



**Desarrollo de un sistema embebido
para un titulador potenciométrico
automático**

Autor:
Fernando Ezequiel Daniele

Director:
Javier Andrés Redolfi (UTN FRSFCO)

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.*



**Desarrollo de un sistema embebido
para un titulador potenciométrico
automático**

Autor:
Fernando Ezequiel Daniele

Director:
Javier Andrés Redolfi (UTN FRSFCO)

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 | Índice |
|--|--|
| Registros de cambios 3 | Registros de cambios 3 |
| Acta de constitución del proyecto. 4 | Acta de constitución del proyecto. 4 |
| Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar 5 | Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar 5 |
| Identificación y análisis de los interesados. 7 | Identificación y análisis de los interesados. 6 |
| 1. Propósito del proyecto 7 | 1. Propósito del proyecto 7 |
| 2. Alcance del proyecto 7 | 2. Alcance del proyecto 7 |
| 3. Supuestos del proyecto. 8 | 3. Supuestos del proyecto. 8 |
| 4. Requerimientos 8 | 4. Requerimientos 8 |
| Historias de usuarios (<i>Product backlog</i>) 9 | Historias de usuarios (<i>Product backlog</i>) 9 |
| 5. Entregables principales del proyecto 10 | 5. Entregables principales del proyecto 10 |
| 6. Desglose del trabajo en tareas 10 | 6. Desglose del trabajo en tareas 10 |
| 7. Diagrama de Activity On Node 11 | 7. Diagrama de Activity On Node 11 |
| 8. Diagrama de Gantt. 11 | 8. Diagrama de Gantt. 11 |
| 9. Matriz de uso de recursos de materiales 13 | 9. Matriz de uso de recursos de materiales 13 |
| 10. Presupuesto detallado del proyecto 13 | 10. Presupuesto detallado del proyecto 13 |
| 11. Matriz de asignación de responsabilidades 14 | 11. Matriz de asignación de responsabilidades 13 |
| 12. Gestión de riesgos 14 | 12. Gestión de riesgos 14 |
| 13. Gestión de la calidad 15 | 13. Gestión de la calidad 16 |
| 14. Comunicación del proyecto 16 | 14. Comunicación del proyecto 19 |
| 15. Gestión de Compras 16 | 15. Gestión de Compras 19 |
| 16. Seguimiento y control. 16 | 16. Seguimiento y control. 19 |
| 17. Procesos de cierre 16 | 17. Procesos de cierre 21 |
| <div><div></div><div>Plan de proyecto de Trabajo final Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos</div></div> | <div><div></div><div>Plan de proyecto de Trabajo final Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos</div></div> |

Registros de cambios


| Revisión | Detalles de los cambios realizados | Fecha |
|----------|------------------------------------|------------|
| 1.0 | Creación del documento | 22/06/2020 |
| 1.1 | Entrega semanas 2 - 3 | 11/07/2020 |
| 1.2 | Correcciones entrega semanas 2 - 3 | 18/07/2020 |
| 1.3 | Entrega semanas 3 - 4 | 31/07/2020 |

Registros de cambios


| Revisión | Detalles de los cambios realizados | Fecha |
|----------|------------------------------------|------------|
| 1.0 | Creación del documento | 22/06/2020 |
| 1.1 | Entrega semanas 2 - 3 | 11/07/2020 |
| 1.2 | Correcciones entrega semanas 2 - 3 | 18/07/2020 |
| 1.3 | Entrega semanas 3 - 4 | 31/07/2020 |
| 1.4 | Se cambiaron requerimientos | 05/08/2020 |
| 1.5 | Entrega semanas 4 - 5 | 07/08/2020 |

| | |
|---|---|
| <div>Acta de constitución del proyecto</div> <div>Buenos Aires, 22 de junio de 2020</div> <div>Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Fernando Ezequiel Daniele que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos se titulará “Desarrollo de un sistema embebido para un titulado potenciométrico automático”, consistirá esencialmente en el prototipo preliminar de un sistema para el control de un titulado o valorador, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 640 hs de trabajo y \$15.000, con fecha de inicio 22 de junio de 2020 y fecha de presentación pública 31 de junio de 2021.</div> <div>Se adjunta a esta acta la planificación inicial.</div> <div><div><div>Ariel Lutenberg</div><div>Director posgrado FIUBA</div></div><div><div>María Eugenia Taverna</div><div>GISAI - UTN FRSFCO</div></div></div> <div><div>Javier Andrés Redolfi</div><div>Director del Trabajo Final</div></div> <div><div><div>Nombre y Apellido (1)</div><div>Jurado del Trabajo Final</div></div><div><div>Nombre y Apellido (2)</div><div>Jurado del Trabajo Final</div></div></div> <div><div>Nombre y Apellido (3)</div><div>Jurado del Trabajo Final</div></div> <div><div>Página 4 de 17</div></div> | <div>Acta de constitución del proyecto</div> <div>Buenos Aires, 22 de junio de 2020</div> <div>Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Fernando Ezequiel Daniele que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos se titulará “Desarrollo de un sistema embebido para un titulado potenciométrico automático”, consistirá esencialmente en el prototipo preliminar de un sistema para el control de un titulado o valorador, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 640 hs de trabajo y \$15.000, con fecha de inicio 22 de junio de 2020 y fecha de presentación pública 31 de junio de 2021.</div> <div>Se adjunta a esta acta la planificación inicial.</div> <div><div><div>Ariel Lutenberg</div><div>Director posgrado FIUBA</div></div><div><div>María Eugenia Taverna</div><div>GISAI - UTN FRSFCO</div></div></div> <div><div>Javier Andrés Redolfi</div><div>Director del Trabajo Final</div></div> <div><div><div>Nombre y Apellido (1)</div><div>Jurado del Trabajo Final</div></div><div><div>Nombre y Apellido (2)</div><div>Jurado del Trabajo Final</div></div></div> <div><div>Nombre y Apellido (3)</div><div>Jurado del Trabajo Final</div></div> <div><div>Página 4 de 21</div></div> |
| <div><div><div>FACULTAD DE INGENIERIA Universidad de Buenos Aires</div><div>Plan de proyecto de Trabajo final Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos Fernando Ezequiel Daniele</div></div></div> <div>Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar</div> | <div><div><div>FACULTAD DE INGENIERIA Universidad de Buenos Aires</div><div>Plan de proyecto de Trabajo final Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos Fernando Ezequiel Daniele</div></div></div> <div>Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar</div> |

| | |
|--|--|
| <p>El prototipo en particular que se desarrollará forma parte de un proyecto interdisciplinar gestado en el Grupo de Investigación Sobre Aplicaciones Inteligentes (GISAI) de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco (UTN FRSFCO), cuyo objetivo es el desarrollo de un titulador potenciométrico automático para el laboratorio de servicios de la facultad. El proyecto involucra docentes y alumnos de cuatro carreras de ingeniería, cuyas actividades se detallan a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none">■ Ingeniería química: aporta el conocimiento sobre el proceso de titulación y establece los requerimientos que deberá tener el sistema.■ Ingeniería electromecánica: se encarga de diseñar y construir una bomba peristáltica y las partes mecánicas.■ Ingeniería en sistemas de información: se encarga de desarrollar un software para el procesamiento de los datos del cliente y los datos obtenidos del titulador.■ Ingeniería electrónica: se encarga de diseñar el sistema embebido para el control automático del titulador. <p>El proyecto surge de la iniciativa del grupo GISAI de encarar un proyecto que involucre las cuatro ingenierías que forman parte de la UTN FRSFCO. Es en esa iniciativa que se propone el desarrollo de un titulador potenciométrico automático.</p> <p>Las titulaciones, también conocidas como valoraciones, son ampliamente utilizadas en química analítica para determinar la concentración de ácidos, bases, agentes oxidantes, agentes reductores, iones metálicos, proteínas y muchas otras especies químicas. Son métodos poderosos de análisis que se basan en la reacción de estequiometría definida, que se da entre un analito y un reactivo estándar conocido como titulante o valorante.</p> <p>Las titulaciones pueden ser realizadas en forma manual o automática. Actualmente existen en el mercado tituladores de operación automatizada que determinan la concentración de diferentes analitos, pero estos equipos son económicamente inaccesibles para universidades y laboratorios en los que existe una frecuencia baja de muestras a analizar. Estas dificultades traen aparejada poca celeridad en la obtención de resultados de manera convencional y vuelve a los laboratorios universitarios poco competentes frente a la demanda de análisis.</p> <p>La UTN FRSFCO no cuenta con equipos automatizados para la realización de distintos ensayos útiles en las áreas de ingeniería química y electromecánica. El por eso que el proyecto general busca desarrollar un prototipo de titulador automático para el empleo en diferentes valoraciones ácido-base.</p> <p>Este prototipo se destinará a la automatización de los procesos de titulación manuales llevados a cabo en el laboratorio de servicios a terceros que funciona en la universidad, así como también en los grupos de I+D, y cátedras de la carrera de ingeniería química y electromecánica, que utilizan este tipo de técnicas.</p> <p>El caso de este proyecto en particular se enfoca en el desarrollo del sistema embebido que será el encargado de automatizar el proceso de titulación. Este proceso consiste en inyectar mediante la bomba la solución titulante en la muestra a analizar. Durante todo el proceso se debe realizar la lectura del potencial que entrega un electrodo de pH situado en el recipiente de la muestra, y tabular los datos del potencial y de volumen añadido para poder obtener la curva de titulación. A través de estos datos es posible determinar el volumen (o los volúmenes) de titulante correspondiente al momento en el cual la curva posee un punto de inflexión, es decir, cuando la derivada segunda del potencial respecto al volumen utilizado de titulante se</p> | |
| Página 5 de 17 | |

| | |
|---|--|
| <div><div><div><div>FACULTAD DE INGENIERIA</div><div>Universidad de Buenos Aires</div></div></div><div><div>Plan de proyecto de Trabajo final</div><div>Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos</div><div>Fernando Ezequiel Daniele</div></div></div> | |
| <p>hace cero. Ese valor es el que utilizará el software y el analista para determinar la sustancia desconocida.</p> <p>El presente proyecto se destaca especialmente porque sienta las bases de un trabajo interdisciplinar, enfocado en obtener un producto económico, de código y hardware abierto, adecuado a</p> | |

| | |
|--|--|
| <p>El prototipo en particular que se desarrollará forma parte de un proyecto interdisciplinar gestado en el Grupo de Investigación Sobre Aplicaciones Inteligentes (GISAI) de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco (UTN FRSFCO), cuyo objetivo es el desarrollo de un titulador potenciométrico automático para el laboratorio de servicios de la facultad. El proyecto involucra docentes y alumnos de cuatro carreras de ingeniería, cuyas actividades se detallan a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none">■ Ingeniería química: aporta el conocimiento sobre el proceso de titulación y establece los requerimientos que deberá tener el sistema.■ Ingeniería electromecánica: se encarga de diseñar y construir una bomba peristáltica y las partes mecánicas.■ Ingeniería en sistemas de información: se encarga de desarrollar un software para el procesamiento de los datos del cliente y los datos obtenidos del titulador.■ Ingeniería electrónica: se encarga de diseñar el sistema embebido para el control automático del titulador. <p>El proyecto surge de la iniciativa del grupo GISAI de encarar un proyecto que involucre las cuatro ingenierías que forman parte de la UTN FRSFCO. Es en esa iniciativa que se propone el desarrollo de un titulador potenciométrico automático.</p> <p>Las titulaciones, también conocidas como valoraciones, son ampliamente utilizadas en química analítica para determinar la concentración de ácidos, bases, agentes oxidantes, agentes reductores, iones metálicos, proteínas y muchas otras especies químicas. Son métodos poderosos de análisis que se basan en la reacción de estequiometría definida, que se da entre un analito y un reactivo estándar conocido como titulante o valorante.</p> <p>Las titulaciones pueden ser realizadas en forma manual o automática. Actualmente existen en el mercado tituladores de operación automatizada que determinan la concentración de diferentes analitos, pero estos equipos son económicamente inaccesibles para universidades y laboratorios en los que existe una frecuencia baja de muestras a analizar. Estas dificultades traen aparejada poca celeridad en la obtención de resultados de manera convencional y vuelve a los laboratorios universitarios poco competentes frente a la demanda de análisis.</p> <p>La UTN FRSFCO no cuenta con equipos automatizados para la realización de distintos ensayos útiles en las áreas de ingeniería química y electromecánica. El por eso que el proyecto general busca desarrollar un prototipo de titulador automático para el empleo en diferentes valoraciones ácido-base.</p> <p>Este prototipo se destinará a la automatización de los procesos de titulación manuales llevados a cabo en el laboratorio de servicios a terceros que funciona en la universidad, así como también en los grupos de I+D, y cátedras de la carrera de ingeniería química y electromecánica, que utilizan este tipo de técnicas.</p> <p>El caso de este proyecto en particular se enfoca en el desarrollo del sistema embebido que será el encargado de automatizar el proceso de titulación. Este proceso consiste en inyectar mediante la bomba la solución titulante en la muestra a analizar. Durante todo el proceso se debe realizar la lectura del potencial que entrega un electrodo de pH situado en el recipiente de la muestra, y tabular los datos del potencial y de volumen añadido para poder obtener la curva de titulación. A través de estos datos es posible determinar el volumen (o los volúmenes) de titulante correspondiente al momento en el cual la curva posee un punto de inflexión, es decir, cuando la derivada segunda del potencial respecto al volumen utilizado de titulante se</p> | |
| Página 5 de 21 | |

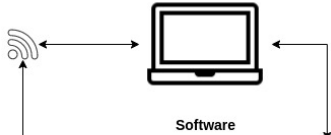
| | |
|---|--|
| <div><div><div><div>FACULTAD DE INGENIERIA</div><div>Universidad de Buenos Aires</div></div></div><div><div>Plan de proyecto de Trabajo final</div><div>Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos</div><div>Fernando Ezequiel Daniele</div></div></div> | |
| <p>hace cero. Ese valor es el que utilizará el software y el analista para determinar la sustancia desconocida.</p> <p>El presente proyecto se destaca especialmente porque sienta las bases de un trabajo interdisciplinar, enfocado en obtener un producto económico, de código y hardware abierto, adecuado a</p> | |

las necesidades de la facultad, y con la posibilidad de realizar modificaciones o mejoras futuras. En la Figura 1 se presenta el diagrama en bloques del sistema. A continuación se detallan cada uno de sus componentes:

- Módulo ESP32-DevKitC: incluye un microprocesador dual Core de 32 bits y WiFi integrado, entre otros. El microprocesador es el encargado de controlar el resto de los componentes. En cuanto al WiFi, será el medio de conexión para que un usuario pueda acceder a una página web almacenada en la memoria del módulo, y visualizar los datos obtenidos en el proceso de titulación.
- Interfaz de usuario: compuesta por una pantalla TFT táctil de 2,4 pulgadas. Le permitirá al usuario configurar el dispositivo, realizar la calibración del mismo, dar inicio al proceso de titulación y visualizar datos.
- Lector de tarjetas SD: se encuentra en el mismo módulo de la pantalla, donde se guardarán los datos obtenidos en la titulación.
- Bomba peristáltica: se encarga de dosificar el titulante en el recipiente de la muestra.
- Electrodo: es el encargado de realizar la medición de pH.
- Agitador: compuesto por un motor de CC. Realiza la mezcla el titulante con la muestra.
- Sensor de temperatura: puede o no situarse en el recipiente de la muestra.



Plan de proyecto de Trabajo final
Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos
Fernando Ezequiel Daniele



las necesidades de la facultad, y con la posibilidad de realizar modificaciones o mejoras futuras. En la Figura 1 se presenta el diagrama en bloques del sistema. A continuación se detallan cada uno de sus componentes:

- Módulo ESP32-DevKitC: incluye un microprocesador dual Core de 32 bits y WiFi integrado, entre otros. El microprocesador es el encargado de controlar el resto de los componentes. En cuanto al WiFi, será el medio de conexión para que un usuario pueda acceder a una página web almacenada en la memoria del módulo, y visualizar los datos obtenidos en el proceso de titulación.
- Interfaz de usuario: compuesta por una pantalla TFT táctil de 2,4 pulgadas. Le permitirá al usuario configurar el dispositivo, realizar la calibración del mismo, dar inicio al proceso de titulación y visualizar datos.
- Lector de tarjetas SD: se encuentra en el mismo módulo de la pantalla, donde se guardarán los datos obtenidos en la titulación.
- Bomba peristáltica: se encarga de dosificar el titulante en el recipiente de la muestra.
- Electrodo: es el encargado de realizar la medición de pH.
- Agitador: compuesto por un motor de CC. Realiza la mezcla el titulante con la muestra.
- Sensor de temperatura: puede o no situarse en el recipiente de la muestra.

Identificación y análisis de los interesados

| Rol | Nombre y Apellido | Organización | Puesto |
|---------------|---------------------------|---------------------|--------------------------|
| Cliente | María Eugenia Taverna | GISAI - UTN FRSF-CO | Co-Directora de proyecto |
| Responsable | Fernando Ezequiel Daniele | FIUBA | Alumno |
| Colaborador | Leonardo Anchino | GISAI - UTN | Becario |
| Colaborador | Lorenzo Depetris | GISAI - UTN | Becario |
| Orientador | Javier Andrés Redolfi | UTN FRSCFO | Director Trabajo final |
| Usuario final | Laboratorio de Servicios | UTN FRSCO | - |

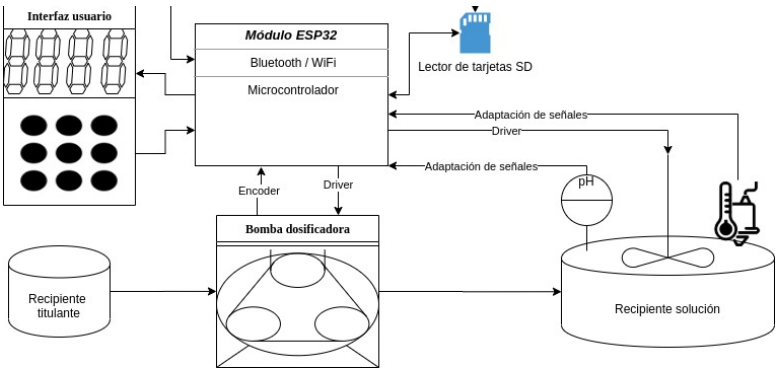


Figura 1: Diagrama en bloques del sistema

Identificación y análisis de los interesados

| Rol | Nombre y Apellido | Organización | Puesto |
|---------------|---------------------------|---------------------|--------------------------|
| Cliente | María Eugenia Taverna | GISAI - UTN FRSF-CO | Co-Directora de proyecto |
| Responsable | Fernando Ezequiel Daniele | FIUBA | Alumno |
| Colaborador | Leonardo Anchino | GISAI - UTN | Becario |
| Colaborador | Lorenzo Depetris | GISAI - UTN | Becario |
| Orientador | Javier Andrés Redolfi | UTN FRSCFO | Director Trabajo final |
| Usuario final | Laboratorio de Servicios | UTN FRSCO | - |

1. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es desarrollar el prototipo de un sistema embebido que permita automatizar y controlar el ensayo de titulación potenciométrica.

2. Alcance del proyecto

El proyecto incluye:

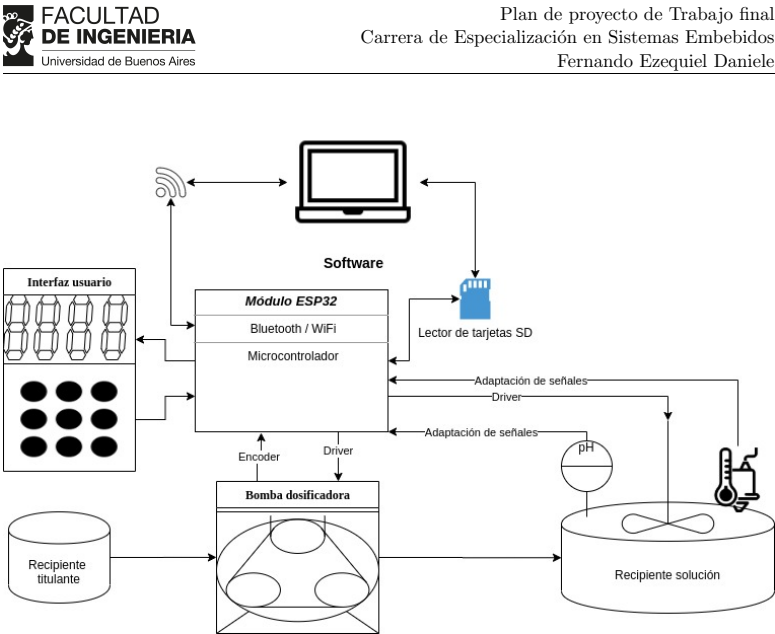


Figura 1: Diagrama en bloques del sistema

1. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es desarrollar el prototipo de un sistema embebido que permita automatizar y controlar el ensayo de titulación potenciométrica.

2. Alcance del proyecto

El proyecto incluye:

- Una interfaz de usuario que permite la configuración y calibración del dispositivo, así como también dar inicio al proceso de titulación.
- La visualización de la curva de potencial respecto al volumen de titulante inyectado.
- El control de la bomba que inyecta el titulante en la muestra
- El cálculo y visualización del resultado de la titulación. El resultado es el volumen de titulante utilizado al momento de producirse un punto de inflexión en la curva.
- El almacenamiento de los datos del ensayo en una memoria SD
- La visualización de los datos del ensayo en una página web, a través de una conexión wifi local.

- Una interfaz de usuario que permite la configuración y calibración del dispositivo, así como también dar inicio al proceso de titulación.
- La visualización de la curva de potencial respecto al volumen de titulante inyectado.
- El control de la bomba que inyecta el titulante en la muestra
- El cálculo y visualización del resultado de la titulación. El resultado es el volumen de titulante utilizado al momento de producirse un punto de inflexión en la curva.

FACULTAD DE INGENIERIA

Universidad de Buenos Aires

Plan de proyecto de Trabajo final
Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos
Fernando Ezequiel Daniele

titulante utilizado al momento de producirse un punto de inflexión en la curva.

- El almacenamiento de los datos del ensayo en una memoria SD
- La visualización de los datos del ensayo en una página web, a través de una conexión wifi local.

El proyecto no incluye:

- El manejo del dispositivo de manera remota.
- El diseño de gabinetes u otras partes mecánicas.

3. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- El desarrollo de la bomba peristáltica y demás partes mecánicas estarán desarrolladas en el tiempo previsto.
- El dinero disponible será suficiente para la adquisición de los materiales en el contexto macroeconómico actual
- El aislamiento y/o distanciamiento preventivo social y obligatorio no impedirá la adquisición de materiales ni retrasará las pruebas y verificaciones del dispositivo.

4. Requerimientos

1. Grupo de requerimientos asociados con interfaces externas

1.1. El dispositivo deberá tener una pantalla táctil a través de la cual el usuario podrá interactuar con un menú de navegación.

1.2. El menú deberá incluir una opción de configuración, una de calibración, una de titulación y otra de conexión.

1.3. La opción de configuración deberá permitir elegir los valores de tres muestras patrones (buffers) que se utilizarán en la calibración.

1.4. La opción configuración deberá permitir elegir el volumen de corte de la titulación.

1.5. La opción configuración deberá permitir elegir si utilizar o no el agitador.

1.6. La opción calibración deberá permitir elegir con cual de los tres buffers se calibrará y dar la opción de guardar el valor leído una vez realizada la medición. También debe dar la opción de cancelar sin guardar.

Página 8 de 17

FACULTAD DE INGENIERIA

Universidad de Buenos Aires

Plan de proyecto de Trabajo final
Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos
Fernando Ezequiel Daniele

1.7. La opción de titulación debe pedir al usuario que acepte el inicio del ensayo o regresar al menú principal. En caso de aceptar, debe mostrar el valor actual leído y una gráfica de pH en el eje de la ordenadas y de volumen de titulante añadido en el eje de las abscisas.

1.8. La opción conexión debe mostrar los datos para que un dispositivo pueda conectarse a la red wifi del titulador.

2. Grupo de requerimientos asociados con funciones

FACULTAD DE INGENIERIA

Universidad de Buenos Aires

Plan de proyecto de Trabajo final
Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos
Fernando Ezequiel Daniele

El proyecto no incluye:

- El manejo del dispositivo de manera remota.
- El diseño de gabinetes u otras partes mecánicas.

3. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- El desarrollo de la bomba peristáltica y demás partes mecánicas estarán desarrolladas en el tiempo previsto.
- El dinero disponible será suficiente para la adquisición de los materiales en el contexto macroeconómico actual
- El aislamiento y/o distanciamiento preventivo social y obligatorio no impedirá la adquisición de materiales ni retrasará las pruebas y verificaciones del dispositivo.

4. Requerimientos

1. Interfaces Externas

1.1. El hardware deberá contar con una pantalla TFT táctil. [TPA-ERH-01-REQ001]

1.2. El hardware deberá contar con un lector de tarjetas SD. [TPA-ERH-01-REQ002]

1.3. El hardware deberá contar con un driver para un motor paso a paso Nema 17. [TPA-ERH-01-REQ003]

1.4. El hardware deberá contar con una entrada para un electrodo de pH. [TPA-ERH-01-REQ004]

2. Funciones

2.1. El usuario podrá elegir mediante la pantalla táctil los valores de tres muestras patrones (buffers) que se utilizarán en la calibración. [TPA-ERS-01-REQ001] El usuario podrá elegir mediante la pantalla táctil el volumen de corte de la titulación. [TPA-ERS-01-REQ002]

2.2. El usuario podrá elegir mediante la pantalla táctil si utilizar o no el agitador. Cuando el proceso de titulación comience, el agitador debe activarse si así lo indicó el usuario. [TPA-ERS-01-REQ003]

2.3. El usuario podrá realizar mediante la pantalla táctil el proceso de calibración con cada uno de los tres buffers. [TPA-ERS-01-REQ004]

2.4. Los valores de potencial obtenidos en el proceso de la calibración se deben guardar en la memoria flash del ESP32. [TPA-ERS-01-REQ005]

2.5. El valor de pH se debe calcular de manera proporcional a la recta de ajuste de los valores de potencial obtenidos en la calibración. [TPA-ERS-01-REQ006]


2.6. El usuario podrá dar inicio al proceso de titulación mediante la pantalla táctil. [TPA-ERS-01-REQ007]


Página 8 de 21


i-net PDFC comparison results from 07/08/2020


Page 8/21


| | |
|---|--|
| <div>2.1. El sistema deberá ser capaz de leer y mostrar el potencial entregado por un electrodo de pH, con una resolución de 1 mV para la lectura del potencial y de 0,01 pH para su conversión a pH.</div> <div>2.2. El sistema deberá ser capaz de controlar la cantidad de pasos que realiza un motor paso a paso bipolar asociado a la bomba, así como también el tiempo entre cada paso.</div> <div>2.3. Cada paso debe producir la inyección de titulante en la muestra en una cantidad máxima de 0,1 ml por paso.</div> <div>2.4. El tiempo mínimo de espera entre cada paso debe ser de 1 segundo luego que la lectura de potencial se haya estabilizado.</div> <div>2.5. El sistema deberá accionar el motor de la bomba en el momento que el usuario lo solicite y finalizar cuando se haya inyectado la cantidad de volumen indicada por el usuario como volumen de corte.</div> <div>2.6. Cuando el proceso de titulación comience, el agitador debe activarse si así lo indica el menú de configuración.</div> <div>2.7. Cada valor de volumen añadido junto al valor de potencial asociado deberá guardarse en un memoria sd y mostrarse en un página web. No es necesario que esto se haga en tiempo real.</div> <div>2.8. Se deberá medir la temperatura para realizar ajustes en el valor de pH cuando la temperatura ambiente sea menor a 10 grados centígrados o mayor a 40 grados centígrados.</div> <div>3. Grupo de requerimientos asociados con rendimiento y capacidad:</div> <div>3.1. El sistema deberá ser capaz de realizar titulaciones que involucren una cantidad mínima de 50 ml de titulante y un cantidad máxima de 100 ml.</div> <div>3.2. El sistema deberá ser capaz de guardar en la memoria sd todos los datos generados en una titulación. Al iniciar otro proceso de titulación, los datos de la titulación anterior serán eliminados.</div> | |
| <div>Historias de usuarios (<i>Product backlog</i>)</div> <div>Descripción: En esta sección se deben incluir las historias de usuarios y su ponderación (<i>history points</i>). Recordar que las historias de usuarios son descripciones cortas y simples de una característica contada desde la perspectiva de la persona que desea la nueva capacidad, generalmente un usuario o cliente del sistema.</div> <div>La ponderación es un número entero que representa el tamaño de la historia comparada con otras historias de similar tipo.</div> | |
| <div>Página 9 de 17</div> | |

| | |
|---|--|
| <div><div><div>FACULTAD DE INGENIERIA Universidad de Buenos Aires</div></div><div>Plan de proyecto de Trabajo final Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos Fernando Ezequiel Daniele</div></div> | |
| <div>5. Entregables principales del proyecto</div> <div><ul style="list-style-type: none">■ Prototipo funcional■ Manual de uso■ Diagrama esquemático■ Código fuente■ Memoria técnica</div> | |

| | |
|---|--|
| <div><div><div>DE INGENIERIA Universidad de Buenos Aires</div></div><div>Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos Fernando Ezequiel Daniele</div></div> | <div>2.7. Durante la titulación, la pantalla debe mostrar el valor actual leído en mV y en pH y una gráfica de pH en el eje de la ordenadas y de volumen de titulante añadido en el eje de las abscisas. [TPA-ERS-01-REQ008]</div> <div>2.8. Cada valor de volumen añadido junto al valor de potencial asociado durante el proceso de titulación deben almacenarse en un archivo de texto en la tarjeta sd. No es necesario que esto se haga en tiempo real. Al iniciar otro proceso de titulación, los datos de la titulación anterior serán eliminados. [TPA-ERS-01-REQ009]</div> <div>2.9. Cada valor de volumen añadido junto al valor de potencial asociado durante el proceso de titulación deben mostrarse en una página web almacenada en la memoria flash. [TPA-ERS-01-REQ010]</div> <div>2.10. El usuario podrá acceder a la página web mediante una conexión wifi. No es necesario que esto se haga en tiempo real. [TPA-ERS-01-REQ011]</div> <div>2.11. El sistema deberá ser capaz de leer y mostrar el potencial entregado por un electrodo de pH, con una resolución de 1 mV para la lectura del potencial y de 0.01 pH para su conversión a pH. Para ello se utilizará el conversor analógico de 12 bits incorporado en el ESP32. [TPA-ERS-01-REQ012]</div> <div>2.12. El sistema deberá enviar pulsos de 10 ms de ciclo útil al pin step del módulo dvr8825. El tiempo mínimo de espera entre cada pulso debe ser de 1 segundo luego que la lectura de potencial se haya estabilizado. El sistema dejará de enviar los pulsos cuando se haya inyectado la cantidad de volumen indicada por el usuario como volumen de corte. [TPA-ERS-01-REQ013]</div> <div>2.13. Cada pulso se corresponde con el incremento de TBD mL en la cantidad de volumen inyectado, comenzando por un nivel de 0 mL. [TPA-ERS-01-REQ014]</div> <div>3. Requisitos de Rendimiento</div> <div>3.1. El sistema deberá ser capaz de realizar titulaciones que involucren una cantidad mínima de 50 ml</div> <div>3.2. de titulante y una cantidad máxima de 100 ml. [TPA-ERS-01-REQ015]</div> <div>4. Restricciones de Diseño</div> <div>4.1. Se utilizará el módulo ESP32 como computadora principal. [TPA-ERS-01-REQ016]</div> <div>5. Requisitos Futuros</div> <div>5.1. El dispositivo contará con un control de lazo cerrado para la medición de volumen y el control de la bomba.</div> <div>5.2. El usuario podrá acceder a todas la funcionalidades de manera remota mediante conexión WiFi o Bluetooth.</div> |
| <div>Historias de usuarios (<i>Product backlog</i>)</div> <div>Descripción: En esta sección se deben incluir las historias de usuarios y su ponderación (<i>history points</i>). Recordar que las historias de usuarios son descripciones cortas y simples de una característica contada desde la perspectiva de la persona que desea la nueva capacidad, generalmente un usuario o cliente del sistema.</div> <div>La ponderación es un número entero que representa el tamaño de la historia comparada con otras historias de similar tipo.</div> | |
| <div>Página 9 de 21</div> | |

| | |
|---|--|
| <div><div><div>FACULTAD DE INGENIERIA Universidad de Buenos Aires</div></div><div>Plan de proyecto de Trabajo final Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos Fernando Ezequiel Daniele</div></div> | |
|---|--|

| | |
|--|--|
| <div><div>6. Desglose del trabajo en tareas</div><div><div>1. Investigación y documentación (60 hs)</div><div><div>1.1. Analizar diferentes procesos de titulación y tituladores del mercado (10 hs)</div><div>1.2. Seleccionar los componetes adecuados con sus respectivas hojas de datos(10 hs)</div><div>1.3. Analizar el funcionamiento de los componentes (40 hs)</div></div><div>2. Diseño general (50 hs)</div><div><div>2.1. Diseño de diagrama de módulos (10 hs)</div><div>2.2. Diseño de diagramas de flujo (10 hs)</div><div>2.3. Diseño de diagrama de conexiones (10 hs)</div><div>2.4. Diseño de esquemático y pcb (20 hs)</div></div><div>3. Desarrollo del hardware (20 hs)</div><div><div>3.1. Construcción del prototipo del pcb (15 hs)</div><div>3.2. Conexión de los diferentes componetes (5 hs)</div></div><div>4. Desarrollo del firmware (280 hs)</div><div><div>4.1. Desarrollo del menú de usuario mediante pantalla táctil (40 hs)</div><div>4.2. Desarrollo del módulo de calibración (40 hs)</div><div>4.3. Desarrollo del módulo de medición (40 hs)</div><div>4.4. Desarrollo del módulo de control de la bomba (40 hs)</div><div>4.5. Desarrollo del módulo de guardado de datos en sd (40 hs)</div><div>4.6. Desarrollo del módulo de conexión wifi y página web (40 hs)</div><div>4.7. Desarrollo del módulo de calculo del volumen en el punto de inflexión (40 hs)</div></div><div>5. Calibración y puesta en funcionamiento (50 hs)</div><div><div>5.1. Calibración del módulo de medición de pH (25 hs)</div><div>5.2. Calibración del módulo de control de la bomba (20 hs)</div><div>5.3. Puesta en funcionamiento (5 hs)</div></div><div>6. Testing (100hs)</div><div><div>6.1. Test de cada módulo de software (40 hs)</div></div></div><div><div>Página 10 de 17</div></div></div> | |
| <div><div><div><div><div></div><div><div>FACULTAD DE INGENIERIA</div><div>Universidad de Buenos Aires</div></div></div><div><div>Plan de proyecto de Trabajo final</div><div>Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos</div><div>Fernando Ezequiel Daniele</div></div></div></div><div><div>6.2. Ensayos del sistema completo con diferentes tipos de titulaciones (40 hs)</div><div>6.3. Corrección de errores (20 hs)</div><div>7. Presentación del trabajo (80 hs)</div><div><div>7.1. Redacción de la memoria escrita (60 hs)</div><div>7.2. Preparación de la presentación pública del trabajo (20 hs)</div></div><div>Cantidad total de horas: (640 hs)</div><div>7. Diagrama de Activity On Node</div></div></div> | |

| | |
|---|--|
| <div><div>5. Entregables principales del proyecto</div><div><div>■ Prototipo funcional</div><div>■ Manual de uso</div><div>■ Diagrama esquemático</div><div>■ Código fuente</div><div>■ Memoria técnica</div></div></div> <div><div>6. Desglose del trabajo en tareas</div><div><div>1. Investigación y documentación (60 hs)</div><div><div>1.1. Analizar diferentes procesos de titulación y tituladores del mercado (10 hs)</div><div>1.2. Seleccionar los componetes adecuados con sus respectivas hojas de datos(10 hs)</div><div>1.3. Analizar el funcionamiento de los componentes (40 hs)</div></div><div>2. Diseño general (50 hs)</div><div><div>2.1. Diseño de diagrama de módulos (10 hs)</div><div>2.2. Diseño de diagramas de flujo (10 hs)</div><div>2.3. Diseño de diagrama de conexiones (10 hs)</div><div>2.4. Diseño de esquemático y pcb (20 hs)</div></div><div>3. Desarrollo del hardware (20 hs)</div><div><div>3.1. Construcción del prototipo del pcb (15 hs)</div><div>3.2. Conexión de los diferentes componetes (5 hs)</div></div><div>4. Desarrollo del firmware (280 hs)</div><div><div>4.1. Desarrollo del menú de usuario mediante pantalla táctil (40 hs)</div><div>4.2. Desarrollo del módulo de calibración (40 hs)</div><div>4.3. Desarrollo del módulo de medición (40 hs)</div><div>4.4. Desarrollo del módulo de control de la bomba (40 hs)</div><div>4.5. Desarrollo del módulo de guardado de datos en sd (40 hs)</div><div>4.6. Desarrollo del módulo de conexión wifi y página web (40 hs)</div><div>4.7. Desarrollo del módulo de calculo del volumen en el punto de inflexión (40 hs)</div></div><div>5. Calibración y puesta en funcionamiento (50 hs)</div><div><div>5.1. Calibración del módulo de medición de pH (25 hs)</div><div>5.2. Calibración del módulo de control de la bomba (20 hs)</div><div>5.3. Puesta en funcionamiento (5 hs)</div></div></div><div><div>Página 10 de 21</div></div></div> | |
| <div><div><div><div><div></div><div><div>FACULTAD DE INGENIERIA</div><div>Universidad de Buenos Aires</div></div></div><div><div>Plan de proyecto de Trabajo final</div><div>Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos</div><div>Fernando Ezequiel Daniele</div></div></div></div><div>6. Testing (100hs)</div></div> | |

En la Figura 2 se muestra el diagrama de Activity on Node del proyecto. Se observa que la línea remarcada indica el camino crítico del proyecto, con un total de 620 horas.

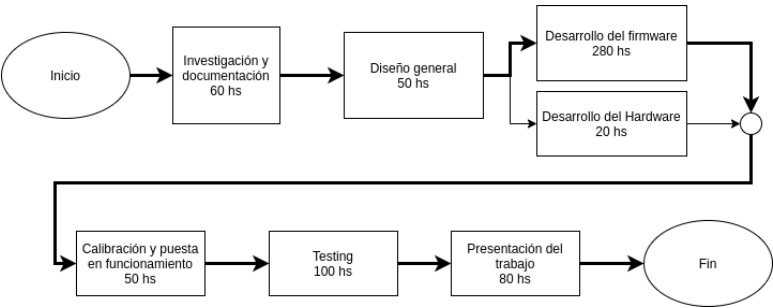


Figura 2: Diagrama en Activity on Node

8. Diagrama de Gantt

- 6.1. Test de cada módulo de software (40 hs)
- 6.2. Ensayos del sistema completo con diferentes tipos de titulaciones (40 hs)
- 6.3. Corrección de errores (20 hs)
7. Presentación del trabajo (80 hs)
- 7.1. Redacción de la memoria escrita (60 hs)
- 7.2. Preparación de la presentación pública del trabajo (20 hs)

Cantidad total de horas: (640 hs)

7. Diagrama de Activity On Node

En la Figura 2 se muestra el diagrama de Activity on Node del proyecto. Se observa que la línea remarcada indica el camino crítico del proyecto, con un total de 620 horas.

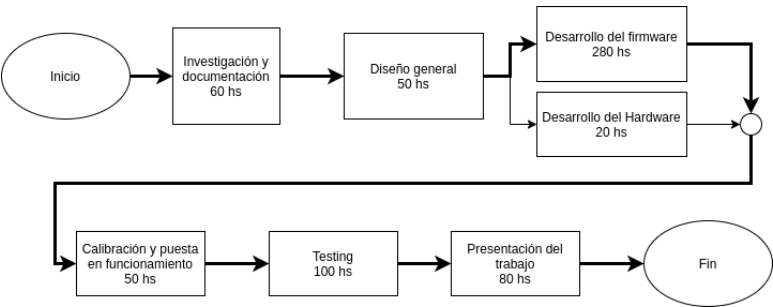


Figura 2: Diagrama en Activity on Node

8. Diagrama de Gantt



Plan de proyecto de Trabajo final
Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos
Fernando Ezequiel Daniele

| Código actividad | Nombre | Fecha inicio | Duración en días | Fecha fin |
|------------------|---|--------------|------------------|------------|
| 1.1 | Analizar diferentes procesos de titulación y tituladores del mercado | 22/6/2020 | 7 | 29/6/2020 |
| 1.2 | Seleccionar componetes adecuados con sus respectivas hojas de datos | 29/6/2020 | 7 | 6/7/2020 |
| 1.3 | Analizar el funcionamiento de los componentes | 6/7/2020 | 28 | 3/8/2020 |
| 2.1 | Diseño de diagrama de módulos | 3/8/2020 | 7 | 10/8/2020 |
| 2.2 | Diseño de diagramas de flujo | 10/8/2020 | 7 | 17/8/2020 |
| 2.3 | Diseño de diagrama de conexiones | 17/8/2020 | 7 | 24/8/2020 |
| 2.4 | Diseño de esquemático y pcb | 24/8/2020 | 14 | 7/9/2020 |
| 3.1 | Construcción del prototipo del pcb | 7/9/2020 | 12 | 19/9/2020 |
| 3.2 | Conexión de los diferentes componetes | 19/9/2020 | 2 | 21/9/2020 |
| 4.1 | Desarrollo del menú de usuario mediante pantalla táctil | 17/8/2020 | 24 | 10/9/2020 |
| 4.2 | Desarrollo del módulo de calibración | 10/9/2020 | 24 | 4/10/2020 |
| 4.3 | Desarrollo del módulo de medición | 4/10/2020 | 24 | 28/10/2020 |
| 4.4 | Desarrollo del módulo de control de la bomba | 28/10/2020 | 24 | 21/11/2020 |
| 4.5 | Desarrollo del módulo de guardado de datos en sd | 21/11/2020 | 24 | 15/12/2020 |
| 4.6 | Desarrollo del módulo de conexión wifi y página web | 15/12/2020 | 24 | 8/1/2021 |
| 4.7 | Desarrollo del módulo de cálculo del volumen en el punto de inflexión | 8/1/2021 | 24 | 1/2/2021 |
| 5.1 | Calibración del módulo de medición de pH | 1/2/2021 | 19 | 20/2/2021 |



Plan de proyecto de Trabajo final
Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos
Fernando Ezequiel Daniele

| Código actividad | Nombre | Fecha inicio | Duración en días | Fecha fin |
|------------------|--------|--------------|------------------|-----------|
|------------------|--------|--------------|------------------|-----------|

| | | | | |
|-----|---|-----------|----|-----------|
| 5.2 | Calibración del módulo de control de la bomba | 20/2/2021 | 14 | 6/3/2021 |
| 5.3 | Puesta en funcionamiento | 6/3/2021 | 2 | 8/3/2021 |
| 6.1 | Test de cada módulo de software | 8/3/2021 | 28 | 5/4/2021 |
| 6.2 | Ensayos del sistema completo con diferentes tipos de titulaciones | 5/4/2021 | 20 | 25/4/2021 |
| 6.3 | Corrección de errores | 25/4/2021 | 10 | 5/5/2021 |
| 7.1 | Redacción de la memoria escrita | 5/5/2021 | 42 | 16/6/2021 |
| 7.2 | Preparación de la presentación pública del trabajo | 16/6/2021 | 14 | 30/6/2021 |

Figura 3: Diagrama de Gantt: Tabla

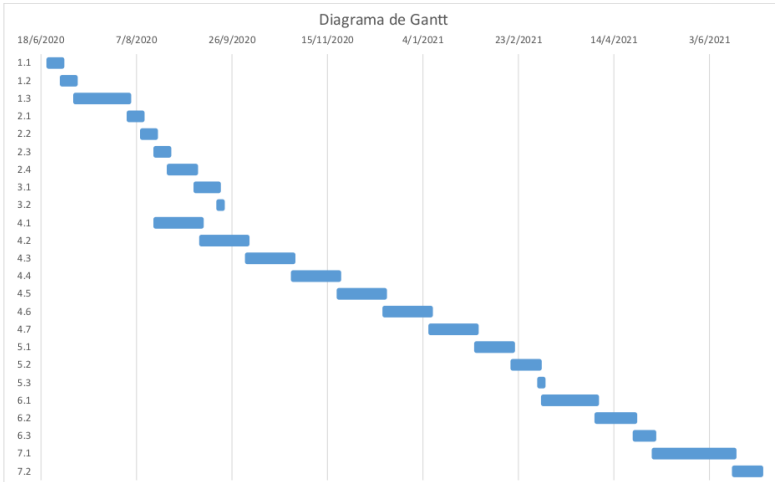


Figura 4: Diagrama de Gantt: Gráfico

| | | | | |
|-----|---|------------|----|------------|
| 1.1 | Analizar diferentes procesos de titulación y tituladores del mercado | 22/6/2020 | 7 | 29/6/2020 |
| 1.2 | Seleccionar componentes adecuados con sus respectivas hojas de datos | 29/6/2020 | 7 | 6/7/2020 |
| 1.3 | Analizar el funcionamiento de los componentes | 6/7/2020 | 28 | 3/8/2020 |
| 2.1 | Diseño de diagrama de módulos | 3/8/2020 | 7 | 10/8/2020 |
| 2.2 | Diseño de diagramas de flujo | 10/8/2020 | 7 | 17/8/2020 |
| 2.3 | Diseño de diagrama de conexiones | 17/8/2020 | 7 | 24/8/2020 |
| 2.4 | Diseño de esquemático y pcb | 24/8/2020 | 14 | 7/9/2020 |
| 3.1 | Construcción del prototipo del pcb | 7/9/2020 | 12 | 19/9/2020 |
| 3.2 | Conexión de los diferentes componentes | 19/9/2020 | 2 | 21/9/2020 |
| 4.1 | Desarrollo del menú de usuario mediante pantalla táctil | 17/8/2020 | 24 | 10/9/2020 |
| 4.2 | Desarrollo del módulo de calibración | 10/9/2020 | 24 | 4/10/2020 |
| 4.3 | Desarrollo del módulo de medición | 4/10/2020 | 24 | 28/10/2020 |
| 4.4 | Desarrollo del módulo de control de la bomba | 28/10/2020 | 24 | 21/11/2020 |
| 4.5 | Desarrollo del módulo de guardado de datos en sd | 21/11/2020 | 24 | 15/12/2020 |
| 4.6 | Desarrollo del módulo de conexión wifi y página web | 15/12/2020 | 24 | 8/1/2021 |
| 4.7 | Desarrollo del módulo de cálculo del volumen en el punto de inflexión | 8/1/2021 | 24 | 1/2/2021 |
| 5.1 | Calibración del módulo de medición de pH | 1/2/2021 | 19 | 20/2/2021 |
| 5.2 | Calibración del módulo de control de la bomba | 20/2/2021 | 14 | 6/3/2021 |
| 5.3 | Puesta en funcionamiento | 6/3/2021 | 2 | 8/3/2021 |
| 6.1 | Test de cada módulo de software | 8/3/2021 | 28 | 5/4/2021 |
| 6.2 | Ensayos del sistema completo con diferentes tipos de titulaciones | 5/4/2021 | 20 | 25/4/2021 |
| 6.3 | Corrección de errores | 25/4/2021 | 10 | 5/5/2021 |
| 7.1 | Redacción de la memoria escrita | 5/5/2021 | 42 | 16/6/2021 |
| 7.2 | Preparación de la presentación pública del trabajo | 16/6/2021 | 14 | 30/6/2021 |

Figura 3: Diagrama de Gantt: Tabla

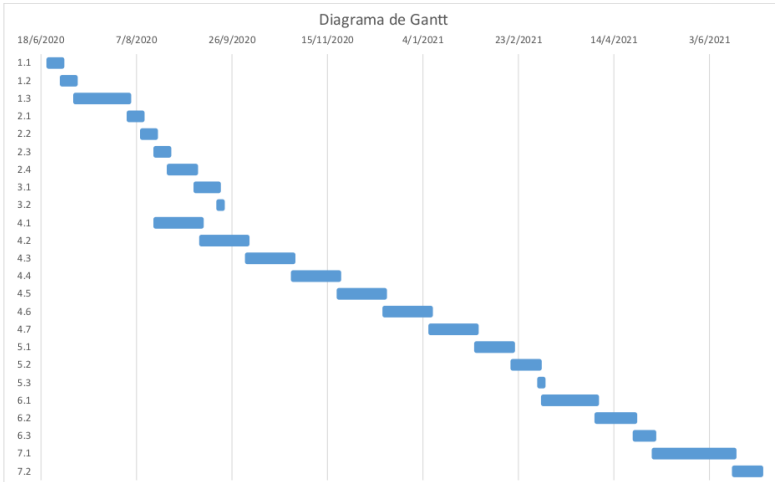


Figura 4: Diagrama de Gantt: Gráfico



Plan de proyecto de Trabajo final
Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos
Fernando Ezequiel Daniele

9. Matriz de uso de recursos de materiales

| Código | Nombre | Recursos requeridos (horas) | | | | | |
|--------|--------|-----------------------------|-----------------|-----------|-------|----|----------------|
| WBS | tarea | PC | Módulo pantalla | Electrodo | Bomba | SD | Insumos varios |



Plan de proyecto de Trabajo final
Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos
Fernando Ezequiel Daniele

9. Matriz de uso de recursos de materiales

| Código | Nombre | Recursos requeridos (horas) | | | | | |
|--------|--------|-----------------------------|-----------------|-----------|-------|----|----------------|
| WBS | tarea | PC | Módulo pantalla | Electrodo | Bomba | SD | Insumos varios |

| | | | | | | | |
|---|--|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| 1 | Investigación y documentación | 60 | | | | | |
| 2 | Diseño general | 50 | | | | | |
| 3 | Desarrollo de hardware | | | | | 20 | |
| 4 | Desarrollo del firmware | 280 | | | | | |
| 5 | Calibración y puesta en funcionamiento | 5 | 60 | 30 | 25 | 5 | |
| 6 | Testing | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| 7 | Presentación del trabajo | 80 | | | | | |

10. Presupuesto detallado del proyecto

| | | | | | | | |
|---|--|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| 1 | Investigación y documentación | 60 | | | | | |
| 2 | Diseño general | 50 | | | | | |
| 3 | Desarrollo de hardware | | | | | 20 | |
| 4 | Desarrollo del firmware | 280 | | | | | |
| 5 | Calibración y puesta en funcionamiento | 5 | 60 | 30 | 25 | 5 | |
| 6 | Testing | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| 7 | Presentación del trabajo | 80 | | | | | |

10. Presupuesto detallado del proyecto

| COSTOS DIRECTOS | | | |
|------------------------------|----------|----------------|-------------|
| Descripción | Cantidad | Valor unitario | Valor total |
| ESP32 | 1 | \$1400 | \$1400 |
| Display táctil con lector SD | 1 | \$1300 | \$1300 |
| Driver drv8825 | 2 | \$400 | \$800 |
| Modulo Ph-4502c | 1 | \$4000 | \$4000 |
| Modulo Ph-4502c | 1 | \$4000 | \$4000 |
| PCB | 1 | \$500 | \$500 |
| SUBTOTAL | | | \$12000 |
| COSTOS INDIRECTOS | | | |
| Descripción | Cantidad | Valor unitario | Valor total |
| Insumos varios | 1 | \$3000 | \$3000 |
| SUBTOTAL | | | 3000 |
| TOTAL | | | \$15000 |

11. Matriz de asignación de responsabilidades

Referencias:

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



Plan de proyecto de Trabajo final
Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos
Fernando Ezequiel Daniele

| COSTOS DIRECTOS | | | |
|------------------------------|----------|----------------|-------------|
| Descripción | Cantidad | Valor unitario | Valor total |
| ESP32 | 1 | \$1400 | \$1400 |
| Display táctil con lector SD | 1 | \$1300 | \$1300 |
| Driver drv8825 | 2 | \$400 | \$800 |
| Modulo Ph-4502c | 1 | \$4000 | \$4000 |
| Modulo Ph-4502c | 1 | \$4000 | \$4000 |
| PCB | 1 | \$500 | \$500 |

| | | | |
|-------------------|----------|----------------|-------------|
| SUBTOTAL | | | \$12000 |
| COSTOS INDIRECTOS | | | |
| Descripción | Cantidad | Valor unitario | Valor total |
| Insumos varios | 1 | \$3000 | \$3000 |
| SUBTOTAL | | | 3000 |
| TOTAL | | | \$15000 |

11. Matriz de asignación de responsabilidades

| Código WBS | Nombre de la tarea | Listar todos los nombres y roles del proyecto | | | |
|------------|--|---|-----------------------|--------------------|-----------------------|
| | | Responsable | Director | Colaboradores | Cliente |
| | | Fernando Ezequiel Daniele | Javier Andrés Redolfi | Anchino y Depetris | María Eugenia Taverna |
| 1 | Investigación y documentación | P | C | | C |
| 2 | Diseño general | P | I | C | A |
| 3 | Desarrollo de hardware | P | | C | |
| 4 | Desarrollo del firmware | P | I | C | |
| 5 | Calibración y puesta en funcionamiento | P | I | S | I |
| 6 | Testing | P | | | I |
| 7 | Presentación del trabajo | P | 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: detallar el riesgo (riesgo es algo que si ocurre altera los planes previstos)

- Severidad (S): mientras más severo, más alto es el número (usar números del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de severidad (S).
- Probabilidad de ocurrencia (O): mientras más probable, más alto es el número (usar del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de (O).

Riesgo 2:

- Severidad (S):



Plan de proyecto de Trabajo final
Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos
Fernando Ezequiel Daniele

| Código WBS | Nombre de la tarea | Listar todos los nombres y roles del proyecto | | | |
|------------|-------------------------------|---|-----------------------|--------------------|-----------------------|
| | | Responsable | Director | Colaboradores | Cliente |
| | | Fernando Ezequiel Daniele | Javier Andrés Redolfi | Anchino y Depetris | María Eugenia Taverna |
| 1 | Investigación y documentación | P | C | | C |
| 2 | Diseño general | P | I | C | A |
| 3 | Desarrollo de hardware | P | | C | |
| 4 | Desarrollo del firmware | P | I | C | |
| 5 | Calibración | P | I | S | I |
| 6 | Testing | P | | | I |
| 7 | Presentación del trabajo | P | A | | |

12. Gestión de riesgos

a) Identificación de los riesgos y estimación de sus consecuencias:

Riesgo 1 La presición y resolución de las mediciones no cumplen con los requerimientos

- Severidad (S): 9 (nueve) porque la medición de volumen y de potencial son críticas para el resultado final.
- Ocurrencia (O): 6 (seis) porque la medición del potencial puede verse afectada por el ruido, lo cual es bajo. La medición de volumen, en cambio, no se hace de manera directa ya que el prototipo inicial es un lazo abierto y depende exclusivamente de la presición de la bomba. (ver que lo de lazo abierto este explicado antes y que este como requisito futuro un lazo cerrado)


Riesgo 2 Características del hardware seleccionado insuficientes para satisfacer las necesidades del sistema.

- Severidad (S): 8 (ocho) porque puede ocasionar funcionamiento defectuoso.
- Ocurrencia (O): 2 (dos) porque se seleccionó un procesador que puede hacer frente a los requerimientos establecidos, tanto presentes como futuros.

Riesgo 3 Errores de diseño o fabricación en el prototipo del PCB

- Severidad (S): 7 (siete) porque puede ocasionar retrasos o daños en otros componentes.
- Ocurrencia (O): 2 (dos) porque su diseño y fabricación serán verificados y validados por los colaboradores.

Riesgo 4 Imposibilidad de cumplir los plazos planteados



FACULTAD
DE INGENIERIA

Universidad de Buenos Aires

Plan de proyecto de Trabajo final

Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos

Fernando Ezequiel Daniele

■ Ocurrencia (O):

Riesgo 3:

■ Severidad (S):

■ Ocurrencia (O):

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

| Riesgo | S | O | RPN | S* | O* | RPN* |
|--------|---|---|-----|----|----|------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

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

Nota: los valores marcados con (*) en la tabla corresponden luego de haber aplicado la mitigación.

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

Riesgo 1: Plan de mitigación (si por el RPN fuera necesario elaborar un plan de mitigación). Nueva asignación de S y O, con su respectiva justificación: - Severidad (S): mientras más severo, más alto es el número (usar números del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de severidad (S). - Probabilidad de ocurrencia (O): mientras más probable, más alto es el número (usar del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de (O).

Riesgo 2: Plan de mitigación (si por el RPN fuera necesario elaborar un plan de mitigación).

Riesgo 3: Plan de mitigación (si por el RPN fuera necesario elaborar un plan de mitigación)

13. Gestión de la calidad

Para cada uno de los requerimientos del proyecto indique:


■ Req #1: Copiar acá el requerimiento.

Verificación y validación:

● Verificación para confirmar si se cumplió con lo requerido antes de mostrar el sistema al cliente:
Detallar

● Validación con el cliente para confirmar que está de acuerdo en que se cumplió con lo requerido:
Detallar

Página 15 de 17



FACULTAD
DE INGENIERIA

Universidad de Buenos Aires

Plan de proyecto de Trabajo final

Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos

Fernando Ezequiel Daniele

■ Severidad (S): 3 (tres) porque el cierre del proyecto del cual forma parte el SETPA es seis meses luego del plazo planteado como entrega del prototipo.

■ Ocurrencia (O): 5 (cinco) porque el contexto actual de aislamiento puede ocasionar demoras no previstas en la planificación.

Riesgo 5: Imposibilidad de disponer del electrodo de pH

■ Severidad (S): 10 (diez) porque es uno de los componentes fundamentales para el funcionamiento del sistema.

■ Ocurrencia (O): 6 (seis) porque es un elemento que será suministrado por el grupo GISAI, en la medida que el financiamiento lo permita.

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

| Riesgo | S | O | RPN | S* | O* | RPN* |
|--------|----|---|-----|----|----|------|
| 1 | 9 | 6 | 54 | 6 | 3 | 18 |
| 2 | 8 | 2 | 16 | | | |
| 3 | 7 | 2 | 14 | | | |
| 4 | 3 | 5 | 15 | | | |
| 5 | 10 | 6 | 60 | 4 | 1 | 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 RPN máximo establecido:

Riesgo 1 Se realizarán pruebas en la presión y resolución de la bomba para evaluar si es necesario un lazo cerrado.

■ Severidad (S): 6 (nueve) mediante la técnica de microstepping se puede ajustar la resolución de la bomba. La incorporación de un control de lazo cerrado se dejan tanto como requisito futuro de hardware y de software.

■ Ocurrencia (O): 3 (cuatro) porque se podrán realizar modificaciones a pedido en la bomba en caso de no cumplir con los requisitos de presión.

Riesgo 5: Se utilizará un electrodo que dispone el laboratorio de química.

■ Severidad (S): 4 (cuatro) porque permitirá realizar todas las pruebas y validaciones necesarias.

■ Ocurrencia (O): 1 (uno) porque se estableció como posibilidad en caso de no contar con el electrodo solicitado en tiempo y forma.

Página 15 de 21

13. Gestión de la calidad

1. Interfaces Externas

- 1.1. El hardware deberá contar con una pantalla TFT táctil. [TPA-ERH-01-REQ001]
- Verificación: Se analizarán distintos módulos con sus respectivas hojas de datos.
 - Validación: El prototipo final debe funcionar con la pantalla TFT táctil seleccionada.
- 1.2. El hardware deberá contar con un lector de tarjetas SD. [TPA-ERH-01-REQ002]
- Verificación: Se analizarán distintos módulos con sus respectivas hojas de datos.
 - Validación: El prototipo final deberá guardar los datos de una titulación en una memoria SD
- 1.3. El hardware deberá contar con un driver para un motor paso a paso Nema 17. [TPA-ERH-01-REQ003]
- Verificación: Se analizarán distintos módulos con sus respectivas hojas de datos.
 - Validación: El motor de la bomba deberá girar la cantidad de pasos que el software envía.
- 1.4. El hardware deberá contar con una entrada para un electrodo de pH. [TPA-ERH-01-REQ004]
- Verificación: Se analizarán distintos módulos con sus respectivas hojas de datos.
 - Validación: El prototipo deberá funcionar con un electrodo conectado.

2. Funciones

- 2.1. El usuario podrá elegir mediante la pantalla táctil los valores de tres muestras patrones (buffers) que se utilizarán en la calibración. [TPA-ERS-01-REQ001]
- Verificación: Se implementará un menu de navegación que permita esta configuración.
 - Validación: Se realizará un prueba de calibración.
- El usuario podrá elegir mediante la pantalla táctil el volumen de corte de la titulación. [TPA-ERS-01-REQ002]
- Verificación: Se implementará un menu de navegación que permita esta configuración.
 - Validación: Se realizará una titulación y se verificará si la cantidad de volumen inyectado se corresponde con el volumen de corte.

2.2. El usuario podrá elegir mediante la pantalla táctil si utilizar o no el agitador. Cuando el proceso de titulación comience, el agitador debe activarse si así lo indicó el usuario. [TPA-ERS-01-REQ003]

- Verificación: Se implementará un menú de navegación que permita esta configuración.
- Validación: El motor del agitador encenderá si la opción esta activada

2.3. El usuario podrá realizar mediante la pantalla táctil el proceso de calibración con cada uno de los tres buffers. [TPA-ERS-01-REQ004]

- Verificación: Se implementará un menú de navegación que permita la calibración.
- Validación: Se realizará una medición y se constatará con un instrumento patrón.

2.4. Los valores de potencial obtenidos en el proceso de la calibración se deben guardar en la memoria flash del ESP32. [TPA-ERS-01-REQ005]

- Verificación: Se implementará una función que realice el guardado en memoria.
- Validación: Se leerá los datos guardados luego de realizar un corte de energía al sistema.

2.5. El valor de pH se debe calcular de manera proporcional a la recta de ajuste de los valores de potencial obtenidos en la calibración. [TPA-ERS-01-REQ006]

- Verificación: Se implementará una función que calcule la recta de ajuste.
- Validación: Se realizará una medición y se constatará con un instrumento patrón.

2.6. El usuario podrá dar inicio al proceso de titulación mediante la pantalla táctil. [TPA-ERS-01-REQ007]


- Verificación: Se implementará una opción que permita dar inicio al proceso.
- Validación: Se hará una prueba de titulación.

2.7. Durante la titulación, la pantalla debe mostrar el valor actual leído en mV y en pH y una gráfica de pH en el eje de la ordenadas y de volumen de titulante añadido en el eje de las abscisas. [TPA-ERS-01-REQ008]

- Verificación: Se implementará una función que calcule y muestre los valores solicitados.
- Validación: Se hará una prueba de titulación.

2.8. Cada valor de volumen añadido junto al valor de potencial asociado durante el proceso de titulación deben almacenarse en un archivo de texto en la tarjeta sd. No es necesario que esto se haga en tiempo real. Al iniciar otro proceso de titulación, los datos de la titulación anterior serán eliminados. [TPA-ERS-01-REQ009]

- Verificación: Se implementará una función que realice el guardado en memoria.



FACULTAD
DE INGENIERIA

Universidad de Buenos Aires

Plan de proyecto de Trabajo final

Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos

Fernando Ezequiel Daniele

Tener en cuenta que en este contexto se pueden mencionar simulaciones, cálculos, revisión de hojas de datos, consulta con expertos, etc.

14. Comunicación del proyecto

El plan de comunicación del proyecto es el siguiente:

| PLAN DE COMUNICACIÓN DEL PROYECTO | | | | | |
|-----------------------------------|-----------|-----------|------------|----------------------|-------------|
| ¿Qué comunicar? | Audiencia | Propósito | Frecuencia | Método de comunicac. | Responsable |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

■ Validación: Se leeran los datos guardados de una titulación a través de una computadora.

2.9. Cada valor de volumen añadido junto al valor de potencial asociado durante el proceso de titulación deben mostrarse en una página web almacenada en la memoria flash. [TPA-ERS-01-REQ010]

■ Verificación: Se implementará una función que escriba los datos en una pagina web almacenada en memoria.

■ Validación: Se leerá la página web luego de realizar una titulación.

2.10. El usuario podrá acceder a la página web mediante una conexión wifi. No es necesario que esto se haga en tiempo real. [TPA-ERS-01-REQ011]

■ Verificación: Se mostrarán en pantalla los datos de conexión para que un usuario pueda acceder a la red mediante un dispositivo externo.

■ Validación: Se conectará una dispositivo a la red generada por el módulo wifi para acceder a la página web.

2.11. El sistema deberá ser capaz de leer y mostrar el potencial entregado por un electrodo de pH, con una resolución de 1 mV para la lectura del potencial y de 0.01 pH para su conversión a pH. Para ello se utilizará el conversor analógico de 12 bits incorporado en el ESP32. [TPA-ERS-01-REQ012]

■ Verificación: Se implementará una función que calcule el valor de pH y de potencial a través de la medición del ADC.

■ Validación: Se alimentará la entrada del ADC con una fuente de tensión regulable con una resolución mínima de 1 mV. Se variará la tensión de la fuente para abarcar el rango de 0 a 5 V.

2.12. El sistema deberá enviar pulsos de 10 ms de ciclo útil al pin step del módulo dvr8825. El tiempo mínimo de espera entre cada pulso debe ser de 1 segundo luego que la lectura de potencial se haya estabilizado. El sistema dejará de enviar los pulsos cuando se haya inyectado la cantidad de volumen indicada por el usuario como volumen de corte. [TPA-ERS-01-REQ013]

■ Verificación: Se implementará una función que envíe por un puerto digital la salida especificada.

■ Validación: Se conectará un osciloscopio al pin digital para medir la salida.


2.13. Cada pulso se corresponde con el incremento de TBD mL en la cantidad de volumen inyectado, comenzando por un nivel de 0 mL. [TPA-ERS-01-REQ014]

■ Verificación: Se implementará una función que realice el cálculo del volumen.

■ Validación: Se realizará la medición en comparación con un instrumento patrón.

3. Requisitos de Rendimiento

Página 18 de 21



FACULTAD
DE INGENIERIA

Universidad de Buenos Aires

Plan de proyecto de Trabajo final

Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos

Fernando Ezequiel Daniele

3.1. El sistema deberá ser capaz de realizar titulaciones que involucren una cantidad mínima de 50 ml

i-net PDFC comparison results from 07/08/2020

Page 18/21

15. Gestión de Compras

En caso de tener que comprar elementos o contratar servicios: a) Explique con qué criterios elegiría a un proveedor. b) Redacte el Statement of Work correspondiente.

16. Seguimiento y control

Para cada tarea del proyecto establecer la frecuencia y los indicadores con los se seguirá su avance y quién será el responsable de hacer dicho seguimiento y a quién debe comunicarse la situación (en concordancia con el Plan de Comunicación del proyecto).

El indicador de avance tiene que ser algo medible, mejor incluso si se puede medir en % de avance. Por ejemplo, se pueden indicar en esta columna cosas como “cantidad de conexiones ruteadas” o “cantidad de funciones implementadas”, pero no algo genérico y ambiguo como “%”, porque el lector no sabe porcentaje de qué cosa.

| SEGUIMIENTO DE AVANCE | | | | | |
|-----------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|--------------------|
| Tarea del WBS | Indicador de avance | Frecuencia de reporte | Resp. de seguimiento | Persona a ser informada | Método de comunic. |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

17. Procesos de cierre

Establecer las pautas de trabajo para realizar una reunión final de evaluación del proyecto, tal que contemple las siguientes actividades:

Página 16 de 17

3.2. de titular y una cantidad máxima de 100 ml. [TPA-ERS-01-REQ016]

■ Verificación: Se establecerán los límite en las funciones correspondientes.

■ Validación: Se realizará una titulación de 50 ml y otra de 100 ml.

4. Restricciones de Diseño

4.1. Se utilizará el módulo ESP32 como computadora principal. [TPA-ERS-01-REQ017]

■ Verificación: Se analizarán las hojas de datos del módulo.

■ Validación: El prototipo deberá funcionar con el módulo ESP32.

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 |
| Plan del proyecto | Director, cliente y colaboradores | Informar sobre inicio del proyecto | Una vez | Reunión virtual | Fernando Daniele |
| Grado de avance | Director | Informar y validar | Mensual | Correo electrónico | Fernando Daniele |
| Consultas | Colaboradores | Informar, buscar soluciones | Cuando sea necesario | Correo electrónico | Fernando Daniele |
| Problemas que pongan en peligro la ejecución del proyecto | Director | Brindar soporte y sugerencias | Cuando sea necesario | Reunión virtual o correo electrónico | Fernando Daniele |
| Finalización y cierre | Director y jurados | Informar, evaluar | Una vez | Correo electrónico | Fernando Daniele |

15. Gestión de Compras

Las compras necesarias para la fabricación del prototipo serán ejecutadas por el grupo GISAI bajo los proveedores y protocolos sugeridos por la UTN FRSECO.


Página 19 de 21

FACULTAD DE INGENIERIA
Universidad de Buenos Aires

Plan de proyecto de Trabajo final
Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos
Fernando Ezequiel Daniele

16. Seguimiento y control

| SEGUIMIENTO DE AVANCE | | | | | |
|-----------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|--------------------|
| Tarea del WBS | Indicador de avance | Frecuencia de reporte | Resp. de seguimiento | Persona a ser informada | Método de comunic. |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |



FACULTAD
DE INGENIERIA

Universidad de Buenos Aires

Plan de proyecto de Trabajo final

Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos

Fernando Ezequiel Daniele

■ Pautas de trabajo que se seguirán para analizar si se respetó el Plan de Proyecto original:
- Indicar quién se ocupará de hacer esto y cuál será el procedimiento a aplicar.

■ Identificación de las técnicas y procedimientos útiles e inútiles que se utilizaron, y los problemas que surgieron y cómo se solucionaron: - Indicar quién se ocupará de hacer esto y cuál será el procedimiento para dejar registro.

■ Indicar quién organizará el acto de agradecimiento a todos los interesados, y en especial al equipo de trabajo y colaboradores: - Indicar esto y quién financiará los gastos correspondientes.

| Tarea WBS | Indicador de avance | Frecuencia de reporte | Resp. de seguimiento | Persona a ser informada | Método de comunic. |
|-----------|---|-----------------------|----------------------|-------------------------|--------------------|
| 1 | Cantidad de componentes investigados y documentados | Mensual | Fernando Daniele | Director | Correo electrónico |
| 2 | Cantidad de diagramas diseñados | Mensual | Fernando Daniele | Director | Correo electrónico |
| 3 | Cantidad de componentes soldados / conectados | Mensual | Fernando Daniele | Director | Correo electrónico |
| 4 | Cantidad de funciones implementadas | Mensual | Fernando Daniele | Director | Correo electrónico |
| 5 | Cantidad de módulos calibrados | Mensual | Fernando Daniele | Director | Correo electrónico |
| 6 | Cantidad de ensayos y correcciones realizadas | Mensual | Fernando Daniele | Director | Correo electrónico |
| 7 | Cantidad de secciones escritas | Mensual | Fernando Daniele | Director | Correo electrónico |

17. Procesos de cierre

Al finalizar el proyecto, el responsable realizará una reunión final de evaluación que contemplará las siguientes actividades:

- Se compararán los tiempos reales de ejecución con los planificados.
- Se verificará si los requisitos solicitados por el cliente fueron totalmente cumplidos.
- Se identificará las técnicas y procedimientos útiles e inútiles que se utilizaron para cumplir cada una de las actividades propuestas.
- Se identificará cada problema o inconveniente que haya ocasionado un desvío en la ejecución normal del proyecto con sus respectivas soluciones.
- Se dará agradecimiento a todos los interesados, y en especial al equipo de trabajo y colaboradores.

