



## **CAPÍTULO V**

### **SELECCIÓN DE EXTREMIDADES**



## 5. SELECCIÓN DE EXTREMIDADES.

### 5.1 Selección del diseño de las patas

Un paso también importante de selección en el diseño del robot, es la del diseño de las patas pues tienen a su cargo funciones de gran importancia en este sistema como soportar el peso del cuerpo, de los servomotores, de las pilas, de la electrónica y en general transferir el movimiento al cuerpo. Además de soportar el peso, el diseño de pata elegido se encargará de trasladar al robot hacia adelante a una buena velocidad y hacerlo rotar cuando sea necesario, todo eso basado en una buena fricción con la superficie de desplazamiento.

El diseño básico de las patas con triple articulación es el que se muestra en la figura 5.1:



**Figura. 5.1 Pata de triple articulación**

En esta figura se observan los elementos básicos de una pata de robot con 3 grados de libertad, como lo son las articulaciones (CLAVÍCULA, HOMBRO, CODO) y los segmentos que las unen (HOMBRO, BRAZO Y ANTEBRAZO).



## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT PARA COMPETENCIA

---

Cada grado de libertad es dado por cada uno de los servomotores que unen los segmentos y estos se encargan a su vez de dar el giro, la altura y la apertura con los que cada pata va a trabajar. En el caso de nuestro diseño se le da prioridad al rango de giro de cada una de las patas, pues este movimiento es el que proporcionará un mayor recorrido de cada pata del robot en poco tiempo si así se desea, pero también se considera en el diseño de la pata el que nos proporcioné facilidad de giro, buena estabilidad del cuerpo tanto en reposo como en movimiento, buena aérea de contacto con la superficie de desplazamiento y una buena capacidad de carga.

Para el robot hexápodo que nos ocupa, utilizamos tres diseños diferentes de patas:

- Prototipo experimental 1
- Prototipo experimental 2
- Prototipo experimental 3

### 5.1.1 Prototipo Experimental 1

En muchas ocasiones en el medio de la robótica el objetivo de un diseño es construir robots que asemejen animales, o de forma más modesta, tratar de imitar su movimiento. Podemos ver robots que se arrastran, caminan sobre dos patas, sobre cuatro patas, etc. En nuestro caso tenemos la libertad de intentar replicar la mecánica natural de cualquier animal existente, es por eso que muchos de los aspectos de diseño de nuestro robot están basados en características de alguna especie en particular.

Nuestro diseño (ver anexos para detalles y especificaciones) se basó principalmente en la Biomecánica de locomoción de los insectos, características como su estructura física, su forma de caminar entre otros aspectos fueron evaluadas para la realización de algunos modelos de patas y cuerpos. En particular el primer diseño de pata (figura 5.2) fue basado en un tipo de arácnido: La *Pholcus phalangioides*. Este insecto se caracteriza por tener largas extremidades y realizar pasos largos, la idea es obtener grandes distancias en pocos pasos y de ser posible optimizar el tiempo entre cada



## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT PARA COMPETENCIA

---

paso para de esta forma obtener una velocidad de desplazamiento que cumpla con nuestros objetivos.

Como se mencionó, de los tres diseños éste es el más largo de longitud, los antebrazos están conformados de lámina de acero inoxidable y una longitud de 18cm, los servomotores que daban la articulación HOMBRO y CODO están sobre el mismo segmento que es el brazo de longitud de 5 cm. Todas la articulaciones están conformadas por aluminio. Este modelo cuenta con un punto de contacto de 0.5 cm de diámetro y se coloco una goma como material de fricción con la superficie.



**Figura. 5.2 Prototipo experimental 1**

Tras realizar pruebas experimentales se concluyó que este diseño no proporciona la estabilidad que se necesitaba al momento iniciar la locomoción del robot además de que el equilibrio estático es muy difícil de conseguir ya que el centro de gravedad se aleja mucha de la superficie y dicha estabilidad es necesaria para asegurar que el robot no se caiga sobre alguno de sus costados, aunado a esto también se consideró que el tipo de material utilizado agrega demasiado peso al prototipo final. Debido a la posición de los servomotores de HOMBRO y CODO, es difícil que en reposo se mantenga estable si los servomotores no están energizados, adicionalmente el área de contacto con la superficie es muy pequeña y a pesar de tener una buena fricción



## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT PARA COMPETENCIA

---

con la superficie no es la necesaria para un concurso donde la velocidad es el principal parámetro que se va a poner a prueba.

### 5.1.2 Prototipo Experimental 2

El segundo diseño figura 5.3 (ver anexo para detalles) fue basado en un insecto hexápodo, el Cicindela hudsoni o escarabajo tigre. Este insecto curiosamente posee el record de ser el insecto terrestre más veloz sobre la tierra al alcanzar velocidades de 2,5 metros por segundo, es decir, 120 veces su propia longitud en un segundo. A diferencia de la especie anterior, esta se caracteriza por tener patas relativamente cortas, realizar pasos cortos y continuos en un lapso muy corto de tiempo, en este caso la idea es realizar muchos pasos en poco tiempo para obtener una buena velocidad de avance.



**Figura. 5.3 Prototipo experimental 2**

Este tipo de pata por la forma en que conforman el HOMBRO, BRAZO Y ANTEBRAZO se tomó la decisión de fabricar las piezas en acrílico ya que de realizarse con otro material sería bastante complicado su modelado y le agregaría peso al diseño final, el acrílico es mucho más fácil de cortar y moldear que una lámina



## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT PARA COMPETENCIA

---

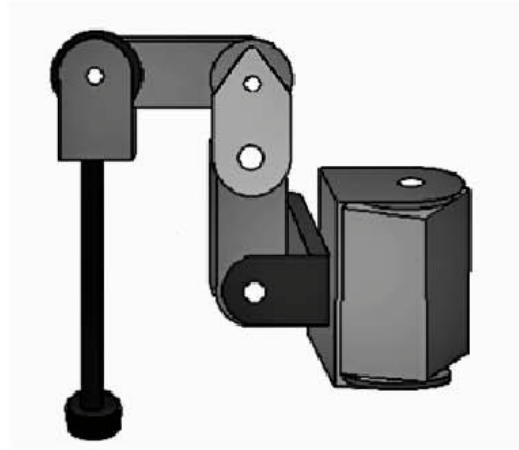
de acero o aluminio y estas piezas requerían mayor precisión y cuidado al ser fabricadas, además de que se ganó mucho en lo referente a la ligereza del prototipo. Este diseño al ser más corto (8cm de antebrazo) que la primera opción, proporcionó una mayor estabilidad al robot en el reposo, pero el peso de los servomotores aunado al peso del cuerpo, la electrónica y las pilas resultó ser mucho para el acrílico que es el material que seleccionamos para este tipo de pata, eso se notó cuando el robot estaba en movimiento pues no tenía por mucho la estabilidad que se requería para programarlo a mayor velocidad, incluso daba la impresión de que las patas podían llegar a romperse.

Esta opción de pata favorece los movimientos muy finos y precisos aunque en reposo presenta el mismo problema del diseño anterior pues si los servomotores no están energizados es muy difícil mantener estable al robot. Otro inconveniente que presenta este diseño es lo referente a la fricción con la superficie pues es muy pequeña (0.2 cm de diámetro), esto provocaba, aunado al peso del mismo cuerpo, que el robot se resbalara y no avanzara como se tenía estimado, aun colocando goma en la punta la pata. Por otro lado, esta configuración requiere de mucha energía por parte de los servomotores ya que la palanca que hace el brazo para soportar el peso del cuerpo es sostenida en todo momento por los servomotores de altura y esto demanda mucha energía de las baterías.

### 5.1.3 Prototipo Experimental 3

Finalmente el diseño que se eligió para la forma de la pata fue una combinación de los dos modelos anteriores como es el que se muestra en la figura 5.4.





**Figura. 5.4 Prototipo experimental 3**

En este diseño se tomaron las mejores características de las opciones anteriores para su diseño. Se pensó en un modelo de pata corto para una buena estabilidad del cuerpo, con un área de contacto importante para el avance, de material ligero pues el cuerpo es ya pesado en sí, que no cuente con ninguna limitante en los grados de libertad de los servomotores, que en reposo las componentes de la fuerza de gravedad que actúan sobre el cuerpo se pudieran mantener en equilibrio y permitieran al robot estar de pie sin necesidad de una fuerza de reacción de los servomotores.

Asimismo se pensó que el diseño nos proporcionará la estabilidad estática necesaria para el desplazamiento frontal y para el movimiento de rotación que se necesita para la competencia. Este diseño se fabricó con braquets de aluminio como HOMBRO, BRAZO, con lo que se consiguió una disminución muy importante en el peso del prototipo, el ANTEBRAZO es de acero, esto le dio la rigidez que se requiere para soportar el peso del cuerpo, los servomotores y la electrónica sin problemas, con la goma que se colocó al final del ANTEBRAZO se logra una fricción muy importante por el tamaño de la misma 1cm de diámetro, con lo que se asegura un buen avance en cada instante del movimiento.



## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT PARA COMPETENCIA

Este diseño fue el que más se adecuó a nuestras necesidades, los otros dos tienen pros y contras pero no deben descartarse para otros objetivos que dependerán de las reglas del concurso o la función para la que se tenga pensado crear al robot en cuestión.

Como puede observarse en la figura 5.5, el robot cuenta con patas de tamaño mediano 10 cm, la distancia del eje de rotación del motor de avance con el antebrazo que transfiere la parte proporcional del peso a la superficie es corta (6.5 cm), además la posición de los servomotores propician a que el centro de gravedad del robot quede muy cercano a la superficie de contacto. Todos estos factores mejoran por mucho el desempeño del robot facilitando su locomoción y asegurando su durabilidad.

### Representación Acotada de una Pata del Robot Hexápodo TARANTEL

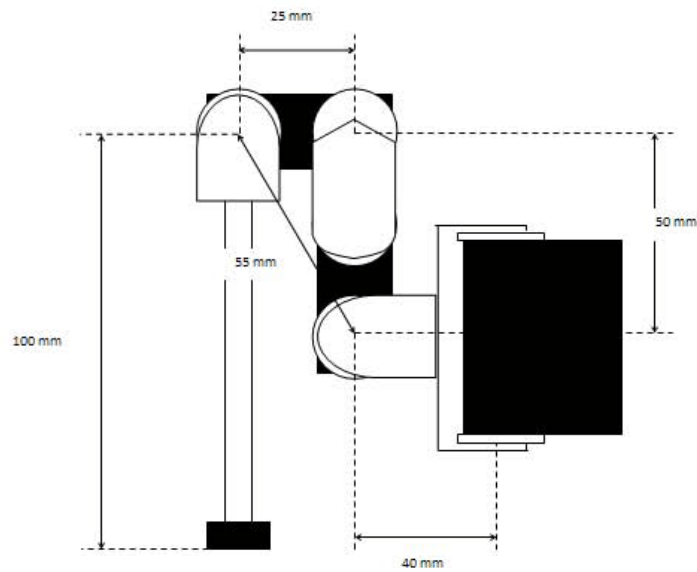


Figura. 5.5 Dimensiones de una de las patas de "Tarantel"