

Control del proceso de fermentación de cerveza artesanal

Autor

Ing. Matías Alvarez

Director del trabajo

Esp. Ing. Patricio Bos(FI-UBA)

Co-Director del trabajo

Esp. Ing. Luis Chico(FI-UBA)

Jurado propuesto para el trabajo

- **Esp. Ing. Ramiro Alonso(FI-UBA)**
- **Mg. Ing. Leonardo Carducci(FI-UBA)**
- **Esp. Lic. Danilo Zecchin (FI-UBA)**

Este plan de trabajo ha sido realizado en el marco de la asignatura Gestión de Proyectos entre mayo y junio de 2018.

Tabla de contenido

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	8
2. Alcance del proyecto	8
3. Supuestos del proyecto	8
4. Requerimientos	9
6. Desglose del trabajo en tareas	11
7. Diagrama de Activity On Node	13
8. Diagrama de Gantt	14
9. Matriz de uso de recursos de materiales	17
10. Presupuesto detallado del proyecto	19
11. Matriz de asignación de responsabilidades	20
12. Gestión de riesgos	22
13. Gestión de la calidad	24
14. Comunicación del proyecto	32
15. Gestión de Compras	33
16. Seguimiento y control	33
17. Procesos de cierre	36

Registros de cambios

Revisión	Detalle de los cambios realizados	Fecha
1.0	Creación del documento: <ul style="list-style-type: none"> • Confección Acta Constitución del Proyecto • Confección Descripción técnica-conceptual • Confección Identificación de los interesados • Confección puntos 1 a 6 	05/05/2018
1.1	Corrección de errores y modificación del documento de acuerdo a lo charlado con el cliente en la visita a su planta el día 10/05/2018	11/05/2018
1.2	Confección del documento: <ul style="list-style-type: none"> • Confección puntos 7 a 11 	15/05/2018
1.3	Confección del documento: <ul style="list-style-type: none"> • Corrección y agregado de requerimientos • Confección puntos 12 a 17 	19/05/2018
1.4	Corrección de errores puntos 13 y 16	21/05/2018

Acta de Constitución del Proyecto

Buenos Aires, 4 de mayo de 2018

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Matias Alvarez que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos se titulará “Control del proceso de fermentación de cerveza artesanal”, consistirá esencialmente en el prototipo preliminar de un sistema de control del proceso de elaboración de la cerveza artesanal, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 hs de trabajo y \$8000, con fecha de inicio viernes 4 de Mayo de 2018 y fecha de presentación pública lunes 3 de diciembre de 2018.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Ariel Lutenberg

Director de la CESE-FIUBA

Leonardo Rieger

Cervecería Rieger

Patricio Bos

Director del Trabajo Final

Ramiro Alonso

Jurado del Trabajo Final

Leonardo Carducci

Jurado del Trabajo Final

Danilo Zecchin

Jurado del Trabajo Final

Descripción técnica-conceptual del Proyecto a realizar

En los últimos años, en Argentina, ha ocurrido una expansión de las cervezas artesanales como alternativa a cervezas industriales. Se trata de una industria que ha crecido a un tasa cercana al 40% anual, llegando a representar un 2% del mercado cervecero.

El plan de negocios y producción de estos pequeños emprendimientos suelen tener gran crecimiento en el corto y mediano plazo, sin embargo, en muchos otros casos esto no sucede, en parte por limitaciones debido a la falta de automatización y control de calidad en su proceso productivo. Teniendo en cuenta esta realidad, es que nace la idea de realizar un sistema de control del proceso de elaboración de la cerveza que permita controlar, monitorear y supervisar la producción de los distintos tipos de cervezas, reduciendo costos.

Por otro lado, el objetivo del proyecto es realizar un sistema de control que no solo sea aplicable a este tipo de industria, sino que sea extensible a otros procesos productivos, como por ejemplo el de la fermentación del vino.

Para lograrlo este proyecto debe basarse en los siguientes lineamientos:

- El sistema debe ser diseñado e implementado de forma genérica y escalable con el objetivo de no ser solamente aplicado en cualquier tipo de planta de cerveza artesanal, sino también en otros procesos productivos.
- El sistema debe ser de fácil utilización y amigable con el usuario.
- El sistema debe ser de tiempo real para responder a los eventos del ambiente en tiempo y forma.
- El sistema debe ser configurable por los operarios en cuanto a parámetros, información y alarmas.

En la figura 1 se visualizan las partes principales del sistema y su interacción con el proceso productivo. Si bien la planificación y diseño del firmware, la página web y la comunicación vía SMS, contemplaran el monitoreo y control de las distintas etapas del proceso de producción, por cuestiones de decisión de estrategia de inversión por parte del cliente, las etapas de maceración de la malta y cocción del mosto no serán finalmente implementadas y por lo tanto exceden el alcance de este proyecto.

El sistema de control programado en la CIAA-NXP será la parte central del sistema, que a su vez será comandada por las acciones que el usuario ingrese en la página web o mediante un panel de control en la planta. Por último, tanto en la página web, como en la interfaz de visualización en la planta y en la comunicación vía SMS el usuario podrá tener acceso a información, alarmas y estadísticas.

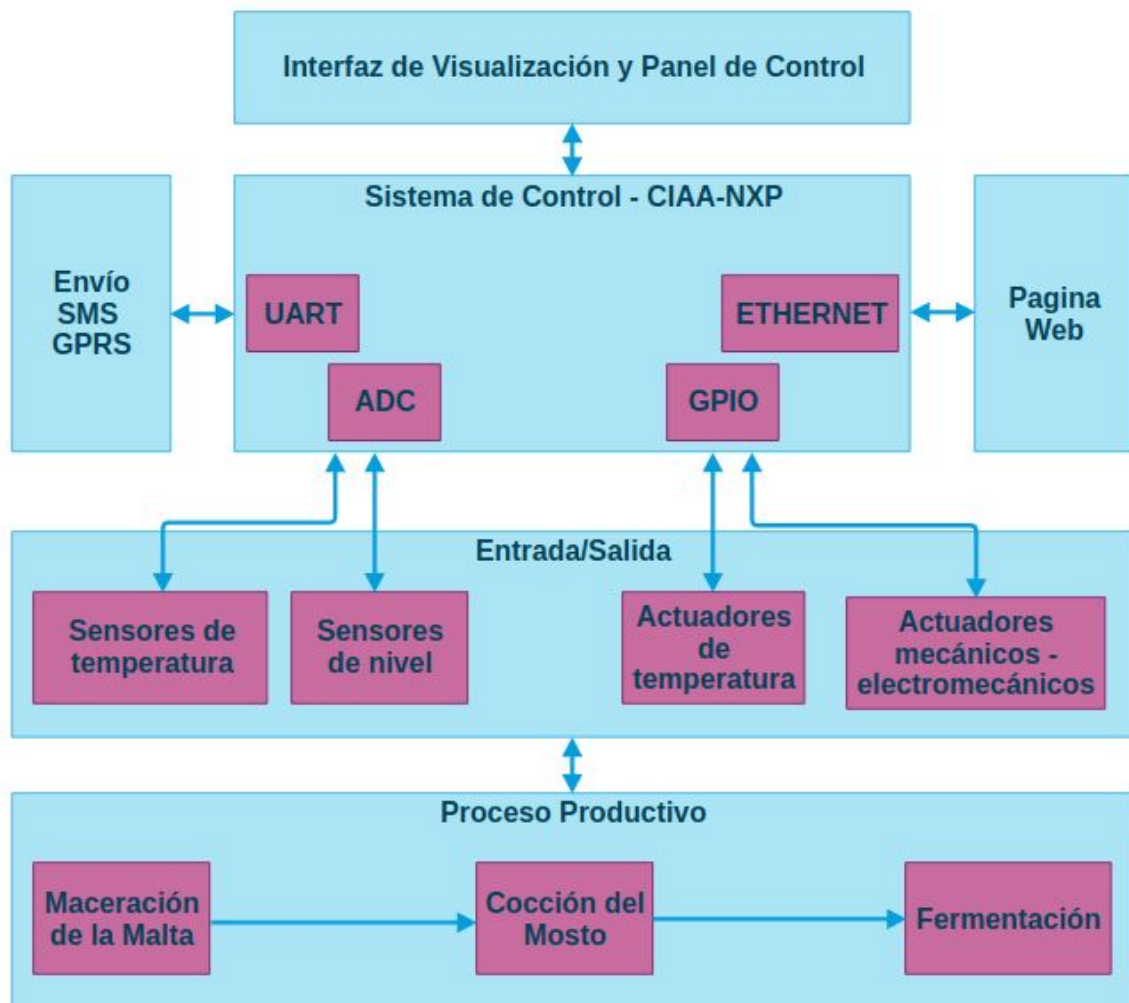


Figura 1. Bloques constitutivos del proyecto de control del proceso de fermentación de cerveza artesanal.

Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Departamento	Puesto
Cliente	Leonardo Rieger	Cervecería Rieger, Gerencia	Gerente General
Responsable	Ing. Matias Alvarez	-	Estudiante CESE ¹
Colaboradores	GRIDCOMD ²	FIUNLP ³	UIDET ⁴
Orientadores	Dr. Ing. Ariel Lutenberg	-	Director CESE
	Esp. Ing. Patricio Bos	-	Profesor CESE
	Esp. Ing Luis Chico	.	Profesor CESE
Usuario Final	Operarios	Cervecería Rieger	Empleados

Orientador Dr. Ing. Ariel Lutenberg: Tiene experiencia en gestión de proyectos.

Orientador Esp. Ing. Patricio Bos: Tiene mucha experiencia en programación en C para CIAA, FreeRTOS y LwIP.

Orientador Esp. Ing. Luis Chico: Tiene experiencia en programación en C para CIAA, FreeRTOS y LwIP. Tiene experiencia con módulos GPRS.

Colaborador GRIDCOMD (UIDET FIUNLP): Posee instrumental electrónico. Útil para ensayos.

Cliente: Tiene experiencia y conocimientos en el proceso de producción de cerveza artesanal.

¹ Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos.

² Grupo de Investigación y Desarrollo en Comunicaciones Digitales.

³ Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata.

⁴ Unidad de Investigación, Desarrollo, Extensión y Transferencia.

1. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es desarrollar un prototipo operativo de un sistema de control que permita controlar, monitorear y supervisar el proceso de producción de la cerveza artesanal con el objetivo de estandarizar la misma, de modo tal de lograr una repetitividad de las características del producto en las sucesivas partidas de producción, además de reducir costos operativos, la intervención de operarios y las pérdidas de producción.

2. Alcance del proyecto

El presente proyecto incluye los siguientes aspectos:

1. Control del proceso de fermentación de la cerveza.
2. Realización de sistema de alarmas lumínicas y/o sonoras en el lugar para informar distintos eventos de interés.
3. Realización de interfaz Ethernet/Wifi para interfaz web que permita configuración de parámetros de cada una de las etapas de acuerdo a la receta de la cerveza y visualización de estados, alarmas, información y estadísticas.
4. Realización de interfaz GPRS para envío de SMS con alarmas.
5. Realización de interfaz visual en planta para mostrar las variables en tiempo real.
6. Realización de panel de control en planta para selección de parámetros.
7. Envío de mail con información diaria de cada uno de los procesos, configurable vía web.
8. Implementación de placa/s(poncho/s) para testeo/prototipado/producto final.

El presente proyecto NO incluye los siguientes aspectos:

1. Automatización de los procesos de maceración de la malta, cocción del mosto y envasado/embarillado de la cerveza.

3. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

1. Se contará con una CIAA-NXP.
2. La CIAA-NXP es aplicable en entornos industriales, ya que su diseño está preparado para las exigencias de confiabilidad, temperaturas, vibraciones, ruido electromagnético, tensiones, cortocircuitos, entre otros, que demandan los productos y procesos industriales.
3. Se podrán conseguir todos los componentes electrónicos necesarios en tiempo y forma.
4. El cliente cuenta con los elementos necesarios para llevar a cabo el proceso(tanques, motores, etc).
5. El cliente cuenta con los servicios necesarios para llevar a cabo el proceso(energía eléctrica, internet, gas, agua).
6. Se realizará un circuito electrónico adicional para integrar la CIAA-NXP con los actuadores y sensores de la planta del cliente.
7. Se puede probar el prototipo en la planta del cliente.

4. Requerimientos

Los requerimientos solicitados por el cliente y consensuados con el responsable son los listados a continuación, diferenciándolos según si se trata de requerimientos funcionales o no funcionales. Al lado de cada requerimiento se indica entre paréntesis su prioridad, siendo [1] la prioridad más alta y [3] la más baja:

Requisitos Funcionales:

1. Sistema de control y visualización
 - 1.1. El sistema debe medir la temperatura de hasta 4 tanques de fermentación/maduración, en un rango de 0°C a 50°C con un error aceptable de +/-2 °C. Generalmente el rango operativo va de 18°C a 25°C. [1].
 - 1.2. El sistema debe mostrar en el display LCD la temperatura actual de cada tanque con precisión de 0,1°C. [1].
 - 1.3. El sistema debe permitir al operario navegar entre los distintos tanques de fermentación/maduración y visualizar su información, con un máximo posible de 4 tanques. [1].
 - 1.4. El sistema debe permitir al operario ingresar el tiempo de fermentación/maduración. Mientras el operario ingresa el tiempo de fermentación/maduración, en el display LCD se debe visualizar su valor. [1].
 - 1.5. El sistema debe permitir al operario ingresar la temperatura de control de cada tanque, tanto en el nivel superior como en el inferior. Mientras el operario ingresa el tiempo de fermentación/maduración, en el display LCD se debe visualizar su valor. [1].
 - 1.6. El sistema debe permitir al operario iniciar/finalizar el proceso de fermentación/maduración mediante un pulsador o ingreso de un comando vía web. [1].
 - 1.7. El sistema debe controlar la temperatura de hasta 4 tanques de fermentación/maduración durante el tiempo indicado por el operario mediante el comando de electroválvulas. Completado el tiempo, el sistema debe seguir controlando la temperatura hasta que el usuario finalice el proceso mediante un comando vía web o pulsador. [1].
 - 1.8. El sistema debe encender la alarma lumínica de proceso en marcha correspondiente a cada tanque cuando el operario presiona el pulsador de encendido o envía un comando vía web. [1].
 - 1.9. El sistema debe apagar la alarma lumínica de proceso en marcha cuando el operario presiona el pulsador de apagado o envía un comando vía web. [1].
 - 1.10. El sistema debe encender la alarma lumínica de proceso finalizado correspondiente a cada tanque cuando el operario presiona el pulsador de encendido o envía un comando vía web. [1].
 - 1.11. El sistema debe apagar la alarma lumínica de proceso finalizado cuando el operario presiona el pulsador de apagado o envía un comando vía web. [1].

- 1.12. El sistema debe encender las alarmas lumínicas y sonoras cuando la temperatura de alguno de los tanques este 10°C por encima/debajo del umbral ingresado por el operario. [2].
- 1.13. El sistema debe apagar las alarmas sonoras cuando el operario presiona un pulsador o envía un comando vía web. [2].
- 1.14. El sistema debe apagar las alarmas lumínicas y sonoras cuando la temperatura del tanque que disparó la alarma está a menos de 10°C por encima/debajo del umbral ingresado por el operario. [2].
- 1.15. El sistema debe permitir comandar el llenado de hasta 4 tanques de fermentación/maduración mediante un pulsador o un comando vía web. Como medida de seguridad el llenado corta pasado 1 minuto. [3].
- 2. Página web
 - 2.1. La página web debe permitir al usuario ingresar la temperatura superior e inferior de control de hasta 4 tanques, en un rango de 0°C a 50°C.[1].
 - 2.2. La página web debe mostrar la temperatura actual, inferior y superior y el tiempo de fermentación/maduración de hasta 4 tanques. [1].
 - 2.3. La página web debe mostrar el estado actual de sensores y actuadores. [1].
 - 2.4. La página web debe mostrar la señal del módulo GPRS. [2].
 - 2.5. La página web debe permitir iniciar/finalizar el llenado de hasta 4 tanques de fermentación/maduración. [3]
 - 2.6. La página web debe permitir iniciar/finalizar el proceso de fermentación/maduración de hasta 4 tanques. [1].
 - 2.7. La página web debe mostrar estadísticas sobre cada uno de los tanques(temperatura máxima alcanzada, temperatura mínima alcanzada, temperatura promedio, tiempo total). [1].
 - 2.8. La página web debe permitir al usuario seleccionar qué estadísticas sobre cada tanque mostrar. [3].
 - 2.9. La página web debe mostrar alarmas de hasta 4 tanques cuando algún evento de importancia suceda. [1].
 - 2.10. La página web debe permitir al usuario seleccionar qué eventos generan alarmas. [3].
 - 2.11. La página web debe permitir seleccionar el email al cual se enviará un reporte diario. [3].
 - 2.12. La página web debe permitir seleccionar dos números de celular a los cuales se enviarán alertas cuando ocurra algún evento de importancia. [1].
- 3. Comunicación
 - 3.1. El sistema debe enviar un reporte diario con información de hasta 4 tanques de fermentación/maduración vía mail. [3].
 - 3.2. El sistema debe enviar un SMS con las alertas que también se muestran en la página web. [1].

Requisitos No Funcionales:

1. Sistema de control y visualización
 - 1.1. El sistema debe ser de tiempo real, de modo tal de responder a los eventos del entorno en tiempo y forma. [1].
 - 1.2. El sistema debe ser genérico de modo tal de ser implementado en cualquier planta de producción de cerveza artesanal y eventualmente en otros procesos productivos como el de la fermentación del vino. [1].
 - 1.3. El sistema debe ser implementado en CIAA-NXP. [1].
 - 1.4. El sistema debe ser de fácil uso y entendimiento para el operador. [1].
 - 1.5. El sistema debe ser programado minimizando el consumo. [3].
2. Página web
 - 2.1. La página web debe ser intuitiva, de fácil uso y estética a la vista. [2].
3. Comunicación
 - 3.1. La información provista en forma de mails o mensajes de texto debe ser concisa y fácil de interpretar. [1].

5. Entregables principales del proyecto

Los entregables del proyecto son:

1. Prototipo del sistema de control.
2. Manual de instrucciones de uso del sistema de control y de la página web.
3. Informe de avance.
4. Memoria del trabajo.
5. Presentación ante el jurado.

6. Desglose del trabajo en tareas

El proyecto se divide en las siguientes tareas:

1. Gestión del proyecto (102 hs):
 - 1.1. Elicitación de requerimientos(2 hs).
 - 1.2. Planificación del Trabajo Final (10hs).
 - 1.3. Confección de Informe de Avance (10 hs).
 - 1.4. Confección de Memoria del trabajo (60 hs).
 - 1.5. Preparación de Presentación Final (20 hs).
2. Diseño de Firmware (30 hs):
 - 2.1. Configuración de plataforma de desarrollo (10 hs).
 - 2.2. Definición de arquitectura (15 hs).
 - 2.3. Definición de interfaces (5 hs).
3. Implementación de Firmware (185 hs):
 - 3.1. Programación de funciones para sensores (20 hs).
 - 3.2. Programación de funciones para actuadores (20 hs).

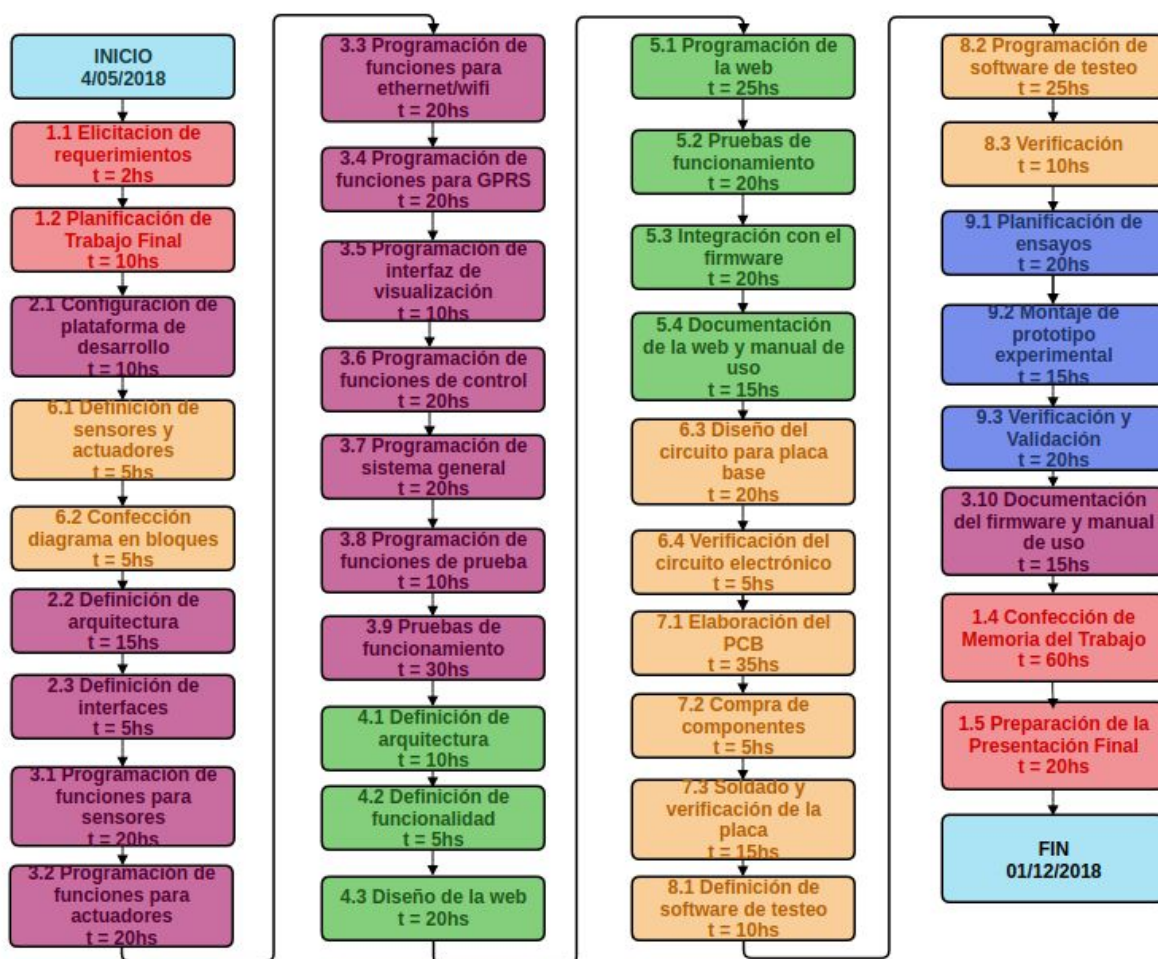
- 3.3. Programación de funciones para ethernet/wifi (20 hs).
- 3.4. Programación de funciones para GPRS (20 hs).
- 3.5. Programación de interfaz de visualización (10 hs).
- 3.6. Programación de funciones de control (20 hs).
- 3.7. Programación de sistema general (20 hs).
- 3.8. Programación de funciones de prueba (10 hs).
- 3.9. Pruebas de funcionamiento (30 hs).
- 3.10. Documentación del firmware y manual de uso (15 hs).
- 4. Diseño Interfaz Web (35 hs):
 - 4.1. Definición de arquitectura (10 hs).
 - 4.2. Definición de funcionalidad (5 hs).
 - 4.3. Diseño de la web (20 hs).
- 5. Implementación Interfaz Web (80 hs):
 - 5.1. Programación de la web (25 hs).
 - 5.2. Pruebas de funcionamiento (20 hs).
 - 5.3. Integración con el firmware (20 hs).
 - 5.4. Documentación de la web y manual de uso (15 hs).
- 6. Diseño Placa Base (35 hs):
 - 6.1. Definición de sensores y actuadores (5hs).
 - 6.2. Confección diagrama en bloques (5 hs).
 - 6.3. Diseño del circuito electrónico para placa base (20 hs).
 - 6.4. Verificación del circuito electrónico (5 hs).
- 7. Implementación Placa Base (55 hs):
 - 7.1. Elaboración del PCB (35 hs).
 - 7.2. Compra de componentes (5 hs).
 - 7.3. Soldado y verificación de la placa (15 hs).
- 8. Integración de la placa base con la CIAA-NXP (45 hs).
 - 8.1. Definición de software de testeo (10 hs).
 - 8.2. Programación de software de testeo (25 hs).
 - 8.3. Verificación (10 hs).
- 9. Verificación y Validación (55 hs):
 - 9.1. Planificación de ensayos (20 hs).
 - 9.2. Montaje de prototipo experimental (15 hs).
 - 9.3. Verificación y Validación (20 hs).

Cantidad total de horas: 622 hs.

7. Diagrama de Activity On Node

Como el proyecto cuenta con un solo recurso humano, el diagrama AON siguiente representa por sí solo el camino crítico. Las tareas se subdividen de la siguiente manera:

- Gestión de proyecto
- Firmware
- Página Web
- Hardware
- Verificación y Validación



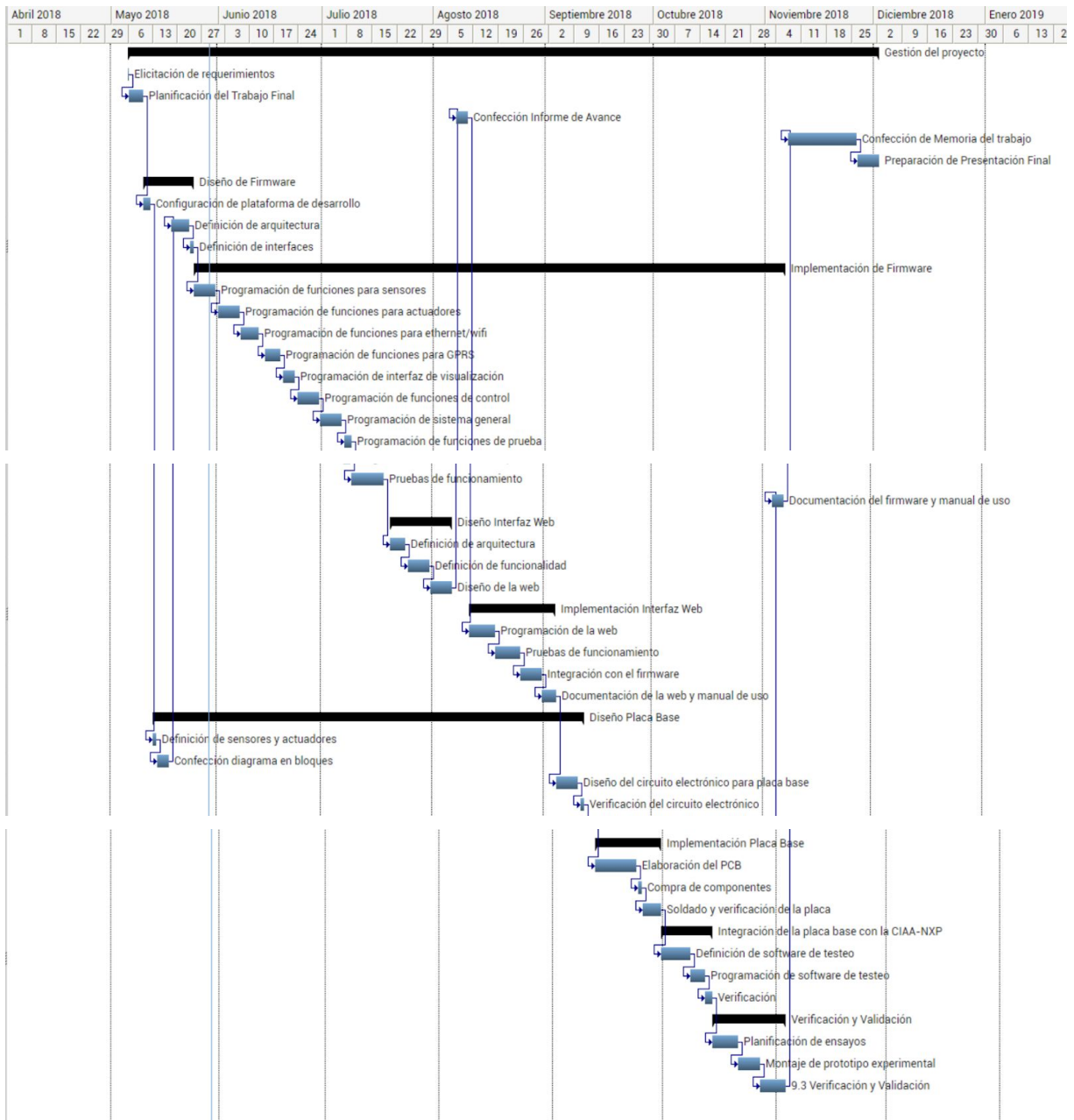
8. Diagrama de Gantt

Para la realización del diagrama de Gantt se consideró que se trabajan 90 horas por mes, es decir un promedio de 22 horas y media por semana, a distribuir en los 7 días de la semana. Para una mejor visualización de las tareas, el listado de tareas fue dividido en dos partes:

	EDT	Nombre	Duración	% Completado	Inicio	Fin	Predecesoras
1	1	Gestión del proyecto	163días	0%	04/05/2018	28/11/2018	
2	1.1	Elicitación de requerimientos	2horas	0%	04/05/2018	04/05/2018	
3	1.2	Planificación del Trabajo Final	10horas	0%	04/05/2018	08/05/2018	2
4	1.3	Confección Informe de Avance	10horas	0%	03/08/2018	06/08/2018	25
5	1.4	Confección de Memoria del trabajo	60horas	0%	03/11/2018	22/11/2018	21
6	1.5	Preparación de Presentación Final	20horas	0%	22/11/2018	28/11/2018	5
7	2	Diseño de Firmware	10días	0%	08/05/2018	22/05/2018	
8	2.1	Configuración de plataforma de desarrollo	10horas	0%	08/05/2018	10/05/2018	3
9	2.2	Definición de arquitectura	15horas	0%	16/05/2018	21/05/2018	33
10	2.3	Definición de interfaces	5horas	0%	21/05/2018	22/05/2018	9
11	3	Implementación de Firmware	130días	0%	22/05/2018	02/11/2018	
12	3.1	Programación de funciones para sensores	20horas	0%	22/05/2018	28/05/2018	10
13	3.2	Programación de funciones para actuadores	20horas	0%	29/05/2018	04/06/2018	12
14	3.3	Programación de funciones para ethernet/wifi	20horas	0%	04/06/2018	09/06/2018	13
15	3.4	Programación de funciones para GPRS	20horas	0%	11/06/2018	15/06/2018	14
16	3.5	Programación de interfaz de visualización	10horas	0%	16/06/2018	19/06/2018	15
17	3.6	Programación de funciones de control	20horas	0%	20/06/2018	26/06/2018	16
18	3.7	Programación de sistema general	20horas	0%	26/06/2018	02/07/2018	17
19	3.8	Programación de funciones de prueba	10horas	0%	03/07/2018	05/07/2018	18
20	3.9	Pruebas de funcionamiento	30horas	0%	05/07/2018	14/07/2018	19
21	3.10	Documentación del firmware y manual de uso	15horas	0%	30/10/2018	02/11/2018	47
22	4	Diseño Interfaz Web	15días	0%	16/07/2018	02/08/2018	
23	4.1	Definición de arquitectura	20horas	0%	16/07/2018	20/07/2018	20
24	4.2	Definición de funcionalidad	20horas	0%	21/07/2018	27/07/2018	23
25	4.3	Diseño de la web	20horas	0%	27/07/2018	02/08/2018	24

27	5.1	Programación de la web	25horas	0%	07/08/2018	14/08/2018	4
28	5.2	Pruebas de funcionamiento	20horas	0%	14/08/2018	21/08/2018	27
29	5.3	Integración con el firmware	20horas	0%	21/08/2018	27/08/2018	28
30	5.4	Documentación de la web y manual de uso	15horas	0%	27/08/2018	31/08/2018	29
31	6	<input type="checkbox"/> Diseño Placa Base	93.75días	0%	11/05/2018	08/09/2018	
32	6.1	Definición de sensores y actuadores	5horas	0%	11/05/2018	12/05/2018	8
33	6.2	Confección diagrama en bloques	5horas	0%	12/05/2018	15/05/2018	32
34	6.3	Diseño del circuito electrónico para placa base	20horas	0%	31/08/2018	06/09/2018	30
35	6.4	Verificación del circuito electrónico	5horas	0%	07/09/2018	08/09/2018	34
36	7	<input type="checkbox"/> Implementación Placa Base	13.75días	0%	08/09/2018	26/09/2018	
37	7.1	Elaboración del PCB	35horas	0%	08/09/2018	19/09/2018	35
38	7.2	Compra de componentes	5horas	0%	20/09/2018	21/09/2018	37
39	7.3	Soldado y verificación de la placa	15horas	0%	21/09/2018	26/09/2018	38
40	8	<input type="checkbox"/> Integración de la placa base con la CIAA-NXP	11.25días	0%	26/09/2018	10/10/2018	
41	8.1	Definición de software de testeo	25horas	0%	26/09/2018	04/10/2018	39
42	8.2	Programación de software de testeo	10horas	0%	04/10/2018	08/10/2018	41
43	8.3	Verificación	10horas	0%	08/10/2018	10/10/2018	42
44	9	<input type="checkbox"/> Verificación y Validación	15días	0%	10/10/2018	30/10/2018	
45	9.1	Planificación de ensayos	20horas	0%	10/10/2018	17/10/2018	43
46	9.2	Montaje de prototipo experimental	20horas	0%	17/10/2018	23/10/2018	45
47	9.3	9.3 Verificación y Validación	20horas	0%	23/10/2018	30/10/2018	46

El diagrama de Gantt resultante es el siguiente, el cual, como ya se aclaró anteriormente, representa por sí solo el camino crítico:



9. Matriz de uso de recursos de materiales

Para la ejecución del proyecto se identificaron cuatro recursos materiales:

1. PC.
2. CIAA-NXP.
3. Instrumental del Laboratorio GRIDCOMD.
4. Planta del Cliente.

En la siguiente figura se muestra la matriz de recursos materiales con la cantidad de horas de asignación para cada recurso para cada tarea. Cabe destacar que en algunos casos no se utilizan los recursos materiales y en otros se utiliza más de uno simultáneamente.

Código WBS	Nombre de la tarea	Recursos requeridos (horas)			
		PC	CIAA-NXP	Laboratorio GRIDCOMD	Planta Cliente
1.1	Elicitación de requerimientos				2hs
1.2	Planificación de Trabajo Final	10hs			
1.3	Confección de Informe de Avance	10hs			
1.4	Confeccion de Memoria de Trabajo	60hs			
1.5	Preparacion Presentacion Final	20hs			
2.1	Configuración plataforma de desarrollo	10hs			
2.2	Definición de arquitectura	15hs			
2.3	Definición de interfaces	5hs			
3.1	Programación de funciones para sensores	20hs	5hs		
3.2	Programación de funciones para actuadores	20hs	5hs		
3.3	Programación de funciones para interfaz ethernet/wifi	20hs	5hs		
3.4	Programación de funciones para GPRS	20hs	5hs		
3.5	Programación de interfaz de visualización	10hs	2hs		
3.6	Programación de funciones de control	20hs	5hs		

3.7	Programación de sistema general	20hs	5hs		
3.8	Programación de funciones de prueba	10hs	2hs		
3.9	Pruebas de funcionamiento	30hs	20hs		
3.10	Documentación de firmware y manual de uso	15hs			
4.1	Definición de arquitectura	10hs			
4.2	Definición de funcionalidad	5hs			
4,3	Diseño de la web	20hs	5hs		
5.1	Programación de la web	25hs	5hs		
5.2	Pruebas de funcionamiento	20hs	20hs		
5.3	Integración con el firmware	20hs	20hs		
5.4	Documentación de la web y manual de uso	15hs			
6.1	Definición de sensores y actuadores	3hs			2hs
6.2	Confección diagrama en bloques	5hs			
6.3	Diseño del circuito electrónico para placa base	20hs			
6.4	Verificación del circuito electrónico	5hs			
7.1	Elaboración del PCB			35hs	
7.2	Compra de componentes				
7.3	Soldado y verificación de la placa			15hs	
8.1	Definición del software de testeo	10hs			
8.2	Programación de software de testeo	25hs	5hs		
8.3	Verificación	10hs	10hs		
9.1	Planificación de ensayos	20hs	2hs		10hs
9.2	Montaje de prototipo experimental				15hs
9.3	Verificación y Validación	20hs	20hs		20hs

10. Presupuesto detallado del proyecto

Para la elaboración del presupuesto se estimó el costo de la hora del desarrollador en \$155, equivalente a un sueldo mensual de \$24.800. Los costos indirectos fueron estimados como el 40% de los costos directos, en una primera aproximación.

Categoría	Detalle	Cantidad	Costo(\$)
Costos Directos	CIAA-NXP	1	7250
	Modem GPRS	1	500
	Display LCD	1	300
	Componentes Electrónicos	-	1500
	Fabricación PCB	-	500
	Viáticos	-	500
	Mano de Obra	622hs	96410
Subtotal:			106960
Costos Indirectos	40% Costos Directos	-	42610
Total:			149744

11. Matriz de asignación de responsabilidades

Código WBS	Título de la tarea	Matias Alvarez Responsable	Patricio Bos Orientador	Ariel Lutenberg Orientador	Leonardo Rieger Cliente
1.1	Elicitación de requerimientos	P	-	-	S
1.2	Planificación de Trabajo Final	P	C	A	-
1.3	Confección de Informe de Avance	P	C	A	-
1.4	Confeccion de Memoria de Trabajo	P	C	A	-
1.5	Preparacion Presentacion Final	P	C	A	-
2.1	Configuración plataforma de desarrollo	P	C	-	-
2.2	Definición de arquitectura	P	C	-	-
2.3	Definición de interfaces	P	C	-	-
3.1	Programación de funciones para sensores	P	C	-	-
3.2	Programación de funciones para actuadores	P	C	-	-
3.3	Programación de funciones para interfaz ethernet/wifi	P	C	-	-
3.4	Programación de funciones para GPRS	P	C	-	-
3.5	Programación de interfaz de visualización	P	C	-	-
3.6	Programación de funciones de control	P	C	-	-
3.7	Programación de sistema general	P	C	-	-
3.8	Programación de funciones de prueba	P	C	-	-
3.9	Pruebas de funcionamiento	P	C	-	-
3.10	Documentación de firmware y manual de uso	P	I	-	A

4.1	Definición de arquitectura	P	C	-	-
4.2	Definición de funcionalidad	P	C	-	A
4,3	Diseño de la web	P	C	-	A
5.1	Programación de la web	P	C	-	-
5.2	Pruebas de funcionamiento	P	C	-	-
5.3	Integración con el firmware	P	C	-	-
5.4	Documentación de la web y manual de uso	P	I	-	A
6.1	Definición de sensores y actuadores	P	I	-	-
6.2	Confección diagrama en bloques	P	I	-	-
6.3	Diseño del circuito electrónico para placa base	P	I	-	-
6.4	Verificación del circuito electrónico	P	I	-	-
7.1	Elaboración del PCB	P	I	-	-
7.2	Compra de componentes	P	I	-	-
7.3	Soldado y verificación de la placa	P	I	-	-
8.1	Definición del software de testeo	P	C	-	-
8.2	Programación de software de testeo	P	C	-	-
8.3	Verificación	P	I	-	-
9.1	Planificación de ensayos	P	I	-	A
9.2	Montaje de prototipo experimental	P	I	-	A
9.3	Verificación y Validación	P	I	-	A

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

12. Gestión de riesgos

Los riesgos listados a continuación serán cuantificados de la siguiente manera:

- Severidad(S): Cuanto más severo el riesgo, más alto el número. Rango: 1 a 10.
- Probabilidad de Ocurrencia: Cuánto más probable es que ocurra el riesgo, más alto el número. Rango: 1 a 10.

A continuación se listan los riesgos asociados al proyecto:

- Riesgo 1: No cumplir con los requerimientos pactados con el cliente.
 - Severidad(9): Conlleva la entrega de un producto que no funciona como se espera o con funcionalidad disminuida.
 - Ocurrencia(6): El responsable del proyecto no posee experiencia en el proceso productivo de la cerveza, lo que puede llevar a mala interpretación de los requerimientos y/o mala estimación del tiempo de trabajo.
- Riesgo 2: No cumplir con la fecha de entrega pactada.
 - Severidad(10): Conlleva la no aprobación de la carrera de especialización en sistemas embebidos.
 - Ocurrencia(6): El responsable del proyecto no posee experiencia en la planificación de proyectos y la duración de las tareas del mismo puede no haber sido correctamente estimadas.
- Riesgo 3: Imposibilidad de conseguir una CIAA-NXP.
 - Severidad(9): Puede requerir de la modificación del alcance del proyecto y/o el hardware a ser utilizado.
 - Ocurrencia(3): Existe stock en el mercado actualmente.
- Riesgo 4: Imposibilidad de conseguir los componentes electrónicos necesarios para el proyecto.
 - Severidad(8): Puede requerir de la modificación del alcance del proyecto o del hardware a ser utilizado.
 - Ocurrencia(3): Son componentes que se encuentran fácilmente en el mercado local, sumado a que las restricciones a la importación no son severas.
- Riesgo 5: Mala elección del hardware de modo que sus prestaciones no cumplen con los requerimientos pactados con el cliente.
 - Severidad(8): Puede requerir de la modificación del hardware a ser utilizado.
 - Ocurrencia(5): El responsable del proyecto no tiene experiencia en el uso de la tecnología asociada al proceso productivo de la cerveza.

b) Tabla de gestión de riesgos: (El RPN se calcula como $RPN=S \times O$)

Riesgo	Severidad	Ocurrencia	RPN	Severidad*	Ocurrencia*	RPN*
1	9	6	54	7	2	14
2	10	6	60	10	3	30
3	9	3	27	-	-	-
4	8	3	24	-	-	-
5	8	5	40	6	2	12

Criterio adoptado:

- Se tomarán medidas de mitigación en los riesgos cuyos números de RPN sean mayores a 35

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:**
 - Plan de mitigación: Mayor interacción con el cliente durante la etapa de desarrollo para evitar malas interpretaciones y ajustar los tiempos de realización de cada tarea.
 - Severidad(7): Las funcionalidades faltantes serán menores y aquellas que no cumplan con los requisitos serán más fácilmente reparables.
 - Ocurrencia(2): La constante interacción con el cliente debería evitar que ocurra.
- **Riesgo 2:**
 - Plan de mitigación: Énfasis en el seguimiento y control del plan de trabajo y asignar horas no planificadas a tareas atrasadas.
 - Severidad(10): De no cumplirse la fecha, aún conlleva la no aprobación de la carrera de especialización en sistemas embebidos.
 - Ocurrencia(3): Al poner especial énfasis en el seguimiento y control del plan de trabajo y asignar horas no planificadas a tareas atrasadas, el proyecto debería ser entregado en fecha y forma.
- **Riesgo 5:**
 - Plan de mitigación: Mayor interacción con el cliente y consulta con expertos en sistemas industriales.
 - Severidad(6): El hardware a ser modificado sería menor.
 - Ocurrencia(2): Al interactuar de forma constante con el cliente y con expertos, la ocurrencia del problema se debería ver reducida.

13. Gestión de la calidad

A continuación se listan todos los requerimientos funcionales y no funcionales junto con la verificación y validación a ser llevada a cabo por parte del responsable del proyecto:

1. Sistema de control y visualización
 - 1.1. El sistema debe medir la temperatura de hasta 4 tanques de fermentación/maduración en un rango de 0°C a 50°C con un error aceptable de +/-2 °C. Generalmente el rango operativo va de 18°C a 25°C:
 - Verificación: Leer la hoja de datos de los sensores para ver que cumplen con el rango especificado. Por otro lado, leer la hoja de datos de los sensores para ver su error, analizar el error que introduce la etapa de acondicionamiento de señal y verificar que el error se encuentre dentro de +/- 2°C.
 - Validación: Ver la lectura de los sensores en el display LCD y contrastar contra la lectura de un termómetro.
 - 1.2. El sistema debe mostrar en el display LCD la temperatura actual de cada tanque con precisión de 0,1°C.
 - Verificación: Revisar la hoja de datos del display LCD para comprobar que es posible graficar 3 dígitos, separados por coma, para la representación de las temperaturas en el display LCD, 2 de ellos para la parte entera y el restante para la parte decimal y constatar que en el diseño de arquitectura y definición de interfaces esto sea tenido en cuenta.
 - Validación: Constatar que las temperaturas mostradas en el display tienen el formato TT,T°C, donde T representa un dígito de la temperatura (entero o decimal).
 - 1.3. El sistema debe permitir al operario navegar entre los distintos tanques de fermentación/maduración y visualizar su información, con un máximo posible de 4 tanques.
 - Verificación: Revisar el diseño de arquitectura y definición de interfaces para verificar que la acción de navegar entre los distintos tanques de fermentación/maduración haya sido incluida y revisar el diagrama en bloques del diseño del hardware para verificar que se incluya el hardware necesario para esta acción.
 - Validación: Constatar que efectivamente en el display LCD se muestra otro tanque cuando se presiona el pulsador.
 - 1.4. El sistema debe permitir al operario ingresar el tiempo de fermentación/maduración de hasta 4 tanques. Mientras el operario ingresa el tiempo de fermentación/maduración, en el display LCD se debe visualizar su valor.
 - Verificación: Revisar el diseño de arquitectura y definición de interfaces para verificar que la acción de subir y bajar el tiempo de fermentación/maduración haya sido incluida y revisar el diagrama en

bloques del diseño del hardware para verificar que se incluya el hardware necesario para esta acción.

- Validación: El operario presiona los botones de subir/bajar tiempo y se comprueba en la pantalla LCD que los tiempos cambian en sentido ascendente y descendente respectivamente.
- 1.5. El sistema debe permitir al operario ingresar la temperatura de control de cada tanque, tanto en el nivel superior como el inferior en un rango de 0°C a 50°C. Mientras el operario ingresa la temperatura, en el display LCD se debe visualizar su valor.
- Verificación: Revisar el diseño de arquitectura y definición de interfaces para verificar que la acción de subir y bajar la temperatura de control superior e inferior haya sido incluida y revisar el diagrama en bloques del diseño del hardware para verificar que se incluya el hardware necesario para esta acción.
 - Validación: El operario presiona los botones de subir/bajar la temperatura de control superior e inferior y se comprueba en la pantalla LCD que las mismas cambian en sentido ascendente y descendente respectivamente.
- 1.6. El sistema debe permitir al operario iniciar/finalizar el proceso de fermentación/maduración mediante un pulsador o ingreso de un comando vía web.
- Verificación: Revisar el diseño de arquitectura y definición de interfaces para verificar que la acción de iniciar/finalizar el proceso de fermentación/maduración haya sido incluida y revisar el diagrama en bloques del diseño del hardware para verificar que se incluya el hardware necesario para esta acción.
 - Validación: Constatar que el proceso inicie cuando el operario presiona el pulsador y que finalice cuando lo vuelve a presionar.
- 1.7. El sistema debe controlar la temperatura de hasta 4 tanques de fermentación/maduración durante el tiempo indicado por el operario mediante el comando de electroválvulas luego de que el operario haya inicializado el proceso. Completado el tiempo, el sistema debe seguir controlando la temperatura hasta que el usuario finalice el proceso mediante un comando vía web o pulsador.
- Verificación: Revisar el diseño de arquitectura y definición de interfaces para verificar que el control de temperatura del proceso de fermentación/maduración haya sido incluido y comprobar que las electroválvulas puedan ser comandadas por la CIAA-NXP.
 - Validación: El operario selecciona las temperaturas de control y el tiempo del proceso una vez que el líquido se encuentra en el fermentador, presiona el pulsador de inicio del proceso y se constata tanto el correcto funcionamiento de las electroválvulas como el valor de la temperatura entorno a los valores de temperatura seleccionados.
- 1.8. El sistema debe encender la alarma lumínica de proceso en marcha correspondiente a cada tanque cuando el operario presiona el pulsador de encendido o envía un comando vía web.

- Verificación: Revisar el diseño de arquitectura y definición de interfaces para verificar que la acción de encender la alarma lumínica de proceso en marcha haya sido incluida y revisar el diagrama en bloques del diseño del hardware para verificar que se incluya el hardware necesario para esta acción.
 - Validación: Constatar que la alarma este encendida cuando el proceso esté en marcha.
- 1.9. El sistema debe apagar la alarma lumínica de proceso en marcha cuando el operario presiona el pulsador de apagado o envía un comando vía web.
- Verificación: Revisar el diseño de arquitectura y definición de interfaces para verificar que la acción de apagar la alarma lumínica de proceso en marcha haya sido incluida y revisar el diagrama en bloques del diseño del hardware para verificar que se incluya el hardware necesario para esta acción.
 - Validación: Constatar que la alarma este apagada cuando el proceso haya finalizado.
- 1.10. El sistema debe encender la alarma lumínica de proceso finalizado correspondiente a cada tanque cuando el operario presiona el pulsador de encendido o envía un comando vía web.
- Verificación: Revisar el diseño de arquitectura y definición de interfaces para verificar que la acción de encender la alarma lumínica de proceso finalizado haya sido incluida y revisar el diagrama en bloques del diseño del hardware para verificar que se incluya el hardware necesario para esta acción.
 - Validación: Constatar que la alarma este encendida cuando el proceso haya finalizado.
- 1.11. El sistema debe apagar la alarma lumínica de proceso finalizado cuando el operario presiona el pulsador de apagado o envía un comando vía web.
- Verificación: Revisar el diseño de arquitectura y definición de interfaces para verificar que la acción de apagar la alarma lumínica de proceso finalizado haya sido incluida y revisar el diagrama en bloques del diseño del hardware para verificar que se incluya el hardware necesario para esta acción.
 - Validación: Constatar que la alarma este apagada cuando el operario presiona el pulsador de finalizar el proceso.
- 1.12. El sistema debe encender las alarmas lumínicas y sonoras cuando la temperatura de alguno de los tanques este 10°C por encima/debajo del umbral ingresado por el operario.
- Verificación: Revisar el diseño de arquitectura y definición de interfaces para verificar que la acción de encender las alarmas lumínicas y sonoras de temperatura fuera de rango haya sido incluida y revisar el diagrama en bloques del diseño del hardware para verificar que se incluya el hardware necesario para esta acción.
 - Validación: Constatar que las alarmas se encienden cuando la temperatura de alguno de los tanques esta 10°C por encima/debajo del umbral ingresado por el operario.

- 1.13. El sistema debe apagar las alarmas sonoras cuando el operario presiona un pulsador o envía un comando vía web.
- Verificación: Revisar el diseño de arquitectura y definición de interfaces para verificar que la acción de apagar las alarmas sonoras de temperatura fuera de rango haya sido incluida y revisar el diagrama en bloques del diseño del hardware para verificar que se incluya el hardware necesario para esta acción.
 - Validación: Constatar que las alarmas están apagadas luego de que el operario haya presionado el pulsador o enviado el comando vía web.
- 1.14. El sistema debe apagar las alarmas lumínicas y sonoras cuando la temperatura del tanque que disparó la alarma está a menos de 10°C por encima/debajo del umbral ingresado por el operario.
- Verificación: Revisar el diseño de arquitectura y definición de interfaces para verificar que la acción de apagar las alarmas lumínicas y sonoras de temperatura fuera de rango haya sido incluida y revisar el diagrama en bloques del diseño del hardware para verificar que se incluya el hardware necesario para esta acción.
 - Validación: Constatar que las alarmas están apagadas si la temperatura de todos los tanques está a menos de 10°C por encima/debajo del umbral ingresado por el operario.
- 1.15. El sistema debe permitir comandar el llenado de hasta 4 tanques de fermentación/maduración mediante un pulsador o un comando vía web. Como medida de seguridad el llenado corta pasado 1 minuto.
- Verificación: Revisar el diseño de arquitectura y definición de interfaces para verificar que la acción de llenar tanque de fermentación/maduración haya sido incluida y revisar el diagrama en bloques del diseño del hardware para verificar que se incluya el hardware necesario para esta acción.
 - Validación: Constatar que el tanque se llena cuando se presiona el pulsador y que deja de llenarse cuando se vuelve a presionar.
2. Página web
- 2.1. La página web debe permitir al usuario ingresar la temperatura superior e inferior de control de hasta 4 tanques, en un rango de 0°C a 50°C.
- Verificación: Revisar el diseño de arquitectura y definición de funcionalidad para verificar que la acción de ingresar la temperatura superior e inferior de control haya sido incluida y revisar el diseño de la web para verificar que se incluyan los campos y botones necesarios para esta acción.
 - Validación: Constatar que al ingresar los valores de temperatura de control superior e inferior, en la página web y en el display LCD se visualizan los cambios.
- 2.2. La página web debe mostrar la temperatura actual, inferior y superior y el tiempo de fermentación/maduración de hasta 4 tanques.
- Verificación: Revisar el diseño de arquitectura y definición de funcionalidad para verificar que la acción de mostrar información sobre el proceso haya

- sido incluida y revisar el diseño de la web para verificar que se incluyan los campos y botones necesarios para esta acción.
- Validación: Constatar que se visualizan los valores en los distintos campos cuando el proceso está en marcha.
- 2.3. La página web debe mostrar el estado actual de sensores y actuadores.
- Verificación: Revisar el diseño de arquitectura y definición de funcionalidad para verificar que la acción de mostrar el estado actual de sensores y actuadores haya sido incluida y revisar el diseño de la web para verificar que se incluyan los campos y botones necesarios para esta acción.
 - Validación: Constatar que se visualizan los cambios en los valores de los estados de cada sensor/actuador cuando el proceso se encuentra en marcha.
- 2.4. La página web debe mostrar la señal del módulo GPRS.
- Verificación: Revisar el diseño de arquitectura y definición de funcionalidad para verificar que la acción de mostrar la señal del módulo GPRS haya sido incluida y revisar el diseño de la web para verificar que se incluyan los campos y botones necesarios para esta acción.
 - Validación: Constatar que se visualizan cambios en el valor de la señal del módulo GPRS a lo largo del día.
- 2.5. La página web debe permitir iniciar/finalizar el llenado de hasta 4 tanques de fermentación/maduración.
- Verificación: Revisar el diseño de arquitectura y definición de funcionalidad para verificar que la acción de iniciar/finalizar el llenado de los tanques de fermentación/maduración haya sido incluida y revisar el diseño de la web para verificar que se incluyan los campos y botones necesarios para esta acción.
 - Validación: Constatar que el tanque seleccionado se llena al presionar el botón de iniciar el llenado y que deja de llenarse cuando se vuelve a presionar.
- 2.6. La página web debe permitir iniciar/finalizar el proceso de fermentación/maduración de hasta 4 tanques.
- Verificación: Revisar el diseño de arquitectura y definición de funcionalidad para verificar que la acción de iniciar/finalizar el proceso de fermentación/maduración haya sido incluida y revisar el diseño de la web para verificar que se incluyan los campos y botones necesarios para esta acción.
 - Validación: Constatar que el proceso se inicia al presionar el botón y que finaliza al volverlo a presionar.
- 2.7. La página web debe mostrar estadísticas sobre cada uno de los tanques(temperatura máxima alcanzada, temperatura mínima alcanzada, temperatura promedio, tiempo total).
- Verificación: Revisar el diseño de arquitectura y definición de funcionalidad para verificar que la acción de mostrar estadísticas sobre el proceso haya

- sido incluida y revisar el diseño de la web para verificar que se incluyan los campos y botones necesarios para esta acción.
- Validación: Constatar que el valor de cada campo se modifica cuando el proceso se encuentra en marcha.
- 2.8. La página web debe permitir al usuario seleccionar qué estadísticas sobre cada tanque mostrar.
- Verificación: Revisar el diseño de arquitectura y definición de funcionalidad para verificar que la acción de seleccionar qué estadísticas sobre el proceso mostrar haya sido incluida y revisar el diseño de la web para verificar que se incluyan los campos y botones necesarios para esta acción.
 - Validación: Constatar que las estadísticas habilitadas se modifican y las no habilitadas no se modifican cuando el proceso está en marcha.
- 2.9. La página web debe mostrar alarmas de hasta 4 tanques cuando algún evento de importancia suceda.
- Verificación: Revisar el diseño de arquitectura y definición de funcionalidad para verificar que la acción de mostrar alarmas sobre el proceso haya sido incluida y revisar el diseño de la web para verificar que se incluyan los campos y botones necesarios para esta acción. Seleccionar campos para cada una de las alarmas de los tanques.
 - Validación: Constatar que los campos de las alarmas se modifican ante la ocurrencia del evento al cual están asociadas.
- 2.10. La página web debe permitir al usuario seleccionar qué eventos generan alarmas.
- Verificación: Revisar el diseño de arquitectura y definición de funcionalidad para verificar que la acción de seleccionar qué eventos del proceso generan alarmas haya sido incluida y revisar el diseño de la web para verificar que se incluyan los campos y botones necesarios para esta acción. Seleccionar botones para habilitar/deshabilitar las alarmas a mostrar.
 - Validación: Constatar que los campos de las alarmas activadas se modifican ante la ocurrencia del evento al cual están asociadas y que los campos de las alarmas desactivadas no lo hacen.
- 2.11. La página web debe permitir seleccionar el email al cual se enviará un reporte diario.
- Verificación: Revisar el diseño de arquitectura y definición de funcionalidad para verificar que la acción de seleccionar el email al cual enviar el reporte diario haya sido incluida y revisar el diseño de la web para verificar que se incluyan los campos y botones necesarios para esta acción.
 - Validación: Constatar que se modifica el campo de email al presionar el botón.
- 2.12. La página web debe permitir seleccionar dos números de celular a los cuales se enviarán alertas cuando ocurra algún evento de importancia.
- Verificación: Revisar el diseño de arquitectura y definición de funcionalidad para verificar que la acción de seleccionar a qué número de celular se enviarán alertas haya sido incluida y revisar el diseño de la web para verificar que se incluyan los campos y botones necesarios para esta acción.

- Validación: Constar que se modifican los campos de número de celular al presionar el botón.
- 3. Comunicación
 - 3.1. El sistema debe enviar un reporte diario con información de hasta 4 tanques de fermentación/maduración vía mail.
 - Verificación: Revisar el diseño de arquitectura y definición de interfaces para verificar que la acción con periodo de 24 horas de enviar reporte diario haya sido incluida.
 - Validación: Constar en la casilla de correo asignada que el mail llega diariamente.
 - 3.2. El sistema debe enviar un SMS con las alertas que también se muestran en la página web.
 - Verificación: Revisar el diseño de arquitectura y definición de funcionalidad para verificar que la acción de enviar alertas vía SMS haya sido incluida.
 - Validación: Constar que los mensajes de texto arriban a los números de teléfono indicados.

Requisitos No Funcionales:

- 1. Sistema de control y visualización
 - 1.1. El sistema debe ser de tiempo real, de modo tal de responder a los eventos del entorno en tiempo y forma.
 - Verificación: Verificar que en el diseño de arquitectura se tiene en cuenta que se utilizara FreeRTOS como sistema de tiempo real.
 - Validación: Constar que el sistema responde a los eventos del entorno en un tiempo específico.
 - 1.2. El sistema debe ser genérico de modo tal de ser implementado en cualquier planta de producción de cerveza artesanal y eventualmente en otros procesos productivos como el de la fermentación del vino.
 - Verificación: Verificar que el sistema se diseñe de forma abstracta y genérica.
 - Validación: Constar que todas las etapas del proceso sean incluidas en el diseño.
 - 1.3. El sistema debe ser implementado en CIAA-NXP.
 - Verificación: Verificar que en el diseño de arquitectura se tiene en cuenta que se va a utilizar la CIAA-NXP y comprobar que se configura la plataforma de desarrollo teniendo en cuenta esto.
 - Validación: Constar que el software funciona en la CIAA-NXP.
 - 1.4. El sistema debe ser de fácil uso y entendimiento para el operador.
 - Verificación: Mantener una estrecha vinculación con los operarios y el cliente en el diseño e implementación.
 - Validación: Constar que el prototipo resulta fácil de utilizar y entender para los operarios y el cliente.
 - 1.5. El sistema debe ser programado minimizando el consumo.

- Verificación: Utilizar los modos de bajo consumo del procesador.
 - Validación: Constatar que el consumo no supera un cierto umbral a definir.
2. Página web
- 2.1. La página web debe ser intuitiva, de fácil uso y estética a la vista.
- Verificación: Mantener una estrecha vinculación con los operarios y el cliente en el diseño e implementación.
 - Validación: Constatar que la página web resulta fácil de utilizar, intuitiva y estética para los operarios y el cliente.
3. Comunicación
- 3.1. La información provista en forma de mails o mensajes de texto debe ser concisa y fácil de interpretar.
- Verificación: Mantener una estrecha vinculación con los operarios y el cliente en el diseño e implementación.
 - Validación: Constatar que la información resulta concisa y fácil de interpretar para los operarios y el cliente.

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
Diseño de Firmware	Esp. Ing. Patricio Bos	Confirmar el correcto diseño del mismo.	Semanalmente	Correo Electrónico	Ing. Matias Alvarez
Implementación de Firmware	Esp. Ing. Patricio Bos	Confirmar la correcta implementación del mismo.	Semanalmente	Correo Electrónico	Ing. Matias Alvarez
Diseño Página Web	Leonardo Rieger	Confirmar que cumple con los requerimientos pactados y que es amigable al usuario.	Semanalmente	Correo Electrónico y reuniones personales	Ing. Matias Alvarez
Implementación Página Web	Esp. Ing. Patricio Bos	Confirmar la correcta implementación de la misma	Semanalmente	Correo Electrónico	Ing. Matias Alvarez
Diseño e Implementación del PCB	GRIDCOMD	Comunicar que voy a hacer uso del instrumental del que disponen.	Diariamente durante el transcurso de la tarea	Correo Electrónico y reuniones personales	Ing. Matias Alvarez
Gestión del proyecto	Dr. Ing. Ariel Lutenberg	Confirmar la correcta confección de los distintos documentos del proyecto.	En cada entrega	Correo Electrónico	Ing. Matias Alvarez

15. Gestión de Compras

El proyecto requiere de la adquisición de una CIAA-NXP, un display LCD, un módulo GPRS y componentes electrónicos básicos que pueden ser adquiridos por Mercado Libre o en cualquier comercio de componentes electrónicos de Buenos Aires, por lo que la definición de un proveedor queda sujeta a los distintos precios de venta y disponibilidad.

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 comunicac.
1.1	Punto de requerimientos en el plan de trabajo final	Al finalizar	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos Dr. Ing Ariel Lutenberg Leonardo Rieger	Correo Electrónico y Reuniones
1.2	Puntos del plan de trabajo final completos	Semanal	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos Dr. Ing Ariel Lutenberg	Correo Electrónico
1.3	Puntos del informe de avance completos	Semanal	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos Dr. Ing Ariel Lutenberg	Correo Electrónico
1.4	Puntos de la memoria del trabajo final completos	Semanal	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos Dr. Ing Ariel Lutenberg	Correo Electrónico
1.5	Temas incluidos en las diapositivas	Diario	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos Dr. Ing Ariel Lutenberg	Correo Electrónico
2.1	Librerías incluidas funcionando	Diario	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos	Correo Electrónico

2.2	Bloques/Acciones consideradas en la arquitectura	Semanal	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos	Correo Electrónico
2.3	Interfaces definidas	Semanal	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos	Correo Electrónico
3.1	Función implementada	Semanal	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos	Correo Electrónico
3.2	Función implementada	Semanal	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos	Correo Electrónico
3.3	Función implementada	Semanal	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos	Correo Electrónico
3.4	Función implementada	Semanal	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos	Correo Electrónico
3.5	Función implementada	Semanal	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos	Correo Electrónico
3.6	Función implementada	Semanal	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos	Correo Electrónico
3.7	Tarea del sistema implementada	Semanal	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos	Correo Electrónico
3.8	Función implementada	Semanal	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos	Correo Electrónico
3.9	Función probada satisfactoriamente	Semanal	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos	Correo Electrónico
3.10	Función documentada	Semanal	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos	Correo Electrónico
4.1	Bloques/Acciones consideradas en la arquitectura	Semanal	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos	Correo Electrónico
4.2	Funcionalidad definida	Semanal	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos	Correo Electrónico
4,3	Diseño de cada funcionalidad	Semanal	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos	Correo Electrónico
5.1	Funcionalidad implementada	Semanal	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos	Correo Electrónico

5.2	Funcionalidad probada	Semanal	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos	Correo Electrónico
5.3	Funcionalidad probada	Semanal	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos	Correo Electrónico
5.4	Funcionalidad documentada	Semanal	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos	Correo Electrónico
6.1	Selección de hardware para cada funcionalidad del proyecto	Semanal	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos	Correo Electrónico
6.2	Bloque diseñado	Al finalizar	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos	Correo Electrónico
6.3	Esquemático y placa diseñada	Al finalizar	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos	Correo Electrónico
6.4	Bloque verificado	Al finalizar	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos	Correo Electrónico
7.1	Placa realizada	Al finalizar	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos	Correo Electrónico
7.2	Componentes comprados	Al finalizar	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos	Correo Electrónico
7.3	Placa soldada y verificada	Al finalizar	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos	Correo Electrónico
8.1	Función de testeo definida	Semanal	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos	Correo Electrónico
8.2	Función de testeo implementada	Semanal	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos	Correo Electrónico
8.3	Bloque de la placa verificada	Semanal	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos	Correo Electrónico
9.1	Ensayo planificado	Diario	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos Leonardo Rieger	Correo Electrónico y Reuniones

9.2	Prototipo montado	Al finalizar	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos Leonardo Rieger	Correo Electrónico y Reuniones
9.3	Requerimiento verificado y validado	Diario	Ing. Matias Alvarez	Esp. Ing. Patricio Bos	Correo Electrónico y Reuniones

17. Procesos de cierre

Una vez finalizado el proyecto, se le dará curso al cierre del mismo para lo cual, se contemplan las siguientes actividades:

- Análisis de las pautas de trabajo:
 - Persona a cargo: Ing. Matias Alvarez
 - Procedimiento: Se analizará si se respetó el plan de proyecto original contemplando:
 - Si se cumplió con la fecha de finalización estipulada.
 - Si se cumplió con la cantidad de horas asignadas previamente.
 - El porcentaje de requerimientos cumplidos.
- Identificación de las técnicas y procedimientos útiles e inútiles que se utilizaron, y los problemas que surgieron y cómo se solucionaron:
 - Persona a cargo: Ing. Matias Alvarez
 - Procedimiento: Se evaluarán las técnicas y procedimientos que resultaron útiles para alcanzar los objetivos, el grado de cumplimiento de estos y si hubo que tomar acciones no planificadas para asegurar el cumplimiento de los mismos.
- Acto de cierre:
 - Persona a cargo: Ing. Matias Alvarez
 - Procedimiento: El responsable del proyecto estará a cargo de realizar un acto de cierre, con el objetivo de agradecer a todas las personas involucradas en el proyecto, miembros del jurado, docentes y autoridades del CESE.