

Diseño y construcción de un Smart Plug

Autor

Ing. Mariano Mondani

Director del trabajo

Ing. Juan Manuel Cruz

Jurado propuesto para el trabajo

- **Ing. Federico Giordano Zacchigna (FIUBA)**
- **Ing Gustavo Alessandrini (INTI)**
- **Ing. Ramiro Alonso (FIUBA)**

Este plan de trabajo ha sido realizado en el marco de la asignatura Gestión de Proyectos entre abril y mayo de 2016.

Tabla de contenido

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

Registros de cambios

Revisión	Cambios realizados	Fecha
1.0	Creación del documento Se completaron los siguientes puntos: <ul style="list-style-type: none"> - Acta de constitución del proyecto. - Identificación y análisis de los interesados. - Propósito del proyecto. - Alcance del proyecto. - Supuestos del proyecto. - Requerimientos. - Entregables principales del proyecto. - Desglose del trabajo en tareas. 	30/03/2016
1.1	Correcciones propuestas por el Dr. Ing. Ariel Lutenberg en la sección "6. Desglose del trabajo en tareas".	02/04/2016
1.2	Se modificó la tarea 3.1 en el punto 6. Se completaron los siguientes puntos: <ul style="list-style-type: none"> - Diagrama de Activity On Node - Diagrama de Gantt - Matriz de uso de recursos materiales - Presupuesto detallado del proyecto - Matriz de asignación de responsabilidades 	09/04/2016
1.3	Correcciones propuestas por el Dr. Ing. Ariel Lutenberg en: <ul style="list-style-type: none"> - Acta de constitución del proyecto. - Matriz de asignación de responsabilidades 	11/04/2016
1.4	Se agregó el nombre del director del trabajo. Se completaron los siguientes puntos: <ul style="list-style-type: none"> - Gestión de riesgos. - Gestión de calidad. - Comunicación del proyecto. - Gestión de compras. - Seguimiento y control. - Procesos de cierre 	16/04/2016
1.5	Correcciones propuestas por el Dr. Ing. Ariel Lutenberg en: <ul style="list-style-type: none"> - Diagrama de Gantt - Matriz de uso de recursos materiales - Gestión de riesgos 	18/04/2016

Acta de Constitución del Proyecto

Buenos Aires, 30 de marzo de 2016

Por medio de la presente se acuerda con el Sr. Mariano Mondani que su Proyecto Final de la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos se titulará “Diseño y construcción de un Smart Plug”, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 hs de trabajo, con fecha de inicio miércoles 30 de marzo de 2016 y fecha de presentación pública miércoles 14 de diciembre de 2016.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Ariel Lutenberg
Director de la CESE-FIUBA

Claudio Bongiorno
Investigación y Desarrollo, X-28 Alarmas

Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Departamento	Puesto
Auspiciante	X-28 Alarmas	Dirección	-
Cliente	Claudio Bongiorno	Investigación y Desarrollo	Jefe de Área
Impulsor	Claudio Bongiorno	Investigación y Desarrollo	Jefe de Área
Responsable	Mariano Mondani	Investigación y Desarrollo	Ingeniero
Colaboradores	Norberto Vergani	Dirección	Director
	Claudio Bongiorno	Investigación y Desarrollo	Jefe de Área
	Pablo Marchant	Comercio Exterior	Jefe de Área
	Docentes CESE		
Orientadores	Norberto Vergani	Dirección	Director
	Claudio Bongiorno	Investigación y Desarrollo	Jefe de Área
Equipo	Mariano Mondani	Investigación y Desarrollo	Ingeniero
Opositores	-	-	-
Usuario Final	Clientes de X-28 Alarmas	-	-

Auspiciante: con la intención de ampliar la gama de productos de domótica comercializados por la empresa, está interesado en que el proyecto se complete en el tiempo establecido y está dispuesto a invertir para ayudar a lograrlo. Debido a ser una empresa que vende productos de seguridad, se pone especial atención en mantener el prestigio y la confianza que los clientes depositan en la empresa, por lo que son exigentes en cuanto a la calidad y confiabilidad del producto.

Cliente: presta especial atención al correcto diseño del hardware y a la integración del nuevo dispositivo a la ya existente línea de productos, tanto estética como funcionalmente. Es exigente con los tiempos y debe ser informado periódicamente acerca de los avances del proyecto.

Colaboradores: Norberto Vergani tiene una amplia experiencia tanto en el diseño de hardware con sistemas embebidos como con la programación del firmware. Se deben aprovechar especialmente sus conocimientos en este último tema.

Claudio Bongiorno cuenta con conocimientos en el diseño de hardware y a participado en la certificación de dispositivos para el control de cargas eléctricas. Sus sugerencias van a ayudar en el diseño del circuito impreso.

Pablo Marchant es el jefe de área de Comercio exterior, y va a ser el encargado de conseguir muchos de los componentes necesarios para el hardware. Acorde a su área, se preocupa especialmente por los costos, por lo que se debe establecer una comunicación fluida para evitar que el interés de reducir los mismos deteriore en algún modo las prestaciones del producto.

Usuario final: los clientes de X-28 Alarmas conocen a la empresa por sus productos relacionados con la seguridad. Para los productos de domótica, la empresa busca llegar a aquellas personas interesadas en agregar comfort a sus hogares. Debido a que la domótica no se relaciona con una necesidad básica (como sí lo hacen las alarmas y la seguridad) sino más bien a un deseo de comodidad, los clientes que buscan estos productos no son extremadamente sensibles al precio.

1. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto consiste en diseñar un dispositivo que enriquezca la gama de productos relacionados con la domótica que ofrece la empresa. Se busca lograr, por un lado, un producto que no sólo permita la automatización de una carga eléctrica, sino que también ayude a generar conciencia en el consumo eléctrico entre los usuarios. Por otro lado, a lo largo del proyecto, se buscará introducir prácticas de programación y periféricos de hardware que puedan ser reutilizados en otros proyectos y por lo tanto aumenten la base de conocimiento del sector de Investigación y Desarrollo.

La principal justificación del proyecto es la casi total inexistencia de este tipo de dispositivos en el mercado nacional. Si bien existen algunas soluciones comerciales en el exterior, las mismas son difíciles de comercializar en el país a un precio razonable. Además, en los últimos meses se evidenció que la preocupación por el consumo eléctrico ha ido en aumento, fomentada por su elevado costo. En este contexto, ofrecer un producto que no sólo permita automatizar los dispositivos eléctricos presentes en un hogar, sino que también ayude a conocer su consumo (generando así información para evidenciar gastos excesivos e innecesarios) hace pensar que será bien recibido entre los clientes.

Este proyecto comparte una prioridad similar al desarrollo de otros productos relacionados con la domótica que se están llevando a cabo en paralelo en el área de I+D. Todos estos proyectos tienen una prioridad menor que el desarrollo de nuevos productos y el mantenimiento de los ya existentes en el área de alarmas y monitoreo.

2. Alcance del proyecto

El proyecto incluye:

- El desarrollo de un prototipo funcional de hardware y software embebido, capaz de automatizar una carga y de medir sus parámetros eléctricos.
- Desarrollo de una aplicación para Android encargada de gestionar los Smart Plugs.
- Propuesta de un posible gabinete para el producto (mediante un render 3D), siguiendo los lineamientos estéticos de los productos actualmente ofrecidos por la empresa.

El proyecto no incluye:

- Desarrollo de un prototipo de fabricación del producto capaz de pasar las certificaciones necesarias para su comercialización.
- Port de la aplicación a otras plataformas móviles (como, por ejemplo, iOS).
- Fabricación del gabinete.
- Diseño del packaging para la comercialización del producto.

3. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- Se podrá diseñar e implementar el prototipo, logrando su correcto funcionamiento.

- No habrá dificultades para conseguir los componentes electrónicos necesarios.
- Se contará con los conocimientos necesarios para desarrollar la aplicación para dispositivos móviles. En caso de no contar con ciertos conocimientos, se los podrá investigar y aplicar satisfactoriamente.
- No se suspenderá el proyecto en favor del desarrollo de otros productos.

4. Requerimientos

1. Requerimientos de hardware
 - 1.1. Operar con cargas de 220 V, 50 Hz y hasta 5A. El encendido y apagado de la carga se realizará con un relay mecánico.
 - 1.2. Utilizar un front-end analógico monolítico para realizar el análisis de los parámetros eléctricos.
 - 1.3. Conectarse a la red hogareña mediante un módulo WiFi.
 - 1.4. Ofrecer una interfaz de usuario sencilla a nivel de hardware. Debe existir un único pulsador que permita conectar el Smart Plug a la red.
 - 1.5. Indicar el estado de funcionamiento del Smart Plug mediante un único led bicolor.
2. Requerimientos de software embebido
 - 2.1. Comunicación con el front-end analógico y obtención de los parámetros eléctricos.
 - 2.2. Conexión del módulo WiFi a la red mediante WPS (WiFi Protected Setup).
 - 2.3. Cada módulo debe tener un registro de la hora y la fecha actual, obtenida a través de un servidor NTP.
 - 2.4. Establecer un protocolo de comunicación entre los Smart Plugs y la aplicación móvil para intercambiar datos y configuraciones.
 - 2.5. Implementar el software en lenguaje C utilizando técnicas propias de los lenguajes orientados a objetos (herencia, polimorfismo, etc).
3. Requerimientos de la aplicación móvil
 - 3.1. Escanear la red en busca de los Smart Plugs presentes.
 - 3.2. Encender o apagar cada Smart Plug.
 - 3.3. Establecer un nombre para cada Smart Plug
 - 3.4. Programación horaria para el encendido y el apagado de la carga. Se pueden definir horarios distintos para cada día de la semana.
 - 3.5. Visualización de los valores actuales de potencia activa, tensión y energía consumida.
 - 3.6. Visualización, mediante gráficos, de la energía consumida por la carga en las últimas 24 hs, los últimos 30 días, etc.

5. Entregables principales del proyecto

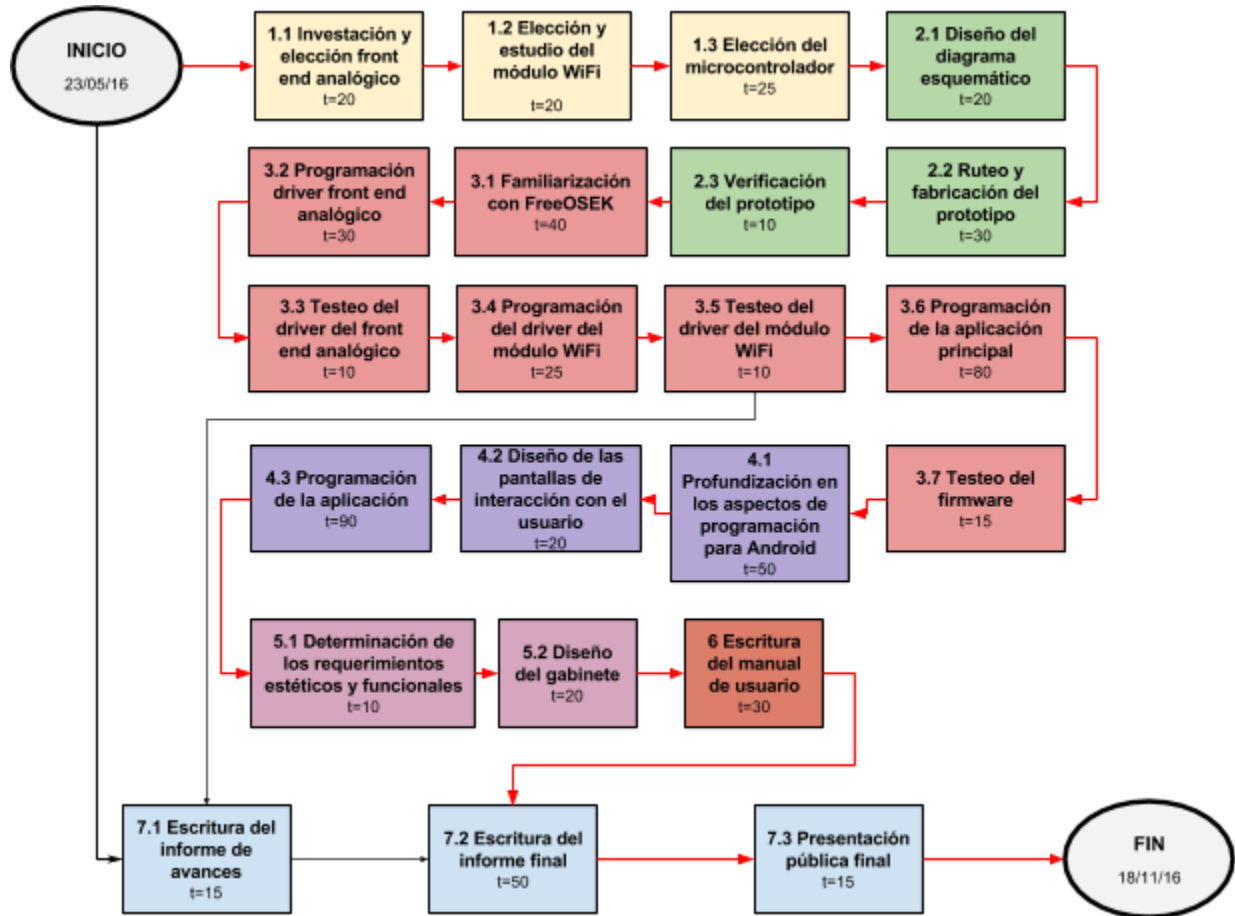
1. Prototipo funcional según requerimientos y diagrama esquemático
2. Aplicación para Android.
3. Render 3D del gabinete propuesto

4. Manual de usuario.
5. Informe de avance.
6. Memoria escrita del proyecto final al jurado.
7. Presentación pública y defensa del trabajo ante el jurado

6. Desglose del trabajo en tareas

1. Investigación preliminar (65 horas)
 - 1.1. Investigación acerca de posibles front-ends analógicos y elección de uno de ellos. (20 horas)
 - 1.2. Elección de módulo WiFi y estudio de las hojas de datos y notas de aplicación. (20 hs)
 - 1.3. Elección del microcontrolador a utilizar y familiarización con su características de hardware. (25 hs)
2. Desarrollo del hardware (60 horas)
 - 2.1. Diseño del diagrama esquemático y determinación del BOM (20 horas)
 - 2.2. Ruteo del PCB y Fabricación de un prototipo (30 horas)
 - 2.3. Verificación del prototipo (10 horas)
3. Desarrollo del firmware (230 horas)
 - 3.1. Familiarización con FreeOSEK (60 horas)
 - 3.2. Programación del driver para el front-end analógico. (30 horas)
 - 3.3. Testeo del driver del front end analógico. (10 horas)
 - 3.4. Programación del driver del módulo WiFi. (25 horas)
 - 3.5. Testeo del driver del módulo WiFi. (10 horas)
 - 3.6. Programación de la aplicación principal e integración con los drivers. (80 horas)
 - 3.7. Testeo del firmware (15 horas)
4. Diseño de la aplicación móvil para Android (160 horas)
 - 4.1. Profundización en los aspectos de programación para Android. (50 horas)
 - 4.2. Diseño de las pantallas con las que interactuará el usuario. (20 horas)
 - 4.3. Programación de la aplicación. (90 horas)
5. Modelado del gabinete (30 horas)
 - 5.1. Determinación de los requerimientos estéticos y funcionales. (10 horas)
 - 5.2. Diseño del gabinete. (20 horas)
6. Escritura del manual de usuario. (30 horas)
7. Presentación del proyecto (80 horas)
 - 7.1. Escritura del informe de avance (15 horas)
 - 7.2. Escritura del informe final (50 horas)
 - 7.3. Presentación pública final (15 horas)

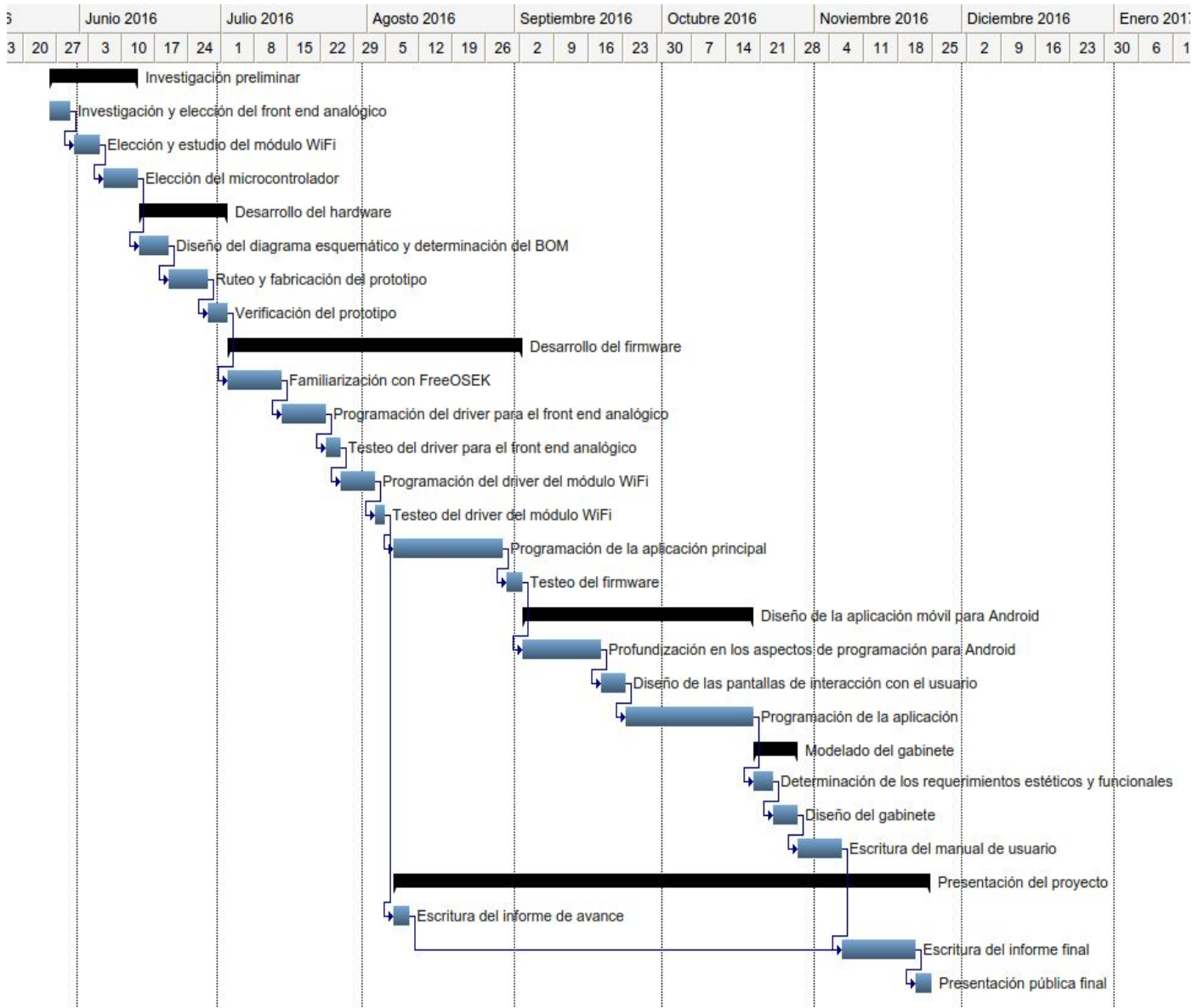
7. Diagrama de Activity On Node



Los tiempos están expresados en horas.

8. Diagrama de Gantt

EDT	Nombre	Duración	Inicio	Fin	Predecesoras
1	Investigación preliminar	65h	23/05/2016	10/06/2016	
1.1	Investigación y elección del front end analógico	20h	23/05/2016	27/05/2016	
1.2	Elección y estudio del módulo WiFi	20h	28/05/2016	02/06/2016	2
1.3	Elección del microcontrolador	25h	03/06/2016	10/06/2016	3
2	Desarrollo del hardware	15d	10/06/2016	28/06/2016	
2.1	Diseño del diagrama esquemático y determinación del BOM	20h	10/06/2016	16/06/2016	4
2.2	Ruteo y fabricación del prototipo	30h	16/06/2016	24/06/2016	6
2.3	Verificación del prototipo	10h	24/06/2016	28/06/2016	7
3	Desarrollo del firmware	52.5d	28/06/2016	27/08/2016	
3.1	Familiarización con FreeOSEK	40h	28/06/2016	09/07/2016	8
3.2	Programación del driver para el front end analógico	30h	09/07/2016	18/07/2016	10
3.3	Testeo del driver para el front end analógico	10h	18/07/2016	21/07/2016	11
3.4	Programación del driver del módulo WiFi	25h	21/07/2016	28/07/2016	12
3.5	Testeo del driver del módulo WiFi	10h	28/07/2016	30/07/2016	13
3.6	Programación de la aplicación principal	80h	01/08/2016	23/08/2016	14
3.7	Testeo del firmware	15h	24/08/2016	27/08/2016	15
4	Diseño de la aplicación móvil para Android	40d	27/08/2016	13/10/2016	
4.1	Profundización en los aspectos de programación para Android	50h	27/08/2016	12/09/2016	16
4.2	Diseño de las pantallas de interacción con el usuario	20h	12/09/2016	17/09/2016	18
4.3	Programación de la aplicación	90h	17/09/2016	13/10/2016	19
5	Modelado del gabinete	7.5d	13/10/2016	22/10/2016	
5.1	Determinación de los requerimientos estéticos y funcionales	10h	13/10/2016	17/10/2016	20
5.2	Diseño del gabinete	20h	17/10/2016	22/10/2016	22
6	Escritura del manual de usuario	30h	22/10/2016	31/10/2016	23
7	Presentación del proyecto	95d	01/08/2016	18/11/2016	
7.1	Escritura del informe de avance	15h	01/08/2016	04/08/2016	14
7.2	Escritura del informe final	50h	31/10/2016	15/11/2016	24,26
7.3	Presentación pública final	15h	15/11/2016	18/11/2016	27



9. Matriz de uso de recursos de materiales

Código WBS	Nombre de la tarea	Recursos requeridos (horas)		
		PC	Placa desarrollo microcontrolador	Dispositivo móvil
1	Investigación preliminar	50	-	-
2	Desarrollo del hardware	55	-	-
3	Desarrollo del firmware	175	165	-
4.1	Profundización de los aspectos de programación para Android	40	-	30
4.2	Diseño de las pantallas de interacción con el usuario	10	-	15
4.3	Programación de la aplicación	90	80	90
5	Modelado del gabinete	25	-	-
6	Escritura del manual de usuario	30	-	-
7	Presentación del proyecto	80	10	10
TOTAL		555	255	145

10. Presupuesto detallado del proyecto

Categoría	Detalle	Costo
Trabajo directo	655 horas a \$120/hora	\$ 78.600
Costos indirectos (30% del trabajo directo)		\$ 23.580
Materiales	Componentes electrónicos	\$ 10.000

Materiales	Fabricación del PCB	\$ 2.000
Materiales	Dispositivo móvil	\$ 5.000
	Costo total	\$ 119.180

11. Matriz de asignación de responsabilidades

Código WBS	Título de la tarea	Listar todos los nombres y apellidos y el rol definidos en el proyecto			
		Mariano Mondani Responsable	Claudio Bongiorno Cliente Impulsor Colaborador Orientador	Norberto Vergani Colaborador Orientador	Docente CESE Orientador
1	Investigación preliminar	P	A	I	I
2	Desarrollo del hardware	P	S	A	C
3	Desarrollo del firmware	P	S	A	C
4.1	Profundización de los aspectos de programación para Android	P	-	-	C
4.2	Diseño de las pantallas de interacción con el usuario	P	A	I	I
4.3	Programación de la aplicación	P	A	-	C
5	Modelado del gabinete	P	A	C	I
6	Escrita del manual de usuario	P	A	I	I
7	Presentación del proyecto	P	-	-	A

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

12. Gestión de riesgos

- ★ Riesgo 1: pérdida del prototipo del Smart Plug.
 - Severidad: 8 - Al contar con un único prototipo, en caso de producirse un daño irreparable, el proyecto se detiene hasta que se construya uno nuevo.
 - Probabilidad de ocurrencia: 4 - Se toman los recaudos necesarios para evitar dañar el prototipo y cualquier prueba que pueda poner en peligro el hardware es consultada con otras personas antes de ser llevada a cabo.
 - Tasa de no detección: 4 - Al realizarse algunas de las pruebas sobre el prototipo se puede pasar por alto alguna de las consecuencias de las mismas.
- ★ Riesgo 2: imposibilidad de conseguir componentes electrónicos clave.
 - Severidad: 7 - Los componentes de mayor importancia son el módulo WiFi, el front-end analógico y el microcontrolador. En caso de no conseguir los componentes elegidos, tanto el PCB como el firmware se verán seriamente afectados.
 - Probabilidad de ocurrencia: 3 - Se cuenta con varios proveedores, por lo que es difícil no conseguir un componente.
 - Tasa de no detección: 2 - Al momento de realizar la elección de los componentes se puede consultar los stocks de los mismos en los distintos proveedores.
- ★ Riesgo 3: retraso en la fabricación del PCB.
 - Severidad: 5 - Un retraso en la fabricación retrasaría el desarrollo del firmware y de la aplicación móvil.
 - Probabilidad de ocurrencia: 2 - De acuerdo a la experiencia que se tiene con el proveedor de PCBs, se concluye que en raras ocasiones se produjo un retraso y, en caso de ocurrir, fue un retraso de unos pocos días.
 - Tasa de no detección: 2 - Luego de realizar el pedido de muestras de los PCBs, se puede consultar periódicamente al fabricante para ir conociendo el estado del pedido.
- ★ Riesgo 4: aparición en el mercado de un producto de similares características y menos precio.
 - Severidad: 10 - Un competidor que fabrique sus propios Smart Plug o que los importe, y los comience a comercializar antes de estar completado este proyecto, puede provocar que el proyecto se suspenda hasta elaborar una nueva serie de requerimientos que pueda competir con el nuevo producto.
 - Probabilidad de ocurrencia: 4 - Hace ya varios años que los Smart Plug existen en el mercado exterior, y nunca se intentaron comercializar en el país. Es difícil que en el tiempo que lleve obtener un producto final a partir de este proyecto algún competidor decida comenzar a hacerlo.
 - Tasa de no detección: 6 - No se pueden conocer con mucha anticipación las decisiones de la competencia. Se puede intuir a partir de rumores que surjan, por ejemplo, del contacto con proveedores locales de componentes.
- ★ Riesgo 5: el proyecto queda suspendido frente a otros proyectos más prioritarios.
 - Severidad: 10 - Una decisión por parte del directorio que implique suspender este proyecto debido a que hay otros más prioritarios puede provocar que no se puedan cumplir con los plazos establecidos en esta planificación.

- Probabilidad de ocurrencia: 4 - Debido al fuerte interés de la empresa por ingresar en el mercado de la automatización hogareña, es difícil pensar que vaya a dejar de lado este proyecto.
- Tasa de no detección: 4 - A partir de las comunicaciones internas, es posible ir anticipando las decisiones del directorio en cuanto al destino del proyecto.

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

Riesgo	Severidad	Ocurren.	Detección	RPN	Severidad*	Ocurren.*	Detecc *	RPN*
1	8	4	4	128	4	2	1	8
2	7	3	2	42				
3	5	2	2	20				
4	10	4	6	240	3	4	6	72
5	10	4	4	160	5	4	4	80

Criterio adoptado:

- Se tomarán medidas de mitigación en los riesgos cuyos números de RPN sean mayores a 100.

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: Encargar varias muestras del PCB y armar por lo menos dos de estos.
 - Severidad: 4 - En caso de dañarse el primer prototipo, inmediatamente se lo puede reemplazar por otro. A pesar de esto, se los debe seguir tratando con cuidado y atención para evitar generar pérdidas de tiempo a otros miembros del equipo de desarrollo que se tengan que encargar de armar los prototipos.
 - Probabilidad de ocurrencia: 2 - Es difícil que, debido a un mal manejo, se dañe más de un prototipo.
 - Tasa de no detección: 1 - Al dañarse el primer prototipo, resultará evidente que se dañó.
- ★ Riesgo 4: Cambio en las especificaciones del producto.
 - Severidad: 3 - El mercado al que se orienta la empresa es el hogareño, pero ante la aparición de un competidor, se pueden modificar las especificaciones del equipo, para que pueda cumplir su objetivo de automatización en ambientes industriales.
 - Probabilidad de ocurrencia: 4 - El plan de mitigación no afecta la probabilidad de ocurrencia.
 - Tasa de no detección: 6 - El plan de mitigación no afecta la tasa de no detección.
- ★ Riesgo 5: continuar con el proyecto fuera del horario laboral con el objetivo de, por lo menos, completar la Carrera de Especialización.
 - Severidad: 5 - La severidad podría ser más alta, si se considera este proyecto como un proyecto únicamente de la empresa. Sin embargo, tiene un valor más bajo ya que el

continuar con el proyecto fuera del horario laboral, permite completar con éxito, por lo menos, la Carrera de Especialización.

- Probabilidad de ocurrencia: 4 - El plan de mitigación no afecta la probabilidad de ocurrencia.
- Tasa de no detección: 4 - El plan de mitigación no afecta la tasa de no detección.

13. Gestión de la calidad

- ★ Requerimiento #1.1. Operar con cargas de 220 V, 50 Hz y hasta 5A. El encendido y apagado de la carga se realizará con un relé mecánico.
 - Verificación: los front-end analógicos encargados de medir los parámetros eléctricos de la carga y su consumo necesitan adaptar las señales de corriente y de tensión. Para esto se pueden usar, por ejemplo, transformadores. Se elegirán, de acuerdo a las hojas de datos, los transformadores que permitan alcanzar estos requerimientos.
 - Validación: colocar una carga que consuma 5A con una tensión de 220V, comprobando el correcto funcionamiento del equipo.
- ★ Requerimiento #1.2: Utilizar un front-end analógico monolítico para realizar el análisis de los parámetros eléctricos.
 - Verificación: se estudiarán las hojas de datos para elegir el circuito integrado que mejor se adapte a las necesidades del producto: rango de tensión y corriente a medir, parámetros medidos, interfaz de comunicación con el microcontrolador, etc.
 - Validación: comprobar mediante el uso de los drivers desarrollados que los parámetros de interés descritos en la hoja de datos del front-end elegido son reales.
- ★ Requerimiento #1.3: Conectarse a la red hogareña mediante un módulo WiFi.
 - Verificación: se estudiarán las hojas de datos de diversos módulos WiFi, eligiendo aquel que permita una interacción sencilla con el usuario y que facilite su configuración.
 - Validación: crear una red WiFi de pruebas y realizar todo el proceso de configuración del equipo para confirmar que se conecta exitosamente a la red.
- ★ Requerimiento #1.4: Ofrecer una interfaz de usuario sencilla a nivel de hardware. Debe existir un único pulsador que permita conectar el Smart Plug a la red.
 - Verificación: uno de las características que debe informar la hoja de datos del módulo WiFi elegido es la de WPS (WiFi Protected Setup). Es una función que permite conectar un dispositivo a una red WiFi de forma sencilla. Este proceso debe ser disparado en el módulo presionando un botón.
 - Validación: disparar el proceso de configuración mediante WPS tanto en el prototipo como en el router WiFi y comprobar que el equipo se conecta satisfactoriamente a la red WiFi.
- ★ Requerimiento #1.4: Indicar el estado de funcionamiento del Smart Plug mediante un único led bicolor.

- Verificación: diseñar el firmware para, a través de un led bicolor, informar todos los estados de funcionamiento del equipo: desconectado, buscando una red, conectado, no hay red disponible, etc.
- Validación: realizar pruebas que hagan que el dispositivo atravesara todos los estados de funcionamiento por los que puede pasar y comprobar que las indicaciones a través del led bicolor sean claras.
- ★ Requerimiento #2.1: Comunicación con el front-end analógico y obtención de los parámetros eléctricos.
 - Verificación: el front-end analógico elegido debe tener una interfaz de comunicación que le permita al microcontrolador acceder a las mediciones de los parámetros eléctricos.
 - Validación: mediante un firmware de prueba, se testeará la comunicación con el módulo y la obtención de las mediciones.
- ★ Requerimiento #2.2: Conexión del módulo WiFi a la red mediante WPS (WiFi Protected Setup).
 - Verificación: el módulo WiFi elegido debe soportar esta funcionalidad.
 - Validación: disparar el proceso de WPS a través del driver desarrollado para el módulo WiFi y comprobar que el dispositivo se conecta a la red WiFi.
- ★ Requerimiento #2.3: Cada módulo debe tener un registro de la hora y la fecha actual, obtenida a través de un servidor NTP.
 - Verificación: como parte de la aplicación principal, el dispositivo debe establecer una comunicación con un servidor NTP para obtener la hora actual. Esta hora se irá actualizando de forma local en el microcontrolador.
 - Validación: obtener la fecha y la hora de un servidor NTP usando el módulo WiFi y comprobar que se actualiza localmente de forma correcta (tanto hora como fecha).
- ★ Requerimiento #2.4: Establecer un protocolo de comunicación entre los Smart Plugs y la aplicación móvil para intercambiar datos y configuraciones.
 - Verificación: se debe programar ambos extremos de la comunicación: “lado firmware” y “lado aplicación de Android”.
 - Validación: comprobar que los datos y las configuraciones que son intercambiados entre el firmware y la aplicación de Android son enviados y recibidos de forma correcta.
- ★ Requerimiento #2.5: Implementar el software en lenguaje C utilizando técnicas propias de los lenguajes orientados a objetos (herencia, polimorfismo, etc).
 - Verificación: programar los distintos módulos de software usando aspectos propios de los lenguajes orientados a objetos, para favorecer el encapsulamiento, la reutilización de código y la claridad en la lectura del firmware.
 - Validación: se deben comprobar que los conceptos de herencia, polimorfismo, etc, están presentes en el código.
- ★ Requerimiento #3.1: Escanear la red en busca de los Smart Plugs presentes.

- Verificación: la aplicación tiene un botón que permita disparar un proceso de escaneo de la red WiFi. Es proceso debe provocar que cada Smart Plug conectado a la red envíe un mensaje a la aplicación para darse a conocer.
- Validación: en una maqueta con más de un prototipo de Smart Plug conectados a la misma red WiFi que el dispositivo móvil, la aplicación de Android debe ser capaz de reconocer a todos los Smart Plug conectados.
- ★ **Requerimiento #3.2: Encender o apagar cada Smart Plug.**
 - Verificación: la aplicación posee un botón asociado a cada Smart Plug identificado que permite encender o apagar la carga que maneja.
 - Validación: entre los Smart Plugs identificados se debe poder encender y apagar la carga que cada uno de ellos maneja.
- ★ **Requerimiento #3.3: Establecer un nombre para cada Smart Plug.**
 - Verificación: en la configuración de cada Smart Plug, dentro de la aplicación, debe estar la posibilidad de configurar su nombre. Este nombre será enviado al Smart Plug el cual lo debe almacenar en una memoria no volátil.
 - Validación: contando con por lo menos un Smart Plug identificado en la aplicación, usar esta última para configurar un nombre en el primero. Usar otro dispositivo móvil, que también tenga instalada la aplicación desarrollada, para comprobar que al escanear la red el dispositivo presenta el nombre configurado.
- ★ **Requerimiento #3.4: Programación horaria para el encendido y el apagado de la carga. Se pueden definir horarios distintos para cada día de la semana.**
 - Verificación: dentro de la configuración del Smart Plug en la aplicación de Android, debe haber una sección que permita configurar horarios de encendido y apagado para cada día de la semana.
 - Validación: configurar un determinado esquema de encendido y apagado para un Smart Plug y comprobar que sea respetado por el Smart Plug.
- ★ **Requerimiento #3.5: Visualización de los valores actuales de potencia activa, tensión y energía consumida.**
 - Verificación: en una vista de detalle de cada Smart Plug, se debe poder visualizar los parámetros eléctricos de la carga (tensión, corriente, potencia activa, energía consumida, etc).
 - Validación: ingresar en la vista de detalle de uno de los Smart Plugs identificados y comprobar los valores informados.
- ★ **Requerimiento #3.6: Visualización, mediante gráficos, de la energía consumida por la carga en las últimas 24 hs, los últimos 30 días, etc.**
 - Verificación: dentro de la vista de detalle de cada Smart Plug, se debe poder ingresar a una sección para visualizar los consumos de energía de las últimas 24 horas, 30 días, etc, mediante gráficos.
 - Validación: dejar un Smart Plug controlando una carga y midiendo su consumo durante varios días. Visualizar los gráficos en la aplicación de Android y comprobar que son consistentes con el consumo real de la carga.

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
Planeamiento	Ariel Lutenberg Claudio Bongiorno	Evitar errores en la planificación del proyecto	Una vez por semana hasta el 1/04/2016	E-mail o presencial	Mariano Mondani
Elección de componentes	Claudio Bongiorno Pablo Marchant	Informar acerca de los componentes elegidos para realizar su compra en el exterior	Por única vez	E-mail	Mariano Mondani
Avances en el diseño de hardware	Claudio Bongiorno Juan Manuel Cruz	Informar acerca del estado del hardware. Realizar consultas.	Cada una semana	E-mail o presencial	Mariano Mondani
Avances en la programación del firmware	Norberto Vergani Juan Manuel Cruz	Informar acerca del estado del firmware. Realizar consultas.	Cada dos semanas	E-mail o presencial	Mariano Mondani
Avances en la programación de la aplicación móvil	Norberto Vergani Juan Manuel Cruz	Informar acerca del estado de la aplicación móvil. Realizar consultas.	Cada dos semanas	E-mail o presencial	Mariano Mondani
Avances en el diseño del gabinete	Claudio Bongiorno	Acordar pautas de diseño para el gabinete	Por única vez	Presencial	Mariano Mondani

informe de avances	Juan Manuel Cruz Jurado	Informar acerca del estado general del proyecto	Por única vez	E-mail	Mariano Mondani
Memoria escrita del proyecto	Juan Manuel Cruz Jurado	Entrega de la memoria escrita del proyecto final	Por única vez	E-mail	Mariano Mondani
Proceso de cierre	Claudio Bongiorno Norberto Vergani	Dar cierre al proyecto	Por única vez	Presencial	Mariano Mondani

15. Gestión de Compras

Las compras de los componentes se realizan a través del departamento de Comercio Exterior de la empresa. Los componentes y las cantidades son informados a través de un e-mail y, una vez procesada la compra por Comercio Exterior, es revisada por el departamento de Desarrollo.

En la mayoría de los casos, el principal proveedor es Digikey (en situaciones particulares se recurre a Mouser).

Si se utilizan componentes de la marca Microchip (como es posible que sea el módulo de WiFi) se recurre a Ibars Electronics, el cual provee a la empresa de la mayoría de los productos de Microchip a un precio menor que Digikey.

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	Listado de los componentes elegidos	Por única vez	Claudio Bongiorno	Juan Manuel Cruz	E-mail
2.1	Cantidad de módulo de hardware diseñados	Al finalizar cada módulo	Claudio Bongiorno	Norberto Vergani Juan Manuel Cruz	E-mail
2.2	Entregable: PCB fabricado y montado	Al finalizar la fabricación	Claudio Bongiorno	Norberto Vergani	E-mail

2.3	Cantidad de pruebas realizadas sobre el prototipo	Al finalizar las pruebas	Claudio Bongiorno	Norberto Vergani Juan Manuel Cruz	E-mail
3.1 a 3.5	Cantidad de drivers programados y pruebas realizadas	Al finalizar cada driver	Claudio Bongiorno	Norberto Vergani Juan Manuel Cruz	E-mail
3.6 a 3.7	Cantidad de tareas implementadas en el RTOS	Cada dos semanas	Claudio Bongiorno	Norberto Vergani Juan Manuel Cruz	E-mail
4	Cantidad de funcionalidades implementadas	Cada dos semanas	Claudio Bongiorno	Norberto Vergani Juan Manuel Cruz	E-mail
5	Entregable: propuesta del diseño del gabinete	Al finalizar el diseño del gabinete	Claudio Bongiorno	Juan Manuel Cruz	E-mail
6	Entregable: manual de usuario	Al finalizar el borrador del manual	Claudio Bongiorno	Norberto Vergani	E-mail
7.1	Entregable: informe de avances	Al finalizar el informe	Claudio Bongiorno	Juan Manuel Cruz Jurado	E-mail
7.2	Cantidad de secciones escritas	Al finalizar el informe	Claudio Bongiorno	Juan Manuel Cruz Jurado	E-mail
7.3	Entregable: presentación	Fecha de presentación pública	Claudio Bongiorno	Juan Manuel Cruz Jurado	E-mail

17. Procesos de cierre

★ Pautas de trabajo que se seguirán para analizar si se respetó el Plan de Proyecto original

- ☐ Encargado: Mariano Mondani
- ☐ Se revisará el plan de trabajo y se revisará punto por punto el cumplimiento de los requerimientos y objetivos.
- ☐ Se revisará el diagrama de Gantt y se analizarán las demoras que pudieran aparecer.
- ☐ Se pedirá la opinión de los auspiciantes y del cliente para discutir el grado de satisfacción con el resultado del proyecto.
- ★ Identificación de las técnicas y procedimientos útiles e inútiles que se utilizaron, y los problemas que surgieron y cómo se solucionaron
 - ☐ Encargado: Mariano Mondani
 - ☐ Se realizará una reunión con los auspiciantes y los colaboradores de la empresa.
 - ☐ A partir de la memoria escrita se discutirán las técnicas usadas tanto en el desarrollo del hardware como del software.
 - ☐ Se analizará cuáles de estas técnicas puede ser incorporada a la base de conocimiento del sector de Desarrollo para aplicar en futuros proyectos.
 - ☐ Se plantearán los problemas que surgieron durante el proyecto y se discutirá si las soluciones implementadas fueron las más convenientes.
- ★ Acto de agradecimiento a todos los interesados, y en especial al equipo de trabajo y colaboradores
 - ☐ Encargado: Mariano Mondani
 - ☐ Se escribirá un agradecimiento a los auspiciantes y a los colaboradores en la memoria del proyecto.
 - ☐ Se enviará la presentación y la memoria del proyecto a los auspiciantes y colaboradores, expresando el profundo agradecimiento hacia ellos.