

Universidad de Tarapacá



Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería en Computación e Informática



Proyecto 1: Robot Garra con LEGO Spike Prime

Asignatura: Proyecto 1

Profesor: Baris Klobertanz

Integrantes:

Guillermo Contreras (Jefe de proyecto)

Ariel Colque (Ensamblador)

Daniel Flores (Programador)

Jhilmar Solares (Documentador)

Fernanda Tobar (Diseñadora)

Arica, Chile

26 de septiembre, 2025



Tabla 1

Historial de versiones del documento

Fecha	Versión	Descripción	Autores
22/09/2025	1.0	Concepción inicial del documento	Jhilmar Solares
29/09/2025	1.1	Elaboración del primer prototipo	Jhilmar Solares
01/10/2025	1.2	Ampliación y mejora de la tabla de contenidos	Jhilmar Solares
03/10/2025	1.3	Desarrollo de la sección de restricciones y gestión de riesgos	Jhilmar Solares
13/10/2025	1.4	Mejora de la sección de organización proporcional	Jhilmar Solares
15/10/2025	1.5	Extensión y revisión de la bibliografía	Jhilmar Solares
15/10/2025	1.6	Completación de la sección de gestión de riesgos	Jhilmar Solares
17/10/2025	1.7	Finalización de la tabla estimación de costos	Jhilmar Solares
17/10/2025	1.8	Corrección del formato APA y validación final del documento	Jhilmar Solares
17/10/2025	1.9	Redacción y finalización de la conclusión del informe, incorporando el cierre y proyección del proyecto.	Jhilmar Solares



Tabla de contenidos

Panorama general	4
1.1 Introducción	4
1.2 Objetivo general	4
1.3 Objetivos específicos	4
1.4 Restricciones	5
1.5 Entregables	5
Organización del personal	6
2.1 Descripción de roles	6
2.2 Personal designado	6
Planificación del proyecto	7
3.1 Cronograma de actividades	8
3.2 Carta Gantt	9
3.3 Gestión de riesgos	10
Estimación de costos	12
4.1 Costo de hardware	12
4.2 Costo de software	13
4.3 Costo por rol	13
Conclusión	14
Bibliografía	15
6.1 Fuentes de compra	15
6.2 Fuentes de información	15



Panorama general

1.1 Introducción

En este proyecto se presenta el proceso de diseño, construcción y programación de un robot manipulador utilizando el kit *LEGO Education SPIKE Prime*. El objetivo es crear un mecanismo capaz de identificar, agarrar y transportar objetos de diferentes formas y pesos. Se detallan las iteraciones del diseño mecánico, la lógica de programación basada en sensores y los resultados de las pruebas de funcionalidad, concluyendo con el éxito del prototipo en la manipulación de objetos específicos.

1.2 Objetivo general

Construir y programar un robot utilizando el *kit LEGO Education SPIKE Prime*, capaz de sujetar, levantar y trasladar objetos.

1.3 Objetivos específicos

- Experimentar con los componentes del kit LEGO Education SPIKE Prime para comprender el funcionamiento de sus motores, sensores y piezas estructurales.
- Diseñar la estructura del robot optimizando su equilibrio, movilidad y resistencia al peso de los objetos transportados.
- Construir una garra mecánica capaz de abrirse, cerrarse y mantener un agarre firme sobre objetos de distintas formas y tamaños.
- Programar la lógica de funcionamiento del robot utilizando los sensores de color y distancia para detectar y manipular objetos de manera autónoma.
- Probar y ajustar los movimientos del robot mediante iteraciones que mejoren la precisión del agarre y la eficiencia del desplazamiento.
- Evaluar el desempeño del robot en diferentes condiciones (peso del objeto, superficie de trabajo, velocidad de movimiento).
- Documentar el proceso de diseño, ensamblaje y programación para dejar registro técnico del desarrollo del proyecto.
- Comprobar el cumplimiento de los objetivos mediante pruebas que verifiquen la capacidad del robot para levantar y trasladar correctamente los objetos asignados.



1.4 Restricciones

- Se requiere alta precisión y cuidado al manipular las piezas LEGO, debido a su tamaño reducido y fragilidad, lo que limita la velocidad de ensamblaje.
- Se presentó dificultad para localizar las piezas necesarias durante el proceso de construcción, lo que generó demoras en el desarrollo del robot.
- La escasez de piezas disponibles condiciona el diseño estructural, obligando al equipo a realizar adaptaciones en el modelo.
- Se identificó falta de experiencia técnica del equipo en el uso del kit LEGO Spike Prime y en la creación de algoritmos de control, lo que requirió tiempo adicional de aprendizaje.
- Existieron limitaciones en la cantidad y tipo de piezas proporcionadas, restringiendo la complejidad del diseño y el alcance funcional del robot.
- Se presentaron problemas intermitentes en la conexión Bluetooth, afectando la comunicación entre el robot y el dispositivo de programación.
- Una integrante del equipo se ausentó por una semana, reduciendo la capacidad de trabajo colaborativo durante esa etapa.
- Por disposición institucional, se determinó que toda la documentación y seguimiento del proyecto debía realizarse exclusivamente a través de la plataforma Redmine, limitando el uso de otros medios de gestión.
- Debido a políticas del establecimiento, no se permitió trasladar el robot fuera del aula, por lo que el trabajo práctico sólo pudo desarrollarse durante el horario de clases o en salas especialmente autorizadas.



1.5 Entregables

- **Bitácoras:** Son informes semanales que describen el avance del equipo en el proyecto, abarcando actividades realizadas, dificultades encontradas, recomendaciones para mejorar y acciones tomadas. Preparadas por un individuo designado, ofrecen un panorama exhaustivo para apoyar decisiones estratégicas, asignan responsabilidades y resaltan asuntos a tratar en grupo.
- **Carta Gantt:** Representación visual de la programación del proyecto, mostrando en una línea de tiempo las tareas, su duración y secuencia, facilitando la gestión del tiempo y los recursos al visualizar la evolución de las actividades a lo largo del proyecto.
- **Informe de Formulación:** Este documento detalla nuestra organización y estrategia para alcanzar los objetivos de la asignatura. Abordaremos la asignación de roles, las metas del equipo y las medidas que implementaremos para lograr el propósito académico. Además, compartiremos nuestras primeras impresiones durante el proceso de desarrollo y presentaremos la documentación relevante recopilada a lo largo del semestre.
- **Presentaciones:** Se detallan los objetivos del proyecto, los retos superados y las soluciones aplicadas. También se resaltan los éxitos obtenidos, la distribución del equipo y se ofrece una visión general del robot.



Organización del Personal

2.1 Descripción de Roles

Jefe de proyecto: Representante del equipo, supervisa y organiza el progreso del proyecto.

Ensamblador: Encargado del montaje y el armado de las piezas, monitorea el cumplimiento de las funcionalidades del robot, en conjunto con el programador.

Programador: Encargado del área de la codificación y funcionamiento del robot, en colaboración del ensamblador.

Documentador: Encargado de registrar el avance del proyecto, junto con la redacción de los informes

Diseñador: Encargado de la creación del logotipo y la estética del proyecto.

2.2 Personal Designado

Tabla 2
personal designado

Rol	Descripción del Rol	Responsable
Jefe de proyecto	Coordina el equipo, organiza tareas y supervisa el cumplimiento de los objetivos del proyecto.	Guillermo Contreras
Ensamblador	Construye el robot utilizando el kit LEGO Spike Prime, asegurando su estabilidad y funcionamiento.	Ariel Colque
Programador	Desarrolla y ajusta el código del robot, configurando sensores y motores.	Daniel Flores
Documentador	Registra los avances del proyecto y redacta los informes técnicos.	Jhilmar Solares
Diseñador	Diseña el material visual y la	Fernanda Tobar



	presentación final del proyecto.	
--	----------------------------------	--

Planificación del proyecto

3.1 Cronograma de actividades

Tabla 3

Cronograma de actividades

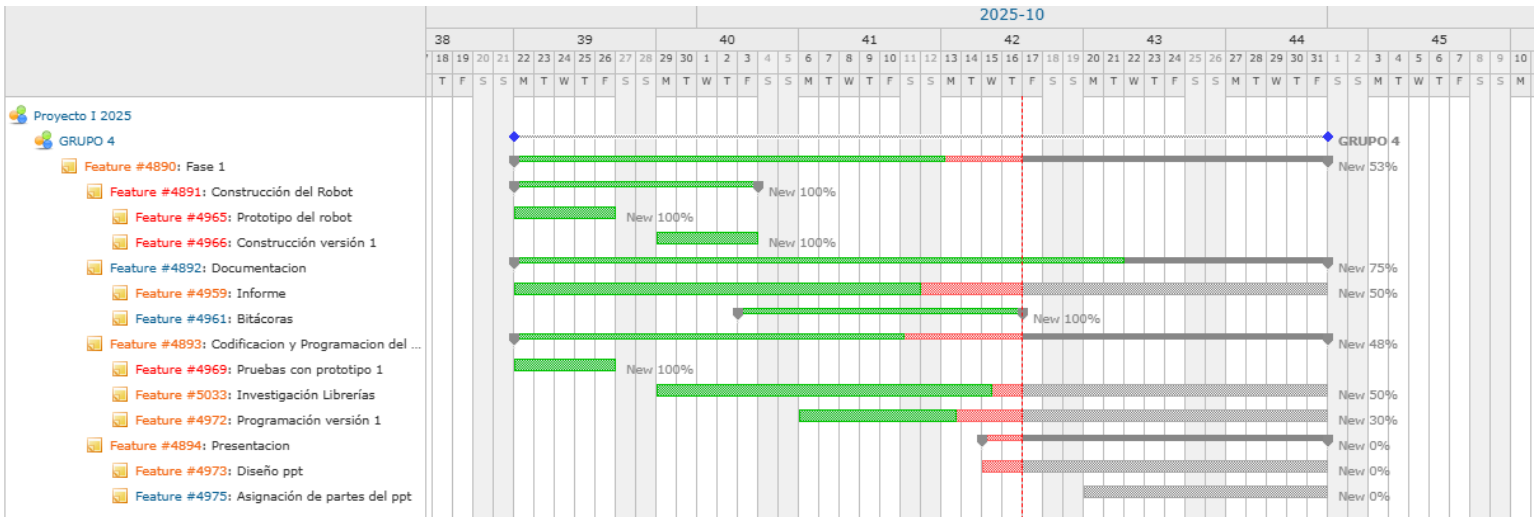
Actividad	Descripción	Responsable (Rol)	Inicio	Termino	Duración
Construcción de robot	Ensamblaje del modelo inicial y estructura base del robot	Ensamblador	18/09/2025	25/10/2025	5 semanas
Prototipo del robot	Creación y prueba del prototipo inicial	Jefe de proyecto	18/09/2025	25/09/2025	1 semana
Documentación del proyecto	Registro de avances, bitácoras e informe	Documentador	20/09/2025	30/10/2025	6 semanas
Informe	Reducción del documento final con resultados y conclusiones	Documentador	30/09/2025	27/10/2025	4 semanas
Bitacoras	Registro diario/semanal del trabajo realizado	Jefe de proyecto	20/09/2025	27/10/2025	5 semanas
Codificación y programación	Desarrollo del código y configuración de	Programador	25/09/2025	07/11/2025	6 semanas



del robot	motores				
Pruebas con prototipo 1	Evaluación funcional del robot con los primeros algoritmos	Programador	05/10/2025	15/10/2025	1.5 semanas
Investigación de librerías	Revisión y prueba de librerías para la programación con Lego Spike Prime	Programador	22/09/2025	31/10/2025	6 semanas
Programación versión 1	Implementación de la primera versión del código funcional	Programador	10/10/2025	07/11/2025	4 semanas
Presentación final	Preparación y exposición de resultados	Jefe de proyecto	27/10/2025	07/11/2025	2 semanas
Diseño del PPT	Creación del material visual para la presentación	Diseñador	29/10/2025	05/11/2025	1 semana
Asignación de las partes del PPT	Distribución de temas entre los integrantes para la exposición	Jefe de proyecto	04/11/2025	06/11/2025	2 días



3.2 Carta Gantt





3.3 Gestión de Riesgos

A continuación se presenta una tabla que exhibe un desglose de los problemas que se han presentado a lo largo de la primera fase del proyecto. Esta tabla resume el impacto de cada desafío al clasificar el daño en cinco niveles distintos. Cada nivel está asociado con diferentes tipos de daño:

1. Daño terminal: El riesgo genera una falla irreversible en el desarrollo, imposibilitando continuar con el proyecto. No existe una solución viable, por lo que se procede a la cancelación definitiva del proyecto.

2. Daño catastrófico: Las medidas a tomar en el caso son de forma inmediata, puede provocar que el proyecto se detenga o retrase significativamente, teniendo que volver a empezar desde cero.

3. Daño crítico: Se deben tomar medidas necesarias para resolver el riesgo, debido a que puede provocar que el proyecto se retrase en varias etapas.

4. Daño circunstancial: El riesgo se debe resolver en el momento, debido a que puede retrasar el desarrollo de una etapa base del proyecto.

5. Daño irrelevante: El riesgo no es de mayor importancia, es un detalle imprevisto que no necesita mucha atención y se puede resolver en cualquier momento.

6. Daño recurrente: El riesgo no es significativo, pero es reiterativo, retrasa en las sesiones de trabajo, pero no en etapas.

Tabla 4
Gestión de riesgos del proyecto

Riesgo	Nivel de Impacto	Acción Remedial
El robot sufre daños	Daño crítico	Asegurar el robot y realizar pruebas en entornos controlados.
Pérdida de piezas	Daño Crítico	Buscar en el área donde se realizó la última manipulación de componentes.
Falta de piezas	Daño circunstancial	Solicitar la pieza faltante a



		los ayudantes.
Pieza rota	Daño circunstancial	Solicitar nuevamente la pieza faltante a los ayudantes, siguiendo el protocolo establecido
Pérdida del robot	Daño terminal	No existe acción remedial; se cancela el proyecto.
Mala programación	Daño moderado	Revisar tutoriales e implementar soluciones en el código.
Dificultades con la conexión wifi	Daño catastrófico	Verificar la conectividad probando con un dispositivo alternativo
Ausencia del personal en el horario de trabajo	Daño crítico	Redistribución temporal de tareas entre el personal disponible para evitar retrasos



Estimación de Costos

En esta sección se presenta el cálculo estimado de los recursos necesarios para el desarrollo del proyecto, considerando tanto los materiales utilizados como las herramientas digitales y la participación del equipo de trabajo. Los costos se dividen en tres categorías principales:

- Hardware, que incluye los componentes físicos indispensables para la construcción y funcionamiento del robot.
- Software, donde se consideran las licencias o suscripciones empleadas para la programación y documentación.
- Costo por rol, que estima el valor del tiempo dedicado por cada integrante del equipo según sus funciones y horas de trabajo asignadas.

El desarrollo del proyecto se llevó a cabo entre el 22 de septiembre de 2025 y el 17 de octubre de 2025, período durante el cual se realizaron las etapas de diseño, ensamblaje, programación y documentación.

4.1 Costo de hardware

Tabla 5

Costo de hardware

Producto	Precio(CLP)
Set Lego Spike Prime	622.872
Notebook Gaming Victus 16-r1015la	1.299.990
Mouse Vertical Ergonómico Inalámbrico Negro	12.990
Total:	1.935.852



4.2 Costo de software

Tabla 6

Costo de software

Producto	Precio(CLP)
Microsoft 365 Personal (anual)	84.990
Total:	84.990

4.3 Costo por rol

Tabla 7

Costo por rol

Rol	Horas	Precio por hora (CPL)
Jefe de proyecto	22	5.000
Ensamblador	17	4.500
Programador	24	5.500
Documentador	20	4.000
Total:	87	398.500



Conclusión

A lo largo del desarrollo del proyecto, nuestra experiencia con el robot *LEGO Education SPIKE Prime* ha sido sumamente didáctica. Aunque la etapa de construcción resultó ser la más relajada y sencilla, el verdadero desafío comenzó al momento de programar las acciones de la garra. Desde un inicio, nuestra idea principal era simple pero prometedora: sincronizar un mando de consola que nos permitiera ejecutar las funciones básicas del robot, como abrir y cerrar la garra o desplazarse sobre su propio eje.

Los problemas aparecieron cuando comenzamos a utilizar la plataforma oficial de LEGO Spike, la cual no soportaba funciones externas ni librerías ajenas a su sistema. Esto nos llevó a probar *LEGO Mindstorms*, pero su aplicación había sido descontinuada y no era compatible con nuestro hub. Luego intentamos trabajar con *Pybricks*, donde surgieron dificultades de conexión y líneas de código que no realizaban las acciones esperadas. Después de varios intentos, decidimos avanzar parte del código en *Visual Studio Code*, y fue allí donde logramos un progreso significativo: el programa se sincronizó correctamente con el hub, pudimos controlar la garra mediante el teclado, y se abrió la posibilidad de incorporar un mando más adelante.

Por ahora, no hemos probado aún el control inalámbrico, ya que nuestro enfoque actual se centra en conseguir que la garra funcione correctamente al presionar los botones. Esperamos que, en los próximos días, podamos optimizar el tiempo de respuesta y ajustar los movimientos para que sean más precisos y fluidos.

En general, esta primera fase del proyecto nos ha permitido aprender mucho sobre diseño, ensamblaje y programación. La parte más entretenida fue construir el robot y ver cómo cobraba forma, mientras que la más complicada fue lograr que las librerías funcionaran como queríamos. A pesar de las dificultades, el proyecto avanza conforme a lo planeado, y confiamos en que con tiempo y perseverancia podremos perfeccionar aún más el funcionamiento de nuestra garra y del robot en general.



Bibliografía

6.1 Fuentes de compra

Canva. (s. f.). *Canva Pro – Herramientas de diseño profesional (suscripción anual)*. Recuperado de <https://n9.cl/s6nf3i>

Microsoft. (s. f.). *Microsoft 365 Personal (suscripción anual)*. Recuperado de <https://n9.cl/5od5j>

Paris Chile. (s. f.). *Mouse vertical ergonómico inalámbrico (negro)*. Recuperado de <https://n9.cl/3ylfte>

Paris Chile. (s. f.). *Notebook Gaming Victus 16-r1015la, Intel Core i7, 16 GB RAM, 1 TB SSD, RTX 4060, 16.1" FHD 144 Hz, Windows 11 Home*. Recuperado de <https://n9.cl/l3vl7>

Ubuy Chile. (s. f.). *LEGO Education SPIKE Prime Set*. Recuperado de <https://n9.cl/tac8z>

6.2 Fuentes de información

LEGO. (s. f.). *Acerca de LEGO Mindstorms*. Recuperado de <https://n9.cl/udokh>

YouTube. (2022, marzo 15). *LEGO Mindstorms – Introducción y funciones básicas* [Video]. YouTube. Recuperado de <https://n9.cl/w42fs>

YouTube. (2021, noviembre 10). *Programación del robot LEGO Mindstorms paso a paso* [Video]. YouTube. Recuperado de <https://n9.cl/x6ptp>