# Conclusiones.

## Realización de los objetivos.

Los objetivos planteados en el proyecto han sido desarrollados de la siguiente forma:

* Para realizar el prototipo del robot se ha diseñado un modelo 3D de cada módulo que ha sido impreso mediante una impresora 3D.
* Para poder aplicar la versatilidad de permitir diseñar módulos secundarios del robot a gusto de cada usuario se ha procedido diseñando un modelo 3D de un prototipo del conector magnético que se ha usado para unir los diferentes módulos y es el que contiene los conductores que transmiten las señales eléctricas entre módulos. Se ha hecho el modelo 3D para poder imprimirlo con una impresora 3D.
* La alimentación se ha conseguido realizar mediante un módulo de alimentación que suministra la corriente a través de los conectores y del módulo de control, alimentando así a los módulos de comunicación conectados a él.
* Para darle la capacidad de control de motores se ha diseñado un módulo de locomoción que contiene un par de motores DC que deben de ser controlados. El control se realiza mediante la función secundaria del módulo de control de comunicación y enviando órdenes a través del PC externo conectado a la red interna del robot, dando señales digitales que el módulo de locomoción traduce en señales que activan o desactivan los motores.
* Para realizar un sistema inalámbrico de comunicación entre los módulos se ha creado una red interna del robot Wi-Fi, a través del módulo de control, a la que se conectan los módulos de comunicación que controlan los módulos secundarios personalizados y el PC externo que enviará las ordenes al robot.
* Para realizar la comunicación se ha diseñado un protocolo que a través de un mensaje, en forma de cadena de texto, se dan los datos de la operación a ejecutar, los módulos principales participantes (emisor y receptor), el módulo secundario que debe ejecutar la operación y los datos de activación, si son necesarios.

## Resultados.

El robot diseñado ofrece la capacidad de control de dos motores DC de forma simultánea, mediante el módulo de locomoción, el diseño fue pensado para facilitar el montaje del módulo e intentar hacerlo fuerte, resistente y robusto para que aguante el peso del robot, aunque ha causado ciertos problemas en la electrónica, teniendo que añadir un conector pogo-pin adicional para el control simultáneo de los dos motores DC. También, se ha tenido que adaptar el software para que el módulo de control actúe como módulo secundario de comunicación. Los motores estaban pensados para mover el robot mediante un par de ruedas conectadas a los ejes de los motores, pero se ha suprimido esta función para usar el movimiento de los motores para otra función, dando prioridad a la capacidad de control de motores DC de forma inalámbrica y no a la función de movimiento exclusivamente.

Los módulos sensor, incorporando un sensor de proximidad, cumplen una función de freno de emergencia de los motores al detectar un elemento próximo, la idea principal era la de evitar posibles choques del robot con objetos cercanos durante su movimiento, frenándolo antes de aproximarse a una cierta distancia de un obstáculo pero al no poder implementar un manejo sencillo de los movimientos del robot mediante una interfaz su función es la de un freno de emergencia más estático, sólo cuando se desee parar los motores, sin enviar señal de parada. En implementaciones futuras, si se implementara una interfaz de usuario para control de los diferentes módulos, entonces se podría dar una función más dinámica a la función de freno de emergencia. Otra de las funciones que podría cumplir perfectamente este módulo es la de fin de carrera en caso de aplicar un movimiento en el módulo del robot.

En el diseño de software ha habido problemas en la conexión entre los módulos durante el diseño, lo que ha llevado a no poder implementar una interfaz de control para el usuario para un control más sencillo visual y rápido de los motores, lo que ha llevado al descarte de la función móvil del robot ya que el manejo sería lento pudiendo ocasionar daños en el robot. Por otro lado, se ha logrado correctamente la conexión entre los módulos y su comunicación mediante el protocolo de comunicación propio permitiendo el control de los motores y recepción correcta de los datos captados por el sensor.

El diseño mecánico del robot ha sufrido varios problemas, como son el peso de los módulos, siendo mayores de lo esperado, o la ausencia de soportes para los módulos conectados en horizontal ya que aunque los imanes conectan bien los conectores el peso de los módulos, aunque sea bajo o el estimado, no soporta adecuadamente ese peso ocasionando la desconexión de los módulos, por ello se añadieron posteriormente de forma manual.

Los conectores mecánicamente sufren el mismo problema que el robot en general, pero eléctricamente cumple la función perfectamente, una vez solucionado el problema de los deslizamientos de los módulos debido a movimientos bruscos o su peso.

En el diseño electrónico, las placas 5V cumplen su función perfectamente y el MCU funciona perfectamente. El MCU es un componente que se encuentra fácilmente a buen precio en el mercado y tiene buena funcionalidad electrónica y es muy versátil pero a nivel de software, aunque admite correctamente las funciones de Arduino mediante su librería particular, se ha encontrado un problema en la conexión inalámbrica que causaba en algunas ocasiones la perdida de la señal inalámbrica por parte de los módulos clientes, lo que ha causado retrasos en el proyecto y que no se pueda implementar la interfaz de usuario gráfica para controlar los motores. Este problema puede solucionarse posiblemente mediante un código en LUA que es el lenguaje nativo del ESP8266, pero se ha pensado usar el lenguaje de Arduino ya que es uno de los que más comunidad tiene y de los que más datos se disponen a la hora de necesitar ayuda autodidacta, además de que con Arduino hay mucha compatibilidad entre componentes y se disponen de muchas fuentes de código que agiliza el proceso de diseño software, y como el uso principal del robot es un aprendizaje de la robótica y electrónica a través de medios sencillos y que puedan usarse como un ocio, sin saturar al público con números conceptos complejos y difíciles de encontrar y entender, por ser demasiado avanzados, el problema con la librería Arduino es mínimo.

Finalmente, el cableado se ha logrado reducir al mínimo que era uno de los objetivos del proyecto, y la señal se transmite correctamente por todo el robot.

## Discusión de resultados.

Durante la realización de este proyecto han surgido dos puntos clave, que han marcado la funcionalidad y utilidad del robot y del proyecto, estas funciones son: la comunicación y control inalámbricos de los diversos elementos y el diseño personalizado de los diferentes elementos.

Como uno de los puntos fuertes del proyecto del robot ROMEO es el control inalámbrico y a distancia de los diferentes módulos, se puede potenciar esta característica haciendo una alimentación de módulos individual y no general de todo el conjunto, como se ha presentado en este proyecto. De esta forma, se consigue módulos de alimentación reducidos en tamaño y con una alimentación más específica y ajustada al elemento que tiene que alimentar, y dado que la batería ha sido un limitante en las dimensiones físicas de los módulos, los módulos de control y comunicación podrían ajustarse también en sus dimensiones, haciendo al conjunto más manejable y ajustable.

Tras intentar implementar un módulo de locomoción basado en un par de motores se ha comprobado que es más viable, útil y sencillo, dado las características inalámbricas del robot y basándonos en el concepto de simplicidad electrónica que ha sido tema principal del proyecto, diseñar e implementar módulos de locomoción de un único motor, aunque la complejidad física del módulo queda en manos del usuario diseñador del módulo. Esta individualidad de locomoción consigue que se pueda aplicar un sistema de seguridad en el movimiento por el cual en el caso de que deje de funcionar un motor, este podría separarse del resto dejando el movimiento a los demás módulos de locomoción, aunque haría más complejo el control de los módulos de locomoción. Por último, permite una separación de los módulos lo que ofrece la posibilidad de implementación en elementos muy separados entre sí, eliminando gran cantidad de cableado.

El otro punto fuerte del proyecto, el diseño de módulos secundarios para el robot, es el que permite un aprendizaje en temas como son el diseño e impresión 3D, además de electrónica y robótica, temas en los que se ha intentado simplificar al máximo posible, razón por la cual, se usan sólo cuatro conductores de señales eléctricas y se ha intentado que todo el robot utilice este diseño eléctrico. El proceso de buscar el equilibrio entre simplicidad y utilidad de los diferentes módulos del robot es el que ofrecería este aprendizaje.

## Trabajos futuros.

Dentro de las futuras implementaciones, actualizaciones o expansiones en funciones y usos del robot, destacarían las siguientes:

1. Implementación de módulos de locomoción individuales y aplicación de un sistema de control de estos módulos más completo y seguro, pudiendo llegar a implementar un sistema de seguridad de descarte de los módulos de locomoción que fallan, dejando el control en el resto de módulos de locomoción.
2. Mejoras en el hardware usado, sustituyendo la placa MCU por otro modelo más actualizado, teniendo en cuenta las posibilidades de adquisición en el mercado y su precio.
3. Unir el módulo de control y de comunicación en un único módulo de control que permita realizar las funciones de ambos en uno sólo, facilitando el proceso de control, el diseño físico y electrónico pero haría más complejo el diseño del software de control. Este módulo general de control debería de tener dos funciones marcadas, maestro o esclavo, siendo el maestro el que ejerce las funciones de gestión de los datos transmitidos y se comunica con el exterior y los esclavos se encargarían del control de los módulos secundarios, esta selección puede comenzar a realizarse e implementarse en primera instancia de forma manual pero para hacer más completo el robot debería de hacerse de forma automática.