

BRAZO ROBÓTICO ANTROPOMÓRFICO DE 5 DEDOS MAESTRO-ESCLAVO

Hernández De León José Esteban, Olivares González Josué, Trujillo Soriano Gerardo Alejandro
Universidad de Guadalajara, CUCEI, Departamento de Ing. Mecánica Eléctrica
Av. Revolución 1500 Puerta 10, CP 44430, Guadalajara, Jalisco, México.
Tel. (33) 3942 5920 extensiones 7706 y 7707
estebanhernandez@hotmail.com, yeyo1987@yahoo.com.mx

RESUMEN DEL PROYECTO

Diseñar y construir un prototipo de un brazo robot de cinco dedos con movimientos prensiles que explore las posibilidades de su utilización para resolver tareas cotidianas en la industria, para la ayuda de Personas con dificultad de movimiento Se podrán utilizar materiales fáciles de mecanizar, aunque no sean los más idóneos para su producción definitiva sin embargo nos darán una idea para su futura modificación o diseño. El movimiento incluirá entre cinco y seis grados de libertad. El movimiento lo aportarán motores de corriente continua el brazo del robot tendrá una finalidad libre ya que este es un proyecto de investigación.

EL Robot antropomórfico conocido como los brazos mecánicos o robot manipuladores que tienen la configuración antropomórfica presenta mayor destreza en su espacio de trabajo ya que sus eslabones están unidos por tres articulaciones rotacionales.

El espacio de trabajo de la configuración antropomórfica corresponde a una esfera hueca cuyo radio es igual a la suma de longitudes de sus eslabones por similitud con el brazo humano la segunda articulación se conoce como hombro y la tercera articulación se llama codo.

El efector final, o mano robótica, se puede diseñar para realizar cualquier tarea que se desee como puede ser soldar, sujetar, girar, etc., dependiendo de la aplicación. Por ejemplo los brazos robóticos en las líneas de ensamblado de la industria automovilística realizan una variedad de tareas tales como soldar y colocar las distintas partes durante el ensamblaje. En algunas circunstancias, lo que se busca es una simulación de la mano humana, como en los robots usados en tareas de desactivación de explosivos.

Tiene un rango de movimiento exactamente igual al humano, Una de las principales diferencias entre esta mano robótica antropomórfica y otras, es que tiene cinco dedos totalmente articulados.

Para controlarla pueden utilizar tanto un guante con sensores, como simplemente enviarle comandos.

ANTECEDENTES

Entre los robots considerados de más utilidad en la actualidad se encuentran los robots industriales o manipuladores. Existen ciertas dificultades a la hora de establecer una definición formal de lo que es un robot industrial. La primera de ellas surge de la diferencia conceptual entre el mercado japonés y el euro-americano de lo que es un robot y lo que es un manipulador.

Así, mientras que para los japoneses un robot industrial es cualquier dispositivo mecánico dotado de articulaciones móviles destinado a la manipulación, el mercado occidental es más restrictivo, exigiendo una mayor complejidad, sobre todo en lo relativo al control. En segundo lugar, y centrándose ya en el concepto occidental, aunque existe una idea común acerca de lo que es un robot industrial, no es fácil ponerse de acuerdo a la hora de determinar una definición formal. Además, la evolución de la robótica ha ido obligando a diferentes actualizaciones de su definición.

La definición más comúnmente aceptada posiblemente sea la de la Asociación de Industrias de Robótica (RIA, RoboticIndustryAssociation), según la cual:

Un robot industrial es un manipulador multifuncional reprogramable, capaz de mover materias, piezas, herramientas, o dispositivos especiales, según trayectorias variables, programadas para realizar tareas diversas.

Esta definición, ligeramente modificada, ha sido adoptada por la Organización Internacional de Estándares (ISO) que define al robot industrial como:

Manipulador multifuncional reprogramable con varios grados de libertad, capaz de manipular materias, piezas, herramientas o dispositivos especiales según trayectorias variables programadas para realizar tareas diversas.

Se incluye en esta definición la necesidad de que el robot tenga varios grados de libertad. Una definición más completa es la establecida por la Asociación Francesa de Normalización (AFNOR), que define primero el manipulador y, basándose en dicha definición, el robot Manipulador:

Mecanismo formado generalmente por elementos en serie, articulados entre sí, destinado al agarre y desplazamiento de objetos. Es multifuncional y puede ser gobernado directamente por un operador humano o mediante dispositivo lógico.

Robot: manipulador automático servo-controlado, reprogramable, polivalente, capaz de posicionar y orientar piezas, útiles o dispositivos especiales, siguiendo trayectoria variables reprogramables, para la ejecución de tareas variadas. Normalmente tiene la forma de uno o varios brazos terminados en una muñeca. Su unidad de control incluye un dispositivo de memoria y ocasionalmente de percepción del entorno. Normalmente su uso es el de realizar una tarea de manera cíclica, pudiéndose adaptar a otra sin cambios permanentes en su material.

JUSTIFICACION

- *Calidad del equipo terminado y su funcionamiento*

En términos generales del proyecto la calidad es relativamente más alta de la normal en cuanto a materiales utilizados, su funcionamiento es impecable, logrando un margen de aceptación positivo refiriéndose al funcionamiento para el que fue diseñado,

- *Beneficio que recibe la sociedad con el diseño y construcción de estos prototipos*

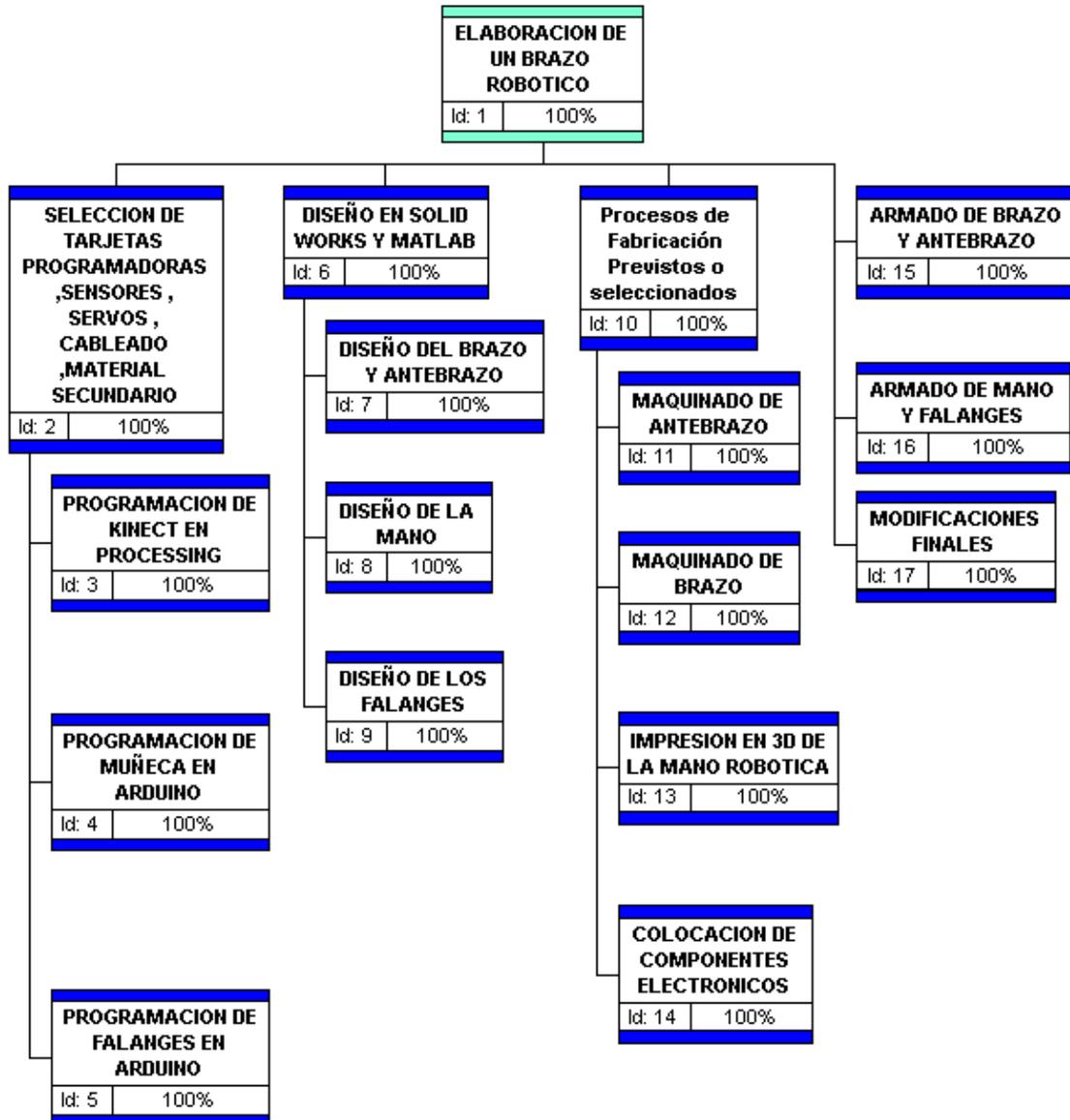
El beneficio es enorme ya que en el mercado existen pocos brazos robóticos articulados de 5 dedos e inalámbricos. Puede implementarse en el área médica, en el área química, en el área de transportación de objetos peligrosos

Tiene usos importantes en la sociedad .además que la construcción es muy accesible a comparación de los brazos industriales , aunque no se compara con un brazo ensamblador , si llega a tener características similares las cuales en un futuro se puedan aprovechar para el bien de la humanidad.

- *Aplicación del prototipo así como las ventajas que se tienen del uso del mismo.*

Reiterando el punto 3, las aplicaciones aunque limitadas en el contexto de industria en otro ambiente de trabajo como hospitales, área toxicológica, manejo de materiales peligrosos, inclusive movimiento de posibles armas como bombas etc., el proyecto brazo robótico antropomórfico de 5 dedos cumple su tarea para el cual fue hecho, cual es el tener precisión en el movimiento traslado o sujeción de cualquier objeto que quepa en la palma de la mano.

DESARROLLO:



Programación tarjeta arduino con Flex sensor, y acelerómetro.

```
#include<Servo.h>// Librerías para funcionamiento de los servos
Servo Servo_Y; // se establece los ejes de los servos
Servo Servo_X;
Servo Servo_Z;
intEje_X,Eje_Y,Eje_Z; //declaracion de variables acelerometro
int Medicion1[15],Media_X; //declaracion de variables flex sensor
int Medicion2[15],Media_Y;
int Medicion3[15],Media_Z;
inti,j,k; // declarar variables con limite de 15
intPin_Sleep = 8; /recibe el valor del acelerómetro
intflexpin=A0; //analogo A0
int flexpin1=A1;// analogo A1
int pos=0;
int pos1=0;
Servo myservo, myservo1;//declaracion para servos
intflex[20];
int flex1[20];
intflexsum=0;
int flexsum1=0;

voidsetup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(Pin_Sleep, OUTPUT);
  digitalWrite(Pino_Sleep, HIGH);

  Servo_X.attach(8);
  Servo_Y.attach(7);
  Servo_Z.attach(6);
  myservo.attach(3);
  myservo1.attach(4);
  i=0;
  j=0;
  k=0;

}

voidloop()
{
  Eje_X = analogRead(5);

  Medicion1[i]=Eje_X;
  Media_X=(Medicion1[0]+Medicion1[1]+Medicion1[2]+Medicion1[3]+Medicion1[4]+
  Medicion1[5]+Medicion1[6]+Medicion1[7]+Medicion1[8]+Medicion1[9]+Medicion1[1
  0]+Medicion1[11]+Medicion1[12]+Medicion1[13]+Medicion1[14])/15;
  i++;
  if(i>=15)i=0;
  Derechos reservados © 2014, U de G
```

```
Media_X=map(Media_X,171,499,180,0);  
Servo_X.write(Media_X);  
Eje_Y = analogRead(6);  
Medicion2[j]=Eje_Y;  
Media_Y=(Medicion2[0]+Medicion2[1]+Medicion2[2]+Medicion2[3]+Medicion2[4]+  
Medicion2[5]+Medicion2[6]+Medicion2[7]+Medicion2[8]+Medicion2[9]+Medicion2[1  
0]+Medicion2[11]+Medicion2[12]+Medicion2[13]+Medicion2[14])/15;  
j++;  
if(j>=15)j=0;  
Media_Y=map(Media_Y,199,511,180,0);  
Servo_Y.write(Media_Y);
```

```
Eje_Z = analogRead(7);
```

```
Medicion1[i]=Eje_Z;  
Media_Z=(Medicion3[0]+Medicion3[1]+Medicion3[2]+Medicion3[3]+Medicion3[4]+  
Medicion3[5]+Medicion3[6]+Medicion3[7]+Medicion3[8]+Medicion3[9]+Medicion3[1  
0]+Medicion3[11]+Medicion3[12]+Medicion3[13]+Medicion3[14])/15;  
k++;  
if(k>=15)k=0;  
Media_Z=map(Media_Z,171,499,180,0);  
Servo_Z.write(Media_Z);
```

```
Serial.print(" Eje X: ");  
Serial.print(Media_X);  
Serial.print(" Eje Y: ");  
Serial.println(Media_Y);  
Serial.print(" Eje Z: ");  
Serial.print(Media_Z);  
for(intxa=0; xa<20; xa++)  
{  
flex[xa]=analogRead(flexpin);  
flex1[xa]=analogRead(flexpin1);  
flexsum=flexsum+analogRead(flexpin);  
flexsum1=flexsum1+analogRead(flexpin1);
```

```
delayMicroseconds(14);
```

```
}  
flexsum=flexsum/20;  
flexsum1=flexsum1/20;  
if(Serial.available())  
{  
Serial.println(flexsum);  
Serial.println(flexsum1);  
delay(100);  
}
```

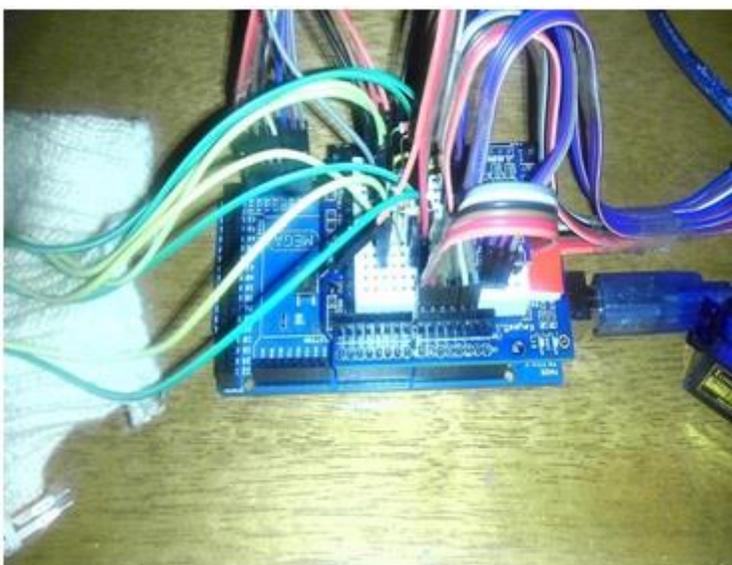
```
pos=map(flexsum,870,800,0,180);  
pos1=map(flexsum1,870,800,0,180);  
myservo.write(pos);  
myservo1.write(pos1);  
delay(2);  
}
```

CONSTRUCCION BRAZO	DIAS
PROGRAMACION KINECT	15
PROGRAMACION MUÑECA	15
PROGRAMACION FALANGES	15
DISEÑO BRAZO Y ANTEBRAZO	20
DISEÑO MANO	20
DISEÑO FALANGES	20
MAQUINADO DE ANTEBRAZO	3
MAQUINADO DE BRAZO	3
IMPRESIÓN DE 3D MANO	15
COLOCACION COMPONENTES	5
ARMADO DE BRAZO Y ANTEBRAZO	5
ARMADO DE MANO Y FALANGES	5
MODIFICACIONES FINALES	5
DIAS TOTALES	146 DIAS

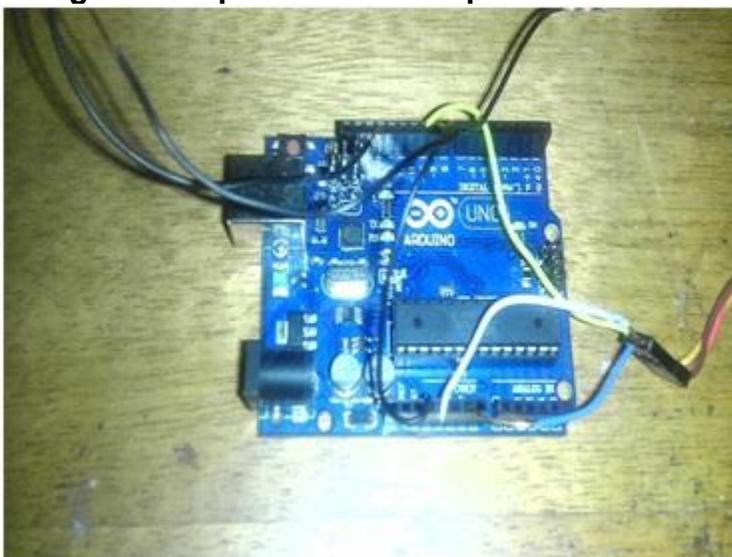
Registro gráficos (fotos y/o Videos)



Fotografía 5.1 guante y flex sensor



Fotografía 5.2 protoshield con proto mini



Fotografía 5.3 tarjeta arduino uno



Fotografía 5.4 antena rf TLC 1101



Fotografía 5.5 sensor kinect



Fotografía 5.6 servomotores tower pro sg90



Fotografía 5.7 servomotor tower pro sg5010



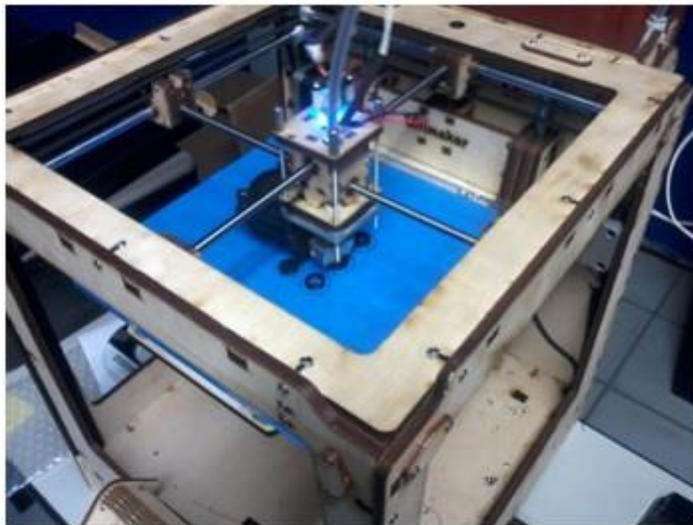
Fotografía 5.8 acelerometro



Fotografía 5.9 tarjeta arduino mega



Fotografía 5.10 flex sensor



Impresión de los dedos con la maquina 3D



Revisión de las piezas y terminado del mecanismo



Extracción de los componentes de el dedo impreso en 3D



Vista del producto terminado impreso de uno de los 5 dedos por imprimir.

Ensayos y pruebas.

1.- se probó el sistema de motores con un programa sencillo el cual manipulaba el movimiento de los servos de 0 a 180 grados con un potenciómetro para que se viera la relación de velocidad y fuerza y así poder desarrollar la construcción de los mecanismos que moverían a los falanges esto se desarrolló con los servos de 1.8 kg de fuerza tower pro sg90 .

2.-se probó el sistema de flexión con los flexsensors los cuales envían un valor decreciente a la tarjeta arduino para así con un programa sencillo hacer girar un servomotor de 0 a 90 y de 0 a 180 grados y con ello determinar cuanta flexión se le daría a los flexsensors para que cumpliera con el objetivo de mover 5 servos.

3.- se probó el protoshield tanto en el arduino uno como en el arduino mega para que no hubiera fallas de conexión.

4.-se modificó el programa para que aceptara los valores de los flex sensor a nuestro requerimiento ya montados en el protoshield y con cableado nuevo hembra macho diseñado para arduino.

5.- se probó el acelerómetro para que diera la función del movimiento de muñeca y fuera un programa adjunto con los flexsensors , se adjuntó en la tarjeta protoshield en el arduino mega con los cables y flex sensor.

6.- se usó todo el conjunto de sensores con la nueva programación la cual se adjuntó el acelerómetro y unas antenas de RF para modo inalámbrico ,se hizo una simulación con una mano de material simple (madera y poliuretano) provisional para que se desarrollara posteriormente la mano definitiva.

7.-se adquirió un sensor Kinect para usarlo como sensor inalámbrico para el hombro brazo y antebrazo, con ello se optó por usar una tarjeta arduino uno para tener compatibilidad del 100% .

8.-se programó la tarjeta arduino uno para que aceptara la programación del sensor Kinect el cual simulara en conjunto un esqueleto virtual para así generar un movimiento de 3 servos en el mundo real.

9.-se probó todo el conjunto de guante, flex sensor, arduino mega, servos para falanges, acelerómetro, servo para acelerómetro. Kinect, arduino uno, los 3 servos faltantes para el brazo completo y, todo funcionó a la perfección.

Costos

1. LOS COSTOS DIRECTOS

1 TARJETA ARDUINO UNO	400
1 TARJETA ARDUINO MEGA	650
2 PROTO SHIELD	320
2 JUEGOS CABLES PARA PROTO SHIELD	220
2 PROTO BOARD MINI	100
2 ANTENAS RF TC 1100	500
5 FLEX SENSOR	1600
5 SERVOS TOWER PRO poder 1.8 kg	775
3 SERVOS TOWER PRO poder 20 kg	1050
1 KINECT	1000
TOTAL	6615

- Costos de instrumentos y equipos necesarios

IMPRESORA 3D	\$ 27 000
ROLLO DE PLASTICO PARA LA IMPRESIÓN	\$ 1000
ALUMINIO	\$ 54.86 KG
BURIL	\$ 30.00
BARRA DE DESBASTE	\$ 200.00
BROCA DE CENTROS	\$ 25.00

- Los costos de los procesos para construir los elementos, partes, subsistemas y sistemas

IMPRESIÓN 3D	50 PESOS POR HORA APROX 80 HRS
MAQUINADO DE PIEZAS	UNA HORA HOMBRE MAQUINA \$150.00

- El tiempo utilizado por los diseñadores para realizar los diseños, cálculos, y definir las estrategias para construir las partes del prototipo fue de 2 meses.

2. LOS COSTOS INDIRECTOS TALES COMO:

RENTA	\$ 1500
LUZ	\$ 250
TELEFONO	\$ 250
AGUA	\$ 200

CONCLUSIONES

Capacidad de realización del proyecto por parte de los integrantes del equipo
En total somos 4 integrantes los cuales nos desenvolvimos equitativamente, tanto en la programación del proyecto como en el diseño participamos y opinamos, generamos una lluvia de ideas, para determinar el mejor camino hacia el término del proyecto tanto en metodología como en el proyecto en físico.

Todos tenemos similares conocimientos lo que nos ayudó a desenvolvernos en el proyecto del brazo robótico.

Es importante el uso de materiales livianos para la elaboración, todo peso adicional redundará en una complejidad mecánica y económica, debido a que obligará a utilizar motores de mayores potencias.

Un buen material es el aluminio y plástico, este es fácil de conseguir, relativamente económico y extremadamente liviano en comparación con su dureza.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

<http://bocoup.com/weblog/javascript-arduino-kinect-robot-arm/>

<http://brazorobotico85337.blogspot.mx/>
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/mendoza_s_ea/capitulo2.pdf
<file:///C:/Users/leon/Downloads/1272-2562-1-SM.pdf>
http://dfists.ua.es/~jpomares/arduino/page_01.htm
<http://esmateria.com/2012/12/17/una-nueva-tecnologia-crea-el-brazo-robotico-controlado-por-la-mente-mas-avanzado/>
<http://makingthingssee.com/>
<http://www.olimex.cl/tutorial/Guia%20MCI%20-%20Servo%20motor%20con%20Arduino.pdf>
<http://proton.ucting.udg.mx/materias/robotica/r166/r63/r63.htm>
<http://reset.etsii.upm.es/es/projects/robotic-arm/>
<http://sabia.tic.udc.es/gc/trabajos%202011-12/Kinect/controlRobots.html>
<https://sites.google.com/site/proyectosroboticos/fabricar-brazo-robot>
<http://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/12017/1/brazorobotico.pdf>
<http://www.uniquindio.edu.co/uniquindio/revistainvestigaciones/adjuntos/pdf/50acArt%201%20galera.pdf>
<http://www.itson.mx/publicaciones/rieeyc/Documents/v4/art2junio08.pdf>

1.-González Victor R, Centro de Formación del Profesorado e Innovación Educativa Valladolid II, “Curso 2007: Fundamentos de Robótica”, Valladolid, España. Disponible en:

2.-http://cfievalladolid2.net/tecno/ctrl_rob/robotica/sistema/morfologia.htm. Parra Marquez Juan Carlos, Cid Cifuentes Karina Pilar;

3.-“Implementación de Robot Scorbater-vplus, para docencia, en realidad Virtual”, Revista Digital Universitaria UNAM, Mayo 2007, Volumen 8 Número 5, ISSN: 1067-6079.

4.-Apuntes de Control Numérico, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas.

Disponible en: <http://www.geocities.com/siei2006/BRAZOROBOTICO.pdf>

5.-Williams Karl, “BuildyourownHumanoid Robots”, Mc Graw-Hill 2004, ISBN 0-07-142274-9.

6.-Juarez C. Jesse I, Ramírez H. Lucia Guadalupe, Rivera M. José, Maldonado O. Cristina, Sandoval R. Rafael, “Instrumento Virtual para el Control del Robot Industrial Motoma UP- 20”, Somi XXI Congreso de Instrumentación, Octubre 2006. ISBN 970-32-2673-6.

7.-Sandoval R. Rafael, “Apuntes de Fundamentos de Robótica”, Curso 2007. Instituto Tecnológico de Chihuahua.

8.-Tzvi Raz, Graphics robot Simulator forTeachingIntroductoryrobotics, IEEE TransactionsonEducation, Vol 32 No. 2, Mayo 1989.

9.- Schilling, Fundamentals of Robotics: Analisys and Control. EnglewoodCliffs, N.J., Prentice-Hall 1990.

10.-White, R.B. Read, R.K. Koch, M.W. Schilling, R.J., A Graphics Simulator forRoboticArm, IEEE TransactionsonEducation, Vol. 32 No. 4, Noviembre 1989.

11.-L. Stephen Wolfe, Roy Wysack, “DesignpartswithSolidWorks”, 2 edition Junio 1997, ISBN-100934869227.