

Proyecto 1

Diseño y control cinemático de un hexápodo/cuadrúpedo

Logística

- **Fecha de entrega:** martes 21 (sección 11) y jueves 23 (sección 12) de abril durante el laboratorio (el espacio en Canvas para subir el reporte permanecerá abierto hasta el sábado 25 de abril).
- El proyecto deberá trabajarse en **equipos de 4 a 5 personas** como máximo (sólo se permite 1 grupo de 5 en la sección 11 y dos grupos en la sección 12, los demás deberán ser de 4 integrantes).
- Cualquier evidencia de plagio detectada ya sea en el diseño mecánico, diseño electrónico y/o programación implicará una nota de **cero** para todos los involucrados.
- La presentación final involucrará una carrera entre los robots de todos los equipos (por sección) y se entregará un premio al primero en llegar a la meta. Adicionalmente se otorgarán premios en las categorías: mejor diseño mecánico, mejor diseño electrónico y mejor movimiento sincronizado de patas.

Instrucciones

Cada equipo tiene como objetivo principal el desarrollar desde cero un robot hexápodo/cuadrúpedo (el tipo de robot será definido por el equipo) capaz de moverse en cualquier dirección, poseer su propia fuente de alimentación eléctrica y recibir comandos de movimiento de manera inalámbrica, los cuales serán interpretados por un microcontrolador/microcomputadora y generarán los movimientos respectivos en las patas (motorizadas) del robot. Para lograr esto, tomen en consideración lo siguiente:

1. Empleen un software CAD para diseñar las piezas mecánicas del robot, tomando en consideración que el diseño completo debe caber dentro de una caja de 50x50x50 centímetros. Si bien pueden emplear como inspiración algún diseño (open hardware) de un robot similar en la web, su diseño final debe ser una creación original. Su diseño mecánico debe tomar en consideración la selección de servomotores adecuados según el tipo de robot (hexápodo vs cuadrúpedo), los grados de libertad a asignarle a cada pata (2 o 3) y que cada pata debe ser un mini brazo robótico serial. Adicionalmente debe considerar que los motores sean capaces de levantar el peso completo de todos los componentes que irán sobre el motor (el microcontrolador/microcomputadora, el circuito de potencia y la batería), no sólo las piezas mecánicas. Asegúrese que su diseño sea manufacturable con el equipo que cuenta el Makerlab o el D-Hive de la UVG.

2. Diseñen la electrónica necesaria para alimentar los motores del robot y el circuito del microcontrolador/microcomputadora del robot. Tomen en consideración que este último debe ser suficientemente capaz en términos de periféricos y poder computacional para controlar la cantidad de servomotores necesarios a una velocidad adecuada para lograr los movimientos sincronizados. Adicionalmente, su circuito electrónico debe incluir algún receptor inalámbrico (puede ser mediante WiFi, Bluetooth o RF) que permita la recepción de comandos de movimiento. Si bien no es estrictamente necesario que diseñe una PCB para su circuito final, NO se aceptarán diseños en protoboard por el riesgo que existe que se desconecten las terminales durante el movimiento del robot. Finalmente, consideren una selección apropiada de batería que les permita por lo menos hacer funcionar a su robot durante 10 minutos (durante el diseño y las pruebas pueden usar las fuentes del laboratorio o sus mesas para evitar estar cargando constantemente la batería).
3. Desarrollen una aplicación para PC o para un teléfono inteligente que les permita enviar los comandos de movimiento hacia el robot. Se recomienda emplear solo 4 comandos: mover hacia adelante, mover hacia atrás, girar hacia la derecha y girar hacia la izquierda. Busquen minimizar lo más posible la latencia (atraso en recepción y ejecución de comandos) para obtener un buen rendimiento durante la carrera.
4. Empleen generación de trayectorias y métodos cinemáticos de control para encontrar la secuencia (suave) de ángulos que mueva cada una de las patas del robot de forma adecuada para ejecutar los comandos de movimiento. Para esto pueden considerar que cada una de las patas es un manipulador serial y que las trayectorias de cada pata deben seguir algún *patrón de paso* (referirse a las imágenes `hexapod_gaits` y `quadruped_gaits` adjuntas a este documento). El movimiento de las patas debe ser lo más suave posible para que el movimiento se vea natural y no “robótico” (se deja adjunto como referencia un pequeño video de funcionamiento de un hexápodo de una iteración anterior del curso).

Entregables y Rúbrica

Lo indicado a continuación debe subirse al espacio correspondiente en Canvas (cuando aplique) antes de las fechas y horas límites de entrega por actividad.

- **(3 pts) Diseño mecánico:** Mostrar el diseño final manufacturado y ensamblado en la sesión respectiva del laboratorio al igual que elaborar un reporte que describa el razonamiento y los cálculos realizados para el diseño mecánico, al igual que incluya los planos de manufactura y ensamblaje del mismo. Adicionalmente, deben presentar un video que muestre tanto el movimiento de los mecanimos en Inventor al igual que el despiece del ensamblaje.
- **(3 pts) Diseño electrónico:** Mostrar el diseño final funcionando y manejando los motores (mediante comandos inalámbricos) en la sesión respectiva del laboratorio al igual que elaborar un reporte que describa el razonamiento, la selección de componentes y el esquemático de su diseño final. En caso de diseñar una PCB puede adjuntar imágenes del diseño de la misma al reporte.
- **(4 pts) Simulación:** Presentar la simulación de la sincronización de las patas (puede ser cada una por separado) para cada uno de los movimientos, empleando el visualizador de manipuladores robóticos de la *Robotics Toolbox* de Peter Corke durante la sesión . Adicionalmente, elaborar un reporte que incluya la derivación del control cinemático (y todo lo que involucre)

y la generación de trayectorias empleadas, según el diseño de robot y los grados de libertad seleccionados.

- **(5 pts) Entrega final:** Mostrar el robot completo funcionando durante la sesión respectiva del laboratorio. Debe poder evidenciarse el funcionamiento de cada uno de los tipos de movimiento del robot. Durante esta sesión de laboratorio también se efectuará la carrera preliminar para seleccionar a los dos mejores robots por sección. También deberá elaborarse un reporte final sobre el proyecto en donde se detalle el proceso de integración de todas las partes del proyecto (sistema mecánico, sistema electrónico y software) y las dificultades encontradas. Finalmente, elabore un video en donde pueda verse el funcionamiento completo del robot, el cual se empleará como referencia para cursos posteriores y para los procesos de acreditación académica de la universidad.