



Desarrollo de un controlador para un sensor lineal de carga acoplada con aplicaciones en sensado remoto

Autor:

Dr. Ing. Jacobo O. Salvador

Director:

Mg. Ing. Lucio Martínez Garbino (CNEA)

Codirector:

Esp. Ing. Gonzalo Lavigna (FIUBA)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos
entre el 22 de octubre de 2021 y el 9 de diciembre de 2021.*

Índice

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar	5
2. Identificación y análisis de los interesados	7
3. Propósito del proyecto	8
4. Alcance del proyecto	8
5. Supuestos del proyecto.	8
6. Requerimientos	8
7. Historias de usuarios (<i>Product backlog</i>).	9
8. Entregables principales del proyecto	9
9. Desglose del trabajo en tareas	10
10. Diagrama de Activity On Node.	10
11. Diagrama de Gantt	11
12. Presupuesto detallado del proyecto	14
13. Gestión de riesgos	14
14. Gestión de la calidad	15
15. Procesos de cierre	16

Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
0	Creación del documento	22 de octubre de 2021
1	Se completa hasta el punto 4 inclusive	dd/mm/aaaa

Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 22 de octubre de 2021

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Dr. Ing. Jacobo O. Salvador que su Trabajo Final de la Maestría en Sistemas Embebidos se titulará “Desarrollo de un controlador para un sensor lineal de carga acoplada con aplicaciones en sensado remoto”, consistirá esencialmente en el desarrollo e implementación de un prototipo de sistema de adquisición de imágenes por medio de un sensor lineal de carga acoplada, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 hs de trabajo y \$50000, con fecha de inicio 22 de octubre de 2021 y fecha de presentación pública 15 de mayo de 2022.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Ariel Lutenberg
Director posgrado FIUBA

Mg. Ing. Rafael Oliva Beltran
L&R Ingeniería

Mg. Ing. Lucio Martínez Garbino
Director del Trabajo Final

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

Este trabajo final consiste en el desarrollo e implementación de un prototipo de sistema de adquisición de imágenes por medio de un sensor lineal de carga acoplada. El dispositivo tiene aplicación en el campo de mediciones remotas.

Un sensor lineal esta compuesto por un arreglo de sensores dispuestos en forma equidistante y de tamaño fijo que puede tener una disposición lineal o rectangular dependiendo del diseño de su aplicación. El principio de su funcionamiento se centra en acumular cargas resultante de la interacción de la luz con la materia y a posterior la recolección de la información para su tratamiento digital.

En los últimos años por el avance tecnológico se permitió incrementar el orden de integración de los sensores acoplados y aumentar su sensibilidad. Estos sensores encuentran aplicaciones en dispositivos como camaras, lectores de código, espectrometros y en ramas de la ciencia como la astronomía, el procesamiento de imagenes, aprendizaje supervisado, etc.

Por su bajo costo, confiabilidad y disponibilidad los sensores de carga acoplada encontraron una aplicación en el campo de las mediciones remotas. Esto permitió reducir fuerte los costos de desarrollo e implementación.

El desarrollo e implementación de nuevas generaciones de sensores para medir distancia utilizando sensores por carga acoplada, representa un desafío como también una oportunidad para que nuevas tecnologías puedan desarrollarse.

Un sistema basado en la técnica LiDAR que funciona enviando pulsos cortos de luz y midiendo su reflejo puede variar su costo de desarrollo e implementación desde cientos de dolares a decenas de miles. La utilización de sensores acoplados permiten reducir en un factor de diez o mas los costos, debido a la reducción en los requerimientos funcionales del sistema de emisión y adquisición.

En la Figura 2 se presenta el diagrama en bloques del sistema. Se observa que el sistema de medición remoto se compone de un emisor y una camara.

Esta utiliza un sensor de carga acoplada como sensor de la luz entrante a traves de la lente. Un sistema digital basado en un arreglo de compuerta programables es responsable de digitalizar la senial, controlar el sensor y realizar el procesamiento de datos para ser enviado a una aplicación en la computadora responsable de la recopilación y seguimiento de las mediciones.

La adquisición de medidas en el tiempo van armando un conjunto de imágenes dispuestas en un arreglo lineal. En el mercado existen dispositivos que permiten controlar y adquirir con un sensor de acopladores. En este proyecto se agrega un modulo de procesamiento embebido en la unidad digitalizadora que permite adecuar las seniales en base a la aplicación que se este desarrollando.

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.

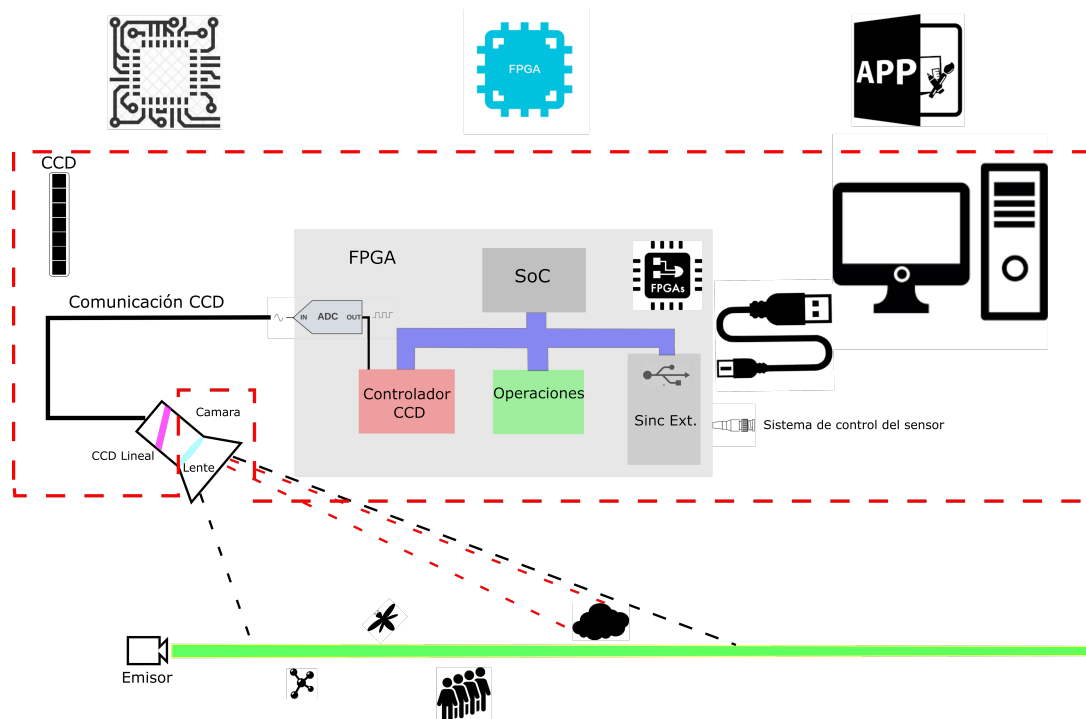


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema. El área delimitada por la línea con guiones rojos representa el alcance de este proyecto

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?
- ¿Cuáles 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 TODAS las figuras 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, preferentemente en la gama de colores pastel.

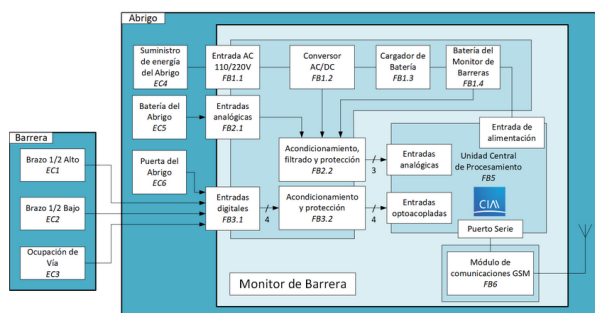


Figura 2. Diagrama en bloques del sistema

2. 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.

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

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Auspiciante			
Cliente	Mg. Ing. Rafael Oliva Beltran	L&R Ingeniería	
Impulsor			
Responsable	Dr. Ing. Jacobo O. Salvador	FIUBA	Alumno
Colaboradores			
Orientador	Mg. Ing. Lucio Martínez Garbino	CNEA	Director Trabajo final
Equipo	miembro1 miembro2		
Opositores			
Usuario final			

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.

Es deseable listar a continuación 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: Lucio Martínez Garbino va a poder ayudar mucho con la definición de los requerimientos.

3. Propósito del proyecto

¿Por qué se hace el proyecto? ¿Qué se quiere lograr?

Se recomienda que sea solo un párrafo que empiece diciendo “El propósito de este proyecto es...”.

4. Alcance del proyecto

¿Qué se incluye y que no se incluye en este proyecto?

Se refiere al trabajo a hacer para entregar el producto o resultado especificado.

Explicitar todo lo quede comprendido dentro del alcance del proyecto.

Explicitar además todo lo que no quede incluido (“El presente proyecto no incluye...”)

5. Supuestos del proyecto

“Para el desarrollo del presente proyecto se supone que: ...”

- Supuesto 1
- Supuesto 2...

Por ejemplo, se podrían incluir supuestos respecto a disponibilidad de tiempo y recursos humanos y materiales, sobre la factibilidad técnica de distintos aspectos del proyecto, sobre otras cuestiones que sean necesarias para el éxito del proyecto como condiciones macroeconómicas o reglamentarias.

6. Requerimientos

Los requerimientos deben numerarse y de ser posible estar agruparlos por afinidad, por ejemplo:

1. Requerimientos funcionales

- 1.1. El sistema debe...
- 1.2. Tal componente debe...
- 1.3. El usuario debe poder...
2. Requerimientos de documentación
 - 2.1. Requerimiento 1
 - 2.2. Requerimiento 2 (prioridad menor)
3. Requerimiento de testing...
4. Requerimientos de la interfaz...
5. Requerimientos interoperabilidad...
6. etc...

Leyendo los requerimientos se debe poder interpretar cómo será el proyecto y su funcionalidad.

Indicar claramente cuál es la prioridad entre los distintos requerimientos y si hay requerimientos opcionales.

No olvidarse de que los requerimientos incluyen a las regulaciones y normas vigentes!!!

Y al escribirlos seguir las siguientes reglas:

- Ser breve y conciso (nadie lee cosas largas).
- Ser específico: no dejar lugar a confusiones.
- Expresar los requerimientos en términos que sean cuantificables y medibles.

7. 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.

El formato propuesto es: como [rol] quiero [tal cosa] para [tal otra cosa]."

Se debe indicar explícitamente el criterio para calcular los *story points* de cada historia

8. Entregables principales del proyecto

Los entregables del proyecto son (ejemplo):

- Manual de uso
- Diagrama de circuitos esquemáticos
- Código fuente del firmware
- Diagrama de instalación
- Informe final
- etc...

9. Desglose del trabajo en tareas

El WBS debe tener relación directa o indirecta con los requerimientos. Son todas las actividades que se harán en el proyecto para dar cumplimiento a los requerimientos. 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.

10. 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:

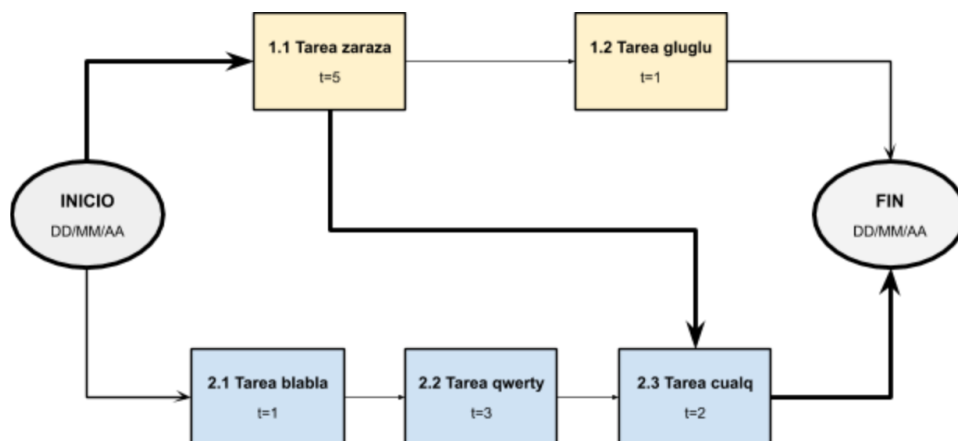


Figura 3. Diagrama en *Activity on Node*

11. Diagrama de Gantt

Existen muchos programas y recursos *online* para hacer diagramas de gantt, entre los 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 4. Diagrama de gantt de ejemplo



Figura 5. Ejemplo de diagrama de Gantt rotado

12. 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			

13. 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 de forma negativa)

- 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).

14. Gestión de la calidad

Para cada uno de los requerimientos del proyecto indique:

- Req #1: copiar acá el requerimiento.
 - 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. Las acciones de verificación suelen considerar al entregable como “caja blanca”, es decir se conoce en profundidad su funcionamiento interno. En cambio, las acciones de validación suelen considerar al entregable como “caja negra”, es decir, que no se conocen los detalles de su funcionamiento interno.

15. 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 emplearon, 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.