegar sensores y actuadores adicionales no necesariamente relacionados con el objetivo principal.

2. Alcance del proyecto

El alcance de este proyecto incluye:

- Un prototipo de sensor de temperatura ambiente.
- Un prototipo de actuador de alarma.
- Un prototipo de sensor de calefón encendido.
- Un prototipo opcional de sensor de CO.
- Una funcionalidad opcional de alerta SMS.
- La interfaz entre cada sensor y su microcontrolador asociado.
- La interfaz entre cada actuador y su microcontrolador asociado.
- Los programas desplegados en los microcontroladores.
- La configuración del broker.

- La comunicación entre cada componente y el broker.
- Evaluar qué nivel de seguridad es alcanzable en cada componente e implementarlo.
- El diseño e implementación de la aplicación
- El diseño e instalación de la base de datos de los eventos.
- La instalación y configuración del sistema operativo anfitrión del broker.
- La instalación y configuración del sistema operativo anfitrión de la aplicación.
- La instalación y configuración del sistema operativo anfitrión de la base de datos.
- Instalación física de todos los componentes en el hogar a modo de prueba.

El alcance del proyecto no incluye:

- La correcta alimentación de los dispositivos, se utilizarán cargadores USB.
- Los gabinetes, se utilizarán cajas plásticas reutilizadas de otros propósitos.
- Análisis, evaluación y ajustes necesarios para instalar cerca del calefón el equipamiento electrónico de los sensores conforme a las reglas vigentes.
- Cálculo del valor de disparo de alerta por concentración de CO conforme a las reglas, se utilizará un valor arbitrario.

3. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- Existe una red de alimentación.
- Existe una red de comunicación ethernet y wifi.
- Todos los componentes salvo mención explícita funcionarán en interior al abrigo de la lluvia y el viento.
- El sensor de CO está correctamente calibrado.
- El sensor de temperatura está correctamente calibrado.
- El protocolo MQTT resuelve todo problema de retransmisión.

4. Requerimientos

1. Grupo de requerimientos asociados a los microcontroladores sensores
 - 1.1. Leer la temperatura ambiente periódicamente y transmitir dada una variación de tiempo o temperatura.
 - 1.2. Detectar el encendido del quemador periódicamente y transmitir en caso de cambio suficiente.
 - 1.3. Leer el nivel de CO periódicamente y transmitir (opcional).
2. Grupo de requerimientos asociados a los microcontroladores actuadores.
 - 2.1. Prender y apagar alarma.
 - 2.2. Notificación vía SMS (opcional).
3. Grupo de requerimientos asociados con transmisión de datos y comandos
 - 3.1. Configurar broker MQTT
 - 3.2. Configurar topics MQTT
 - 3.3. Incorporar protocolo MQTT a los microcontroladores
 - 3.4. Incorporar protocolo MQTT a la aplicación
4. Grupo de requerimientos asociados con la arquitectura de la aplicación
 - 4.1. Generar imagen Docker para cada componente.
 - 4.2. Generar Dockerfile
 - 4.3. Almacenar los mensajes y las alertas generadas en una base de datos
 - 4.4. Procesar los mensajes recibidos
 - 4.5. Generar y almacenar alertas
 - 4.6. Interfaz de configuración de alertas.
 - 4.7. Interfaz de consulta de mensajes.
 - 4.8. Interfaz de consulta de alertas.
5. Grupo de requerimientos asociados a la calidad
 - 5.1. Generar tests para la aplicación
 - 5.2. Generar tests para el programa desplegado en el nodo
6. Grupo de requerimientos asociados a la seguridad
 - 6.1. Evaluar nivel de seguridad utilizable en MQTT y aplicarlo
 - 6.2. Hardening del sistema operativo.
 - 6.3. Hardening del entorno Docker.
 - 6.4. Hardening del broker MQTT.
 - 6.5. Hardening del servidor web.
 - 6.6. Hardening de la aplicación.
 - 6.7. Hardening de la base de datos.
7. Grupo de requerimientos asociados a la documentación

7.1. Se deberá entregar la documentación detallada en la sección de entregables.

5. Entregables principales del proyecto

- Diagrama esquemático.
- Prototipos.
- Manual de armado e instalación.
- Manual de uso.
- Imagen Docker de la aplicación.
- Imagen Docker del broker.
- Imagen Docker de la base de datos.
- Dockerfile
- Código fuente.
- Informe final.

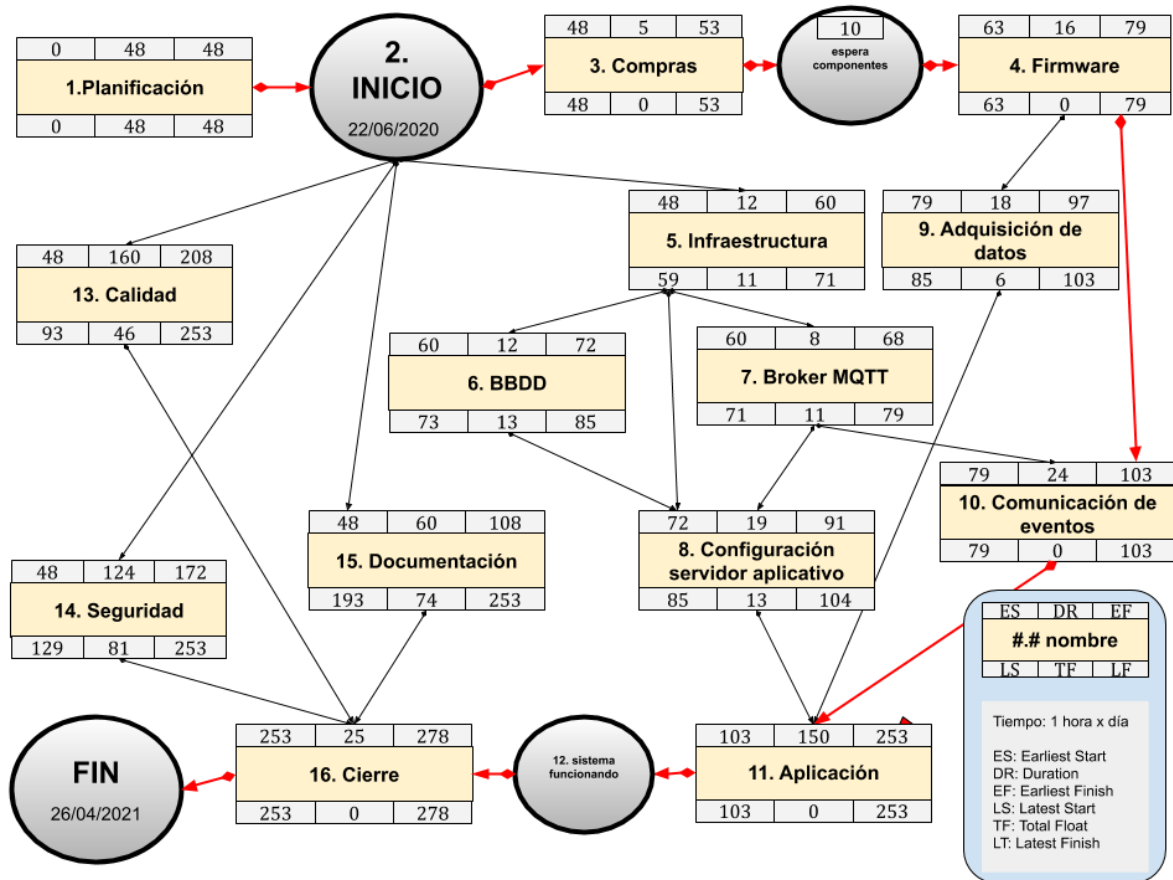
6. Desglose del trabajo en tareas

WBS	Nombre	Horas
1	Tareas de planificación	48hs
1.1	Armar planificación	40hs
1.2	Ajustar planificación	8hs
2	Inicio Formal del proyecto	
3	Tareas de compra	5hs
3.1	Elegir componentes	4hs
3.2	Comprar componentes	1hs
4	Tareas de firmware	16hs
4.1	Elegir tipo de firmware	4hs
4.2	Elegir entorno de desarrollo	4hs
4.3	Ejecución de ejemplos de adiestramiento	8hs
5	Tareas de infraestructura	12hs
5.1	Generar imagen VM	2hs
5.2	Generar imagen BBDD	2hs
5.3	Generar imagen aplicación	2hs
5.4	Generar imagen broker MQTT	2hs

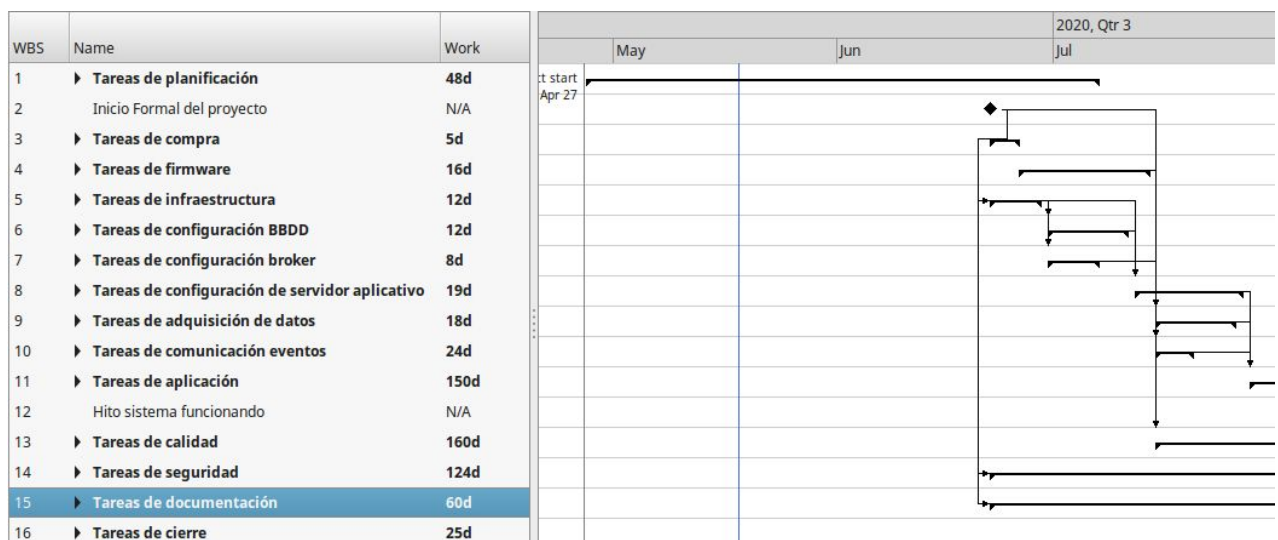
5.5	Generar Dockerfile	4hs
6	Tareas de configuración BBDD	12hs
6.1	Elegir BBDD	4hs
6.2	Instalar y configurar BBDD	2hs
6.3	Adiestramiento BBDD	6hs
7	Tareas de configuración broker	8hs
7.1	Instalar y configurar broker	4hs
7.2	Definir topics MQTT	4hs
8	Tareas de configuración de servidor aplicativo	19hs
8.1	Elección entorno de desarrollo	1hs
8.2	Ejecución de ejemplos para adiestramiento	16hs
8.3	Conectar a BBDD	2hs
9	Tareas de adquisición de datos	18hs
9.1	Conexión física sensor temperatura ambiente	1hs
9.2	Protocolo de lectura sensor temperatura ambiente	2hs
9.3	Conexión física sensor termocupla	4hs
9.4	Protocolo de lectura sensor termocupla	8hs
9.5	Conexión física sensor CO	1hs
9.6	Protocolo de lectura sensor CO	2hs
10	Tareas de comunicación eventos	24hs
10.1	Envío mensaje temperatura ambiente	6hs
10.2	Envío mensaje encendido calefón	6hs
10.3	Envío mensaje sensor CO	6hs
10.4	Recepción mensaje alerta	6hs
11	Tareas de aplicación	150hs
11.1	Prototipo recepción mensajes	2hs
11.2	Prototipo envío mensajes	2hs
11.3	Diseñar modelo de datos	10hs
11.4	Aplicar modelo de BBDD	4hs
11.5	Recibir mensajes	2hs
11.6	Almacenar mensajes	2hs
11.7	Evaluación de alertas	2hs
11.8	Generación de alertas	2hs

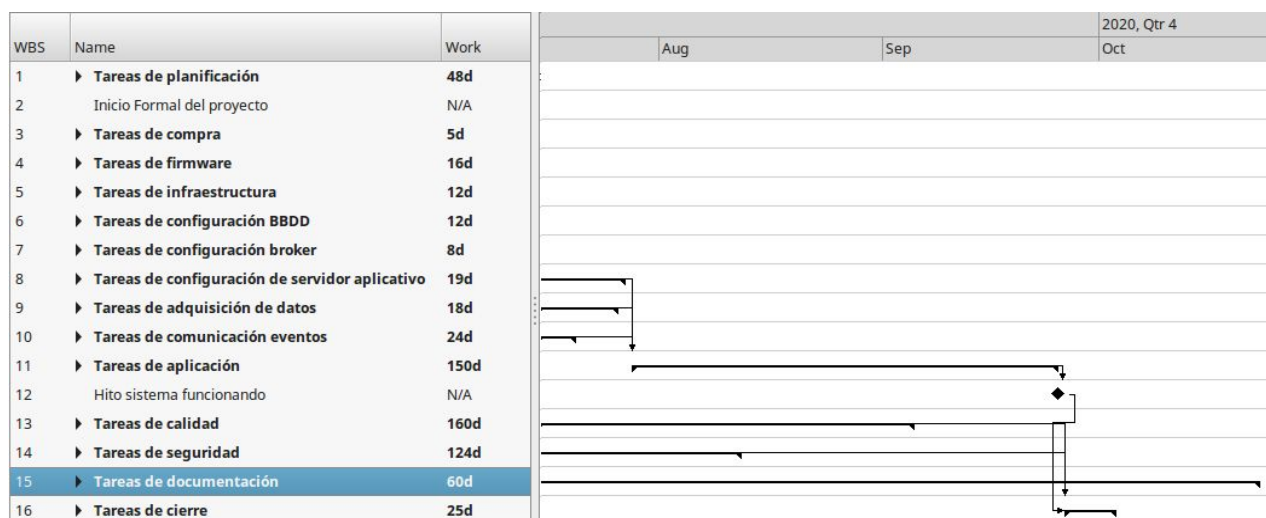
11.9	Transmitir alertas	2hs
11.1	Almacenar alertas	2hs
11.11	Interfaz configuración de alertas	40hs
11.12	Interfaz consulta de mensajes	40hs
11.13	Interfaz consulta de alertas	40hs
12	Hito sistema funcionando	
13	Tareas de calidad	160hs
13.1	Tests unitarios aplicación en servidor	40hs
13.2	Tests funcionales aplicación en servidor	40hs
13.3	Tests unitario aplicación en firmware	40hs
13.4	Tests funcionales aplicación en firmware	40hs
14	Tareas de seguridad	124hs
14.1	Hardening del sistema operativo	20hs
14.2	Hardening del entorno docker	16hs
14.3	Hardening del broker MQTT	20hs
14.4	Hardening del servidor web	16hs
14.5	Hardening de la aplicación en servidor	16hs
14.6	Hardening de la base de datos	16hs
14.7	Hardening de la aplicación en firmware	20hs
15	Tareas de documentación	60hs
15.1	Documentación	40hs
15.2	Informe final	20hs
16	Tareas de cierre	25hs
16.1	Análisis cumplimiento objetivos	1hs
16.2	Análisis cumplimiento requerimientos	4hs
16.3	Análisis cumplimiento planificación	4hs
16.4	Identificación y registro de los procesos utilizados	8hs
16.5	Preparar presentación	8hs
17	Hito fin de proyecto	
	Total	681hs

7. Diagrama de Activity On Node



8. Diagrama de Gantt





9. Matriz de uso de recursos de materiales

		Recursos requeridos (horas)	
		PC	Laboratorio
1	Tareas de planificación	40	8
3	Tareas de compra	5	1
4	Tareas de firmware	16	8
5	Tareas de infraestructura	12	
6	Tareas de configuración BBDD	12	
7	Tareas de configuración broker	8	
8	Tareas de configuración de servidor aplicativo	19	
9	Tareas de adquisición de datos	18	18
10	Tareas de comunicación eventos	24	24
11	Tareas de aplicación	150	4
13	Tareas de calidad	160	80
14	Tareas de seguridad	124	20
15	Tareas de documentación	60	
16	Tareas de cierre	25	
	Total horas	681	154

10. Presupuesto detallado del proyecto

Categoría	Detalle	Costo
Trabajo directo	578 Hs. x \$700	\$404.600
Costo indirecto (10 meses)	Electricidad Acceso Internet Amortización instrumental Amortización PC y red Subtotal	\$1.000 \$10.000 \$50.000 \$25.000 \$86.000
Materiales	Insumos electrónicos variados Sensores Microcontroladores Subtotal	\$1.000 \$1.000 \$2.200 \$3.000
Costo total		\$494.200

11. Matriz de asignación de responsabilidades

WBS	Nombre	Carlos Pantelides Responsable	Ariel Lutenberg Director	Greta Luna Usuario
1	Tareas de planificación	P	I	A
3	Tareas de compra	P	I	A
4	Tareas de firmware	P	I	
5	Tareas de infraestructura	P	I	
6	Tareas de configuración BBDD	P	I	
7	Tareas de configuración broker	P	I	
8	Tareas de configuración de servidor aplicativo	P	I	
9	Tareas de adquisición de datos	P	I	
10	Tareas de comunicación eventos	P	I	
11	Tareas de aplicación	P	I	A
13	Tareas de calidad	P	I	A
14	Tareas de seguridad	P	I	

15	Tareas de documentación	P	I	A
16	Tareas de cierre	P	A	A

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

12. Gestión de riesgos

a) Identificación de los riesgos

- Riesgo 1: Interacción perjudicial del sensor con el calefón
 - Severidad (S): 8 Podrían producirse daños al calefón y accidentes de gas.
 - Probabilidad de ocurrencia (O): 9. Carezco de los conocimientos
- Riesgo 2: Desencadenamiento de problemas de salud familiar
 - Severidad (S): 10. Me impediría continuar con el proyecto
 - Probabilidad de ocurrencia (O): 9. Aunque los indicadores de salud están normales, hay covid.
- Riesgo 3: No poder utilizar la termocupla
 - Severidad (S): 8. No podría medir si el calefón está prendido
 - Probabilidad de ocurrencia (O): 3. No hay indicios de que no la pueda usar
- Riesgo 4: No haber cursado todas las materias para la fecha de finalización
 - Severidad (S): 3. Cuento con prácticamente todos los conocimientos necesarios
 - Probabilidad de ocurrencia (O): 10. No voy a haber cursado todas las materias
- Riesgo 5: Rotura de materiales
 - Severidad (S): 6. Impediría investigar, diseñar o implementar algunas funcionalidades
 - Probabilidad de ocurrencia (O): 4. No me ocurre a menudo, pero por el lado de la termocupla es terreno desconocido

b) Tabla de gestión de riesgos:

Riesgo	Severidad	Ocurrencia	RPN	Severidad*	Ocurrencia*	RPN*
1	8	9	72	8	5	40
2	10	9	90	10	6	60
3	8	3	24	0	3	0

4	3	10	30	1	10	10
5	6	4	24	1	4	4

Criterio adoptado:

- Se tomarán medidas de mitigación en los riesgos cuyos números de RPN sean mayores a 20

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 PRN máximo establecido:

- Riesgo 1: Se deberá obtener instrucción en el tema.
 - Severidad (S): 8 No se modifica.
 - Probabilidad de ocurrencia (O): 5. Debería disminuir la ocurrencia de errores elementales.
- Riesgo 2: Se deberá ejecutar el proyecto lo más rápido posible y respetar al extremo las medidas anti covid.
 - Severidad (S): 10. No se modifica
 - Probabilidad de ocurrencia (O): 6. Disminuirán las probabilidades de interrupción.
- Riesgo 3: Utilizar un sensor infrarrojo
 - Severidad (S): 0. No podría medir si el calefón está prendido
 - Probabilidad de ocurrencia (O): 3. No se modifica
- Riesgo 4: Se deberá obtener instrucción
 - Severidad (S): 1. Se obtendrá la instrucción
 - Probabilidad de ocurrencia (O): 10. No se modifica
- Riesgo 5: Se deberán adquirir materiales por encima de lo necesario
 - Severidad (S): 1. Hay repuestos
 - Probabilidad de ocurrencia (O): 4. No se modifica

13. Gestión de la calidad

13.1 Verificación

Se diseñarán test para los siguientes casos:

- Suscripción al broker, publicación y recepción de un mensaje utilizando un topic definido.

- Envío de un mensaje desde un nodo sensor y recepción almacenamiento por parte de la aplicación.
- Envío de mensajes desde un nodo sensor tal que generen una alerta por parte de la aplicación, seguida de su almacenamiento y emisión a un topic.
- Envío de un mensaje de la aplicación y recepción por parte de un nodo actuador.

13.2 Validación

Se ejecutarán los tests de la verificación

Se guiará al cliente en ejercitar sobre la interfaz con datos precargados

- ABM de reglas
- Consultas listado de alertas
- Consultas listado de eventos

Se le mostrará al cliente como cambios en los sensores se manifiestan en los listados y en la generación de alertas.

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
Avances en las tareas	Director	Notificar	semanal	mail	Carlos Pantelides
Compra de componentes	Dueña	Autorizar	al comienzo del proyecto	oral	Carlos Pantelides
Demora en los plazos convenidos	Director	Notificar	ante incidente	mail	Carlos Pantelides
Bloqueos técnicos	Compañeros de cursada	Solicitar ayuda	ante incidente	mail	Carlos Pantelides
Bloqueos de procedimiento	Cátedra	Solicitar ayuda	ante incidente	mail	Carlos Pantelides
Compartir la experiencia	General	Difundir conocimiento	final del proyecto	blog	Carlos Pantelides

15. Gestión de Compras

Para la compras los criterios de elección de proveedor han sido:

- Costo del componente.
- Agrupamiento de elementos en una sola compra.
- Costo de envío respecto a la compra total.

Statement of Work

Buenos Aires, 6 de mayo de 2020

Sr. Monarca Electrónica

Por la presente le solicito la provisión de:

4 Modulo wifi nodemcu lua v2 esp8266 esp-12e

4 SENSOR HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERATURA DHT11 ARDUINO MONA

El pago se efectuará por transferencia bancaria

Atte, Carlos Pantelides

16. Seguimiento y control

SEGUIMIENTO DE AVANCE						
Tarea del WBS		Indicador de avance	Frecuencia de reporte	Responsable de seguimiento	Persona a ser informada	Método de comunicación
1	Tareas de planificación	Puntos cubiertos	semanal	C. P.	A.L.	mail
2	Inicio Formal del proyecto					

3	Tareas de compra	Finalización	semanal	C. P.	A.L.	mail
4	Tareas de firmware	Finalización	semanal	C. P.	A.L.	mail
5	Tareas de infraestructura	Finalización	semanal	C. P.	A.L.	mail
6	Tareas de configuración BBDD	Finalización	semanal	C. P.	A.L.	mail
7	Tareas de configuración broker	Finalización	semanal	C. P.	A.L.	mail
8	Tareas de configuración de servidor aplicativo	Finalización	semanal	C. P.	A.L.	mail
9	Tareas de adquisición de datos	Finalización	semanal	C. P.	A.L.	mail
10	Tareas de comunicación eventos	Finalización	semanal	C. P.	A.L.	mail
11	Tareas de aplicación (11.1 a 11.0)	Finalización	semanal	C. P.	A.L.	mail
11.11	Interfaz configuración de alertas	Funcionalidades implementadas	semanal	C. P.	A.L./ G.L	mail
11.12	Interfaz consulta de mensajes	Funcionalidades implementadas	semanal	C. P.	A.L./ G.L	mail
11.13	Interfaz consulta de alertas	Funcionalidades implementadas	semanal	C. P.	A.L./ G.L	mail
12	Hito sistema funcionando		en el momento	C. P.	A.L./ G.L	mail
13	Tareas de calidad	Cantidad de tests	semanal	C. P.	A.L.	mail
14	Tareas de seguridad	Medidas evaluadas y tomadas	semanal	C. P.	A.L.	mail
15	Tareas de documentación	Puntos cubiertos	semanal	C. P.	A.L.	mail
16	Tareas de cierre	Finalización	semanal	C. P.	A.L./ G.L	mail

17. Procesos de cierre

Analizar grado de cumplimiento de objetivos, mediante la comparación del propósito del proyecto frente a lo obtenido.

Analizar grado de cumplimiento de requerimientos, mediante la comparación de los requerimientos del proyecto frente a lo obtenido.

Analizar el grado de cumplimiento con respecto a todos los aspectos de la planificación, mediante la comparación de los desgloses de tareas y los diagramas de AON y Gantt del proyecto frente a lo transitado.

Analizar y documentar los procesos utilizados.

Reconocimiento y agradecimientos y explicación de la financiación.

Todas estas tareas están a cargo del responsable del proyecto.