



**FACULTAD
DE INGENIERIA**

Universidad de Buenos Aires

Diseño de un indicador de peso de gama media

Autor:

Sanchez Gonzalo Daniel

Director:

Ezequiel Marengo (Sipel S.R.L.)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos
entre el 23 de octubre de 2020 y el 13 de octubre de 2020.*

Índice

Registros de cambios	3
Acta de constitución del proyecto.	4
Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar	5
Identificación y análisis de los interesados.	7
1. Propósito del proyecto.	7
2. Alcance del proyecto	7
3. Supuestos del proyecto.	8
4. Requerimientos	8
Historias de usuarios (<i>Product backlog</i>)	10
5. Entregables principales del proyecto	10
6. Desglose del trabajo en tareas	11
7. Diagrama de Activity On Node	12
8. Diagrama de Gantt.	14
9. Matriz de uso de recursos de materiales	16
10. Presupuesto detallado del proyecto	18
11. Matriz de asignación de responsabilidades	18
12. Gestión de riesgos.	19
13. Gestión de la calidad	21
14. Comunicación del proyecto	24
15. Gestión de compras.	26
16. Seguimiento y control.	26
17. Procesos de cierre.	28

Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
1.0	Creación del documento	23/10/2020
1.1	Se agregan historias de usuario y se corrigen observaciones a la primer entrega	13/11/2020
1.2	Se agregan secciones 7 a 11	22/11/2020
1.3	Se agregan secciones 12 a 17 Se corrigen observaciones realizadas a las versiones 1.1 y 1.2	03/12/2020
1.4	Se corrigen observaciones realizadas a la versión 1.3	06/12/2020

Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 23 de octubre de 2020

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Sanchez Gonzalo Daniel que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos se titulará “Diseño de un indicador de peso de gama media”, consistirá esencialmente en la selección de la tecnología adecuada, el diseño de los circuitos esquemáticos y la generación del código fuente necesario para el desarrollo de una nueva familia de indicadores y controladores de peso que reemplace a familia de indicadores de gama media que la empresa Sipel S.R.L. fabrica y comercializa actualmente. También se generará la documentación pertinente para realizar una transferencia tecnológica que le permita a la empresa el posterior mantenimiento o modificación del producto final. El código fuente generado será testado sobre un prototipo cuya construcción estará a cargo de la empresa o en su defecto sobre una plataforma de desarrollo (development kit) acorde a la tecnología seleccionada para el diseño. El proyecto tendrá un presupuesto preliminar estimado de 670 hs de trabajo y **\$826.000**, con fecha de inicio 23 de octubre de 2020 y fecha de presentación pública 11 de diciembre de 2021.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Ariel Lutenberg
Director posgrado FIUBA

Ivan Barenboim
Sipel S.R.L.

Ezequiel Marengo
Director del Trabajo Final

Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

En los recientes años la empresa Sipel S.R.L. comenzó a reemplazar su gama de indicadores de peso basados en procesadores de 8 bits por nuevos modelos basados en procesadores de 32 bits con el objetivo de ofrecer mayores prestaciones y a menor costo. Durante este proceso se diseñaron y lanzaron al mercado dos nuevos modelos de indicadores, el indicador de tope de gama “Onix” (<https://www.sipel.com.ar/es/producto/onix>) y el indicador de peso NEO (<https://www.sipel.com.ar/es/producto/neo>) como indicador de entrada de gama mientras que los indicadores de peso de gama media ORION y ATLAS aún están basados en procesadores de 8 bits y deben ser rediseñados.

Habiendo lanzado al mercado los equipos NEO y ONIX y se realizó un estudio de mercado con el cual la empresa ha concluido que el mercado de indicadores de baja gama o de entrada de gama (NEO) es un mercado poco competitivo y saturado por equipos de bajo costo principalmente provenientes de China. También se concluyó que estos equipos son poco requeridos en el mercado de pesaje industrial, el cual es el principal nicho de mercado de interés de la empresa. En este contexto la empresa plantea la necesidad de diseñar un nuevo equipo que fusione el costo competitivo de la línea de baja gama con las prestaciones de los equipos de media gama y así terminar de modernizar toda la familia de indicadores de peso de la empresa. De dicho estudio también se desprendió la necesidad de dotar a los nuevos dispositivos con funcionalidades de conexión Wi-Fi y funcionalidades IoT de crecientes demanda en el mercado.

Los indicadores de peso son instrumentos de medición que conectados a un receptor de carga conforman una balanza o instrumento de pesaje. Los receptores de carga normalmente se basan en celdas de carga las cuales son piezas metálicas con Galgas extensiométricas pegadas a ellas y que al sufrir una deformación mecánica por una fuerza aplicada varían la resistencia eléctrica de manera aproximadamente lineal a la fuerza aplicada. Todas las celdas de carga comerciales tienen aproximadamente el mismo rango de tensión de alimentación, similares impedancias de las galgas y por ende similares rangos señal de salida independientemente de su capacidad de peso (máxima fuerza aplicada admitida), lo que permite que un mismo indicador de peso debidamente diseñado pueda ser conectado diversas configuraciones de receptores de carga con diversas capacidades de peso máximo y distintas apreciaciones. De esta manera, el mismo equipo electrónico puede ser utilizado en diversas aplicaciones de pesaje industriales y/o comerciales según a qué tipo de receptor de carga sea conectado.

Genéricamente un indicador de peso digital tiene los siguiente bloques constitutivos:

- Una fuente regulada de tensión para alimentar las celdas de carga.
- Conversor análogo-digital para leer la señal proveniente de las celdas de carga (salida del puente).
- Microprocesador para convertir las cuentas de ADC a una magnitud expresada en unidades de peso (kilogramo comúnmente), manejo de display, teclado, comunicaciones, etc.
- Memoria no volátil para guardar los datos de calibración (cap. máx, incremento, cero y span) datos de configuración (configuraciones de puerto serie, etc) y totalizadores (peso total acumulado, cantidad de pesos registrados o número de ticket, etc).
- Display para mostrar la lectura del peso con indicadores de movimiento, de centro de cero y de tara tomada (indicadores obligatorios por ley en la República Argentina).

- Teclado que contiene al menos las teclas de toma de cero y de toma de tara y las que sean necesarias para la operatoria básica del equipo como ser su calibración (selección de capacidad máxima, selección de incrementó, toma de cero y toma span con pesas patrones) y configuraciones tales como parametrización del puerto serie.

En el caso particular del proyecto en cuestión, se pueden mencionar también los siguientes bloques adicionales:

- Puerto de comunicación serie (RS232/RS485) para múltiples propósitos como ser comunicación con impresoras de ticket, comunicación con PLC's (protocolo modbus RTU), envío de lectura de peso a PC (texto plano), etc.
- Modulo Wi-Fi para envío de información estadística a la nube o captura de peso en tiempo real desde software online o aplicación de escritorio.
- Puerto de expansión I2C para agregado de placa opcional de manejo de entradas/salidas de potencia para comando de diversos procesos de automatismo (sirenas en modos de alto/bajo/ok, procesos de embolsado de grano, proceso de dosificado, etc).
- Módulo opcional para uso de batería interna (control de carga).

En la Figura 1 se muestra un diagrama simplificado con los bloques mencionados

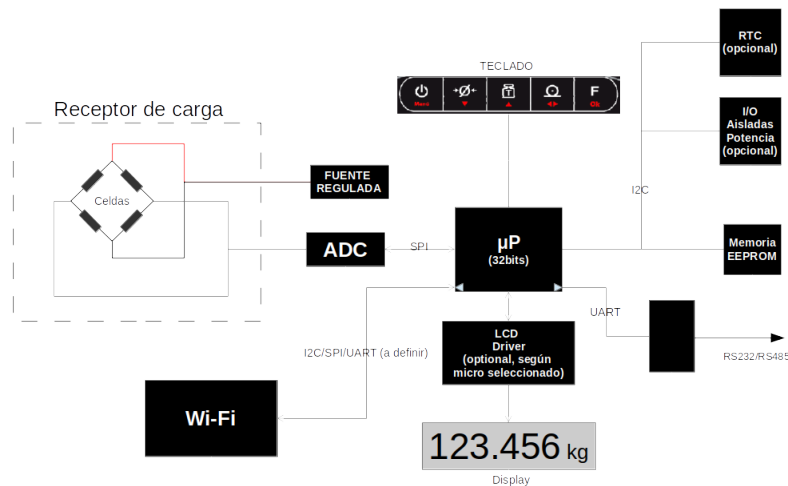


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema

Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Auspiciante			
Cliente	Ivan Barenboim	Sipel S.R.L.	CEO
Impulsor			
Responsable	Sanchez Gonzalo Daniel	FIUBA	Alumno
Colaboradores			
Orientador	Ezequiel Marengo	Sipel S.R.L.	Director Trabajo final
Equipo			
Opositores			
Usuario final			

1. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es asistir a la empresa Sipel S.R.L. en el desarrollo de un nuevo producto y nace de la necesidad por parte de la empresa de tercerizar parte del diseño electrónico de dicho desarrollo. Como resultado final del proyecto se pretende haber generado los esquemas electrónicos necesarios para la construcción de un prototipo, haber seleccionado las herramientas de desarrollo necesarias (compiladores, IDE, repositorios, etc.) con la documentación necesaria para su correcta instalación y uso y la generación del código fuente que se ejecute sobre el prototipo y cumpliendo con los requerimientos funcionales del futuro producto.

2. Alcance del proyecto

El presente proyecto prevé la ejecución de las siguientes tareas:

- Seleccionar los principales componentes como ser el microcontrolador, el módulo Wi-Fi, y el display a utilizar en el diseño.
- Confeccionar los circuitos esquemáticos del producto indicando los valores y/o números de partes de los componentes. El tipo de encapsulado de cada componente y/o su marca sólo será sugerido pero la selección final quedará a cargo del responsable del diseño de circuito impreso salvo casos donde dicha selección sea crítica y se especifique puntualmente.
- También se podrán indicar, sólo en caso de ser necesario, pautas para el diseño del PCB como ser impedancias características de pistas, distribución sugerida de los componentes por consideraciones de compatibilidad electromagnética o en caso de existir más de un PCB precauciones a tomar en el interconexión de los mismos.
- Desarrollo y testeado del código fuente del microprocesador y del módulo Wi-Fi en caso de seleccionarse un módulo programable.
- Generar la documentación correspondiente a los ítems anteriores.
- Generar una transferencia tecnológica que le permita a la empresa asimilar y reutilizar toda nueva tecnología que se emplee en el diseño.

Quedarán excluidas del proyecto y a cargo de Sipel S.R.L. las siguientes tareas:

- Diseño del/los circuito(s) impreso(s) y la selección final de los encapsulados de los componentes a utilizar salvo casos donde hayan sido expresamente indicados. Durante el diseño del PCB se podrá generar un proceso iterativo de revisión y rediseño de los esquemáticos siempre que sea necesario.
- Diseño estético y de gabinetería del equipo.
- Realizar los dos ítems anteriores con las consideraciones necesarias para que el equipo pueda aprobar satisfactoriamente los ensayos electromagnéticos requeridos para su aprobación legal.
- Realizar los ensayos metrológicos y de compatibilidad electromagnética necesarios para la aprobación legal del indicador así como también generar todos los expedientes legales requeridos a tal fin.
- Diseño del packaging del producto.
- Confección de manuales de usuario, guías rápidas de uso, etc.
- Diseño de toda placa auxiliar que interactúe con el equipo como ser entradas/salidas de potencia, módulos opto-aislados para protección de puerto serie, conversor RS232 a 4-20mA, etc.

3. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- La empresa Sipel S.R.L. proveerá todas las herramientas y materiales necesarios para la ejecución del proyecto incluyendo:
 - licencias de software.
 - placas o kits de desarrollo.
 - conversores de protocolo (Ejemplo USB to RS232), fuentes de alimentación, router Wi-Fi, etc.
- La empresa Sipel S.R.L. hará el uso necesario de sus recursos para cumplir sus obligaciones en el tiempo y forma pactados durante el desarrollo del proyecto.

4. Requerimientos

1. Costo

- 1.1. El producto (placa electrónica con display) deberá tener un costo menor o igual a U\$S 30.

2. Interfaz de usuario y conectividad

- 2.1. Teclado con 5 teclas multifunción cuyas funciones son Encendido/Apagado, puesta a cero, toma de tara, imprimir ticket, ingreso a menú, navegación.

- 2.2. Display LCD con 6 dígitos, indicador de nivel de batería, indicadores metrológicos (centro de cero, movimiento y tara tomada) e indicador de unidad de peso. Se deberá reutilizar el display utilizado actualmente en el equipo NEO.
- 2.3. Un puerto serie con interfaz RS232/RS485 seleccionable via jumpers, Baudrate configurable y líneas de handshake opcionales. El puerto serie podrá funcionar en las modalidades de transmisión continua del peso en formato ASCII con formato configurable, protocolo ModBus RTU esclavo, impresión de ticket para conexión a impresora de 32 líneas con formato configurable.
- 2.4. Conexión Wi-Fi con antena interna o externa según sea para gabinetes metálicos o plásticos. El módulo Wi-Fi podrá funcionar en modo access point que permitirá conectarse desde otro dispositivo para configurar parámetros de acceso a la red Wi-Fi y en modo cliente para el resto de las funciones.
- 2.5. Manejo vía bus I2C de placa auxiliar de entradas/salidas de potencia.
3. Fuente de energía
 - 3.1. El equipo se alimentará desde una fuente externa de 12Vcc.
 - 3.2. Opcionalmente el equipo podrá contar con una batería interna con capacidad para uso continuo de 8 horas.
 - 3.3. Durante el diseño del circuito esquemático se hará una evaluación de costos para definir si el circuito de control de carga de la batería se implementa dentro de la placa principal del equipo base o como una placa satélite opcional.
 - 3.4. No se implementará en el código fuente las funcionalidades de modo batería (nivel de batería, apagado automático de display, etc) debiendo implementarse en futuras revisiones a cargo de la empresa.
4. Ajustes metrológicos
 - 4.1. El equipo debe ser de clase III pudiendo manejar hasta 10.000 (diez mil) divisiones de display.
 - 4.2. El acceso al menú de ajuste metrológicos debe estar protegido con un jumper interno que requiera la rotura de un precinto legal para ser accedido.
 - 4.3. El menú de ajustes metrológicos debe permitir seleccionar la capacidad máxima del indicador, el incremento y el la cantidad de posiciones decimales. Si la elección de capacidad e incremento es tal que se superen las 10.000 divisiones el equipo debe dar señal de error.
 - 4.4. Este menú también debe permitir realizar las acciones de toma de cero de calibración y ajuste con peso patrón en hasta 3 puntos.
5. Almacenamiento de información
 - 5.1. El equipo debe contar con una memoria no volátil para almacenar los parámetros de ajustes metrológicos, parámetros de configuración y totalizadores.
 - 5.2. Todos los datos almacenados en dicha memoria deben estar protegidos con un CRC que garantice su integridad al ser recuperados. Si los valores de ajuste metrológicos se vieran comprometidos el equipo debe dar señal de error impidiendo su uso normal.
 - 5.3. Es de preferencia el uso de memorias de tecnología ferromagnética por sus casi infinitos ciclos de escritura.
6. Celdas de carga

- 6.1. El equipo debe admitir celdas de carga con relaciones excitación/señal de 1 mV/V, 2 mV/V y 3 mV/V.
 - 6.2. Debe contar con una fuente de tensión regulada de 5V con baja deriva térmica exclusiva para la excitación de las celdas de carga.
 - 6.3. Debe poder excitar hasta 12 celdas conectadas en paralelo de 750ohms cada una sin variaciones en su tensión de salida.
 - 6.4. Debe contar con una segunda salida de excitación regulada con un preset que permita la conexión y ecualización de dos celdas de carga. Para mas de dos celdas la ecualización se debe realizar mediante una caja de unión externa.
 - 6.5. Para la lectura de la señal de salida de las celdas se deberá utilizar el ADC *ADS1232* ya utilizado en otros diseños de la compañía por sus ya comprobadas prestaciones.
7. El equipo debe implementar las siguientes funciones:
- 7.1. Peso (función por defecto).
 - 7.2. Contador de piezas.
 - 7.3. Envasado con doble corte (requiere placa auxiliar de potencia).
 - 7.4. El código fuente se debe estructurar de manera tal que permita en un futuro agregar funciones de forma estructurada y sencilla.

Historias de usuarios (*Product backlog*)

- Como usuario deseo poder seleccionar entre diversos formatos de impresión del ticket o cargar un formato personalizado. 4 puntos.
- Como usuario o como técnico deseo poder imprimir un ticket que muestre los valores actuales de ajuste metrológico y configuración para visualizar valores que pueden estar en menús protegidos. 2 puntos.
- Como usuario deseo poder imprimir un ticket que muestre el valor de los totalizadores del equipo para auditar periódicamente la cantidad de material pesado y que cantidad de pesadas se realizaron. 1 punto.
- Como técnico o como auditor deseo poder visualizar un dígito extra (a la derecha) durante la realización de ensayos metrológicos para validar ensayos de movilidad, excentricidad, etc. 4 puntos.
- Como técnico deseo poder realizar el ajuste de cero y el ajuste de span en indistinto orden para facilitar los procesos de ajuste, especialmente aquellos con peso patrones de gran magnitud que requieran grúas u otras maquinas para su manipulación. 8 puntos.
- Como usuario deseo poder configurar los parámetros de la red Wi-Fi desde un dispositivo externo para que una vez configurado el equipo comience a utilizar los recursos de la red Wi-Fi. 16 puntos.

5. Entregables principales del proyecto

- Esquemáticos.

- Código fuente.
- Transferencia tecnológica. Compendio de archivos que permitirán a la empresa la rápida asimilación de los nuevos conocimientos y tecnologías incorporadas durante la realización del proyecto y que contendrá la información necesaria para la puesta en producción del desarrollo. La información puede estar sustentada en archivos de texto, imágenes y/o audiovisuales.

6. Desglose del trabajo en tareas

1. Planificación

- 1.1. Análisis requerimientos (16 hs)
- 1.2. planificación tareas (8 hs)
- 1.3. Documentar la planificación (8 hs)

2. Selección de arquitectura

- 2.1. Selección de microprocesador (24 hs)
- 2.2. Análisis de herramientas de desarrollo disponibles y sus costos (IDE, compilador, debugger, RTOS, suits o bibliotecas disponibles, etc.) (24 hs)
- 2.3. Selección modulo comunicación Wi-Fi (24 hs)
- 2.4. Selección kit(s) de desarrollo (8 hs)

3. Desarrollo sobre kit desarrollo.

- 3.1. Instalación entorno(s) de desarrollo (24 hs)
- 3.2. Pruebas de compilación ejemplos y debbuging (8 hs)
- 3.3. Planteo estructura tareas RTOS (32 hs)
- 3.4. Codificación rutinas lectura ADC (32 hs)
- 3.5. Codificación rutinas metrológicas (32 hs)
- 3.6. Codificación rutinas manejo puerto serie (16 hs)
- 3.7. Codificación rutinas impresión y transmisión continua (16 hs)
- 3.8. Codificación rutinas modbus RTU(24 hs)
- 3.9. Codificación rutinas atención de display y teclado (24 hs)
- 3.10. Codificación rutinas manejo módulo Wi-Fi modo access point(40 hs)
- 3.11. Codificación rutinas manejo módulo Wi-Fi transmisión de datos(40 hs)
- 3.12. Codificación rutinas menús de usuario (40 hs)
- 3.13. Codificación rutinas función peso(16 hs)
- 3.14. Codificación rutinas función contador de piezas(8 hs)
- 3.15. Codificación rutinas función envasado y manejo placa de potencia (24 hs)

4. Diseño electrónico

- 4.1. Diseño de esquemático(s) (32 hs)
- 4.2. Documentación información adicional para diseño PCB(8 hs)

5. Primer prototipo

- 5.1. Adaptación código fuente implementado en el kit para funcionar en el primer prototipo (32 hs)
- 5.2. Puesta en marcha del prototipo. Verificación de tensiones de alimentación. (4 hs)
- 5.3. Pruebas firmware en prototipo (8 hs)

6. Transferencia tecnológica

- 6.1. Redacción transferencia (40 hs)

7. Cierre del proyecto

- 7.1. Elaboración del informe final (64 hs)
- 7.2. Elaboración de la presentación (24 hs)

Cantidad total de horas: (670 hs)

7. Diagrama de Activity On Node

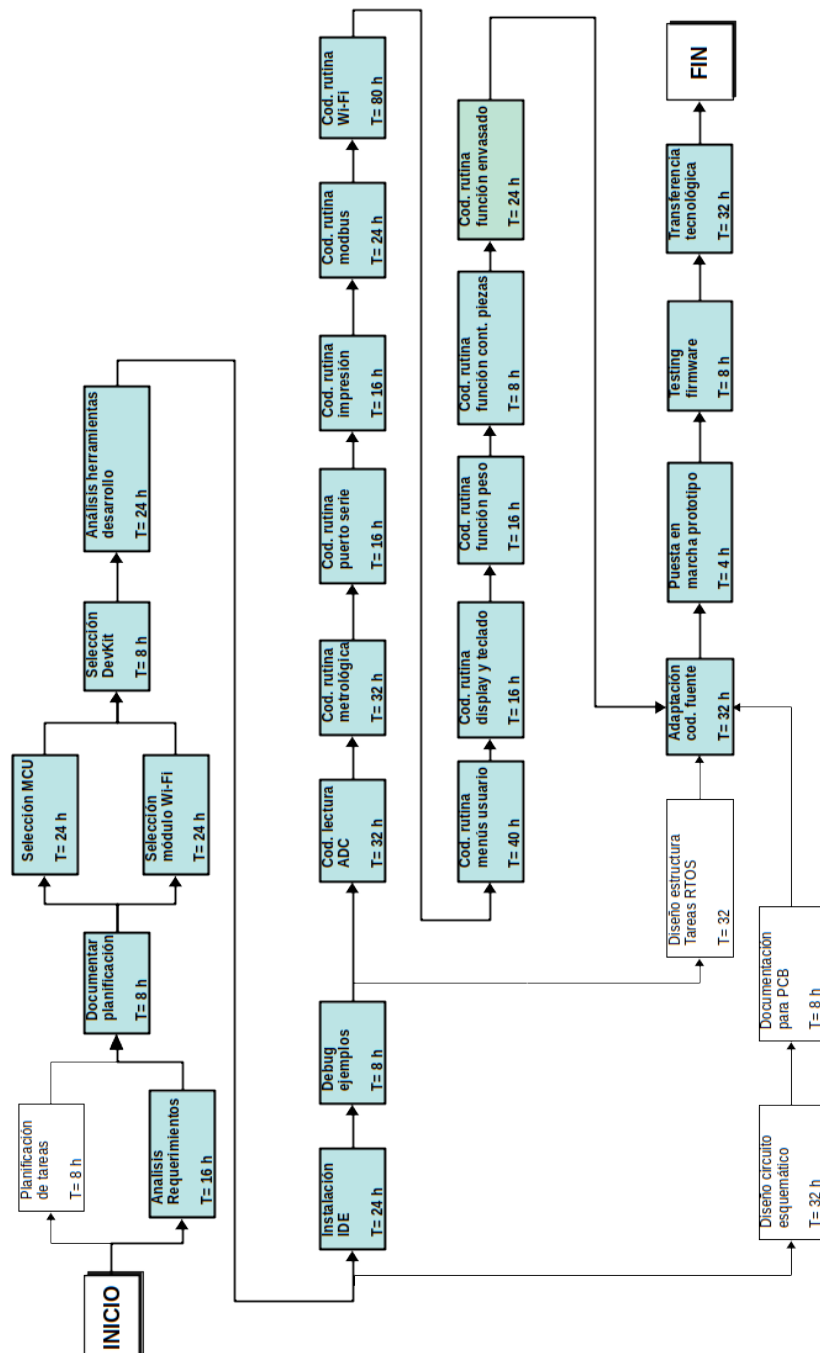


Figura 2. Diagrama en *Activity on Node*

8. Diagrama de Gantt

La Figura 3 muestra el diagrama de Gantt del proyecto con la planificación inicial de ejecución de las tareas. Para esta planificación se considero la siguiente carga horaria disponible para dedicar al proyecto:

1. Lunes a viernes: 2 horas diarias.
2. Sábados: 5 horas.
3. Domingos: No laborables.

La columna *work* de la figura indica la cantidad de días que conlleva cada tarea considerando la carga horaria detallada previamente y el porcentaje de dicha carga dedicada a cada tarea. Los números entre corchetes indican el porcentaje de tiempo dedicado a cada tarea que para las tareas ejecutadas en paralelo es menor a 100.

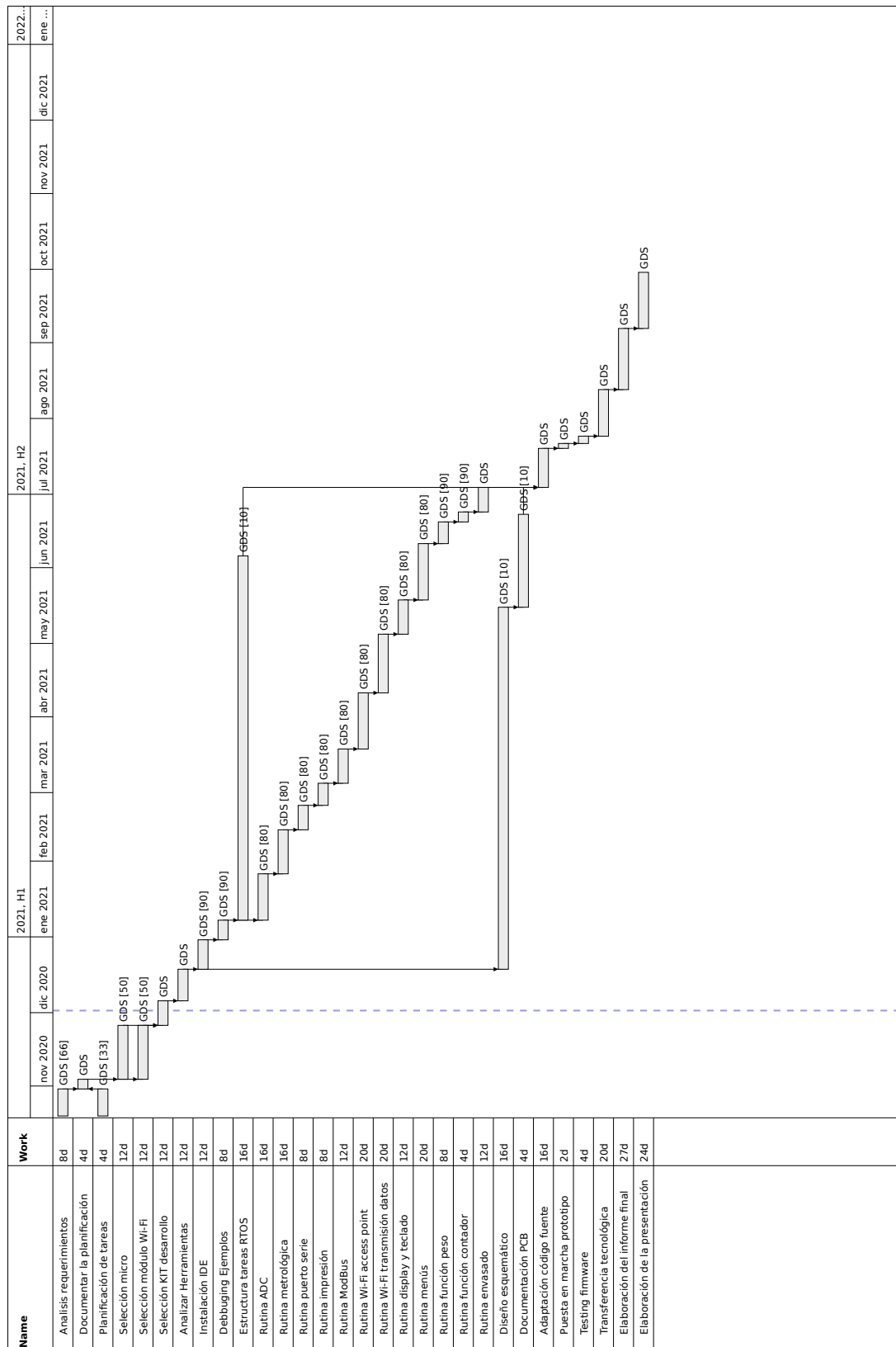


Figura 3. Diagrama de gantt

9. Matriz de uso de recursos de materiales

Código WBS	Nombre tarea	Recursos requeridos (horas)			
		PC	Kit desarrollo	Enrutador Fi-Fi	Prototipo
1	Análisis requerimientos	16			
2	Planificación tareas	8			
3	Documentar la planificación	8			
4	Selección de microprocesador	8			
5	Análisis de herramientas de desarrollo disponibles	24			
6	Selección modulo comunicación Wi-Fi	24			
7	Selección kit(s) de desarrollo	8			
8	Instalación entorno(s) de desarrollo	24			
9	Pruebas de compilación ejemplos y debbuging	8	8		
10	Planteo estructura tareas RTOS	32			
11	Codificación rutinas lectura ADC	32	32		
12	Codificación rutinas metrológicas	32	32		
13	Codificación rutinas manejo puerto serie	16	16		
14	Codificación rutinas impresión y transmisión continua	16	16		

Código WBS	Nombre tarea	Recursos requeridos (horas)			
		PC	Kit desarrollo	Enrutador Wi-Fi	Prototipo
15	Codificación rutinas modbus RTU	24	16		
16	Codificación rutinas atención de display y teclado	24	16		
17	Codificación rutinas manejo módulo Wi-Fi modo access point	40	40	40	
18	Codificación rutinas manejo módulo Wi-Fi transmisión de datos	40	40	40	
19	Codificación rutinas menús de usuario	40	40		
20	Codificación rutinas función peso	16	16		
21	Codificación rutinas función contador de piezas	8	16		
22	Codificación rutinas función envasado y manejo placa de potencia	24	24		
23	Diseño de esquemático	32			
24	Documentación información para diseño PCB	8			
25	Adaptación código fuente	32			32
26	Pruebas firmware en prototipo	8		8	8
27	Redacción transferencia	40			
28	Informe final	64			
29	Presentación	24			

10. Presupuesto detallado del proyecto

COSTOS DIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
PC	1	120000	120000
Enrutador Wi-Fi	1	4000	4000
Kit desarrollo	1	8000	8000
Horas hombre Ingeniería	670	1000	670000
SUBTOTAL			802000
COSTOS INDIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Servicio de internet	12	2000	24000
SUBTOTAL			24000
TOTAL			826000

11. Matriz de asignación de responsabilidades

Código WBS	Nombre de la tarea	Listar todos los nombres y roles del proyecto			
		Responsable Sanchez Gonzalo Daniel	Orientador Ezequiel Marengo	Equipo N/A	Cliente Ivan Barenboim
1	Análisis requerimientos	P			A
2	Planificación tareas	P	I		
3	Documentar la planificación	P	A-C		A
4	Selección de microprocesador	P	A		
5	Análisis de herramientas de desarrollo disponibles	P	A		
6	Selección modulo comunicación Wi-Fi	P	A		
7	Selección kit(s) de desarrollo	P	I		
8	Instalación entorno(s) de desarrollo	P			
9	Pruebas de compilación ejemplos y debbuging	P			
10	Planteo estructura tareas RTOS	P			
11	Codificación rutinas lectura ADC	P	C		
12	Codificación rutinas metroológicas	P	C		
13	Codificación rutinas manejo puerto serie	P			
14	Codificación rutinas impresión y transmisión continua	P			
15	Codificación rutinas modbus RTU	P	C		
16	Codificación rutinas atención de display y teclado	P			
17	Codificación rutinas manejo módulo Wi-Fi modo access point	P			
18	Codificación rutinas manejo módulo Wi-Fi transmisión de datos	P			
19	Codificación rutinas menús de usuario	P	C		
20	Codificación rutinas función peso	P	C		
21	Codificación rutinas función contador de piezas	P	C		
22	Codificación rutinas función envasado y manejo placa de potencia	P	C		
23	Diseño de esquemático	P	A-C		
24	Documentación información adicional para diseño PCB	P	A		
25	Adaptación código fuente	P			
26	Pruebas firmware en prototipo	P	A		A
27	Redacción transferencia	P	A		A

Referencias:

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

12. Gestión de riesgos

Riesgo	S	O	RPN	S*	O*	RPN*
Objeciones realizadas por el organismo regulador a funcionalidades del software que impliquen la no aprobación del expediente del producto. La ley metrológica Argentina es obsoleta y no contempla muchas de las características de los equipos actuales. Esto genera ambigüedades en los requerimientos para la aprobación de un nuevo instrumento quedando su resolución a criterio del organismo regulador. Es habitual que durante el proceso de aprobación estas objeciones impliquen cambios en el firmware.	3	8	24			
Fallas de diseño de circuito que impliquen susceptibilidad al ruido eléctrico o deriva térmica con el consiguiente riesgo de no superar los ensayos metrológicos de aprobación de modelo. La aprobación de un nuevo modelo implica aprobar ensayos de inmunidad electromagnética y ensayos metrológicos (movilidad, excentricidad, repetitividad, etc) realizados en una cámara térmica en todo el rango de temperatura de operación declarado en el expediente. La necesidad de instalaciones especiales y alto de costo de tercerizar estos ensayos los vuelven inviables de ser realizados durante el proceso de diseño.	9	4	36	9	2	18
Obsolescencia de componentes críticos como ser el procesador, el ADC, controlador de display etc. Es común que los fabricantes de semiconductores descontinúen la fabricación de componentes o de ciertos encapsulados de un componente. También es habitual que exista una gran oferta por parte de los distribuidores cuando los componentes están próximos a ser discontinuados incluso en ocasiones a menor precio que el habitual volviéndolos falsamente atractivos durante el proceso de selección.	9	5	45	9	1	9
Demoras en la fabricación de la placa del prototipo con el consiguiente retraso de todas las etapas que dependan de contar con un prototipo físico para ser ejecutadas. Principalmente se retrasará la validación del diseño que debe hacerse sobre el producto final y por ende se podría retrasar la puesta producción. Las demoras en la fabricación de un prototipo habitualmente suelen estar asociadas a que son procesos que se ejecutan por fuera de los procesos estándares de las empresas lo cual lo vuelve mas propenso a imprevistos. Un ejemplo es el tener que comprar componentes que no se encuentran dentro del sistema de stock de la compañía.	3	5	15			
Errores al documentar los requerimientos del proyecto que puedan implicar que no se implementen funcionalidades requeridas o que se implementen incorrectamente. Puede ocurrir por mala comunicación entre las partes involucradas o porque alguna de las partes supone que cierto requerimiento se sobreentiende y no es necesario aclararlo y/o documentarlo	8	8	56	4	4	16

- S: Severidad del riesgo previo al plan de mitigación.
- O: Posibilidad de ocurrencia previo al plan de mitigación.
- RPN: numero de prioridad de riesgo previo al plan de mitigación(El RPN se calcula como $RPN=S \times O$).
- S*: Severidad del riesgo posterior al plan de mitigación.
- O*: Posibilidad de ocurrencia posterior al plan de mitigación.
- RPN*: numero de prioridad de riesgo posterior al plan de mitigación.

Criterio adoptado: Se tomarán medidas de mitigación en los riesgos cuyos números de RPN sean mayores a 25.

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

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

Riesgo 1: N/A. Las correcciones a realizar suelen ser pequeñas con bajo costo de rediseño.

Riesgo 2: Para las partes del circuito que sean propensas a generar deriva térmica de la lectura se procurará seleccionar componentes de baja dispersión y rango de temperatura de trabajo igual o mayor al rango de temperatura de uso del equipo. También se consultarán las notas de aplicación provistas por el fabricante del ADC para una correcta selección de componentes y especialmente se tomarán como referencia diseños previos de comprobado desempeño.

En lo respectivo a la susceptibilidad electromagnética se procurará atenerse a las buenas prácticas de diseños de PCB con mayor atención en el diseño del stack del PCB, el trazado de las pistas de potencia y la ubicación de los componentes radiantes respecto del circuito de medición. Para el stack del PCB se utilizará un modelo de 4 capas con planos internos de GND y Vcc que generen caminos de retornos de las corrientes bien definidos. Para los elementos radiantes (bobinas de fuentes switching o módulo wi-fi) se seguirán cuidadosamente las recomendaciones de los fabricantes de componentes sobre el trazado de pistas y ubicación de los mismos.

Nueva posibilidad de ocurrencia = 2.

Riesgo 3: Para los componentes críticos se seleccionarán únicamente aquellos componentes cuyos fabricantes aseguren una longevidad no menor a 6 años y preferentemente aquellos que aseguren 10 o mas años de longevidad.

Nueva posibilidad de ocurrencia = 1.

Riesgo 4: N/A. Las demoras de este tipo usualmente pueden quedar enmascaradas en variaciones de tiempo de ejecución del proyecto.

Riesgo 5: Se revisarán los requerimientos registrados con todas las partes involucradas (área comercial, gerencia, área ingeniería) confirmando que no se haya omitido algún item. También se realizarán entregas parciales o demostraciones parciales durante el proceso de desarrollo para confirmar que las funcionalidades implementadas cumplan lo pretendido. De esta manera se minimiza la posibilidad de ocurrencia de malas interpretaciones. Por otro lado, de haber diferencias entre lo pretendido y lo implementado estas discrepancias deberían ser menores minimizando la severidad del problema.

Nueva posibilidad de ocurrencia = 4

Nueva severidad = 4

13. Gestión de la calidad

1. Costo

1.1. El producto (placa electrónica con display) deberá tener un costo menor o igual a U\$S 30.

- Verificación: Cotización de todos los componentes y procesos de producción.
- Validación: El costo de producción del prototipo puede servir de validación. En caso de que el costo resultante dependa sensiblemente de las cantidades producidas se validará con la producción de la primer tanda.

2. Interfaz de usuario y conectividad

2.1. Teclado con 5 teclas multifunción cuyas funciones son Encendido/Apagado, puesta a cero, toma de tara, imprimir ticket, ingreso a menú, navegación.

- Verificación: corroborando que el código fuente implementa las funciones indicadas para cada tecla.
- Validación: con demostraciones de funcionamiento en entregas parciales del código.

2.2. Display LCD con 6 dígitos, indicador de nivel de batería, indicadores metrológicos (centro de cero, movimiento y tara tomada) e indicador de unidad de peso. Se deberá reutilizar el display utilizado actualmente en el equipo NEO.

- Verificación: corroborando que el código fuente maneja todos los indicadores del display según lo requerido.
- Validación: con demostraciones de funcionamiento en entregas parciales del código.

2.3. Un puerto serie con interfaz RS232/RS485 seleccionable via jumpers, Baudrate configurable y líneas de handshake opcionales. El puerto serie podrá funcionar en las modalidades de transmisión continua del peso en formato ASCII con formato configurable, protocolo ModBus RTU esclavo, impresión de ticket para conexión a impresora de 32 líneas con formato configurable.

- Verificación: Simulaciones de uso transmitiendo datos a un programas tipo terminal e intercambiando datos con programas de simulación de Modbus (ejemplo Modscan).
- Validación: demostraciones de uso conectando el equipo a impresoras térmicas, dispositivos modbus y capturando el envío continuo de datos con alguno de los software de la compañía.

2.4. Conexión Wi-Fi con antena interna o externa según sea para gabinetes metálicos o plásticos. El módulo Wi-Fi podrá funcionar en modo access point que permitirá conectarse desde otro dispositivo para configurar parámetros de acceso a la red Wi-Fi y en modo cliente para el resto de las funciones.

- Verificación: conectado la PC al access point y abriendo la comunicación con un software terminal. En modo cliente abriendo la comunicación desde un programa terminal al IP asignado dentro de la red.
- Validación: Se pueden hacer demostraciones con los mismos métodos utilizados en la verificación.

2.5. Manejo vía bus I2C de placa auxiliar de entradas/salidas de potencia.

- Verificación: con funciones de debug que permitan leer y escribir los puertos de la placa de potencia. Las placas de potencia poseen LEDs que evidencian el estado de sus puertos no precisando otro hardware externo para estas pruebas. El cliente proveerá una placa de potencia para utilizar durante el desarrollo.
- Validación: Se validará junto con la demostración de los modos de automatismo que hacen uso de las entradas y salidas de potencia.

3. Fuente de energía

3.1. El equipo se alimentará desde una fuente externa de 12Vcc.

- Verificación: mediante la revisión del diseño de las etapas de las fuentes de alimentación
- Validación: Alimentando el prototipo con la fuente externa prevista para ser utilizada con el equipo.

3.2. Opcionalmente el equipo podrá contar con una batería interna con capacidad para uso continuo de 8 horas.

3.3. Durante el diseño del circuito esquemático se hará una evaluación de costos para definir si el circuito de control de carga de la batería se implementa dentro de la placa principal del equipo base o como una placa satélite opcional.

3.4. No se implementará en el código fuente las funcionalidades de modo batería (nivel de batería, apagado automático de display, etc) debiendo implementarse en futuras revisiones a cargo de la empresa.

Nota: Los ítems 3.2. , 3.3. , 3.4. verificarán y validarán simultáneamente.

- Verificación: verificando los costos con cotizaciones parciales durante el desarrollo y revisando los cálculos de consumo y diseño de la etapa de carga de batería.
- Validación: Con ensayos de autonomía de uso del prototipo alimentado con la batería.

4. Ajustes metrológicos

4.1. El equipo debe ser de clase III pudiendo manejar hasta 10.000 (diez mil) divisiones de display.

- Verificación: con funciones de debug que simulen la lectura de peso.
- Validación: mediante demostraciones de entregas parciales y durante los ensayos metrológico realizados al prototipo ya sea con un simulador de carga o conectado a un receptor de carga y peso patrones.

4.2. El acceso al menú de ajuste metrológicos debe estar protegido con un jumper interno que requiera la rotura de un precinto legal para ser accedido.

- Verificación: simulando el ingreso al menú con y sin el jumper colocado.
- Validación: mediante demostraciones de entregas parciales y durante procesos de ajuste realizados sobre el prototipo previo a la realización de ensayos metrológicos.

4.3. El menú de ajustes metrológicos debe permitir seleccionar la capacidad máxima del indicador, el incremento y el la cantidad de posiciones decimales. Si la elección de capacidad e incremento es tal que se superen las 10.000 divisiones el equipo debe dar señal de error.

- Verificación: simulando el ajuste del equipo con diversas combinaciones de capacidad e incremento.

- Validación: mediante demostraciones de entregas parciales y durante procesos de ajuste realizados sobre el prototipo previo a la realización de ensayos metrológicos.
- 4.4. Este menú también debe permitir realizar las acciones de toma de cero de calibración y ajuste con peso patrón en hasta 3 puntos.
- Verificación: con funciones de debug que simulen la lectura de peso y simulando el ajuste del equipo con 1, 2 y 3 puntos de peso patrón.
 - Validación: mediante demostraciones de entregas parciales y durante el proceso de ajuste realizados sobre el prototipo previo a la realización de ensayos metrológicos.
5. Almacenamiento de información
- 5.1. El equipo debe contar con una memoria no volátil para almacenar los parámetros de ajustes metrológicos, parámetros de configuración y totalizadores.
- 5.2. Todos los datos almacenados en dicha memoria deben estar protegidos con un CRC que garantice su integridad al ser recuperados. Si los valores de ajuste metrológicos se vieran comprometidos el equipo debe dar señal de error impidiendo su uso normal.
- 5.3. Es de preferencia el uso de memorias de tecnología ferromagnética por sus casi infinitos ciclos de escritura.
- Verificación: mediante funciones de debug que permitan recuperar los datos almacenados en la memoria y que permitan simular errores de CRC.
 - Validación: mediante demostraciones de entregas parciales donde apagando y encendiendo el prototipo se corrobore que los parámetros de ajuste y configuración se mantuvieron inalterados. También imprimiendo tiques con el resumen de los totalizadores y verificando que coincidan con las capturas de peso que se hayan hecho durante las demostraciones.
6. Celdas de carga
- 6.1. El equipo debe admitir celdas de carga con relaciones excitación/señal de 1 mV/V, 2 mV/V y 3 mV/V.
- 6.2. Debe contar con una fuente de tensión regulada de 5V con baja deriva térmica exclusiva para la excitación de las celdas de carga.
- 6.3. Debe poder excitar hasta 12 celdas conectadas en paralelo de 750ohms cada una sin variaciones en su tensión de salida.
- 6.4. Debe contar con una segunda salida de excitación regulada con un preset que permita la conexión y ecualización de dos celdas de carga. Para mas de dos celdas la ecualización se debe realizar mediante una caja de unión externa.
- 6.5. Para la lectura de la señal de salida de las celdas se deberá utilizar el ADC *ADS1232* ya utilizado en otros diseños de la compañía por sus ya comprobadas prestaciones.
- Verificación: Todos los requisitos para la conexión y uso de celdas de carga se verificarán mediante la revisión del diseño electrónico y los cálculos de componentes respectivos.
 - Validación: La conexión y uso de las celdas de carga se validará ensayando el prototipo conectado a diversos receptores de carga cada uno con distintos tipos y cantidades de celdas o en su defecto con simuladores de carga.
7. El equipo debe implementar las siguientes funciones:

- 7.1. Peso (función por defecto).
- 7.2. Contador de piezas.
- 7.3. Envasado con doble corte (requiere placa auxiliar de potencia).
- 7.4. El código fuente se debe estructurar de manera tal que permita en un futuro agregar funciones de forma estructurada y sencilla.
 - Verificación: los modos funciones se verificarán simulando el uso de cada una de ellas y de cada una de las funcionalidades asociadas. En el caso que alguna función o funcionalidad requiera el uso de alguna pieza de hardware de la cual no se disponga se hará uso de funciones de debug que simulen dicho hardware.
 - Validación: Todas las funciones se validarán haciendo ensayos de uso del prototipo realizados por personal de ingeniería involucrado en el proyecto y por personal técnico de la empresa ajeno al proyecto.

14. Comunicación del proyecto

El plan de comunicación del proyecto es el siguiente:

PLAN DE COMUNICACIÓN DEL PROYECTO					
¿Qué comunicar?	Audiencia	Propósito	Frecuencia	Método de comunicac.	Responsable
Avances en la selección de componentes o en el diseño del circuito esquemático	Jefe de ingeniería	validar requisitos de hardware y/o consensuar cambios en los mismos de ser necesario	cada 15 días	video llamada	Sanchez Gonzalo
Finalización del circuito esquemático	Equipo de electrónica del depto de ingeniería	Hacer un cierre de la etapa y fijar pautas para el diseño del PCB y fabricación de la placa prototipo por parte de la empresa	Por única vez	video llamada	Sanchez Gonzalo
Avances en el desarrollo del código fuente	Jefe de ingeniería	Realizar demostraciones y validaciones parciales de los requisitos de software y/o consensuar cambios en los mismos de ser necesario	cada 15 días	video llamada	Sanchez Gonzalo
Finalización del firmware	Equipo de electrónica del depto de ingeniería	Hacer un cierre de la etapa y fijar pautas para la realización de ensayos con la versión final del firmware sobre la placa prototipo	Por única vez	video llamada	Sanchez Gonzalo

PLAN DE COMUNICACIÓN DEL PROYECTO (continuación)					
¿Qué comunicar?	Audiencia	Propósito	Frecuencia	Método de comunicac.	Responsable
Entrega de transferencia tecnológica	Departamento de ingeniería y gerencia	Presentación del prototipo, demostraciones y cierre formal del proyecto	Por única vez	A consensuar. Podrá presencial o semi presencial dependiendo de las condiciones sanitarias públicas al momento del cierre del proyecto	Sanchez Gonzalo

15. Gestión de compras

Dpto. compras Sipel S.R.L.,

Se solicita la adquisición de un kit de desarrollo marca Spressif modelo ESP-WROVER-KIT-VE. Realizar la adquisición mediante compra en línea en los distribuidores www.mouser.com o www.digikey.com. Realizar la importación mediante servicio de currier cuyo tiempo promedio de entrega es de 15 días corridos. No se debe consolidar la compra del kit con otros productos para evitar demoras en la gestión de compras, envío o en el ingreso aduanero. En el distribuidor Mouser el producto está codificado como 356-ESPWROVER-KIT-VB. En el distribuidor Digikey el producto está codificado como 1904-1013-ND.

Saludos atte.,

Ing. Sanchez Gonzalo.

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.
1.1	Fecha de inicio	Única vez al comienzo	Sanchez Gonzalo Daniel	Ivan Barenboim, Ezequiel Marengo	email
2.1	Avance de las subareas	Mensual mientras dure la tarea	Sanchez Gonzalo Daniel	Ivan Barenboim, Ezequiel Marengo	email

SEGUIMIENTO DE AVANCE					
Tarea del WBS	Indicador de avance	Frecuencia de reporte	Resp. de seguimiento	Persona a ser informada	Método de comunic.
1	Plan de trabajo	Única vez	Sanchez Gonzalo	Director del proyecto y Cliente	email
2	Tabla comparativa con prestaciones vs. costo de microprocesadores y módulos Wi-Fi preseleccionados.	semanal	Sanchez Gonzalo	Director de proyecto	Documento en línea compartido y video llamada
3	entregas parciales de código y demostraciones de módulos implementados	quincenal	Sanchez Gonzalo	Director de proyecto	repositorio GIT para la entrega de código y video llamadas para las demostraciones.
4	Entregas parciales de esquemáticos en formato PDF y entrega final de esquemáticos como proyecto de Altium. Actualizaciones de lista de materiales y documentos con pautas para diseño del PCB	Mensual	Sanchez Gonzalo	Director de proyecto	Los archivos esquemáticos se compartirán vía Google Drive mientras que las listas de materiales y pautas para diseño de PCB serán respectivamente hojas de datos y documentos de textos compartidos online.
5	entregas parciales de código y demostración de funcionalidades sobre prototipo	semanal	Sanchez Gonzalo	Director de proyecto	repositorio GIT para la entrega de código y video llamadas para las demostraciones.

SEGUIMIENTO DE AVANCE(continuación)					
Tarea del WBS	Indicador de avance	Frecuencia de reporte	Resp. de seguimiento	Persona a ser informada	Método de comunic.
6	Entregas parciales de documentación	quincenal	Sanchez Gonzalo	Director proyecto y cliente	Documentos compartidos vía Google Drive
7	Entregas parciales de informe final y presentación para correcciones	Semanal	Sanchez Gonzalo		Documentos compartido vía Google Drive

17. Procesos de cierre

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

- Encargado: Gonzalo Daniel Sanchez.
- Al concluir el proyecto se realizará una reunión final del proyecto con los integrantes del área de ingeniería de Sipel SRL, el jefe del área Ezequiel Marengo, el jefe del área comercial Daniel Pluss y el gerente general de la firma Iván Brenboim.
- En esta reunión se evaluará el cumplimiento del Plan de Proyecto original contrastando las fechas y carga horaria planificadas para la ejecución de las distintas etapas y las respectivas fechas y horas reales. También serán analizados los requerimientos originales y comparados con el prototipo presentado y así determinar el grado de objetivos cumplidos.

Identificación de las técnicas y procedimientos útiles e inútiles que se utilizaron, y los problemas que surgieron y cómo se solucionaron:

- Encargado: Gonzalo Daniel Sanchez.
- Se entregará un breve informe escrito apoyado con una presentación oral y una proyección.
- Partiendo del análisis previamente realizado sobre las fechas y objetivos cumplidos, se recorrerán ítem por ítem señalando cuales fueron las causas de los retrasos y que fue lo permitió acelerar los tiempos en cada caso.
- También se realizará un breve análisis de como se podrían haber optimizado las tareas en las cuales se presentaron retrasos o excesos de horas invertidas.

Acto de agradecimiento a todos los interesados y colaboradores:

- Encargado: Gonzalo Daniel Sanchez
- Se agradecerá a la empresa por haberle confiado al responsable del presente proyecto el desarrollo del nuevo producto con el cual pretenden expandir su mercado.