

# **Dispositivo de adquisición de datos de procesos industriales y monitoreo con dispositivos móviles**

**Autor**

**Ing. Darino Marcos Andrés**

**Director del trabajo**

**Ing. Juan Manuel Cruz**

**Jurado propuesto para el trabajo**

- **Esp. Ing. Pablo Ridolfi (FIUBA)**
- **Esp. Ing. Eric Pernia (FIUBA)**
- **TBD por Juan Manuel Cruz**

Este plan de trabajo ha sido realizado en el marco de la asignatura gestión de proyectos entre octubre y diciembre de 2015.

## **Tabla de contenido**

- [Registros de cambios](#)
- [Acta Constitutiva](#)
- [1. Nombre del Proyecto](#)
- [2. Fecha de inicio y finalización del proyecto](#)
- [3. Presupuesto preliminar asignado](#)
- [4. Identificación y análisis de los interesados](#)
- [5. Propósito y Justificación del proyecto](#)
- [6. Objetivos](#)
- [7. Alcance del proyecto](#)
- [8. Supuestos y restricciones del proyecto](#)
- [9. Requerimientos](#)
- [10. Entregables principales del proyecto](#)
- [11. Desglose del trabajo en tareas](#)
- [12. Análisis de factibilidad](#)
- [13. Diagrama de Activity On Node](#)
- [14. Diagrama de Gantt](#)
- [15. Matriz de uso de recursos de materiales](#)
- [16. Presupuesto detallado del proyecto](#)
- [17. Matriz de asignación de responsabilidades](#)
- [18. Gestión de riesgos](#)
- [19. Gestión de la calidad](#)
- [20. Comunicación del proyecto](#)
- [21. Gestión de Compras](#)
- [22. Seguimiento y control](#)
- [23. Procesos de cierre](#)

## Registros de cambios

Revisión	Cambios realizados	Fecha
1.0	<p>Creación del documento</p> <p>Se completaron los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Acta Constitutiva</li> <li>● Nombre del Proyecto</li> <li>● Fecha de inicio y finalización del proyecto</li> <li>● Presupuesto preliminar asignado</li> <li>● Identificación y análisis de los interesados</li> <li>● Propósito y Justificación del proyecto</li> <li>● Objetivos</li> <li>● Alcance del proyecto</li> </ul>	2/11/2015
1.1	<p>Se modificó la fecha de inicio (Empezaba un sábado)</p> <p><u>Se completaron los siguientes puntos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Supuestos y restricciones del proyecto</li> <li>● Requerimientos</li> <li>● Entregables principales del proyecto</li> <li>● Desglose del trabajo en tareas</li> <li>● Análisis de factibilidad</li> <li>● Diagrama de Activity On Node</li> <li>● Diagrama de Gantt</li> <li>● Matriz de uso de recursos de materiales</li> <li>● Presupuesto detallado del proyecto</li> <li>● Matriz de asignación de responsabilidades</li> </ul>	11/11/2015
1.2	<p><u>Se modificó</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Gantt: Se agregaron los Hitos de la especialización de sistemas embebidos y se agregó la columna de EDT.</li> <li>● Se cambió la fecha de inicio (se buscó evitar el periodo de vacaciones).</li> </ul> <p><u>Se completaron los siguientes puntos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Gestión de riesgos</li> <li>● Gestión de la calidad</li> <li>● Comunicación del proyecto</li> <li>● Gestión de Compras</li> <li>● Seguimiento y control</li> <li>● Procesos de cierre</li> </ul>	16/11/2015
1.3	<p><u>Se modificó</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Alineación del texto</li> <li>● Aclaración de la palabra <i>Trello</i> en el texto</li> <li>● Matriz de asignación de responsabilidades</li> </ul>	18/11/2015

1.4	<p><u>Se modificó</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Faltas ortográficas</li></ul> <p><u>Se agregó las tareas de la especialización de sistemas embebidos en los siguientes puntos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Desglose del trabajo en tareas</li><li>● Diagrama de Activity On Node</li><li>● Matriz de asignación de responsabilidades</li><li>● Matriz de uso de recursos de materiales</li></ul>	29/11/2015
-----	--	------------

## **Acta Constitutiva**

Av. Andres Rolon 1107, 02/11/2015

Atte. Marcos Andrés Darino

De mi mayor consideración

Con el fin de realizar un dispositivo que ayude a automatizar procesos en la fabricación de planchas y secadores, se busca adquirir datos eléctricos y de temperatura mostrando los mismos en un dispositivo móvil. Se pretende reducir el uso de planillas y gastos que no aportan valor al cliente. Para ello se lo designa a usted como Responsable del proyecto “Dispositivo de adquisición de datos de procesos industriales y monitoreo con dispositivos móviles”, con un presupuesto total estimado de 600 horas hombre y 1000 dólares de materiales, con fecha tentativa de inicio 15-02-2016 y de finalización el 31-05-2016.

Se adjunta en la presente acta la planificación inicial.

Nicolás Piaggio, Laboratorio de electrónica.

### **1. Nombre del Proyecto**

Dispositivo de adquisición de datos de procesos industriales y monitoreo con dispositivos móviles

### **2. Fecha de inicio y finalización del proyecto**

15-02-2016 al 31-05-2016

### **3. Presupuesto preliminar asignado**

600 Horas hombre y 1000 dólares de materiales

### **4. Identificación y análisis de los interesados**

Rol	Nombre y Apellido	Departamento	Puesto
Auspiciante	Gama Italy – Arimex Importadora S.A	Dirección	-
Cliente	Nicolas Piaggio	Laboratorio de electrónica	Jefe de Electrónica y Tecnología
Impulsor	Gustavo Desivo	Ingeniería de Procesos	Gerente Corporativo de Ing. Proceso
Responsable	Marcos Andrés Darino	Laboratorio de electrónica	Proyectista Desarrollo de Electrónica
Colaboradores	Pablo Llull, Ignacio Truden	Laboratorio de electrónica	Proyectistas Desarrollo de Electrónica
Orientadores	Juan Manuel Cruz	Laboratorio de Sistemas Embebidos	Profesor Adjunto
Usuario Final	Gama Italy – Arimex Importadora S.A	Planta de San Isidro	-

Las principales características de cada interesado son:

**Auspiciante:** Es riguroso con los gastos, buscando amortizarlos en poco tiempo. Centrar la atención en los gastos no necesarios o que no aporten valor al producto final.

**Impulsor:** Siempre está buscando más oportunidades de mejoras. Fijar bien las metas del proyecto y documentar las oportunidades que queden pendientes para una próxima etapa.

**Colaboradores:** Poseen amplia experiencia en diseño de circuitos impresos. Pueden ser de gran aporte a la hora de realizar el diseño del equipo de adquisición de datos.

**Usuario Final:** Posee poco conocimiento técnico y no es delicado con el producto. Es necesario realizar un manual paso a paso del producto y concientizar sobre la delicadeza del mismo.

## **5. Propósito y Justificación del proyecto**

El propósito del proyecto es reducir las horas hombre en el proceso de armado de planchas y secadores, disminuyendo el costo que no aporta valor al producto final, logrando hacer más competitiva la fábrica local contra los productos importados.

La justificación de este proyecto es reducir la cantidad de trabajo en puestos sobresaturados y poder hacer trabajo de mantenimiento preventivo sobre dispositivos. Estas propuestas surgen de aplicar metodologías LEAN sobre la línea de armado. Las metodologías LEAN buscan eliminar desperdicios que no aportan valor al cliente y generan gastos a la gerencia.

Se utilizarán dispositivos móviles porque es muy intuitivo para los operarios.

## **6. Objetivos**

1. Automatizar el uso de planillas en la línea de armado y trabajos preventivos.
2. Mostrar en una forma gráfica el estado del dispositivo relevado.
3. El proyecto debe amortizarse como máximo en dos años.
4. Tiene que estar preparado para usarse en la planta de Brasil.
5. Debe finalizar en 6 meses, con un presupuesto de materiales en la etapa de desarrollo de 1000 dólares.
6. Debe adquirir datos de al menos tres puntos del proceso de armado. Los principales datos son temperatura, corriente y señales de 24 volts (encendido/apagado).

## **7. Alcance del proyecto**

El proyecto contempla:

- Un dispositivo que adquiera datos (temperatura y señales) del proceso de armado. El mismo debe adaptarse fácilmente a distintos puntos que solicite el área de proceso.
- Una aplicación genérica en dispositivos móviles con Android para la Industria. La misma debe mostrar en forma intuitiva los datos anteriormente expuestos.

- Un manual de usuario paso a paso, con los puntos más importantes.

El proyecto no contempla:

- Una red entre los dispositivos.
- La instalación en campo, solo el desarrollo de la tecnología.

## **8. Supuestos y restricciones del proyecto**

Hay disponible tensión de línea en donde se va a utilizar el dispositivo y dicha tensión es estable. La conexión es de un equipo por vez. Dejando pendiente una oportunidad de mejora para un próximo proyecto.

No puede interferir con el funcionamiento normal del dispositivo a medir.

No soporta golpes o maltratos. Se considera que el equipo será utilizado por personal calificado.

Hay lugar físico para incluir el equipo de adquisición de datos en el dispositivo a medir.

La aplicación va a ser utilizada en dispositivos con sistema operativo Android.

## **9. Requerimientos**

1. Normas eléctricas
  - 1.1. Normas de seguridad eléctrica para no afectar la salud del operario
  - 1.2. Debe estar bien identificado donde hay alta tensión
2. Equipo de adquisición de datos
  - 2.1. Debe ser sencillo de aplicar a distintos dispositivos
  - 2.2. Debe poder funcionar en 220 Volts y 110 Volts
  - 2.3. Debe medir temperatura
  - 2.4. Debe medir señales de 24V
  - 2.5. Debe medir corriente
3. Aplicación en dispositivo móvil
  - 3.1. Debe mostrar de forma dinámica el estado del dispositivo
  - 3.2. Debe poseer alarmas configurables
  - 3.3. Debe ser sencillo de aplicar a distintos dispositivos
4. Manual de usuario
  - 4.1. Debe mostrar el conexionado del equipo de adquisición de datos, con un ejemplo puntual
  - 4.2. Debe mostrar los pasos básicos para ver los datos de un dispositivo, con un ejemplo puntual



Los requerimientos del punto uno son de alta prioridad debido a que un incumplimiento de los mismos puede ocasionar un siniestro en el personal o una multa a la compañía. Los mismos fueron establecidos por recomendaciones del departamento de certificaciones y seguridad de planta.

Los requerimientos de los puntos dos y tres tienen prioridad media. Estos fueron establecidos en reuniones con los interesados.

Los requerimientos del punto cuatro son de prioridad baja y pueden ser reemplazados por charlas de capacitación al personal en una primera instancia. Es importante detallar que sin el manual de usuario el equipo puede ser dañado fácilmente, con lo que este punto no considera eliminarlo.

## **10. Entregables principales del proyecto**

El proyecto cuenta con los siguientes entregables:

- Equipo de adquisición de datos adaptable a distintos dispositivos.
- Aplicación en dispositivo móvil.
- Manual de usuario.
- Capacitación con las nociones básicas y caso de estudio sobre un dispositivo de la línea.

## **11. Desglose del trabajo en tareas**

1. Equipo de adquisición de datos
  - 1.1. Análisis de las necesidades
    - 1.1.1. Análisis de los dispositivos actuales
    - 1.1.2. Listar atributos
  - 1.2. Ingeniería de detalles
    - 1.2.1. Esquemático preliminar
    - 1.2.2. BOM (lista de componentes a comprar)
  - 1.3. Ensamble del prototipo
  - 1.4. Firmware (Diseño y codificación)
  - 1.5. Prueba piloto
    - 1.5.1. Ensayo en dispositivo de la línea
    - 1.5.2. Relevar los cambios
  - 1.6. Actualizar esquemáticos y BOM
  - 1.7. Planos
    - 1.7.1. Planos electrónica
    - 1.7.2. Planos mecánica
  - 1.8. Implementación
    - 1.8.1. Ensamble final
    - 1.8.2. Implementación en línea
    - 1.8.3. Capacitación
2. Aplicación en dispositivo móvil
  - 2.1. Estudio del lenguaje Android

- 2.2. Comunicación con el equipo de adquisición de datos
- 2.3. Aplicación Android para el prototipo
- 2.4. Aplicación Android final
- 3. Manuales
  - 3.1. Manual del dispositivo de adquisición de datos
  - 3.2. Manual de la aplicación
- 4. Planificación del proyecto
  - 4.1. Análisis de factibilidad
  - 4.2. Plan de proyecto
  - 4.3. Documentar resultados y oportunidades de mejora
- 5. Especialización de sistemas embebidos
  - 5.1. Entrega de avance al jurado
  - 5.2. Cierre del proyecto final de carrera
  - 5.3. Entrega de su memoria escrita al jurado
  - 5.4. Presentación pública y defensa ante el jurado

## **12. Análisis de factibilidad**

### **A. Factibilidad técnica**

#### **a. Módulo de adquisición de datos**

##### **i. Módulo de control**

- 1. EDU-CIAA: La CIAA es una plataforma electrónica libre y gratuita preparada especialmente para trabajar en aplicaciones industriales. Ventajas: Soporte costo y reducción en tiempo de desarrollo. Desventajas: poco stock.
- 2. Placa de desarrollo comercial: Plataforma desarrollada por un fabricante puntual. Ventajas: Disponible en el mercado local. Desventajas: Depender de un fabricante y costo.

##### **ii. Módulo de corriente**

- 1. Aislados: Integrado que permite medir por efecto Hall la corriente que circula por el mismo: Ventaja: Es aislado, protegiendo la lógica de control. Desventaja Costo.
- 2. Shunt: Resistencia de bajo valor en serie al dispositivo a medir, presentando en la misma una caída de tensión proporcional a la corriente. Ventaja: Económica y fácil implementación. Desventaja: No aísla el circuito de control.

##### **iii. Módulo de temperatura**

- 1. NTC: Resistencia que varía su valor con la temperatura: Ventaja: Fácil implementación y bajo costo. Desventaja: No es lineal, poco preciso.
- 2. Termocupla: Es un transductor formado por la unión de dos metales distintos que produce una diferencia de potencial muy pequeña, función de la diferencia de temperatura. Ventaja: muy utilizado en la

industria. Desventaja: Se necesita realizar un circuito para amplificar el valor

iv. Entradas de señales de 24V

1. Divisor resistivo: Permite dividir la tensión de entrada para obtener un valor aceptable para la lógica de control. Ventajas: Es muy sencillo de implementar y de bajo costo. Desventajas: No protege la lógica de control.
2. Optoacopladas: El opto acoplador es un dispositivo de emisión y recepción que funciona como un interruptor activado mediante la luz. Ventajas: Protege la lógica de control y fácilmente adaptable a distintas tensiones. Desventajas: Costo.

v. Comunicación

1. Modulo Bluetooth a serie: Módulo que resuelve la comunicación Bluetooth enviando los datos por serie. Ventajas: Muy sencillo de implementar, reduciendo el tiempo de desarrollo. Desventajas: No se profundiza en cómo realizar la comunicación, lo que frente a un problema es difícil detectar la falla.
2. Bluetooth discreto: Consiste en realizar todo el circuito para realizar la comunicación Bluetooth. Ventajas: Conocimiento del hardware. Desventajas: Requiere mucho tiempo de desarrollo y diseño de PCB

b. Dispositivo móvil

- i. Android: Sistema operativo utilizado en la mayoría del mercado. Ventajas: muy utilizado y costo. Desventaja: En general los productos son de menor calidad
- ii. IOS/Apple: Sistema operativo utilizado en los productos Apple. Ventajas: Productos de mayor calidad y sistema operativo más estable. Desventajas: Costo elevado.

**B. Factibilidad económica**

Se realizó la siguiente estimación para calcular si el proyecto es económicamente factible. Para la misma se consideró que el equipo se aplica en los siguientes puestos:

HORAS POR MES DE UN OPERARIO		160
10% DE HORAS HOMBRE/MÁQUINA POR MES (BENEFICIO DE APLICAR EL EQUIPO)		16
10 % DEL COSTO DE UN OPERARIO EN ARGENTINA POR MES		224
10 % DEL COSTO DE UN OPERARIO EN BRASIL POR MES		112
10 % DEL COSTO DE UNA MÁQUINA POR MES		224
Aplicando el dispositivo en los siguientes puestos, nos muestra el siguiente beneficio por mes		
CANTIDAD	TIPO	TOTAL
3	HH ARG	672

3	HH BRA	336
2	HH MAQ	448

Se realizó el análisis de la VAR y la TIR dando valores aceptables y mostrando que es posible recuperar la inversión en menos de dos años.

		1° Mes	2° Mes	3° Mes	4° Mes	5° Mes	6° Mes	7° Mes	8° Mes al 24° Mes (17 meses iguales al mes 7)
Gastos	Horas Hombre (Ingeniería) (17U\$S)	1700	1700	1700	1700	1700	1700	170	170*17
	Materiales x 15 (Costo unitario 400U\$S)	6000	0	0	0	0	0	0	0
	Gastos Indirectos (30%)	510	510	510	510	510	510	51	51*17
Beneficios	Horas Hombre (Producción) (14U\$S)	0	0	0	0	0	0	672	672*17
	Horas Hombre Brasil(Producción) (7U\$S)	0	0	0	0	0	0	336	336*17
	Materiales / Maquina Funcionando (14U\$S)	0	0	0	0	0	0	448	448*17
	Gastos Indirectos (30%)	0	0	0	0	0	0	436.8	436.8*17
	FLUJO DE FONDO	-8210	-2210	-2210	-2210	-2210	-2210	1671.8	1671.8*17
	VAR (TASA DEL 20%)	\$ 4.467							
	TIR	44,1%							

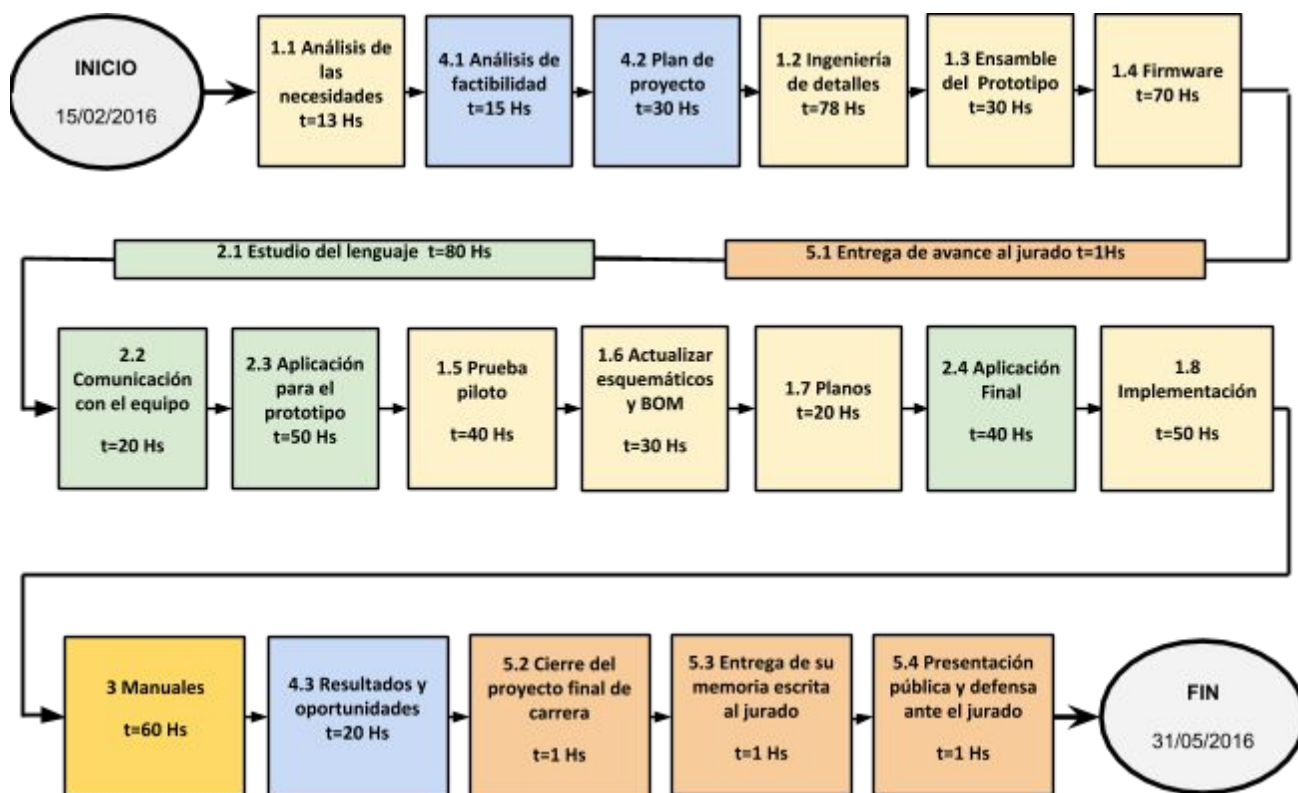
### C. Elección de un solución y conclusión

El proyecto es técnicamente posible seleccionando las siguientes soluciones:

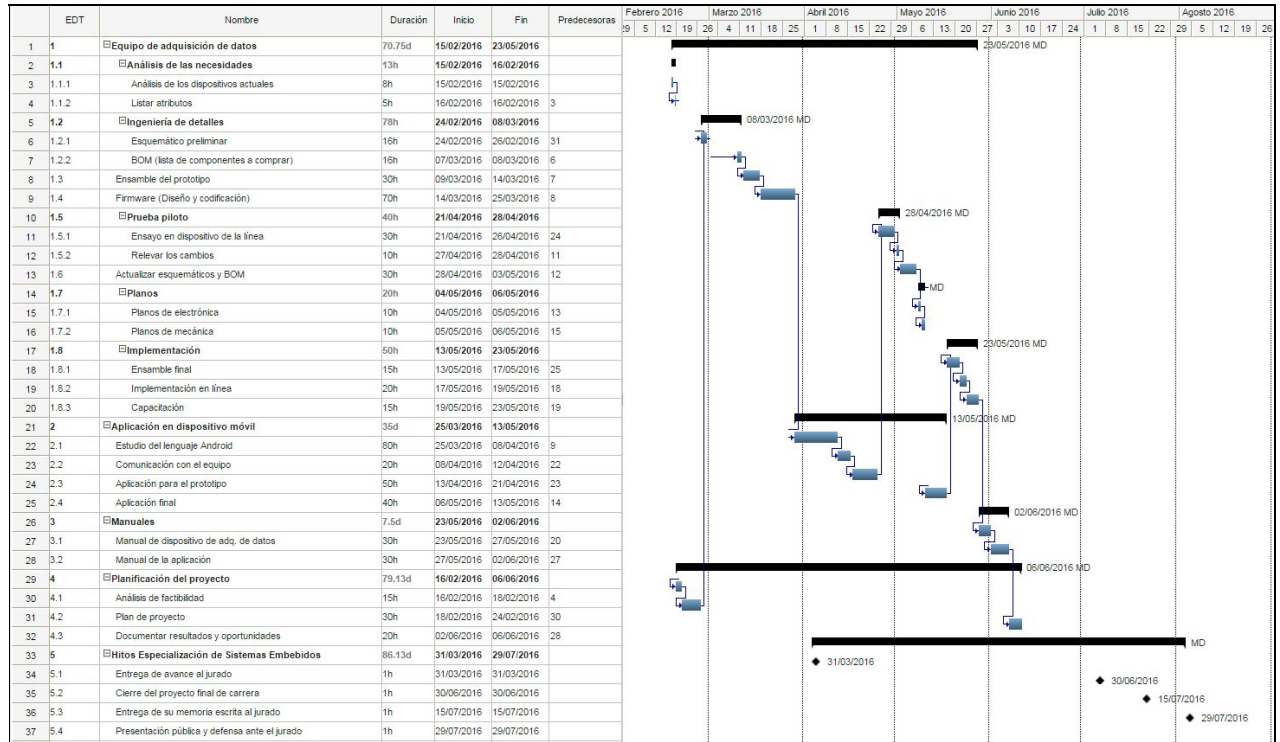
- Módulo de control: se seleccionó utilizar la EDU-CIAA debido a su soporte y afinidad con el hardware.
- Módulo bluetooth: se seleccionó el módulo con comunicación serie para reducir las horas de diseño.
- Entradas de 24V: se eligió usar entradas opto acopladas para proteger la lógica.
- Módulo de temperatura: se utilizará termocuplas debido a que los dispositivos ya poseen las mismas.
- Módulo de corriente: se utilizará por efecto Hall para proteger la lógica.
- Android: debido a su bajo costo.

Con respecto al análisis económico concluimos que el proyecto es factible. Cumpliendo con el objetivo de recuperar la inversión en menos de dos años.

### 13. Diagrama de Activity On Node



## 14. Diagrama de Gantt



## 15. Matriz de uso de recursos de materiales

Código WBS	Nombre de la tarea	Recursos requeridos (horas)			
		PC	EDU-CIAA	LABORATORIO	DISPOSITIVO MÓVIL
1.1	Análisis de las necesidades	5	-	8	-
1.2	Ingeniería de detalles	70	-	8	-
1.3	Ensamble del prototipo	15	-	30	-
1.4	Firmware	70	70	-	-
1.5	Prueba piloto	10	40	40	-
1.6	Actualizar esquemáticos y BOM	30	-	-	-
1.7	Planos	20	-	-	-

1.8	Implementación	10	50	40	-
2.2	Estudio del lenguaje Android	50	-	-	50
2.3	Comunicación con el equipo de adquisición de datos	20	20	-	20
2.4	Aplicación Android final	40	40	-	40
3	Manuales	60	-	-	-
4	Planificación del proyecto	30	-	-	-
5	Especialización en sistemas embebidos	10			
TOTAL		440	220	126	110

## 16. Presupuesto detallado del proyecto

Categoría	Detalle	Costo
Trabajo directo	Marcos Darino 600hs (17U\$S)	10200 U\$S
Costos indirectos (30%)	600hs (7U\$S)	4200 U\$S
Materiales	Dispositivo móvil	300 U\$S
Materiales	EDU-CIAA	60 U\$S
Materiales	Electrónica	200 U\$S
Materiales	PCBs	150 U\$S
Otros materiales		100 U\$S
	<b>TOTAL DEL COSTO</b>	<b>15210 U\$S</b>

## 17. Matriz de asignación de responsabilidades

Código WBS	Título de la tarea	Listar todos los nombres y apellidos y el rol definidos en el proyecto				
		Responsable	Impulsor	Orientadores	Cliente	Usuario Final
		Marcos Darino	Gustavo Desivo	Juan Manuel Cruz	Nicolas Piaggio	Planta de San Isidro
1.1	Análisis de las necesidades	P	S	I	A	S
1.2	Ingeniería de detalles	P		C	A	
1.3	Ensamble del prototipo	P		I	A	
1.4	Firmware	P		C	A	
1.5	Prueba piloto	P	S	I	A	C
1.6	Actualizar esquemáticos y BOM	P		C	A	
1.7	Planos	P		I	A	
1.8	Implementación	P	S	I	A	I
2.2	Estudio del lenguaje Android	P		C	I	
2.3	Comunicación con el equipo de adquisición de datos	P		C	I	
2.4	Aplicación Android final	P		C	A	I
3	Manuales	P		I	A	S
4	Planificación del proyecto	P	S	I	A	S
5	Especialización en sistemas embebidos	P		A		

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



Nota: No todas las tareas necesitan ser aprobadas, las mismas se engloban en hitos importantes, como entregas o prototipos.

## **18. Gestión de riesgos**

### **a) Identificación de los riesgos**

Se analizaron los siguientes riesgos: Es importante aclarar, siendo que el proyecto contempla principalmente al proyectista, a los inversionistas y al usuario, ciertos riesgos aplican puntualmente a algunos de estos participantes y otros, de forma general, a todos.

**Riesgo 1:** Falta de stock de la EDU-CIAA. Uno de los problemas que se puede presentar usando la EDU-CIAA, es no tener stock en el mercado al momento de implementarlo en distintos puntos de la línea.

- Severidad: 9 - Tiene alto grado de severidad, ya que la EDU-CIAA va a controlar el equipo.
- Ocurrencia: 7 - Debido a que es muy reciente la entrada de la EDU-CIAA al mercado industrial, no hay disponible suficiente stock en los proveedores.
- Detección: 5 - Requiere una buena comunicación con el proveedor.

**Riesgo 2:** Reducción del personal afín al proyecto. Frente a un país con políticas muy cambiantes y empresas que se tienen que amoldar al mismo, es posible que el proyecto no se pueda concluir por despidos o por renuncia de personal.

- Severidad: 8 - Tiene alto grado de severidad, porque puede afectar a personas con el conocimiento necesario para cerrar el proyecto.
- Ocurrencia: 4 - Se analizó en base a la experiencia en la empresa.
- Detección: 8 - Es muy difícil de detectar porque depende de decisiones personales.

**Riesgo 3:** Fragilidad del dispositivo móvil. En general los dispositivos móviles no están desarrollados para la industria, pudiendo dejar de funcionar por un mal uso en la etapa de diseño o de implementación.

- Severidad: 4 - En caso de fallar el dispositivo móvil, el equipo no aportaría ningún beneficio, no obstante, ante una falla es fácil de recuperarlo ya que hay amplio stock en el mercado.
- Ocurrencia: 7 - Se consideró una ocurrencia media alta debido a que los operarios en general no hacen buen uso de los equipos.
- Detección: 3 - Se detecta con el simple uso del equipo.

**Riesgo 4:** Mal interconexión o uso del equipo. Una mala interconexión puede estropear el funcionamiento del equipo, tanto en la etapa de diseño como de implementación.

- Severidad: 9 - Puede afectar el equipo y puede dejarlo inutilizable.
- Ocurrencia: 7 - Muchos equipos son conectados erróneamente en la fábrica.
- Detección: 7 - Es difícil detectar cuándo se puede producir el error ya que en la mayoría de los casos es debido a que la persona que está realizando la tarea se distrae o evita usar manual.

**Riesgo 5:** Licencia del responsable. El responsable puede enfermarse o necesitar licencia por motivos personales, afectando los plazos de la tarea actual.

- Severidad: 5 - Se consideró una severidad media debido a que en la mayoría de los casos son licencias de 24 a 48 hs, no modificando en gran medida el plazo.

- Ocurrencia: 2 - Se toma en base a la experiencia en la empresa y a cómo trabajó el personal en los últimos años.
- Detección: 5 - La empresa cuenta con enfermería, y la misma hace trabajo preventivo.

Riesgo 6: Error en la medición - El equipo puede mostrar erróneamente el valor medido.

- Severidad: 8 - Puede provocar decisiones erróneas, como por ejemplo, frenar una máquina.
- Ocurrencia: 3 - Si el equipo fue validado antes de ser usado, es poco probable que ocurra.
- Detección: 5 - A los equipos se les realiza un mantenimiento preventivo.

b) Tabla de gestión de riesgos:

Riesgo	Severidad	Ocurren.	Detección	RPN	Severidad*	Ocurren.*	Detecc *	RPN*
1	9	7	5	315	7	4	3	84
2	8	4	8	256	6	3	6	108
3	4	7	3	84				
4	9	7	7	441	6	4	4	96
5	5	2	5	50				
6	8	3	5	120				

Criterio adoptado:

- Se tomarán medidas de mitigación en los riesgos cuyos números de RPN sean mayores a 150.

Nota:

- Los valores marcados con (\*) en la tabla corresponden a luego de haber aplicado la mitigación.

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

Riesgo 1:

- Severidad: 7 - Buscar que el proyecto sea adaptable a otro módulo de control comercial.
- Ocurrencia: 4 - Realizar un sobre stock de las EDU-CIA en la empresa, buscando estandarizar las mismas en todos los dispositivos para justificar la inversión.
- Detección: 3 - Realizar un stock local en la empresa para independizarse del proveedor.

Riesgo 2:

- Severidad: 6 - Comunicar y documentar todos los avances para evitar que la información quede con el recurso humano desvinculado.
- Ocurrencia: 3 - Concientizar a la dirección de lo importante de los recursos y hacerla parte del proyecto.
- Detección: 6 - Realizar reuniones donde se pueda dialogar y plantear en qué se debe mejorar para que el recurso humano opte por quedarse en la empresa.

Riesgo 4:

- Severidad: 6 - Agregar protecciones en el circuito.
- Ocurrencia: 4 - Realizar un buen manual de usuario con los pasos básicos y fomentar el uso del mismo.
- Detección: 4 - Realizar un proceso de validación antes de encender el equipo.

## **19. Gestión de la calidad**

Req #1.1 Normas de seguridad eléctrica para no afectar la salud del operario.

- Calidad: Se cumplen las normas descritas en el anexo A de la IEC 60335-1.
- Grado de calidad: Se capacitar a los operarios para detectar algún incumplimiento de seguridad.
- Costo de conformidad: Hacer todas las conexiones necesarias como por ejemplo, puesta a tierra y disyuntores.
- Costo de no conformidad: Provocar daños sobre un operario o multas a la empresa.
- Verificación: Mostrar el conexionado eléctrico al jefe de mantenimiento.
- Validación: Medir si hay tensión entre tierra y los puntos que tenga alcance el operario.

Req #1.2 Debe estar bien identificado donde hay alta tensión.

- Calidad: Debe estar debidamente rotulado y con carteles de advertencia.
- Grado de calidad: Se capacitar a los operarios para que detectar algún incumplimiento de seguridad.
- Costo de conformidad: Comprar rótulos y pegarlos donde pueda ser peligroso.
- Costo de no conformidad: Provocar daños sobre un operario o multas a la empresa.
- Verificación: Mostrar el conexionado eléctrico al jefe de mantenimiento.
- Validación: Medir si hay tensión entre tierra y algún punto no rotulado.

Req #2.1 Debe ser sencillo de aplicar a distintos dispositivos.

- Calidad: Debe poseer entradas estándar con borneras y con posibilidad de expansión.
- Grado de calidad: Debería tener configuraciones prefijadas para dispositivos particulares.
- Costo de conformidad: Brindar suficientes entradas y de distintos tipos.

- Costo de no conformidad: Que no se pueda implementar en algún dispositivo y pierda funcionalidad.
- Verificación: Evaluar las distintas entradas con el Jefe del departamento de electrónica.
- Validación: Medir y probar cada una de las entradas.

Req #2.2 Debe poder funcionar en 220 Volts y 110 Volts.

- Calidad: La fuente de alimentación debe soportar las dos tensiones requeridas.
- Grado de calidad: Que no sea necesario seleccionar la tensión.
- Costo de conformidad: Comprar una fuente que trabaje con los dos voltajes.
- Costo de no conformidad: Que no se pueda implementar en Brasil.
- Verificación: Controlar las especificaciones de la fuente.
- Validación: Conectar el dispositivo a ambas tensiones y evaluar su funcionamiento.

Req #2.3 Debe medir temperatura.

- Calidad: Muestra el valor de temperatura.
- Grado de calidad: Que pueda medir la temperatura y además que sea con dos tipos de sensores distintos.
- Costo de conformidad: Componentes electrónicos necesarios para leer un sensor.
- Costo de no conformidad: Que no sea posible aplicar el equipo en los dispositivos que requieren medir temperatura.
- Verificación: Usar el equipo en un dispositivo y medir la temperatura.
- Validación: Corroborar los valores medidos con un termómetro comercial.

Req #2.4 Debe medir señales de 24V.

- Calidad: Muestra el estado de la señal.
- Grado de calidad: Permitir configurar la lógica, si ésta es positiva o negativa.
- Costo de conformidad: Costo de la electrónica para poder medir la señal.
- Costo de no conformidad: No poder aplicar el equipo en los dispositivos que requieran medir señales.
- Verificación: Usar el equipo en un dispositivo mostrando el estado de la señal.
- Validación: Probar el equipo con señales conocidas y evaluar su salida.

Req #2.5 Debe medir corriente.

- Calidad: Muestra el valor de temperatura.
- Grado de calidad: Que pueda medir la corriente con dos tipos de sensores.
- Costo de conformidad: Componentes electrónicos para leer un sensor.
- Costo de no conformidad: No poder aplicar el equipo en los dispositivos que requieran medir corriente.
- Verificación: Usar el equipo en un dispositivo y medir la corriente.
- Validación: Probar el equipo con una corriente conocida y verificar el valor medido.

Req #3.1 Debe mostrar de forma dinámica el estado del dispositivo.

- Calidad: Actualiza y expone los datos de un dispositivo de una forma sencilla de entender.
- Grado de calidad: Que explique qué es el valor medido y el rango en el cual debería estar.
- Costo de conformidad: Tiempo de desarrollo de la interfaz de usuario
- Costo de no conformidad: Deja de ser útil y en tal caso, no sería conveniente usarlo. Este requerimiento tiene un alto costo de conformidad, ya que puede hacer no factible el proyecto.
- Verificación: Probar observar el estado de un dispositivo.
- Validación: Mostrar el equipo funcionando al personal y observar si es sencillo de utilizar.

Req #3.2 Debe poseer alarmas configurables.

- Calidad: Permite agregar alarmas en el caso de que un valor medido sobrepase un valor.
- Grado de calidad: Envía un mail o mensaje si encuentra algún funcionamiento anómalo.
- Costo de conformidad: Tiempo de desarrollo de la interfaz de usuario.
- Costo de no conformidad: No permite hacer trabajo preventivo o evitar un problema mayor.
- Verificación: Usar el equipo en un dispositivo y simular a un estado de alarma.
- Validación: Probar el equipo en el laboratorio simulando una alarma.

Req #3.3 Debe ser sencillo de aplicar a distintos dispositivos.

- Calidad: Debe aplicarse en dos a tres dispositivos distintos.
- Grado de calidad: Debe aplicarse en más de cuatro dispositivos distintos.
- Costo de conformidad: Componentes electrónicos, desarrollo de la aplicación y un manual.
- Costo de no conformidad: No poder aplicarlo en algún dispositivo y hacer menos rentable el proyecto.
- Verificación: Analizar si es posible conectarlo en distintos dispositivos.
- Validación: Conectarlo como mínimo en dos dispositivos y evaluar su funcionamiento.

Req #4.1 Debe mostrar el conexionado del equipo de adquisición de datos, con un ejemplo puntual.

- Calidad: Mostrar la forma de conectar el equipo en un dispositivo de armado de planchas.
- Grado de calidad: Mostrar una lista de recomendaciones y posibles errores.
- Costo de conformidad: Tiempo asociado a la redacción y costo del material.
- Costo de no conformidad: Una mala utilización del equipo que produzca el daño del mismo.
- Verificación: Revisión del manual por el cliente.
- Validación: Evaluar y hacer un seguimiento si el personal de mantenimiento, de forma autónoma, puede realizar el montaje de un dispositivo.

Req #4.2 Debe mostrar los pasos básicos para observar los datos de un dispositivo, con un ejemplo puntual.

- Calidad: Debe mostrar la forma de ver los datos del dispositivo que se utilizó en el ejemplo del manual del equipo de adquisición de datos.

- Grado de calidad: Mostrar una lista de recomendaciones y posibles errores.
- Costo de conformidad: Tiempo asociado a la redacción y costo del material.
- Costo de no conformidad: No poder ver los datos del dispositivo, no ayudando a los operarios en sus tareas diarias.
- Verificación: Revisión del manual por el cliente.
- Validación: Evaluar y hacer un seguimiento si el personal de mantenimiento puede mostrar los datos de un dispositivo utilizando solo el manual.

## 20. 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
Análisis de factibilidad y plan de proyecto	Nicolas Piaggio	Mostrar y analizar en forma conjunta los resultados	Única vez al finalizar el Análisis y el plan de proyecto	Reunión	Marcos Darino
Avance del prototipo y diseños	Nicolas Piaggio Gustavo Desivo	Informar el estado del proyecto	Una o dos veces por semana	Trello (aplicación en la web)	Marcos Darino
Avance del prototipo y diseños	Juan Manuel Cruz	Informar el estado del proyecto	Una o dos veces por semana	Correo electrónico	Marcos Darino
Avances con la aplicación Android y manuales	Nicolas Piaggio Gustavo Desivo	Informar el estado de la aplicación	Una o dos veces por semana (Una vez finalizado el prototipo)	Trello (aplicación en la web)	Marcos Darino
Avances con la aplicación Android y manuales	Juan Manuel Cruz	Informar el estado de la aplicación	Una o dos veces por semana (Una vez finalizado el prototipo)	Correo electrónico	Marcos Darino
Implementación y devoluciones	Nicolas Piaggio Gustavo Desivo	Redactar y evaluar si se cumplieron los requerimientos y anotar las oportunidades de mejora	Única vez al finalizar la implementación	Reunión	Marcos Darino

## 21. Gestión de Compras

Para la realización del proyecto se recurrió a los siguientes proveedores. Es importante aclarar que la empresa tiene un departamento de compras, el cual solo trabaja con proveedores dados por alta en el sistema. El mismo se encarga de buscar distintos proveedores y cotizaciones.

Como el proyecto no requiere muchos materiales, se puede prefijar algunos proveedores de forma sugerida usando la experiencia previa, y proveedores que se usan regularmente.

- Proveedor de materiales electrónicos:  
Se consideran tres posibles proveedores en base a experiencias previas de buen cumplimiento y de buen stock:
  - Electrocomponentes
  - Microelectrónica
  - Digikey (EEUU)
- Proveedor de PCBs (circuitos impresos)  
Para el desarrollo de PCBs la empresa tiene un departamento en China que se encarga de contactar a los distintos proveedores, hacer el pedido y realizar el envío.
- Proveedores del dispositivo móvil  
Para la compra del dispositivo móvil se utilizará proveedores locales para que sea fácil reponerlo en caso de que se dañe. Para la etapa de diseño los mismos pueden ser casas de electrodomésticos como Frávega o Garbarino.

## 22. Seguimiento y control

SEGUIMIENTO DE AVANCE						
Código WBS	Título de la tarea	Indicador de avance	Frecuencia de reporte	Responsable de seguimiento	Persona a ser informada	Método de comunicación
1.1	Análisis de las necesidades	Listado de atributos	Única vez al finalizar	Gustavo Desivo Nicolas Piaggio	Juan Manuel Cruz	Trello (aplicación en la web) y Correo electrónico
1.2	Ingeniería de detalles	Esquemático	Única vez al finalizar	Nicolas Piaggio	Juan Manuel Cruz	Trello (aplicación en la web) y Correo electrónico
1.3	Ensamble del prototipo	Electrónica sin el Firmware	Única vez al finalizar	Nicolas Piaggio	Juan Manuel Cruz	Trello (aplicación en la web) y Correo electrónico
1.4	Firmware	Módulos Funcionando en el prototipo	Una vez por semana	Nicolas Piaggio	Juan Manuel Cruz	Trello (aplicación en la web) y Correo electrónico
1.5	Prueba piloto	Equipo funcionando	Única vez al finalizar	Nicolas Piaggio Gustavo Desivo	Juan Manuel Cruz	Trello (aplicación en la web) y Correo electrónico

1.6	Actualizar esquemáticos y BOM	Esquemático	Única vez al finalizar	Nicolas Piaggio	Juan Manuel Cruz	Trello (aplicación en la web) y Correo electrónico
1.7	Planos	Plano eléctrico y mecánico	Única vez al finalizar	Nicolas Piaggio	Juan Manuel Cruz	Trello (aplicación en la web) y Correo electrónico
1.8	Implementación	Equipo funcionando	Única vez al finalizar	Nicolas Piaggio Gustavo Desivo	Juan Manuel Cruz	Trello (aplicación en la web) y Correo electrónico
2.2	Estudio del lenguaje Android	Funciones y pruebas en el prototipo	Una vez por semana	Nicolas Piaggio	Juan Manuel Cruz	Trello (aplicación en la web) y Correo electrónico
2.3	Comunicación con el equipo de adquisición de datos	Comunicación establecida	Única vez al finalizar	Nicolas Piaggio	Juan Manuel Cruz	Trello (aplicación en la web) y Correo electrónico
2.4	Aplicación Android final	Equipo funcionando	Única vez al finalizar	Nicolas Piaggio Gustavo Desivo	Juan Manuel Cruz	Trello (aplicación en la web) y Correo electrónico
3	Manuales	Manual equipo y aplicación	Única vez al finalizar	Nicolas Piaggio Gustavo Desivo	Juan Manuel Cruz	Trello (aplicación en la web) y Correo electrónico
4	Planificación del proyecto	Hitos o tareas terminadas	Una vez por semana	Nicolas Piaggio Gustavo Desivo	Juan Manuel Cruz	Trello (aplicación en la web) y Correo electrónico

**Nota:**

- Las tareas listadas tienen como máximo 80 horas, considerando una jornada de 8 horas por día, son 10 días, por esta razón muchas de las tareas solo tienen un reporte.

## 23. Procesos de cierre

Para realizar el proceso de cierre está contemplado en la tarea 4.3 documentar resultados y oportunidades de mejora, la misma contempla las siguientes actividades:

- Análisis de las pautas de trabajo: Se analizará si se cumplió con lo establecido en el plan de trabajo contemplando:
  - Fecha de fin planificada versus fecha de fin real. De existir diferencia, anotar los puntos importantes que hicieron que la fecha no se cumpla.
  - Verificar si se cumplió con la cantidad de horas establecidas. En el caso de ser mayor, documentar los motivos más importantes que provocaron la diferencia.
  - Verificar si los gastos planificados en el análisis económico fueron bien estimados. En el caso de existir diferencia, documentar los motivos más importantes que provocaron la diferencia.
- Análisis del equipo. Listar los distintos requerimientos y discutir si se cumplieron en su totalidad. De no haberse cumplido, indicar el grado incumplimiento y el motivo. Listar



requerimientos nuevos y las oportunidades de mejoras encontradas, las mismas deben ser documentadas, deben tener asignada una prioridad, para ser evaluadas en una segunda etapa.

- Acto de cierre: Gustavo Desivo y Nicolás Piaggio estarán a cargo de realizar un acto de cierre, con el objetivo de agradecer la participación y fomentar el trabajo grupal e interdisciplinario. Los gastos del mismo serán financiados por la gerencia.