



# Interfaz de señales para prácticas de laboratorio

Autor:

Guillermo Federico Caporaletti

Director:

Nombre del Director (pertenencia)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de Proyectos  
entre el 20 de octubre de 2022 y el 8 de diciembre de 2022.*

## Contents

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar . . . . .	5
2. Identificación y análisis de los interesados . . . . .	6
3. Propósito del proyecto. . . . .	7
4. Alcance del proyecto. . . . .	7
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 . . . . .	9
10. Diagrama de Activity On Node . . . . .	10
11. Diagrama de Gantt . . . . .	11
12. Presupuesto detallado del proyecto . . . . .	13
13. Gestión de riesgos. . . . .	13
14. Gestión de la calidad . . . . .	14
15. Procesos de cierre. . . . .	15

## Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
0	Creación del documento	20 de octubre de 2022

## Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 20 de octubre de 2022

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Guillermo Federico Caporaletti que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos se titulará “Interfaz de señales para prácticas de laboratorio”, consistirá esencialmente en la implementación de un prototipo de un equipo con conexión a PC que posea generadores y capturadores, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 hs de trabajo y \$100.000, con fecha de inicio 20 de octubre de 2022 y fecha de presentación pública en diciembre de 2023.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Ariel Lutenberg  
Director posgrado FIUBA

Ing. Federico D’Angiolo  
Universidad Nacional de Avellaneda

Nombre del Director  
Director del Trabajo Final

## 1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

El presente proyecto busca desarrollar un equipo de baja complejidad y bajo costo para la realización de prácticas de laboratorio en el ámbito educativo. Se destinará inicialmente a cursos de los primeros años de las carreras de ingeniería aunque potencialmente su alcance podría llegar al nivel secundario. En rasgos generales, el equipo integra generadores de señal, entradas captadoras de señal, puertos de uso diverso y conexión a PC para su operación.

En las carreras de ciencias físicas y de ingeniería, la práctica es la base fundamental de la formación. En particular se destacan las prácticas de laboratorio, que se desarrollan desde los primeros años de la carrera. Para estas prácticas, inicialmente son necesarios equipos que no requieren por lo general una alta exigencia en cuanto a recursos electrónicos. Sin embargo, los equipos comerciales disponibles tienen un precio privativo, lo que limita su disponibilidad en las clases y dificulta por este motivo el proceso de enseñanza. El alto precio de los equipos comerciales disponibles se explica no tanto por su costo de desarrollo sino por la escasa oferta en este rubro y porque son equipos importados. Esta limitación no guarda relación con la baja complejidad de estos equipos y la alta capacidad de desarrollo en nuestro país.

En el presente proyecto se propone desarrollar un equipo económico y adecuado a cubrir esta necesidad. El diseño incluirá la selección del hardware adecuado, el desarrollo del firmware necesario para el sistema embebido y la implementación de un prototipo funcional. El equipo será operado mediante una PC, para lo cual se implementará una interfaz mínima a través de una terminal.

Se propone una estrategia de diseño abierto, que facilite ampliar su desarrollo principalmente en el ámbito de la comunidad universitaria. El desarrollo de hardware y código abierto permite facilitar la cooperación entre distintas instituciones. Esto sería factible, ante todo, porque el desarrollo propuesto cubriría una necesidad de las carreras de ingeniería y ciencias físicas, naturales y exactas en general.

Vinculado a su finalidad, un aspecto importante del diseño es tener especial atención en la protección del equipo frente a su utilización incorrecta. Esto es de particular interés dado que en cualquier práctica de una clase pueden ocurrir conexiones erróneas que perjudican el funcionamiento del equipo o incluso lo dañan. Los y las estudiantes aprenden con estos errores, pero necesitamos evitar que en estos intentos los equipos entren en desuso debido a la falta de protecciones y/o alto costo de reparación. Una posibilidad es incorporar un diseño modular que facilite su reparación en caso de daños.

Un posible desarrollo posterior sería la capacidad de conectarse a internet, de modo de permitir la realización de prácticas a distancia. Esto podría permitir ser operado mediante un celular y/o almacenar las mediciones directamente en la nube. También podría permitir la realización de prácticas que excedan el horario de las clases sincrónicas presenciales. Esto permitiría programar experiencias de laboratorio largas, ya sea porque involucren muchas etapas o porque sus procesos físicos sean muy lentos.

Lo innovador de este proyecto será el desarrollo de un equipo interfaz de bajo costo, que contribuya a las prácticas de laboratorio en el ámbito educativo nacional. Actualmente, el precio de una interfaz importada con estas funcionalidades es de U\$S 1710 CIP (en Aeropuerto de Ezeiza). Vinculado a esto, otra innovación será la implementación de una solución con hardware y código abierto. Esto podrá facilitar el desarrollo de mejoras posteriores (como ser la conectividad a internet) y la cooperación entre instituciones universitarias.

En la Figura 1 se muestra un esquema del equipo, compuesto por:

- Microcontrolador: En principio, buscaremos un modelo dentro de la familia de STM32 (STMicroelectronics).
- Salidas DAC's: Al menos buscamos dos conversores.
- Amplificadores de salida.
- Entradas ADC's: Al menos dos.
- Acondicionadores de señal de entrada.
- Puertos de uso diverso (entrada y/o salida): Estos puertos permitirían conectarse a sensores diversos como termómetros, medidores de posición y otros elementos que manejen un protocolo digital o representen señales lentas.
- Fuente de alimentación simétrica de 12 V.
- Conexión a terminal en PC vía puerto USB, para manejo de la interfaz y almacenamiento de las señales medidas.

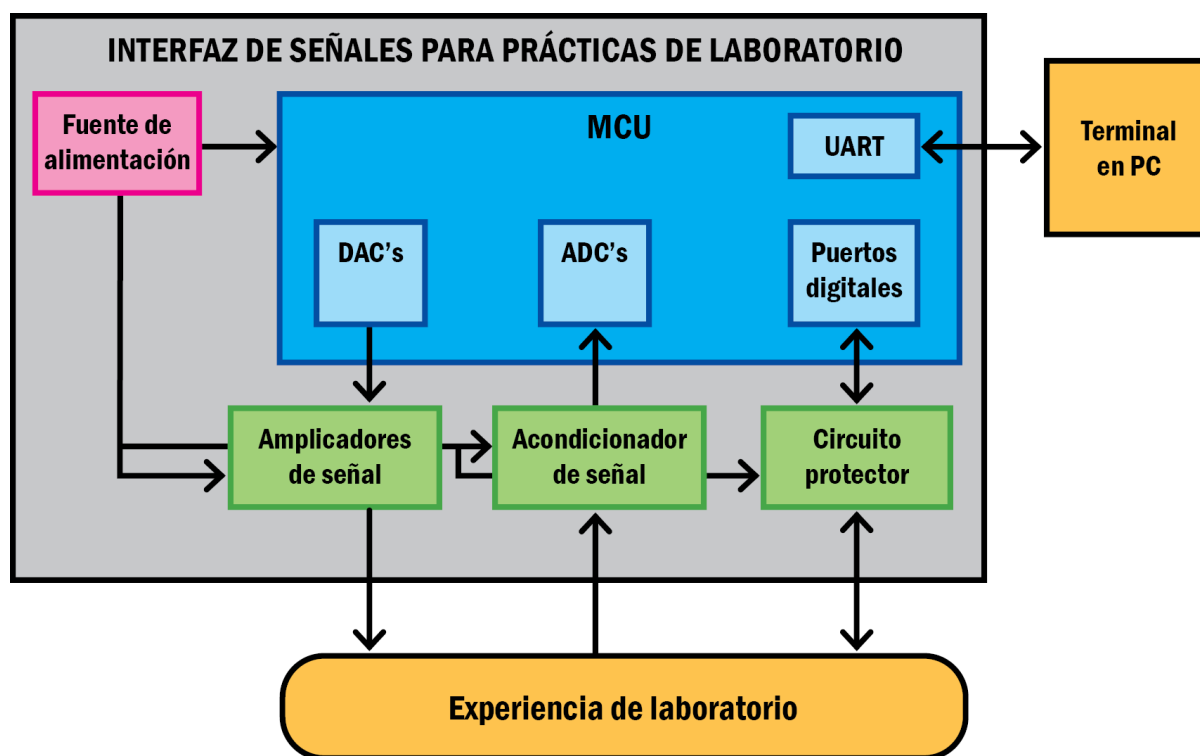


Figure 1. Diagrama en bloques del sistema

## 2. Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Auspiciante	UNDAV	-	-
Cliente	Ing. Federico D'Angiolo	UNDAV	LASE
Impulsor	-	-	-
Responsable	Guillermo Federico Caporaletti	FIUBA	Alumno
Orientador	Nombre del Director	pertenencia	Director del Trabajo final
Equipo	Miguel Dall'Osso Federico Díaz Matías Loiseau Sol Strapko	UNDAV UNDAV UNDAV UNDAV	Profesor Profesor Docente Estudiante
Opositores	Pasco Scientific	-	-
Usuario final	estudiantes de ingeniería	-	-

- La Universidad Nacional de Avellaneda (UNDAV) es la institución que hará uso de este desarrollo, lo que permitirá probarlo y realizar su puesta a punto.
- El Ing. Federico D'Angiolo integra el Laboratorio Abierto de Sistemas Embebidos de la UNDAV, con actividades fundamentalmente pedagógicas.
- Miguel Dall'Osso es profesor a cargo de las materias de Física de la UNDAV, uno de los ámbitos que requieren aumentar la disponibilidad de este tipo de equipos.

### 3. Propósito del proyecto

El propósito del proyecto es lograr un diseño sencillo y fácilmente reproducible para ampliar la oferta de este tipo de equipos destinados a la enseñanza de las ciencias físicas y las ingenierías. Por este motivo se propone un diseño de código y hardware abierto. Esto implica, a su vez, aprovechar las soluciones funcionales ya disponibles en el mercado y que permitan simplificar el diseño de la o las placas necesarias.

### 4. Alcance del proyecto

El proyecto implica:

- Seleccionar un microcontrolador adecuado a las especificaciones.
- Analizar la utilización de una placa de desarrollo.
- Diseñar la placa principal y circuitos analógicos de acondicionamiento y amplificación de las señales.
- Elaborar el código de manejo de los dispositivos y de conexión con la PC.
- Elaborar un manual de referencia con los comandos definidos para controlar al equipo desde la PC.

- Construir un prototipo funcional.

El proyecto no incluye la elaboración de una Interfaz Humano-Máquina (HMI, por sus siglas en inglés) para la operación desde la PC. Ésta deberá hacerse mediante una Terminal utilizando los comandos definidos previamente.

Tampoco se incluirá una pantalla gráfica en el equipo desarrollado, porque esto encarece el equipo y el desarrollo del mismo. Las señales serán graficadas en la PC a partir de los datos recibidos por USB.

## 5. Supuestos del proyecto

El desarrollo del presente proyecto supone:

- La posibilidad de utilizar los equipos de laboratorio disponibles en la UNDAV y sus recursos.
- Un costo de componentes bajo, en relación con el precio de la oferta actual del equipo.
- El sostenimiento del trabajo en equipo de los y las docentes con interés en resolver esta carencia.

## 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

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

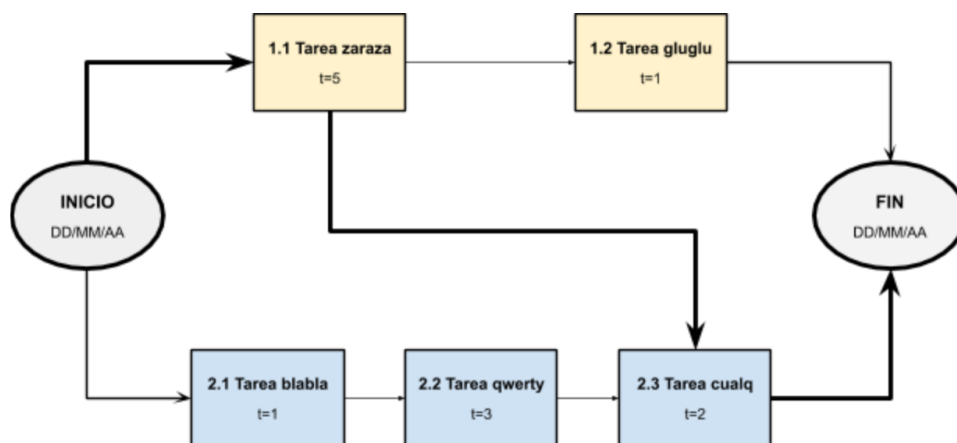


Figure 2. Diagrama en *Activity on Node*

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:

## 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 3, 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.

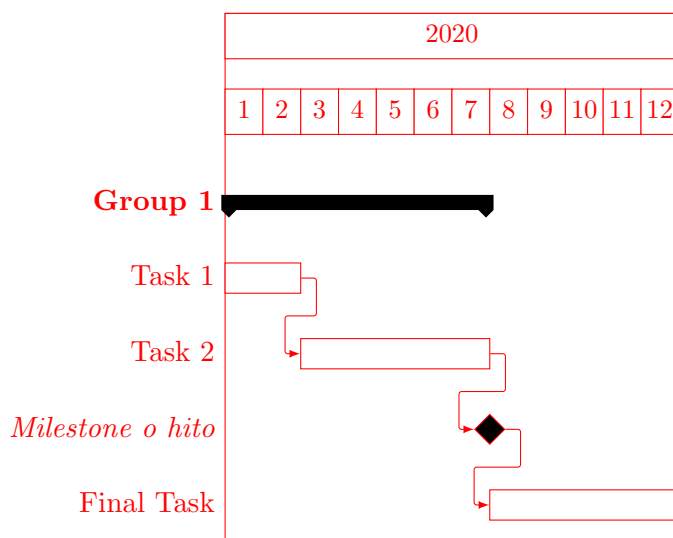


Figure 3. Diagrama de gantt de ejemplo



Figure 4. 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.