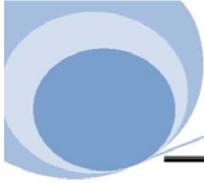


CAPÍTULO VI
Selección de Material del
Cuerpo



6. SELECCIÓN DE MATERIAL DEL CUERPO.

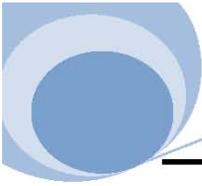
6.1 Introducción

La selección del material para la construcción del robot hexápodo es de vital importancia para el diseño final del robot, de ello depende en gran medida el peso final del prototipo lo que conlleva directamente un factor importante en la velocidad de locomoción. El material a elegir será el que mejor se adapte a las necesidades que se tienen de:

- Resistencia a la torsión
- Peso
- Calibre menor a 3mm
- Facilidad de manejo y modelado
- Facilidad de adquisición
- Costo
- Apariencia

El material debe ser lo suficientemente rígido para soportar el peso de los 18 servomotores que en conjunto presentan un peso de 990 g adicionalmente el peso del material extra y de los elementos electrónicos a cargar. Además de presentar la condición de rigidez deberá ser ligero pues el objetivo del diseño es la participación exitosa en competencias de velocidad y ese punto es uno de los más importantes a considerar. El material tendrá que ser de igual forma fácil de conseguir y con un costo accesible ya que en un proyecto de Ingeniería siempre debe tenerse presente la idea de la posible comercialización del prototipo y la viabilidad de desarrollo.

Teniendo en consideración estos aspectos, se tomaron las siguientes opciones a analizar como material del cuerpo del robot:



DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT PARA COMPETENCIA

- Lámina de Acero Inoxidable
- Lámina de Aluminio
- Acrílico
- Placa fenólica

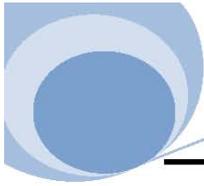
6.2 Lámina de acero inoxidable

El primer material que se contempló para el diseño del cuerpo fue el acero inoxidable, algunas de las principales características son las siguientes:

- Resistencia a la corrosión.
- Resistencia mecánica superior a los aceros de bajo carbono.
- Facilidad de limpieza y baja rugosidad superficial.
- Facilidad de conformación.
- Facilidad de soldadura / aleación.
- Acabados superficiales variados.
- Visualmente atractivo (modernidad, ligereza y prestigio).
- Relación costo / beneficio muy favorable.
- Material 100% reciclable.



Como podemos ver, este material presenta una alta resistencia mecánica, posee una apariencia atractiva, es de bajo costo y es fácil de adquirir. Además si bien el acero inoxidable es susceptible a que otros elementos tales como el níquel, el molibdeno y el titanio, permitan que el acero inoxidable sea doblado, soldado, estampado y trabajado de forma que pueda ser utilizado en diversas formas. Para nuestro caso, la utilización de este material se convierte en un verdadero trabajo al dificultarse el modelado del material, adicionalmente el acero inoxidable cuenta un peso específico alto con respecto a la cantidad de material que utilizamos por lo que lo rezaga como una buena opción de material.



6.3 Lámina de aluminio

Un material que presenta algunas características similares pero sin las desventajas del acero inoxidable es el aluminio. El aluminio a diferencia del acero es un metal de peso específico bajo en relación al tamaño utilizado, además de que su manejabilidad es por mucho más sencilla que en el acero. Las principales características de este material son:

- Ligereza.
- Larga durabilidad.
- No desprende particular tóxicas.
- Es resistente a la corrosión.
- Excelente conductor del calor y la electricidad.
- No magnetizable.
- Maleabilidad.

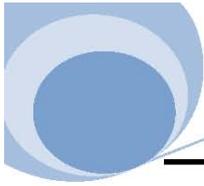


Su ligereza, conductividad eléctrica, resistencia a la corrosión y bajo punto de fusión convierten al aluminio en un material ideal para muchas aplicaciones en distintos campos, sin embargo, la elevada cantidad de energía necesaria para su obtención limita su mayor uso, aunque puede compensarse con su bajo costo de reciclado, su prolongada vida útil y la estabilidad de su precio.

El aluminio es un metal muy ligero con un peso específico de 2.7 g/cm^3 que es un tercio del peso específico del acero. Su resistencia puede adaptarse a la aplicación que se desee modificando la composición de su aleación.

El aluminio genera de forma natural una capa de óxido que lo hace muy resistente a la corrosión. Los diferentes tipos de tratamiento de revestimiento pueden mejorar aún más esta propiedad. Ésta característica resulta útil para productos que requieren conservación y protección.

El aluminio es un elemento dúctil y altamente maleable, cuando se manejan láminas de aluminio de bajos calibres se reduce significativamente la rigidez del material y



DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT PARA COMPETENCIA

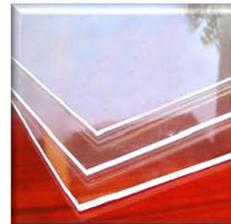
cuando estas son sometidas a esfuerzos que superan el punto de rigidez del material este tiene a deformarse causando así un problema para utilizar este material en nuestro modelo.

Si bien al utilizar este material se conservan algunas de las principales características del primer material propuesto como son: resistencia a la corrosión, facilidad de limpieza, baja rugosidad superficial, facilidad de conformación, acabados superficiales variados, relación costo / beneficio muy favorable y ser un material 100% reciclable y que se mejoran algunos problemas como la facilidad de manejo y se reduce el peso del cuerpo, por otro lado este se presentan los problemas de la maleabilidad y la poca rigidez por lo que es necesaria otra opción de diseño.

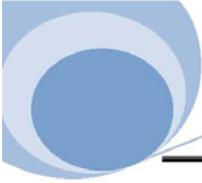
6.4 Lámina de acrílico

Una opción que le da un giro total a los materiales anteriores es el uso de los polímeros, dentro de la gran gama de polímeros podemos detectar un material muy utilizado y de fácil obtención: El acrílico. Algunas de las principales características de este material son las siguientes:

- Excelente vista y acabado
- Resistencia a la ruptura 2,0-3,5 g/ d
- Recuperación elástica 92% 99%
- Alargamiento antes de la ruptura 20% 25%
- Resistencia a la abrasión Buena Regular
- Bajo costo
- Facilidad de manejo



Una de las principales características del acrílico es que puede permanecer mucho tiempo en la intemperie sin sufrir daño alguno, de igual forma al ser un tipo de plástico más maleable de lo normal lo hace fácil de trabajar. Una de las características importantes del acrílico es la capacidad que tiene de soportar largas horas expuesto a rayos ultravioleta sin cambiar su estructura y por ende su color, debido a esto se



DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT PARA COMPETENCIA

ocupa mucho en exteriores para estar a la intemperie, en nuestro caso no es de gran importancia pero si es importante considerar la durabilidad del material.

Por otro lado el acrílico es muchísimo más resistente que el vidrio, no se rompe como éste y en caso de que se rompa, no se astilla. Otro aspecto que cobra fuerza es que el acrílico al igual que al aluminio es reciclable al cien por ciento, su densidad es del orden de 1190 kgs/m³ aproximadamente 1.19 gms/cm³. La resistencia al impacto del acrílico es mucho mayor que la del vidrio pero mucho menor que la del acero o el aluminio.

En comparación con los materiales anteriormente propuestos, el acrílico presenta una buena resistencia a la ruptura sin embargo para lograr esta característica se tiene que contemplar una lámina de por lo menos 3mm de grosor lo cual la hace bastante estorbosa y poco práctica para el diseño de nuestro robot. Además al trabajar la lámina de acrílico es común que las partes que quedan con poco material sean propensas a romperse con facilidad por lo que demerita su aplicación a nuestro modelo.

6.5 Material seleccionado

Al realizar el análisis de los materiales propuestos se llegó a la conclusión de que la mejor opción es aprovechar tanto las ventajas que proveen los metales como las que proveen los polímeros, sin embargo es difícil encontrar un material que cumpla con la mayoría de ellas, lo que es relativamente sencillo es utilizar un material que sea una combinación de ambos.

En el medio de la electrónica existe un material ampliamente conocido y utilizado para la fabricación de circuitos impresos: Las placas fenólicas o de circuito impreso. Este tipo de placas no es más que la combinación de dos materiales, una resina o plástico y un metal. Las principales características de estas placas son:

- Buena rigidez.
- Fácil de perforación, corte y manejo.



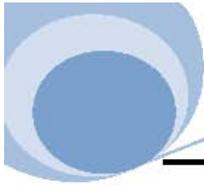
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT PARA COMPETENCIA

- Peso específico extremadamente bajo.
- Buen disipador de calor.
- Coeficiente de expansión térmica bajo para que no se rompa.
- Capaz de soportar diferentes ciclos de temperatura.
- Constante dieléctrica baja para tener pocas pérdidas.
- Bajo costo.
- Sencillez de obtención.

Las placas fenólicas son de los llamados materiales compuestos los cuales también son conocidos como materiales de Ingeniería que es una combinación de materiales diversos como resinas epoxicas, poliéster, acrílicas, poliuréticas o fenólicas con materiales de refuerzo conductores como el cobre. Sus propiedades son superiores a la simple suma de las propiedades de sus componentes, por lo que dan por resultado materiales de características excepcionales muy utilizados en la Industria Eléctrica, Espacial, Aeronáutica, Química, Náutica, etc.

Un componente suele ser un material de refuerzo y conductor, generalmente se utiliza cobre por su bajo costo y sus características como metal conductor, por otro lado, otro componente (llamado matriz) suele ser una resina como epóxica o poliéster que envuelve y liga las fibras, transfiriendo la carga de las fibras rotas a las intactas y entre las que no están alineadas con las líneas de tensión. También a menos que la matriz elegida sea especialmente flexible, evita el pandeo de las fibras por compresión. Algunos compuestos utilizan un agregado en lugar o en adición a las fibras.

Los sustratos de los circuitos impresos utilizados en la Electrónica de consumo de bajo costo, se hacen de papel impregnados de resina fenólica, a menudo llamados por su nombre comercial Pértinax. Usan designaciones como XXXP, XXXPC y FR-2. El material es de bajo costo, fácil de mecanizar y causa menos desgaste de las herramientas que los sustratos de fibra de vidrio reforzados. Los sustratos para los circuitos impresos utilizados en la electrónica industrial y de consumo de alto costo, están hechos típicamente de un material designado FR-4. Éstos consisten de un



DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT PARA COMPETENCIA

material de fibra de vidrio, impregnados con una resina epóxica resistente a las llamas.

Pueden ser mecanizados, pero debido al contenido de vidrio abrasivo, requiere de herramientas hechas de carburo de tungsteno en la producción de altos volúmenes. Debido al reforzamiento de la fibra de vidrio, exhibe una resistencia a la flexión y a las trizaduras, alrededor de 5 veces más alta que el Pertinax, aunque a un costo más alto. La figura 6.1 muestra un corte de placa fenólica.

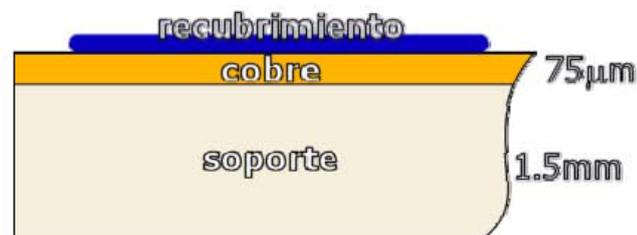


Figura 6.1 Placa Fenólica

En nuestro caso el material utilizado fue una placa de material fenolico virgen tipo fr-2 con un grosor de 2mm. En las pruebas realizadas este material muestra una buena rigidez en comparación con los otros materiales, una aceptable capacidad de carga, además de que es un material con bastante facilidad de manipulación y modelado, su peso es muy bajo al igual que su grosor. De igual forma que con la selección del diseño, se realizó una comparación de los cuatro diseños presentados (Tabla 6.1). Cada requisito de diseño es clasificado de acuerdo a su importancia y a cada diseño se le asigna una calificación. Un valor más alto representa mejor rendimiento en general.

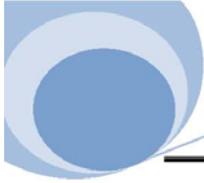


	Lámina de Acero Inoxidable	Lámina de Aluminio	Placa Acrílico	Placa Fenólica
Resistencia	5	3	2	4
Maleabilidad	5	2	3	4
Peso	2	4	3	5
Manejabilidad	2	3	5	4
Obtención	2	3	4	5
Costo	2	3	4	5
TOTAL	18	18	21	27

Tabla 6.1

Como se puede ver en la comparativa el material que mas cumple nuestras necesidades es la placa fenólica por lo que se tomó este como la mejor opción para el prototipo final.