



**FACULTAD  
DE INGENIERIA**

---

Universidad de Buenos Aires

# Desarrollo de sensor de corriente

Autor:

Santiago Esteva

Director:

Bucafusco Franco (pertenencia)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos  
entre el 23 de Octubre de 2020 y el 18 de Diciembre 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 . . . . .	8
3. Supuestos del proyecto. . . . .	8
4. Requerimientos . . . . .	8
Historias de usuarios ( <i>Product backlog</i> ) . . . . .	9
5. Entregables principales del proyecto . . . . .	9
6. Desglose del trabajo en tareas . . . . .	9
7. Diagrama de Activity On Node . . . . .	10
8. Diagrama de Gantt. . . . .	10
9. Matriz de uso de recursos de materiales . . . . .	11
10. Presupuesto detallado del proyecto . . . . .	13
11. Matriz de asignación de responsabilidades . . . . .	13
12. Gestión de riesgos. . . . .	14
13. Gestión de la calidad . . . . .	15
14. Comunicación del proyecto . . . . .	15
15. Gestión de compras. . . . .	15
16. Seguimiento y control. . . . .	15
17. Procesos de cierre. . . . .	16

## Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
1.0	Creación del documento	23/10/2020
1.1	Desarrollo hasta sección 6 inclusive	05/11/2020

## Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 23 de Octubre de 2020

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Santiago Esteva que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos se titulará “Desarrollo de sensor de corriente”, consistirá esencialmente en el prototipo preliminar de un desarrollo de un sensor de corriente de tres fases capaz de medir, procesar e informar diversos parámetros necesarios para el mantenimiento predictivo en la industria, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 hs de trabajo y \$XXX, con fecha de inicio 23 de Octubre de 2020 y fecha de presentación pública 19 de Noviembre de 2021.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Ariel Lutenberg  
Director posgrado FIUBA

Cristian Muzzio  
Hitec S.R.L.

Bucafusco Franco  
Director del Trabajo Final

## Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

En la industria Química existen procesos continuos de fabricación los cuales deben ser controlados de forma permanente para asegurar una calidad constante entre lotes de un mismo producto. Para ello se implementan técnicas de mantenimiento predictivo intentando prevenir problemas que llevan a paros de emergencia o tiempos muertos en el proceso provocando una perdida parcial o total del lote concluyendo en un impacto financiero negativo. Dado que en la mayoría de estos procesos se utilizan motores eléctricos como actuadores, se abre una gran posibilidad de desarrollar diversos tipos de sensores para aplicar mantenimiento predictivo. En la bibliografía se puede encontrar diversos métodos relacionados a evaluar el desgaste de un motor mediante el análisis de la corriente de consumo del mismo, es por ello que se plantea desarrollar un sensor de corriente capaz de medir, procesar y comparar datos estadísticos en dominio del tiempo y frecuencia.

En la Fig 2 se presenta un diagrama en bloques del sensor de corriente trifásico que se propone desarrollar, a fin de medir, procesar, almacenar y comunicar parámetros específicos.

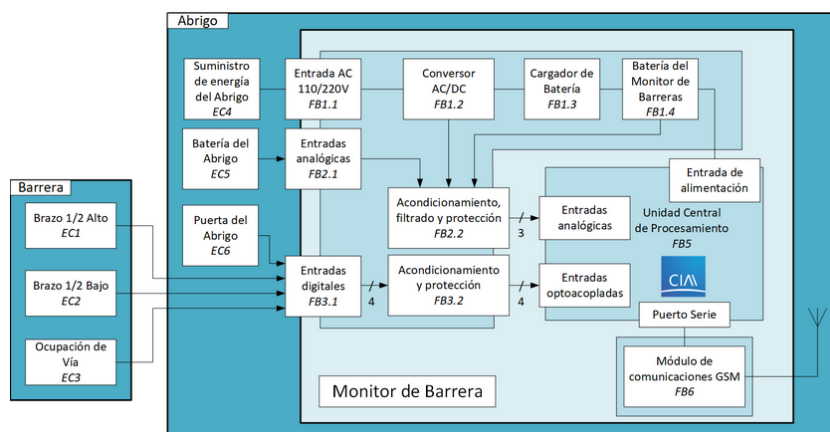


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema

El objetivo es desarrollar un sensor de tres fases capaz de medir los siguiente parámetros: Desplazamiento entre las 3 fases Valor estadístico (por fase) de Corriente RMS AC Valor estadístico (por fase) de Corriente DC Valor estadístico (por fase) de Factor de cresta Valor pico de la corriente

Adicionalmente deberá procesar cada señal en frecuencia con la capacidad de extraer la frecuencia de máxima energía y energía de bandas predefinidas El sensor consta de un procesador capaz de adquirir las mediciones, procesarlas e informarlas mediante un protocolo propio de comunicación, contiene una memoria externa para almacenar datos relacionados a valores de calibración de fábrica, valores de última calibración, máximos históricos de algunas variables de interés, fecha de cada dato almacenado, etc. A modo de controlar el modo de operación el sistema debe contener un sensor de temperatura. El período de muestreo de las variables deberá estar relacionado a cada aplicación con tal de permitir un desarrollo adaptable a diversas industrias o procesos con la premisa de cumplir con el mínimo de muestras relacionado a la frecuencia de trabajo. Por esto se buscará que todos los parámetros de mediciones sean configurables. Uno de los puntos esenciales es el desarrollo de la interfaz de comunicación con protocolo propio capaz

de informar los datos obtenidos, inicialmente serán utilizados para análisis de funcionamiento, sin embargo a futuro se estudia la posibilidad de desarrollar un control de procesos utilizando este sensor. El sistema debe funcionar con una tensión de alimentación de 5V y una corriente máxima de consumo de 200 mA, una distancia de comunicación de 6-8 metros de distancia posible y buscando cumplir con las normas de compatibilidad electromagnética en la industria. De ser posible, es de interés que el sistema sea compatible con el producto teBox.

El objetivo es que el lector en una o dos páginas entienda de qué se trata el proyecto y cuáles son sus desafíos, su motivación y su importancia. Se debe destacar claramente cuál es el valor que agrega el proyecto a realizar. “El presente proyecto se destaca especialmente por incorporar tal cosa... Esto lo diferencia de otros sistemas similares en que ...”

Puede ser útil incluir en esta sección la respuesta a alguna de estas preguntas:

- ¿Cómo se vincula este proyecto con la misión de la organización?
- ¿Cómo se inserta este proyecto en el modelo de negocio de la organización?
- ¿Ayuda a la explicación si se incluye un lienzo Canvas del Modelo de Negocio?
- ¿En qué estado del ciclo de vida está el producto que se desea reemplazar o mejorar?
- ¿Cuales son las necesidades que debe satisfacer?
- ¿Por dónde pasa la innovación?

La descripción técnica-conceptual **debe incluir al menos un diagrama en bloques del sistema** y una frase como la siguiente: “En la Figura 2 se presenta el diagrama en bloques del sistema. Se observa que...”. Luego recién más abajo de haber puesto esta frase se pone la figura. La regla es que las figuras nunca pueden ir antes de ser mencionadas en el texto, porque sino el lector no entiende por qué de pronto aparece una figura.

El tamaño de la tipografía en la figura debe ser adecuado para que NO pase lo que ocurre acá, donde el lector debe esforzarse para poder leer el texto. Los colores usados en el diagrama deben ser adecuados, tal que ayuden a comprender mejor el diagrama.

## Identificación y análisis de los interesados

Nota: (borrar esto y todas las consignas en color rojo antes de entregar este documento).

Es inusual que una misma persona esté en más de un rol, incluso en proyectos chicos.

Si se considera que una persona cumple dos o más roles, entonces sólo dejarla en el rol más importante. Por ejemplo:

- Si una persona es Cliente pero también colabora u orienta, dejarla solo como Cliente.
- Si una persona es el Responsable, no debe ser colocado también como Miembro del equipo.

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Auspiciante			
Cliente	Cristian Muzzio	Hitec S.R.L.	
Impulsor			
Responsable	Santiago Esteva	FIUBA	Alumno
Colaboradores			
Orientador	Bucafusco Franco	pertenencia	Director Trabajo final
Equipo	miembro1 miembro2		
Opositores			
Usuario final			

Pero en cambio sí es usual que el Cliente y el Auspiciante sean el mismo, por ejemplo.

El Director suele ser uno de los Orientadores.

No dejar celdas vacías; si no hay nada que poner en una celda colocar un signo “-”.

No dejar filas vacías; si no hay nada que poner en una fila entonces eliminarla.

Sería deseable listar a continuación de la tabla las principales características de cada interesado.

Por ejemplo:

- Auspiciante: es riguroso y exigente con la rendición de gastos. Tener mucho cuidado con esto.
- Equipo: Juan Perez, suele pedir licencia porque tiene un familiar con una enfermedad. Planificar considerando esto.
- Orientador: María Gómez, nos va a poder ayudar mucho con la gestión de impuestos.

## 1. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es desarrollar un sensor de corriente de tres fases capaz de medir, procesar e informar diversos parámetros necesarios para el mantenimiento predictivo en la industria Química.

## 2. Alcance del proyecto

El proyecto incluye el diseño e implementación del hardware del sensor de corriente junto con su firmware el cual recolectará los datos e informará mediante un protocolo de comunicación específico los valores pedidos por el controlador principal.

El proyecto no incluye los siguientes puntos:

- El diseño y construcción de packaging asociado para la distribución del producto.

- El análisis de los datos recolectados y procesados.
- 

### 3. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- Todos los materiales necesarios para la implementación serán suministrados por Hitec SRL.
- La importación de componentes y PCB no estará restringida y tomará un tiempo menor a 3 meses.
- Se contará con asistencia por parte de Hitec SRL para el montaje de los componentes en el PCB.
- Hitec SRL cuenta con todos los equipos para la medición y validación del prototipo.

### 4. Requerimientos

A continuación se listan los requerimientos en prioridad descendente:

1. Grupo de requerimientos asociados al sistema
  - 1.1. La alimentación debe ser a través de Ethernet (POE, Power over Ethernet).
  - 1.2.
  - 1.3. Requerimiento 3 (prioridad menor)
2. Grupo de requerimientos asociados con...
  - 2.1. Requerimiento 1
  - 2.2. Requerimiento 2 (prioridad menor)

### Historias de usuarios (*Product backlog*)

Descripción: En esta sección se deben incluir las historias de usuarios y su ponderación (*history points*). Recordar que las historias de usuarios son descripciones cortas y simples de una característica contada desde la perspectiva de la persona que desea la nueva capacidad, generalmente un usuario o cliente del sistema. La ponderación es un número entero que representa el tamaño de la historia comparada con otras historias de similar tipo.



## 5. Entregables principales del proyecto

Cosas como:

- Manual de uso
- Diagrama esquemático
- Código fuente
- Diagrama de instalación
- Informe final

## 6. Desglose del trabajo en tareas

Se recomienda mostrar el WBS mediante una lista indexada:

1. Grupo de tareas 1
  - 1.1. Tarea 1 (tantas hs)
  - 1.2. Tarea 2 (tantas hs)
  - 1.3. Tarea 3 (tantas hs)
2. Grupo de tareas 2
  - 2.1. Tarea 1 (tantas hs)
  - 2.2. Tarea 2 (tantas hs)
  - 2.3. Tarea 3 (tantas hs)
3. Grupo de tareas 3
  - 3.1. Tarea 1 (tantas hs)
  - 3.2. Tarea 2 (tantas hs)
  - 3.3. Tarea 3 (tantas hs)
  - 3.4. Tarea 4 (tantas hs)
  - 3.5. Tarea 5 (tantas hs)

Cantidad total de horas: (tantas hs)

Se recomienda que no haya ninguna tarea que lleve más de 40 hs.

## 7. Diagrama de Activity On Node

Armaz el AoN a partir del WBS definido en la etapa anterior.

Indicar claramente en qué unidades están expresados los tiempos. De ser necesario indicar los caminos semicríticos y analizar sus tiempos mediante un cuadro. Es recomendable usar colores y un cuadro indicativo describiendo qué representa cada color, como se muestra en el siguiente ejemplo:



Figura 2. Diagrama en *Activity on Node*

## 8. Diagrama de Gantt

Utilizar el software Ganttter for Google Drive o alguno similar para dibujar el diagrama de Gantt.

Existen muchos programas y recursos *online* para hacer diagramas de gantt, entre las cuales destacamos:

- Planner
- GanttProject
- Trello + *plugins*. En el siguiente link hay un tutorial oficial:  
<https://blog.trello.com/es/diagrama-de-gantt-de-un-proyecto>
- Creately, herramienta online colaborativa.  
<https://creately.com/diagram/example/ieb3p3ml/LaTeX>
- Se puede hacer en latex con el paquete *pgfgantt*  
<http://ctan.dcc.uchile.cl/graphics/pgf/contrib/pgfgantt/pgfgantt.pdf>

Pegar acá una captura de pantalla del diagrama de Gantt, cuidando que la letra sea suficientemente grande como para ser legible. Si el diagrama queda demasiado ancho, se puede pegar primero la “tabla” del Gantt y luego pegar la parte del diagrama de barras del diagrama de Gantt.

Configurar el software para que en la parte de la tabla muestre los códigos del EDT (WBS).  
Configurar el software para que al lado de cada barra muestre el nombre de cada tarea.  
Revisar que la fecha de finalización coincida con lo indicado en el Acta Constitutiva.

En la figura 4, se muestra un ejemplo de diagrama de gantt realizado con el paquete de *pgfgantt*. En la plantilla pueden ver el código que lo genera y usarlo de base para construir el propio.

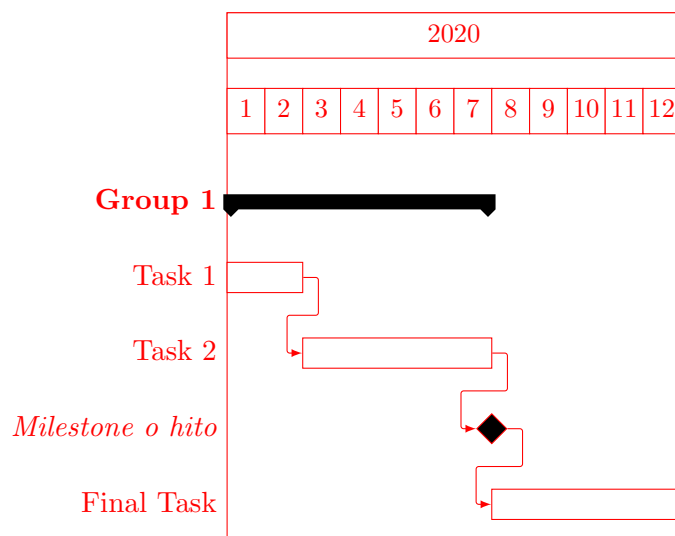


Figura 3. Diagrama de gantt de ejemplo

## 9. Matriz de uso de recursos de materiales

Página 12 de 16

## 10. Presupuesto detallado del proyecto

Si el proyecto es complejo entonces separarlo en partes:

- Un total global, indicando el subtotal acumulado por cada una de las áreas.
- El desglose detallado del subtotal de cada una de las áreas.

**IMPORTANTE:** No olvidarse de considerar los **COSTOS INDIRECTOS**.

COSTOS DIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
SUBTOTAL			
COSTOS INDIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
SUBTOTAL			
TOTAL			

## 11. Matriz de asignación de responsabilidades

Establecer la matriz de asignación de responsabilidades y el manejo de la autoridad completando la siguiente tabla:

Código WBS	Nombre de la tarea	Listar todos los nombres y roles del proyecto			
		Responsable Santiago Esteva	Orientador Bucafusco Franco	Equipo Nombre de alguien	Cliente Cristian Muzzio

Referencias:

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

Una de las columnas debe ser para el Director, ya que se supone que participará en el proyecto. A su vez se debe cuidar que no queden muchas tareas seguidas sin "A" o "I".

Importante: es redundante poner "I/A" o "I/C", porque para aprobarlo o responder consultas primero la persona debe ser informada.

## 12. Gestión de riesgos

a) Identificación de los riesgos (al menos cinco) y estimación de sus consecuencias:

Riesgo 1: detallar el riesgo (riesgo es algo que si ocurre altera los planes previstos)

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

Riesgo 2:

- Severidad (S):
- Ocurrencia (O):

Riesgo 3:

- Severidad (S):
- Ocurrencia (O):

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

Riesgo	S	O	RPN	S*	O*	RPN*

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

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

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

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

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

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

### 13. Gestión de la calidad

Para cada uno de los requerimientos del proyecto indique:

- Req #1: copiar acá el requerimiento.

Verificación y validación:

- Verificación para confirmar si se cumplió con lo requerido antes de mostrar el sistema al cliente. Detallar
- Validación con el cliente para confirmar que está de acuerdo en que se cumplió con lo requerido. Detallar

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

### 14. Comunicación del proyecto

El plan de comunicación del proyecto es el siguiente:

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

### 15. Gestión de compras

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

### 16. Seguimiento y control

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

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

SEGUIMIENTO DE AVANCE					
Tarea del WBS	Indicador de avance	Frecuencia de reporte	Resp. de seguimiento	Persona a ser informada	Método de comunic.
1.1	Fecha de inicio	Única vez al comienzo	Santiago Esteva	Cristian Muzzio, Bucafusco Franco	email
2.1	Avance de las sub tareas	Mensual mientras dure la tarea	Santiago Esteva	Cristian Muzzio, Bucafusco Franco	email

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

## 17. Procesos de cierre

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

- Pautas de trabajo que se seguirán para analizar si se respetó el Plan de Proyecto original: - Indicar quién se ocupará de hacer esto y cuál será el procedimiento a aplicar.
- Identificación de las técnicas y procedimientos útiles e inútiles que se utilizaron, y los problemas que surgieron y cómo se solucionaron: - Indicar quién se ocupará de hacer esto y cuál será el procedimiento para dejar registro.
- Indicar quién organizará el acto de agradecimiento a todos los interesados, y en especial al equipo de trabajo y colaboradores: - Indicar esto y quién financiará los gastos correspondientes.