



**FACULTAD
DE INGENIERIA**

Universidad de Buenos Aires

Robot móvil de inspección y desinfección

Autor:

Sergio Alberino

Director:

Claudio Verrastro (CNEA, UTN.BA)

Jurados:

Nombre y Apellido (1) (pertenencia (1))

Nombre y Apellido (2) (pertenencia (2))

Nombre y Apellido (3) (pertenencia (3))

*Este trabajo fue realizado en el curso de Gestión de proyectos
entre el 22 de junio de 2020 y el 22 de Agosto 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	5
1. Propósito del proyecto	6
2. Alcance del proyecto	6
3. Supuestos del proyecto	6
4. Requerimientos	7
5. Entregables principales del proyecto	7
6. Desglose del trabajo en tareas	7
7. Diagrama de Activity On Node	9
8. Diagrama de Gantt	9
9. Matriz de uso de recursos de materiales	10
10. Presupuesto detallado del proyecto	10
11. Matriz de asignación de responsabilidades	11
12. Gestión de riesgos	11
13. Gestión de la calidad	12
14. Comunicación del proyecto	13
15. Gestión de Compras	13
16. Seguimiento y control	13
17. Procesos de cierre	13

Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
1.0	Creación del documento	27/06/2020
1.1	Cambios a partir de corrección del docente	16/07/2020

Acta de constitución del Proyecto

Buenos Aires, 22 de junio de 2020

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Sergio Alberino que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos se titulará “Robot móvil de inspección y desinfección”, consistirá esencialmente en el prototipo preliminar de un robot móvil útil para tareas semiautónomas de inspección y desinfección, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 hs de trabajo y \$20.000, con fecha de inicio 22 de junio de 2020 y fecha de presentación pública 22 de diciembre de 2020.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Ariel Lutenberg
Director posgrado FIUBA

Juan Carlos Góms por Grupo de Inteligencia Artificial y Robótica
Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Buenos Aires

Claudio Verrastro
Director del Trabajo Final

Nombre y Apellido (1)
Jurado del Trabajo Final

Nombre y Apellido (2)
Jurado del Trabajo Final

Nombre y Apellido (3)
Jurado del Trabajo Final

Descripción técnica-conceptual del Proyecto a realizar

La idea consiste en el desarrollo de una plataforma móvil que pueda ser controlada a distancia para inspeccionar zonas de difícil acceso o para proveer servicios de desinfección por efecto de rayos ultravioletas. Esto sería principalmente útil en instituciones médicas en las que es posible el contagio de enfermedades por la propagación de bacterias y virus en ambientes comunes. La plataforma debería contar con una placa de procesamiento central (Edu-CIAA) que recibe datos directos (o pre-procesados por otra/s placa/s) y una placa de control para el accionamiento de motores y/o dispositivos adicionales (como puede ser el encendido de un tubo UV). Adicionalmente, el robot podría llevar una cámara inalámbrica para dar mayor información sobre las zonas inspeccionadas. En la Figura 1 se presenta el diagrama en bloques del sistema.

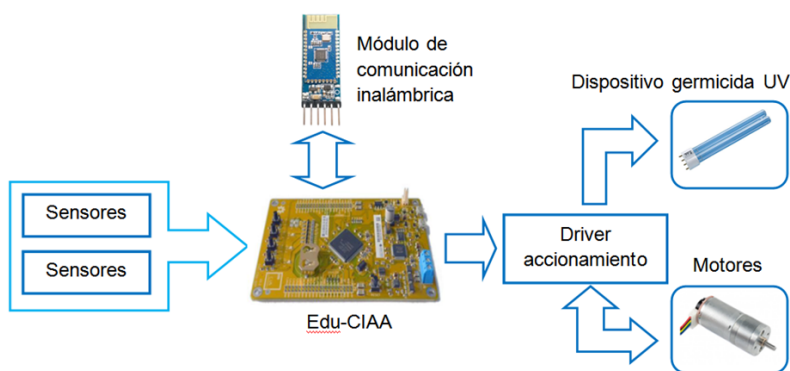


Figura 1: Diagrama en bloques del sistema

Si bien existen plataformas robots similares, las mismas suelen estar fabricadas fuera del país, con lo que el costo de adquisición y transporte resultan particularmente elevados. Además, un desarrollo local documentado contaría con la posibilidad de soporte técnico dentro de las mismas instituciones involucradas. La “Desinfección sin residuos químicos” por luz ultravioleta ha demostrado efectividad como germicida, resultando letal para virus, bacterias, esporas de hongos y microorganismos superiores, ya que altera su ADN, evitando su reproducción. Se prevé algún tipo de conectividad inalámbrica para control y obtención de datos, desde un dispositivo móvil. La idea es dejar preparada la plataforma para la posibilidad posterior de incorporación de módulos que provean servicios de valor agregado, como sensores específicos, posicionamiento GPS, etc. La plataforma robot debe poder operar con baterías recargables que le den una autonomía aceptable para la tarea a realizar. La presente propuesta espera ser aprovechada en el Grupo de Inteligencia Artificial y Robótica de la UTN - Facultad Regional Buenos Aires, El hardware resultante podrá ser utilizado también para la evaluación de algoritmos de Inteligencia Artificial, para aplicaciones en la industria local, y para actividades de docencia e investigación.

Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Auspiciante			
Cliente	Grupo de Inteligencia Artificial y Robótica	Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Buenos Aires	
Impulsor	Secretaría de Ciencia, Tecnología e innovación productiva	Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Buenos Aires	
Responsable	Sergio Alberino	FIUBA	Alumno
Colaboradores			
Orientador	Claudio Verrastro	CNEA, UTN.BA	Director Trabajo final
Usuario final	Personal de salud	Establecimientos hospitalarios	

1. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es desarrollar un prototipo de plataforma móvil de observación para tareas semiautónomas de inspección y desinfección, con documentación completa para su reproducción a escala industrial. El dispositivo deberá poder controlarse a distancia para inspeccionar zonas de difícil acceso o para proveer servicios de desinfección por efecto de rayos ultravioletas. Esto sería principalmente útil en instituciones médicas en las que es posible el contagio de enfermedades por la propagación de bacterias y virus en ambientes comunes.

2. Alcance del proyecto

- Diseño e implementación de una plataforma robot de dimensiones reducidas, con conectividad inalámbrica
- Programación del firmware los módulos correspondientes.
- Programación del software de comunicaciones.
- Pruebas de funcionamiento.
- Documentación del trabajo.

El presente proyecto NO incluye:

- La instalación y puesta en marcha del sistema completo de inspección y desinfección, en institución hospitalario (salvo que el tiempo disponible lo permita).
- El robot no monitoreará, ni realizará la carga de la batería.
- No se incluye cargador.

3. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- Se contará con disponibilidad de los laboratorios e instrumental de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e innovación productiva. UTN. Buenos Aires, para cubrir la tarea de desarrollo.
- Se dispondrá de tiempo durante la jornada laboral para la realización del mismo.
- Se dispondrá de todos los componentes y herramientas necesarios.

4. Requerimientos

1. Requerimientos funcionales

- 1.1. Capacidad de locomoción. El robot debe ser capaz de desplazarse por medio de ruedas motorizadas, a través de superficies planas.
- 1.2. Capacidad de percepción. El robot debe ser capaz de detectar y obtener información del medio.
- 1.3. Capacidad de comunicación inalámbrica.
- 1.4. El robot deberá funcionar con alimentación a batería recargable.
- 1.5. El proyecto debe ser extensible a una posible herramienta de enseñanza e investigación

2. Requerimientos no funcionales

- 2.1. El robot no debe resultar peligroso para el ambiente o las personas con las que podría interactuar.
- 2.2. El diseño del robot debe respetar regulaciones en cuanto a radiación en el espectro ultravioleta.
- 2.3. Se utilizarán componentes electrónicos disponibles comercialmente en Argentina.

5. Entregables principales del proyecto

- Prototipo funcional
- Manual de uso
- Diagrama esquemático del hardware
- Códigos fuentes software
- Informe final

6. Desglose del trabajo en tareas

1. Planificación(50hs)

- 1.1. Relevamiento de necesidades(10hs)
- 1.2. Análisis de requerimientos(20hs)
- 1.3. Confección de la planificación del proyecto(20hs)
2. Diseño e implementación(155hs)
 - 2.1. Selección de materiales y componentes (10hs)
 - 2.2. Diseño de esquemáticos (35hs)
 - 2.3. Construcción de hardware de control (35hs)
 - 2.4. Construcción de hardware de sensores (30hs)
 - 2.5. Integración de hardware (20hs)
 - 2.6. Pruebas funcionales (25hs)
3. Programación de Firmware (130hs)
 - 3.1. Programación software de control de motores (20hs)
 - 3.2. Implementación de drivers para adquisición de datos de los sensores (20hs)
 - 3.3. Pruebas de funcionamiento (15hs)
 - 3.4. Programación de firmware de control reactivo para funcionamiento del robot (40hs)
 - 3.5. Programación software de control comunicación(35hs)
 - 3.6. Modificaciones para integración al software(10hs)
4. Construcción del prototipo (105hs)
 - 4.1. Diseño mecánico de la plataforma (20hs)
 - 4.2. Armado del prototipo(40hs)
 - 4.3. Pruebas funcionales de integración mecánica-electrónica (25hs)
 - 4.4. Ajuste de parámetros de funcionamiento (20hs)
5. Programación de software de aplicación (85hs)
 - 5.1. Diseño de la interfaz de control (20hs)
 - 5.2. Programación de la interfaz de control (40hs)
 - 5.3. Pruebas y ajuste de la interfaz de control (25hs)
6. Documentación y presentación (95hs)
 - 6.1. Informe de avances (10hs)
 - 6.2. Documentación del trabajo realizado (15hs)
 - 6.3. Creación de manuales de uso (15hs)
 - 6.4. Realización de Informe del proyecto (35hs)
 - 6.5. Presentación final (20hs)

Cantidad total de horas: (630 hs)

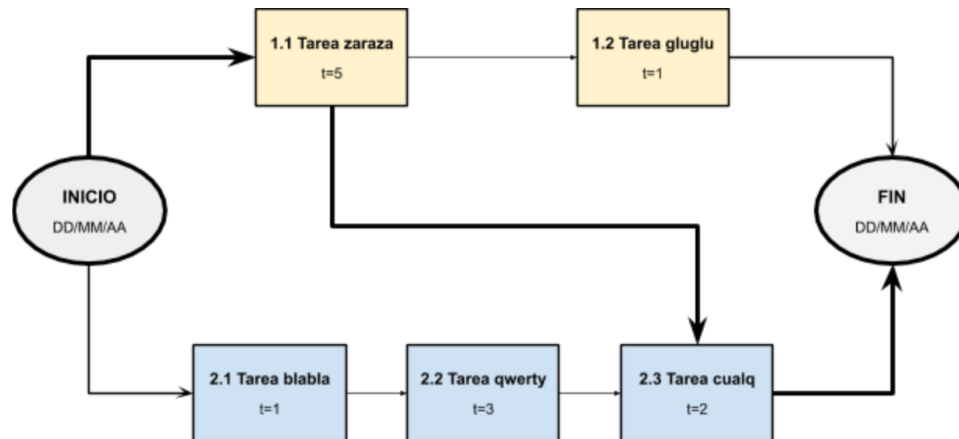


Figura 2: Diagrama en *Activity on Node*

7. Diagrama de Activity On Node

Armar 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:

8. Diagrama de Gantt

Utilizar el software Gantter 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 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.

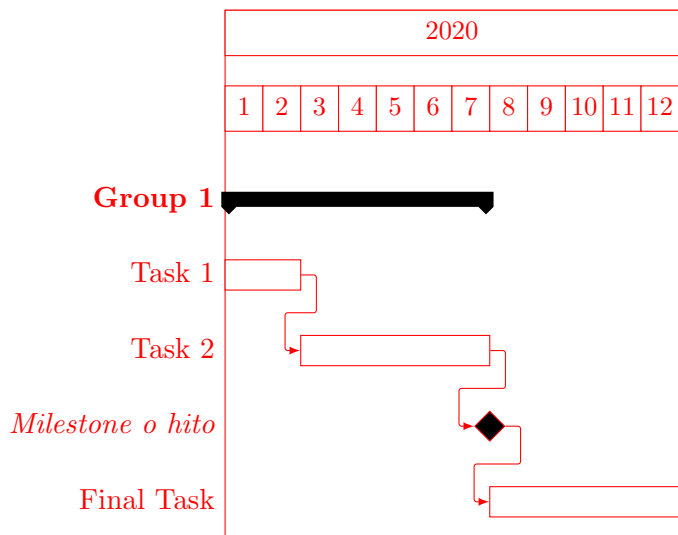


Figura 3: Diagrama de gantt de ejemplo

9. Matriz de uso de recursos de materiales

Código WBS	Nombre tarea	Recursos requeridos (horas)			
		Material 1	Material 2	Material 3	Material 4

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	Orientador	Equipo	Cliente
		Sergio Alberino	Claudio Verrastro	Nombre de alguien	Grupo de Inteligencia Artificial y Robótica

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, 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.

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.

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

- 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.