

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD TECNICA
CARRERA DE ELECTRONICA Y
TELECOMUNICACIONES**



**NIVEL LICENCIATURA
EXAMEN DE GRADO
TRABAJO DE APLICACIÓN**

**“CONTROL DIGITAL POR PC DE UN
MANIPULADOR”**

POSTULANTE: DAVID EDGAR TARQUI QUISPE

La Paz – Bolivia

2012

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

1. RESUMEN DEL PROYECTO
2. INTRODUCCION
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
4. JUSTIFICACION DEL TEMA
5. OBJETIVOS
 - 5.1. OBJETIVOS GENERALES
 - 5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS
6. FUNDAMENTO TEORICO
 - 6.1 MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA
 - 6.2 CARACTERISTICAS DEL TRANSISTOR BIPOLAR
 - 6.3 TRANSISTOR OPERANDO COMO LLAVE
 - 6.4 CIRCUITOS DIGITALES
 - 6.5 PUERTO PARALELO
7. DESARROLLO DEL TRABAJO
 - 7.1 ESPECIFICACIONES TECNICAS
 - 7.2 APLICACIÓN
 - 7.3 GRADOS DE LIBERTAD
 - 7.4 MODELO CINEMATICO Y DINAMICO
 - 7.5 TIPO DE PROGRAMA EN PC
 - 7.6 MANIPULADOR MECANICO
 - 7.7 CALCULOS
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
9. BIBLIOGRAFIA
10. ANEXOS

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a una personita muy especial que me enseñó a mejorar mi personalidad y la forma de ver el mundo de una forma natural y valorar la escancia de la vida el AMOR. Para ti mi bendición VARINIA TAPIA DAZA Y MIS PADRES REBECA QUISPE CHOQUEHUANCA Y ESTEBAN TARQUI LUNA que sin ellos no hubiera logrado nada GRACIAS!!!.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todos los docentes de la facultad y amigos de la carrera por su apoyo y enseñanza, hasta la culminación de mis estudios y en especial a mis padres REBECA QUISPE CHOQUEHUANCA Y ESTEBAN TARQUI LUNA quienes me dieron una nueva oportunidad en la vida GRACIAS!!!

1.- RESUMEN DEL TRABAJO

El presente trabajo es la aplicación de la electrónica de potencia para el movimiento de las partes mecánicas del Manipulador De Piezas.

Manipulador de piezas es en esencia es un brazo mecánico con movimientos que simulan a los brazos de un operario que realiza el manejo de piezas metálicas y los acomoda en un deposito.

El control es de tipo digital ya que maneja variaciones de señal entre dos estados lógicos. También se lo realiza por medio de PC de donde nacen las instrucciones para controlar, almacenar y cambiar las configuraciones de los movimientos en el momento de su funcionamiento.

El presente trabajo tiene por objeto el facilitar y economizar la mano de obra para lograr un mejor rendimiento ahorrando tiempo.

Este proyecto es aplicado a cualquier área de la industria donde se requiera precisión y continuidad para manejar objetos y acomodar según su tipo, peso, forma según se vea necesario, lo único que se debe hacer es cambiar el tipo de detector (sensor) en la muñeca del brazo donde hace la sujeción de objetos.

El proyecto requiere a su vez de la aplicación de un programa básico escrito en lenguaje de Alto nivel, una estructura mecánica y un sistema electrónico.

CONTROL DIGITAL POR PC DE UN MANIPULADOR

2.- INTRODUCCION

Ubicándonos en la realidad de nuestro país es que los avances tecnológicos no los conocemos tanto si no es que solamente hacemos uso de ellos, también es por ese motivo que tenemos mucha tecnología en equipos electrónicos en el área industrial pero no existe muy poco hecho por nosotros como país. Y en esta era de la industrialización se requiere la creación de mas y mas equipos que nos ayuden a solucionar problemas del trabajo. En lugares peligrosos o con materiales delicados y reactivos.

Por esto la necesidad de crear un sistema robótico básico controlado digitalmente desde una PC y monitoreado por el usuario para mejorar el rendimiento y la eficiencia del trabajo realizado.

3.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El presente documento presenta una solución para ayudar en la manipulación de objetos metálicos, que deben ser acomodados en un determinado lugar. Se requiere que las piezas se acomoden de acuerdo al tipo de material, metálico y que el operario que actualmente desempeña ese tipo de trabajos realice otras labores más complejas y no tan monótonas.

4.- JUSTIFICACION DEL PROBLEMA

El proyecto se justifica por ser una herramienta más dentro de la industria claro teniendo en cuenta que se debe programar y controlar al manipulador para manejar todo tipo de material ligero, en todo caso para otro tipo de trabajo se deberá modificar el programa y ciertos implementos en el Hardware.

Esta es la forma como se puede ahorrar tiempo y dinero y por otro lado se debe y es necesario recurrir a los avances tecnológicos que existen en el mundo para lograr un mejor y optimo rendimiento dentro de cualquier campo que este sea, ya que la ciencia esta para mejorar nuestra vida, comodidad y desde luego nuestro trabajo.

5.- OBJETIVOS DEL PROYECTO

5.1. OBJETIVOS GENERALES

El objetivo general que éste trabajo es CONTROLAR LOS MOVIMIENTOS DE UN MANIPULADOR DE PIEZAS ROBOTICO y presentar un programa que lo controle vía puerto paralelo.

5.2 OBJETIVOS ESPESIFICOS

Dentro de los varios objetivos implícitos dentro de la labor de controlar el manipulador podemos mencionar los más importes que son:

Lograr la utilización de un equipo actual y con la tecnología básica de un robot y generar un programa capaz de controlarlo vía puerto paralelo de un PC.

Lograr acomodar en un ambiente de trabajo al manipulador y ahorrar tiempo y lograr mejorar la producción.

6. - FUNDAMENTO TEORICO

A continuación mocionaré en forma general los elementos que se requieren en el proyecto tanto eléctrico como electrónico.

Elementos Eléctrico, como el motor DC con Bloque Reductor, el cual es un motor común acompañado de un Juego de engranes que reducen la velocidad pero aumentan la fuerza y también una breve descripción del puerto de la impresora conocido como puerto paralelo.

Elementos Electrónicos, como ser transistores de baja y media potencia para el manejo de los motores DC, Circuitos integrados, resistores y demás componentes habituales.

6.1.- MOTOR CC (MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA) FUNCIONAMIENTO BÁSICO

Un motor de corriente continua está compuesto de un estator y un rotor. En muchos motores c.c., generalmente los más pequeños, el estator está compuesto de imanes para crear un campo magnético. En motores c.c. más grandes este campo magnético se logra con devanados de excitación de campo.

El rotor es el dispositivo que gira en el centro del motor y está compuesto de arrollados de cable conductores de corriente continua. Esta corriente continua es suministrada al rotor por medio de las "escobillas" generalmente fabricadas de carbón.

Nota: un devanado es un arrollado compuesto de cables conductores que tiene un propósito específico dentro de un motor

Figura 1. Componentes Internos y Principio básico de funcionamiento. (Fuente Internet).



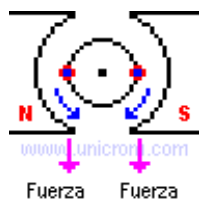
Cuando un conductor por el que fluye una corriente continua es colocado bajo la influencia de un campo magnético, se induce sobre él (el conductor) una fuerza que es perpendicular tanto a las líneas de campo magnético como al sentido del flujo de la corriente. Ver la figura. Ver la Primera ley de la mano derecha

- Campo magnético en azul
- Corriente continúa en rojo
- Dirección de la fuerza en violeta
- Imanes: N (norte) y S (sur)

Para que se entienda mejor, ver como se tiene que colocar este conductor con respecto al eje de rotación del rotor para que exista movimiento. En este caso la corriente por el conductor fluye introduciéndose en el gráfico.

- Par motor en azul
- Fuerza en violeta
- Conductor con corriente entrante en el gráfico azul y rojo
- Imanes: N (norte) y S (sur)

Pero en el rotor de un motor cc no hay solamente un conductor sino muchos. Si se incluye otro conductor exactamente al otro lado del rotor y con la corriente fluyendo en el mismo sentido, el motor no girará pues las dos fuerzas ejercidas para el giro del motor se cancelan.



- Par motor en azul
- Fuerza en violeta
- Conductor con corriente entrante en el gráfico azul y rojo
- Imanes: N (norte) y S (sur)

Es por esta razón que las corrientes que circulan por conductores opuestos deben tener sentidos de circulación opuestos. Si se hace lo anterior el motor girará por la suma de la fuerza ejercida en los dos conductores.

Para controlar el sentido del flujo de la corriente en los conductores se usa un conmutador que realiza la inversión del sentido de la corriente cuando el conductor pasa por la línea muerta del campo magnético.

La fuerza con la que el motor gira (el par motor) es proporcional a la corriente que hay por los conductores. A mayor tensión, mayor corriente y mayor par motor.

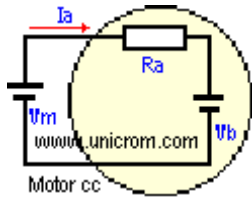
El Motor de corriente continua (motor CC)

Fuerza contra-electromotriz de un motor CC (gráfico y fórmula) Efecto de la carga

Cuando un motor de corriente continua es alimentado, el voltaje de alimentación (V_m) se divide en:

- La caída de tensión (voltaje) que hay por la resistencia de los arrollados del motor (debido a la resistencia interna R_a) y Una tensión denominada fuerza Contra-electromotriz (FCEM).

Ver el siguiente diagrama.



Donde:

- V_m = tensión de entrada al motor (voltios)

- R_a = resistencia del devanado

excitación (ohmios)

- I_a = corriente de excitación (amperios / amperes)

- V_b = FCEM debido al giro del motor (voltios)

Aplicando la ley de tensiones de Kirchoff:

$$V_m = V_b + (I_a \times R_a) \quad \text{o} \quad V_b = V_m - (I_a \times R_a)$$

Nota: Observar de la última ecuación que cuando sube el valor de la corriente I_a , disminuye el valor de V_b .

La FCEM es proporcional a la velocidad del motor y a la intensidad del campo magnético. Si el motor tiene rotor con imán permanente esta constante es:

$$K = V_b / N_d.$$

Donde:

- K = constante de FCEM del motor y se expresa en Voltios / rpm.

- N_d = Velocidad de giro del motor en rpm

Nota: rpm = revoluciones por minuto

Efecto de la carga en un motor de corriente continua (cc)

En un motor de corriente continua la velocidad y la corriente que necesita el motor dependen de la carga que tenga aplicada. En este tipo de motor parte de la tensión aplicada se pierde en la resistencia interna (resistencia del devanado de excitación). El resto de la tensión se utiliza para

hacer girar el motor. Cuando la carga de un motor de corriente continua se aumenta, también aumenta la corriente que consume este. Esta corriente causa una caída de tensión mayor en la resistencia interna del motor (resistencia del devanado excitación) Como la alimentación del motor permanece constante, la tensión aplicada para hacer girar el motor es menor y en consecuencia la velocidad de giro del motor es menor

Ver la siguiente fórmula

$$V_b = V_m - I_a \times R_a$$

Donde:

V_b : tensión real utilizada hacer girar el motor

V_m : Tensión aplicada a todo el conjunto motor

R_a : Resistencia del devanado de excitación (resistencia interna)

I_a : corriente que circula por el motor

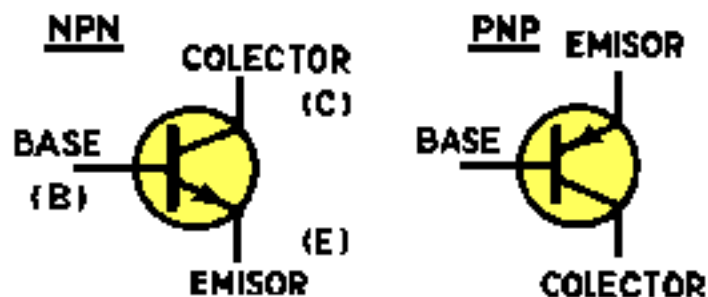
$I_a \times R_a$: es la tensión que se pierde en la resistencia interna del motor. Ver que depende directamente de I_a (corriente de alimentación del motor).

Si la corriente I_a aumenta, V_b disminuye y como la velocidad de giro del motor es proporcional a V_b . Si V_b disminuye entonces la velocidad del motor también.

6.2. CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES DEL TRANSISTOR BIPOLAR

El transistor bipolar (conocido universalmente con la simple Denominación de transistor) es un elemento de circuito de tres terminales que puede cumplir Funciones de amplificador (operación lineal) o Llave (operación En la zona de corte y saturación)

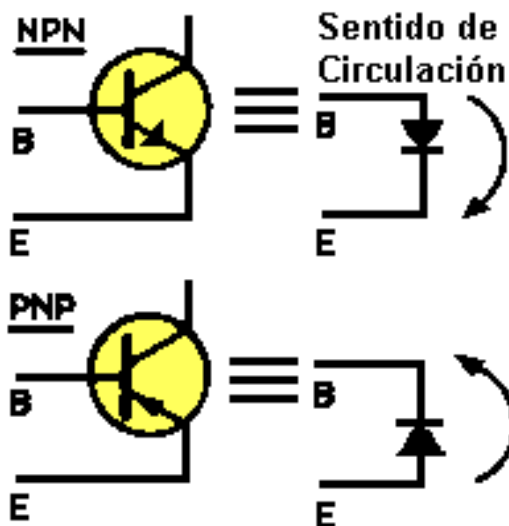
Figura 2.- Símbolos del transistor Bipolar .a) Transistor NPN b) Transistor PNP (Fuente Internet).



Esta clasificación es válida tanto para los Transistores de Germanio como para los transistores de silicio.

El comportamiento del transistor puede Analizarse tomando en consideración sus Características de entrada (terminales base- emisor) y sus características de salida (control ejercido sobre los terminales Colector-Emisor por el circuito de entrada)

Figura.3- Características de Entrada (Fuente Internet).



6.3 EL TRANSISTOR OPERANDO COMO LLAVE.

En la técnica de circuitos de pulsos (profusamente empleada en televisión), el transistor no opera como un simple amplificador. En estos casos su comportamiento se asimila a una llave comandada electrónicamente: el equivalente eléctrico más próximo sería un relevador.

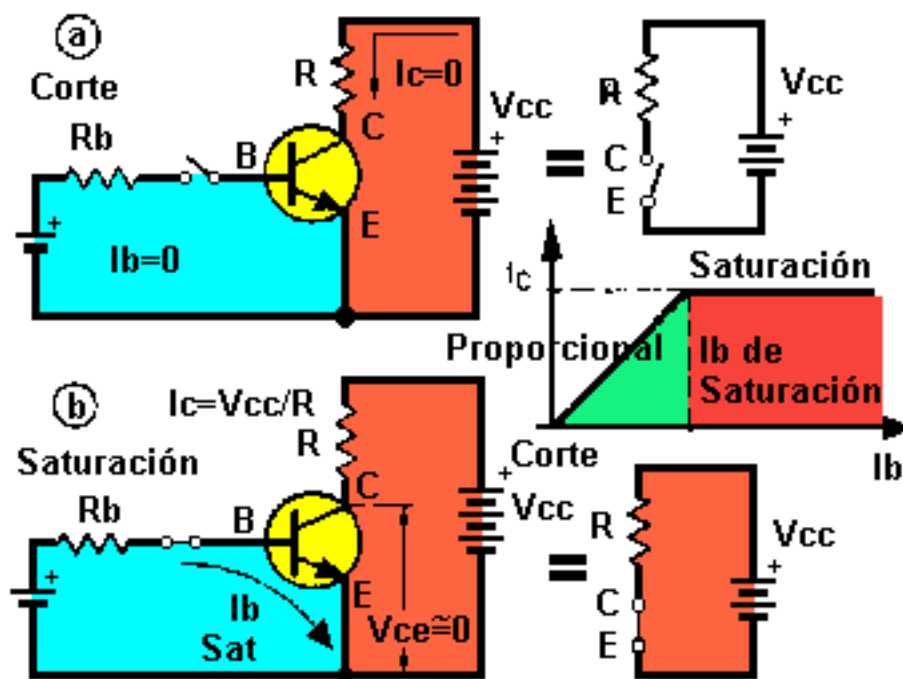
Los dos casos posibles de operación serán:

A) El transistor como llave abierta (Fig.3a): si la corriente de base es nula, la corriente de colector será prácticamente cero(transistor al corte).

B) Transistor como llave cerrada (transistor saturado).

A medida que se aumenta la corriente de base (Fig.3b), se incrementa consecuentemente la corriente de colector.

Figura.4. a) Transistor en corte; b) Transistor saturado. (Fuente Internet).



La caída de tensión sobre R aumenta hasta el límite en el cual casi toda la tensión de fuente queda aplicada a sus extremos (la tensión colector-emisor se aproxima a cero: el transistor aparece así como un cortocircuito) Si se sigue aumentando la corriente de base, la corriente de colector no puede aumentar más, dado que el circuito de salida depende de la tensión V_{cc} y del resistor R . Esta condición de funcionamiento suele denominarse estado de saturación del transistor.

En ambos casos (transistor al corte o saturado), la potencia disipada entre colector y emisor es mínima el primer caso (llave abierta) es obvio, ya que no circula corriente; el segundo (llave cerrada), si bien implica una circulación de corriente máxima, coincide con una tensión colector-emisor cercana a cero (el producto de la tensión por la corriente es reducido).

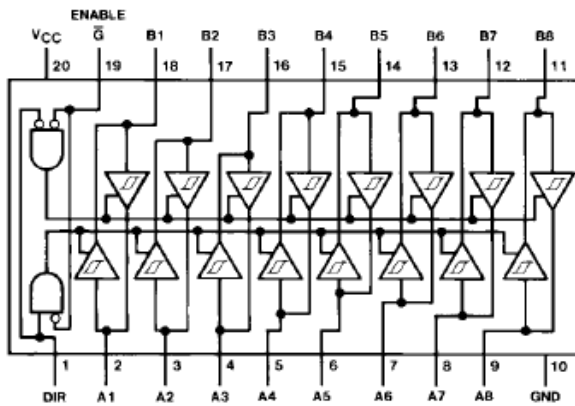
Por otra parte, la potencia de comando (entrada del transistor) es pequeña comparada con la potencia comandada a la salida, a causa de la ganancia de corriente del transistor.

6.4 CIRCUITOS INTEGRADOS DIGITALES

Se requieren para su aislamiento entre las etapas lógicas y de potencia. Los cuales son los Buffers 74LS245 y 74LS244.

En las siguientes figuras se muestra con claridad su circuito interno.

Connection Diagram



Function Table

Enable \overline{G}	Direction Control DIR	Operation
L	L	B Data to A Bus
L	H	A Data to B Bus
H	X	Isolation

H = HIGH Level
L = LOW Level
X = Irrelevant

Figura 5. Buffers 74LS245 (Fuente Internet).

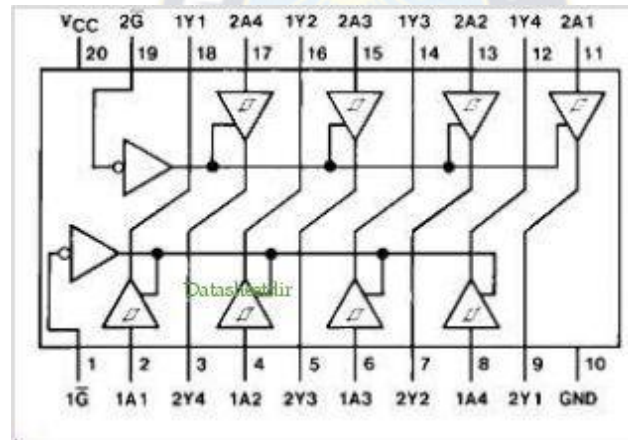


Figura 6 Buffers 74LS244(Fuente Internet).

6.4 EL PUERTO PARALELO

Los puertos de comunicación de la PC son de particular interés para el estudio de la electrónica y aquellos aventureros que les guste experimentar con nuevos conocimientos, la razón es que el puerto paralelo de una PC normal suele ser utilizado para controlar todo tipo de circuitos electrónicos, principalmente, en actividades de automatización de procesos, para obtener datos o enviar datos desde o hacia el puerto, para tareas repetitivas y otras actividades que demandan precisión. Este Trabajo es el resultado de varias pruebas y tiempo de manejo de programación para Puertos Paralelos.

Existen dos métodos básicos para transmisión de datos en las computadoras modernas: Transmisión de datos en serie y transmisión de datos en paralelo, el primero es un dispositivo

capaz de enviar datos a otro dispositivo a razón de un bit a la vez a través de un solo cable. Por otro lado, en un paralelo un dispositivo en vía datos a otro dispositivo a una tasa de n número de bits a través de n número de cables al un mismo tiempo.



Figura 7. TRANSMISIÓN EN PARALELO (Fuente Internet).

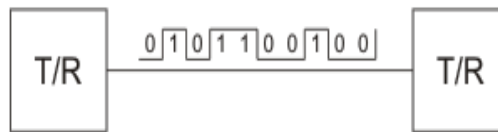


Figura 8. TRANSMISIÓN EN SERIE (Fuente Internet).

Sería fácil pensar que un sistema en paralelo es n veces más rápido que un sistema en serie, pero, básicamente hay un impedimento principal que es, el tipo de cable que se utiliza para interconectar los equipos.

Un sistema de comunicación en paralelo utiliza para transmitir datos ocho líneas de datos. Para transmitir un byte a la vez, los datos que puede manejar con su puerto paralelo son 8 como máximo y de su habilidad en la electrónica dependerá que pueda manipular dispositivos que necesiten más de 8 datos de entrada, pero aquí solo nos limitamos a la transmisión de 8 datos. Hay excepciones como el estándar SCSI1 que nos permite la transferencia de datos en esquemas que van desde los ocho bits y hasta los treinta y dos bits en paralelo.

El hardware del puerto paralelo

El puerto paralelo de una típica PC utiliza un conector hembra de tipo DB de 25 patitas (DB-25), el caso más común, sin embargo el estándar IEEE1284 va más allá de describir nuevos modos de transferencia de datos, y de hecho define la interface mecánica y las propiedades eléctricas de un puerto paralelo compatible.

Muchos de los problemas asociados con los dispositivos conectados al puerto paralelo

surgen del hecho de que no existe un estándar para la interface eléctrica para el puerto paralelo. El conector hembra DB25 tipo A se ha vuelto el estándar para la PC o el conector anfitrión, el comité IEEE1284 sintió que era prioritario definir estas propiedades y tener 3 conectores estándar (el primero es DB25 tipo A) según la aplicación y cumplir con los siguientes objetivos:

Asegurar la compatibilidad eléctrica entre todos los dispositivos compatibles con IEEE 1284. Asegurar que las interfaces IEEE 1284 operarían con los periféricos, adaptadores y puertos existentes. Asegurar la operación y la integridad de los datos a las velocidades de transferencia más altas..Extender la operación a 30 pies, o 10 metros.

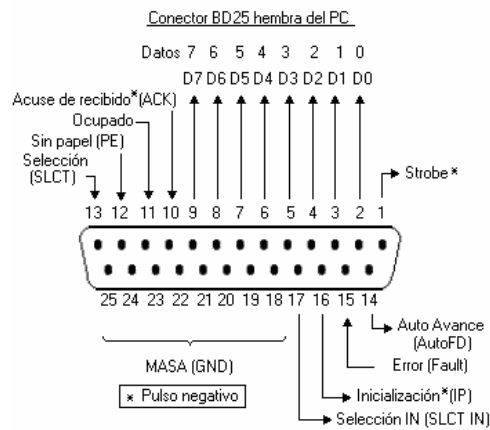


Figura 9. CONECTOR IEEE 1284 TIPOA (Fuente Internet).

7.- DESARROLLO DEL TRABAJO

El Manipulador presentado en el presente trabajo de Aplicación Del Examen de Grado se basa en los principios de robótica controlado por señales de un PC

La robótica es una de las áreas más interesantes y prometoras de la actualidad. Asociando la capacidad de control y procesamiento de las computadoras a capacidad de movimiento de dispositivos electro mecánicos la robótica se presenta hoy, como un ramo de realizaciones sofisticadas, posibilidades casi ilimitadas y desafíos constantes.

Sin embargo, por es una actividad multidisciplinaria exigiendo el proyectista conocimientos de electrónica, informática y mecánica, la robótica es, también. Un área que inhibe la actuación no profesional. En vista del grado de complejidad involucrando y las dificultades para obtener un proyecto funcional y. al mismo tiempo viable, así a pesar de la atracción ejercida por las posibilidades del área, son pocos los que consiguen obtener resultados que los animen a continuar actuando desarrollando. Principalmente en nuestros países, donde además de las dificultades naturales, el proyectista se cruza en otras casi insuperables, como: falta de partes y piezas

mecánica. Dificultades de obtención de componentes electrónicos más sofisticados y costos elevados.

Sin embargo, como veremos a continuación, es posible superar estas dificultades e idear proyectos de unidades robóticas de fácil construcción e implementación, que no utilicen componentes (mecánicos o electrónicos) de difícil obtención y costos inaccesibles y que, de todos modos, brinden al proyectista resultados bastante compensadores

El proyecto presentado tiene por objeto introducir a los conceptos básicos de la robótica, de forma de permitir que, además de la obtención de resultados inmediatos, el lector pueda adquirir conocimientos que le permitan involucrar hacia proyectos más sofisticados.

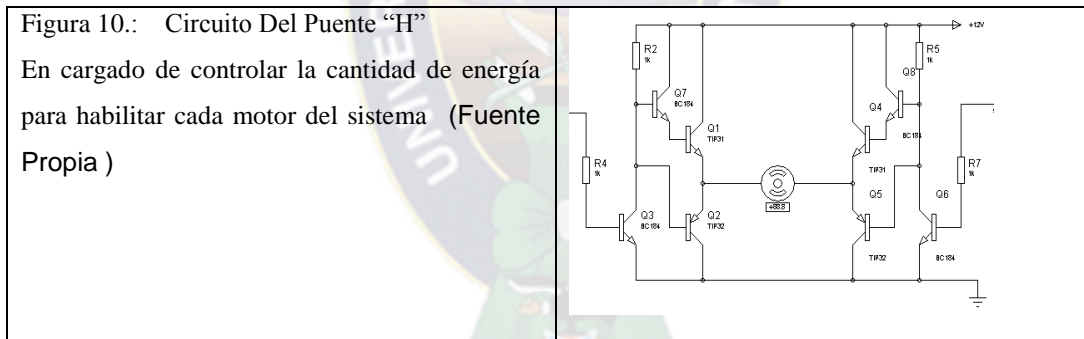
Las principales características del proyecto son :

Control de unidades robóticas con hasta 5 motores CC, reversible (giro en ambos sentidos).8 movimientos posibles;

Interfaceamiento directo de los módulos de potencia con la salida paralela , dispensadores y el uso de decodificadores y/o conversadores;

Interface paralela de entrada. Permitiendo el uso con el microprocesador del PC y otros microprocesadores.

Módulos de potencia de construcción transistores por modulo, accionamiento vía señales digitales CMOS,TTL o TTL-LS y control del giro del motor CC en los sentidos:



Control total de funcionamiento por software. El programa proporcionado junto con el trabajo esta escrito en JAVA y compilado en READY TO PROGRAM y demuestra la posibilidad de control.

Permitido:

Movimiento directo de los motores vía teclado o joystick.

Control del "paso"(Ancho Del Pulso a ser enviado al motor) individual, por motor, permitiendo el uso de los motores con diferentes reducciones mecánicas y posibilitando el ajuste de la amplitud del movimiento en cada paso.

Movimiento alternativo de los motores, a través de la provisión del sentido de rotación y número de pasos a ejecutar.

. Memorización de hasta 2018 pasos.

. Repetición de los movimientos memorizados

7.1 ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL MANIPULADOR

7.2 APLICACIÓN

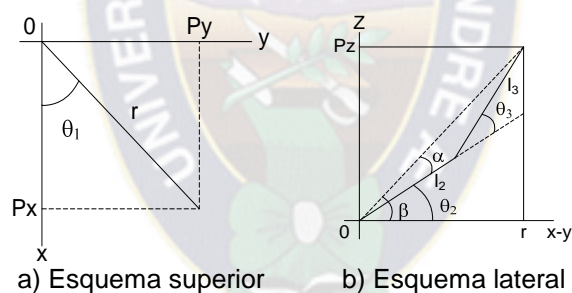
La aplicación práctica del manipulador será el manejo de vasos de metal reconociendo el material mediante un sensor magnético Reed en el extremo de la Estructura del proyecto específicamente en la pinzas

7.3 GRADOS DE LIBERTAD

El brazo mecánico está construido como brazo articulado de cinco grados de libertad (base, hombro, codo y dos movimientos de muñeca) y una pinza. Se describe en la siguiente sección.

7.4 MODELO CINEMÁTICO Y DINÁMICO

Modelado Cinemático Inverso. Se trata del método basado en la estructura y su movilidad para lograr encontrar las ecuaciones de movimientos. Las ecuaciones que conforman el modelo cinemático inverso, se obtienen de las relaciones geométricas existentes en la figura 11.



El modelo dinámico del robot manipulador se obtiene por medio de las ecuaciones de Euler-Lagrange, como primer paso se deben obtener las energías cinéticas de los eslabones del robot manipulador. En un robot manipulador la energía cinética se encuentra conformada por suma de la energía cinética traslacional y la energía cinética rotacional. Pero en este documento por razones de tiempo no se hace ese análisis.

7.5 TIPO DE PROGRAMA EN PC

Se pretende hacer una descripción genérica del MANIPULADOR, utilizado para el presente Trabajo De Aplicación. Será elemento a controlar desde la aplicación Java escrito en el compilador Ready To Program de Sun Microsystems (Se incluye el programa en el Apéndice).

Para lo cual se requiere una PC con procesador Pentium mínimo e instalar una librería de enlace dinámico (DLL) que permite manejar el puerto desde Java. Este puede descargarse de Internet ya que es de uso libre. La carpeta se llama parPort e incluye una serie de archivos de sistema. En la siguiente Figura muestra la Interface gráfica usada para controlar el Manipulador que se describe en el presente documento (Fuente Propia).

Figura 12. Interface Grafica usada en el programa principal (Fuente Propia).

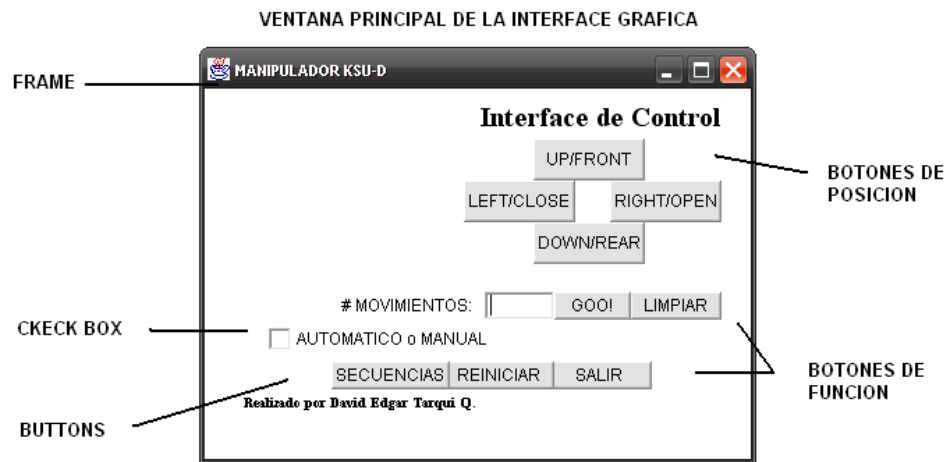
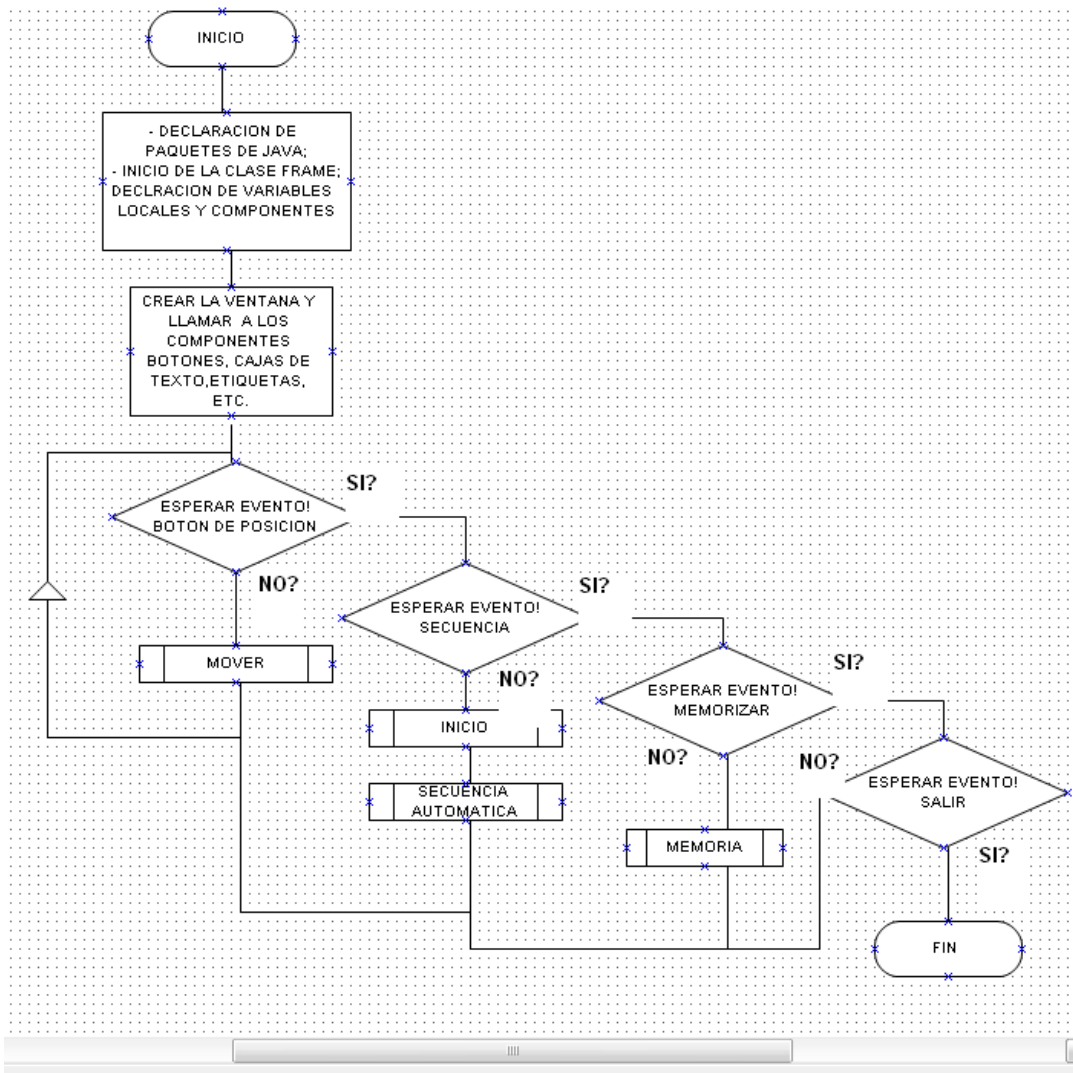


Figura 13. Diagrama De Flujo Del Programa Principal (Fuente Propia).



7.6 ESTRUCTURA DEL MANIPULADOR

El brazo mecánico está construido como brazo articulado de cinco grados de libertad (base, hombro, codo y dos movimientos de muñeca) y una pinza. La envolvente de trabajo en este tipo de construcción se denomina vertical articulada. Las articulaciones son todas de revolución, y se encuentran accionadas por motores de corriente continua en lazo cerrado por codificadores al eje de cada uno de los ejes motrices. Todos los motores de CC llevan una caja de engranajes de reducción, de forma que el eje de salida de la caja de engranajes gira a menor velocidad que el eje motor.

7.6.1 COMPONENTES FISICOS

En la Figura 14.se presenta el MANIPULADOR (Fuente Propia).

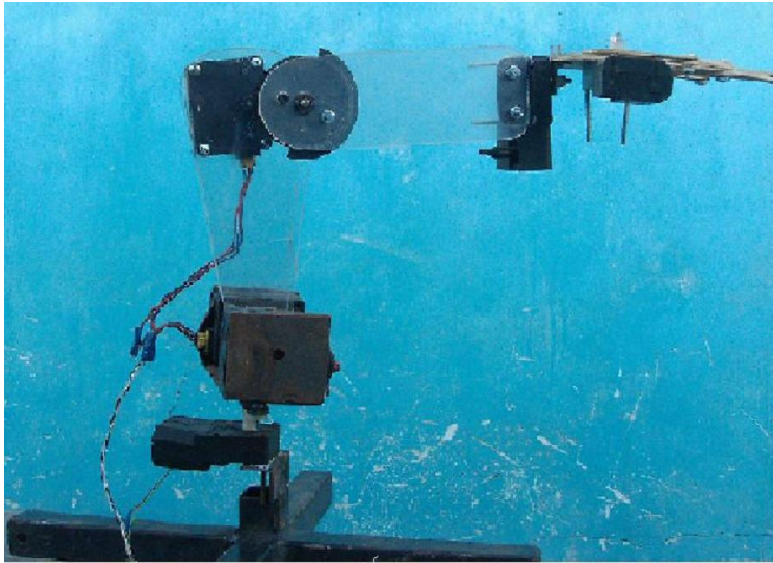
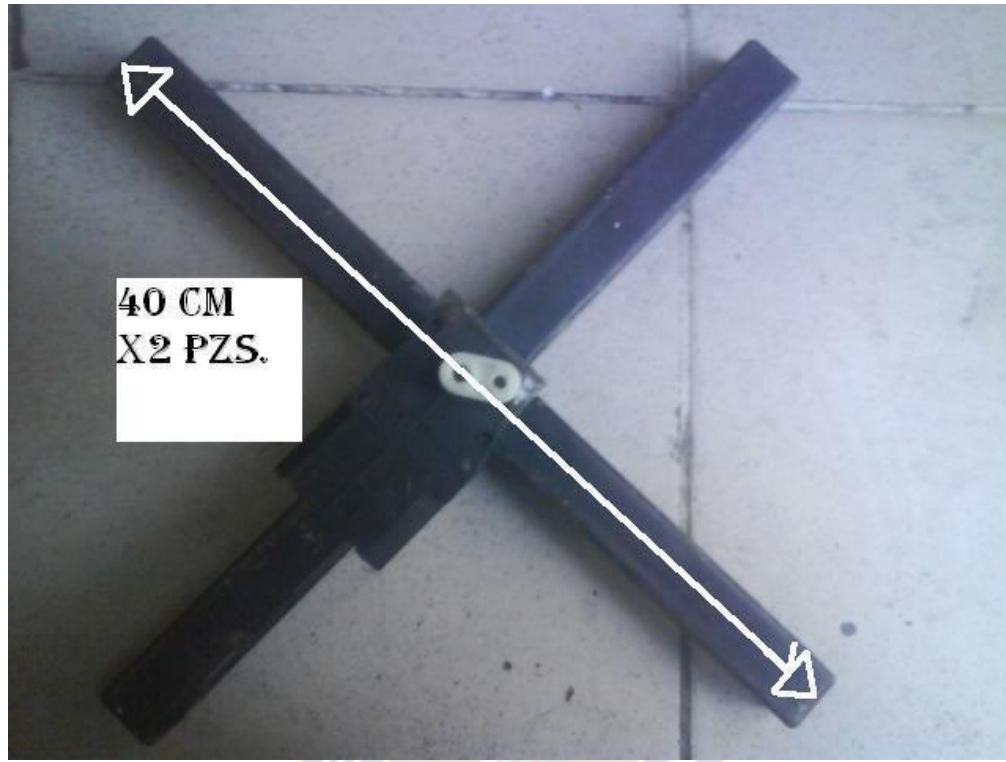


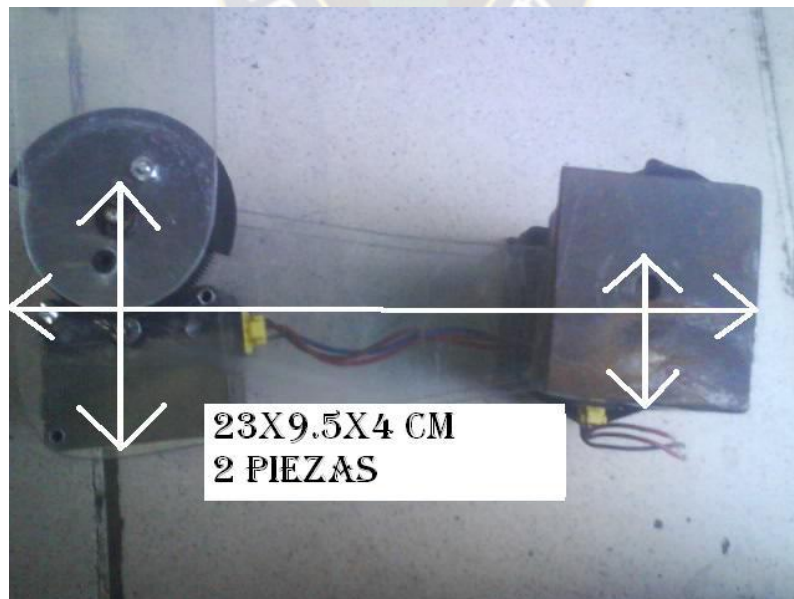
FIGURA 15. PIEZAS DEL MANIPULADOR (Fuente Propia).



FIRURA 16. MEDIDA DE LA BASE MAS MOTOR DC (Fuente Propia).



FIRURA 17. MEDIDA DEL ANTEBRAZO Y MOTORES DC (Fuente Propia).



La estructura se mueve mediante pasos de cada motor la cual se logra mediante pulsos de un ancho determinado por el programa principal que define el Ancho del Pulso. En cada articulación existe el mismo tipo de motor y se verifica la posición de cada motor por el conteo de los pulsos enviados y se realiza un control básico (Lazo Abierto) el cual no garantiza la predicción de movimientos, posteriormente se implementara un tipo de control más optimo.

El Manipulador descansa sobre una base móvil la cual se fija a la salida de un engranaje del motor numero 1 de modo que no pierda su centro de gravedad.

Todas las articulaciones del Manipulador poseen un movimiento de articulación giratorio, excepto la pinza que posee un movimiento lineal o prismático de apertura y cierre. La Tabla 2 representa esta característica de las articulaciones

Tabla 1. Movimiento de articulación en el manipulador

Articulación Número	Nombre de la articulación	Tipo de movimiento de la articulación	Motor Número
1	Base	Giratorio (enrollado)	1
2	Hombro	Giratorio (enrollado)	2
3	Codo	Giratorio (enrollado)	3
4	Muñeca (elevación)	Giratorio (enrollado)	4+5
5	Muñeca (giro)	Giratorio (enrollado)	4+5
6	Pinza	Lineal (prismático): apertura y cierre de los dedos	8

Todas las articulaciones mencionadas son movidas por motores de corriente continua, y a su vez estos motores se pueden mover independientemente de los demás. Y el tipo de acoplamiento es indirecto por no ser el motor el directo impulsor de los brazos.

El accionamiento indirecto se produce cuando el motor está montado lejos de la articulación y el movimiento del motor se transmite a la articulación a través de sistemas de transmisión como pueden ser correas y engranajes. El accionamiento indirecto es preferible debido a que reduce el peso del brazo mecánico ya que los motores quedan fijados en la base del robot, y no en las articulaciones, y además permite variaciones de velocidad angular de la articulación proporcional a la del motor. Cave mencionar que la gran mayoría de los motores se sitúan en la base de la estructura para evitar la pérdida del equilibrio del manipulador.

Todas las articulaciones anteriormente mencionadas son movidas por los seis motores de CC. La dirección de giro del motor se determina por la polaridad de la

tensión de funcionamiento: Una tensión CC positiva hace girar el motor en una dirección concreta; De igual forma si la tensión es negativa el motor girará en sentido contrario.

Los motores del Manipulador funcionan con una tensión de 12 voltios de DC. Su consumo de corriente varía entre 0.5 y 1A ($P=10W$), dependiendo de la carga que se ejerce sobre el motor; cuanto mayor sea la carga, mayor será el consumo de corriente. Los componentes del motor son componentes de conmutación capaces de transferir potencia de las fuentes de alimentación a los motores del robot.

7.6.2 TRANSMISIÓN DIRECTA ENTRE ETAPAS

En la Figura 18 se presenta un ejemplo de transmisión directa:

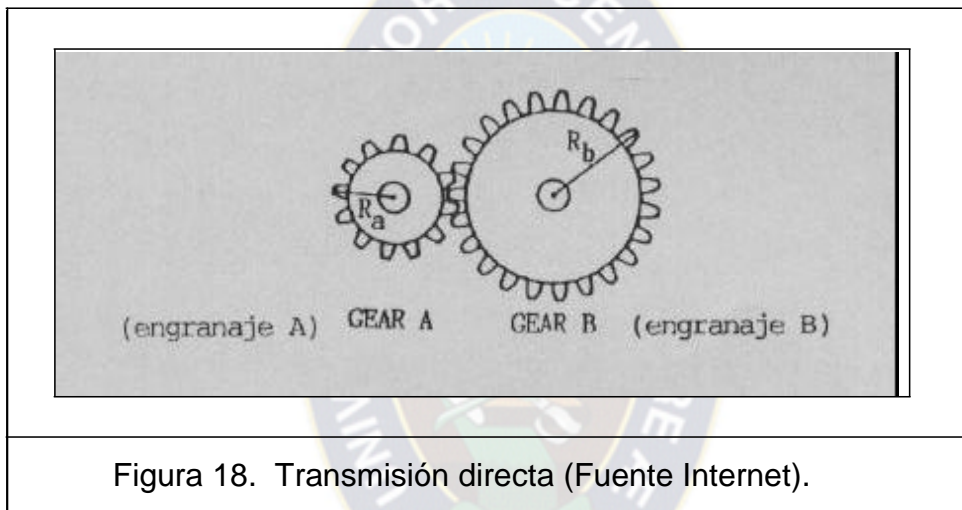


Figura 18. Transmisión directa (Fuente Internet).

El engranaje pequeño, cuyo radio es $R_A = a$ m. Está instalado directamente en el eje de salida del motor. El engranaje grande, cuyo radio $R_B = a$ mm está fijo a la base de la articulación del manipulador. El giro del motor produce una cadena de movimiento como sigue:

Motor Engranaje A Engranaje B Base del robot.

Obsérvese que cuando los engranajes se mueven, si el engranaje A se mueve en sentido positivo el B lo hará en sentido negativo y viceversa.

La relación de transmisión según la figura anterior vendrá determinada por la expresión:

$$T_{AB} = R_B/R_A:1$$

Donde:

TAB es la relación de transmisión del engranaje A al engranaje B.

RB Radio del engranaje acoplado ala base del robot.

RA Radio del engranaje acoplado al eje de salida del motor

En otras palabras, por cada vuelta del engranaje cuyo radio es RA el engranaje, cuyo radio es RB girará un número de vueltas iguala RA/RB.

Otro método de representar la relación de transmisión es como relación entre el número de dientes de la circunferencia de cada engranaje:

$$TAB = NA/NB$$

a) CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE RPM

La relación de transmisión determina también las velocidades de giro relativas de los engranajes implicados.

En el caso descrito anteriormente el engranaje A girará (NB/NA) veces más rápido que el engrane B

$$WB/WA=1/TAB=NA/NB$$

WA es la velocidad de giro del engranaje acoplado a la base del robot.

WB es la velocidad de giro del engranaje acoplado al eje del motor.

b) CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE RESOLUCIÓN

La resolución se define como el paso más pequeño realizable mediante el giro de los engranajes (o motores, o articulaciones, etc.).La práctica usual es definir este paso en grados(resolución angular)o en unidades de longitud(resolución lineal).

Cuanto más pequeño sea el paso mayor precisión del movimiento. La expresión que relaciona la resolución de ambos engranajes es la que sigue:

c) TRANSMISIÓN DE LA ARTICULACIÓN DE LA BASE

La transmisión de la articulación de la base del robot responde al tipo de transmisión directa de una etapa, la cual ya ha sido convenientemente expuesta con anterioridad. El engranaje A está acoplado directamente al eje de salida del motor y gira con él; el engranaje B está acoplado al cuerpo del rotor.

d) TRANSMISIÓN DE LA ARTICULACIÓN DEL HOMBRO

Resulta similar a la transmisión de la articulación de la base. La diferencia radica en que la transmisión del hombro es una transmisión doble, esto quiere decir que el hombro se mueve simultáneamente desde los dos lados del brazo mecánico. Esto mejora el movimiento del hombro así como su capacidad de soportar carga.

e) TRANSMISIÓN DE LA ARTICULACIÓN DEL CODO

También se trata de una transmisión doble. El codo también se mueve desde ambos lados del brazo mecánico. En otras palabras incluye dos sistemas de tipo transmisión indirecta de dos etapas.

La combinación de estas transmisiones dobles (hombro y codo) refuerza su estructura e incrementa su estabilidad.

f) TRANSMISIÓN DE LA ARTICULACIÓN DE LA MUÑECA

La articulación de la muñeca, como se sabe, tiene dos grados de libertad, lo que le permite dos tipos de movimiento diferentes.

g) TRANSMISIÓN DE LA PINZA

La pinza del MANIPULADOR es movida por un motor más pequeño que los otros motores. Este motor está fijado permanentemente a la articulación de la muñeca.

7.7 CALCULOS Y MEDIDAS DE LA ESTRUCTURA MECANICA

Para este caso particular se toman los siguientes datos:

Medidas de componentes son :

Brazo	:	Largo 23cm por Ancho 9,5 cm y 4cm
Antebrazo	:	Largo 19cm por Ancho 7 cm
Muñeca	:	Largo 15cm por Ancho 8 cm
Engranajes	:	Único pequeño(A) 17 y grande (B) 127 Dientes Todos pequeño 37 y grande 77 Dientes

Distribución de pesos:

Base	:	800 g
Motor	:	250 g c/u (6 motores)
Brazos	:	600 g (mas piezas , conectores y cables)
Peso total de la estructura	:	3 000 g Aprox.

Usando las ecuaciones de la sección 7.6.2 se tiene:

RELACION DE TRANSMISION:

BASE	:	TAB= 0.13, engrane a da una vuelta y EL engranaje B una decima.
CODO	:	TAB= 2.01, engrane a da una vuelta y EL engranaje B dos vueltas.

8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se concluye que el PC tiene gran funcionalidad y capacidad para el manejo de cualquier equipo electrónico que se quiera controlar y también se recomienda el uso de otro puerto del PC como ser el usb ya que los nuevos no cuentan ya con puerto paralelo.

Precauciones

Si desea conectar dispositivos al puerto paralelo de su PC, tome en cuenta que esto implica el riesgo de daños permanentes ala tarjeta madre y debe tener presente que aún los profesionales cometen errores, por lo tanto no está de más recomendarle extremo cuidado al trabajar en el puerto paralelo. Se recomiendan conocimientos básicos en electrónica y programación para manipular el puerto paralelo.

Siguientes mejoras

- manejo de sensores para determinar tipo de piezas a manipular
- El Sistema de reconocimiento de voz SRCV, es la parte mas importante del proyecto de su funcionamiento depende los movimientos del brazo mecánico.

9.- BIBLIOGRAFÍA

- Principios de Electrónica R. Boylestad.
- Controlling The World With Your Pc Paul Bersgmann
- Libro Online :
 <http://www.worldcat.org/title/controlling-the-world-with-your-pc/oclc/225921161>
- Calculo de Engranes
 <http://manualderobotica.blogspot.com/search/label/ENGRANAJES%3A%20%20TIPOS%20Y%20RELACIONES>
- Manejo de java
 <http://today.java.net/pub/a/today/2006/10/19/assembly-language-from-java.html>
 <http://today.java.net/pub/a/today/2006/10/19/assembly-language-from-java.html>
- Tipos de transistores
 <http://www.electronicafacil.net/foros/PNphpBB2-viewforum-f-16.html>
- Motores CC
 www.uicron.com



10.- ANEXOS

A continuación detallo el listado del programa escrito en Ready to Program:

//Elaborado por David Edgar Tarqui

```
import java.awt.*;

public class MotCtrl extends Frame
{
    static short datum;
    static short Addr;
    static PortIpt;
    Label Titulo_Ibl;
    Label Veces_Ibl;
    Label Propietario_Ibl;
    TextField Dato_txt;
    //TextField txt2;
    Button U_F_btn; //enviar
    Button D_R_btn; //salir
    Button L_C_btn; //limpiar
    // CHECK BOX *****
    Button R_O_btn;
    Button Go_btn;
    Button Secs_btn;
    Button Reinicio_btn;
    Button Salir_btn;
    Button Limpiar_btn;
    int i, j; // PARA RETARDO
    static short Seculnicia0 = 0x69, Seculnicia1 = 0x04;

    static short Secuencia0 = 0x02, Secuencia1 = 0x12, Secuencia2 = 0x60;
    static short Secuencia3 = 0x80, Secuencia4 = 0x80, Secuencia5 = 0x10;
    static short Secuencia6 = 0x01, Secuencia7 = 0x01, Secuencia8 = 0x20;
    static short Secuencia9 = 0x40, Secuencia10 = 0x40, Secuencia11 = 0x10;

    CheckboxCtrl_A_M;
    private Image imagen;
```



```

public void paint (Graphics g)
{
g.drawImage (imagen, 20, 35, this);
}

public MotCtrl ()
{
super ("BrazoMecanico");
setLayout (null);
addNotify ();
resize (400, 300);

Titulo_lbl = new Label ("Interface de Control", Label.RIGHT);
Titulo_lbl.reshape (126, 36, 250, 30);
Titulo_lbl.setFont (new Font ("TimesRoman", Font.BOLD, 20));
add (Titulo_lbl);

Veces_lbl = new Label ("# MOVIMIENTOS:");
Veces_lbl.reshape (100, 176, 96, 20);
add (Veces_lbl);

Dato_txt = new TextField ("");
Dato_txt.reshape (205, 176, 50, 20);
add (Dato_txt);

U_F_btn = new Button ("UP/FRONT");
U_F_btn.reshape (240, 66, 80, 30);
add (U_F_btn);

D_R_btn = new Button ("DOWN/REAR");
D_R_btn.reshape (240, 126, 80, 30);
add (D_R_btn);

L_C_btn = new Button ("LEFT/CLOSE");
L_C_btn.reshape (190, 96, 80, 30); ///col, fila y ancho, alto

```

```
add (L_C_btn);
```

```
R_O_btn = new Button ("RIGHT/OPEN");
```

```
R_O_btn.reshape (295, 96, 80, 30);
```

```
add (R_O_btn);
```

```
Go_btn = new Button ("GOO!");
```

```
Go_btn.reshape (255, 176, 55, 20);
```

```
add (Go_btn);
```

```
Secs_btn = new Button ("SECUENCIAS");
```

```
Secs_btn.reshape (95, 226, 85, 20);
```

```
add (Secs_btn);
```

```
Limpiar_btn = new Button ("LIMPIAR");
```

```
Limpiar_btn.reshape (310, 176, 65, 20);
```

```
add (Limpiar_btn);
```

```
Reinicio_btn = new Button ("REINICIAR");
```

```
Reinicio_btn.reshape (175, 226, 80, 20);
```

```
add (Reinicio_btn);
```

```
Salir_btn = new Button ("SALIR");
```

```
Salir_btn.reshape (250, 226, 75, 20);
```

```
add (Salir_btn);
```

```
Titulo_lbl = new Label ("Realizado por David Edgar Tarqui Q.", Label.LEFT);
```

```
Titulo_lbl.reshape (30, 240, 250, 30);
```

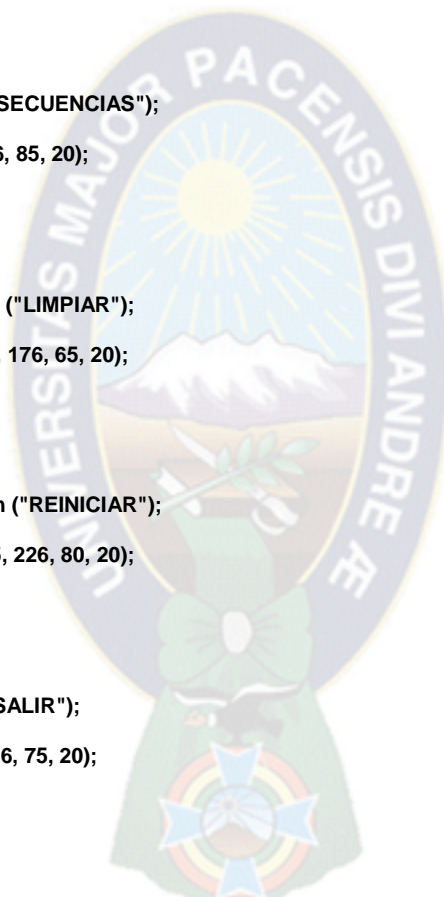
```
Titulo_lbl.setFont (new Font ("TimesRoman", Font.BOLD, 10));
```

```
add (Titulo_lbl);
```

```
Ctrl_A_M = new Checkbox ("AUTOMATICO o MANUAL");
```

```
Ctrl_A_M.reshape (50, 200, 156, 20);
```

```
add (Ctrl_A_M);
```



```

    Toolkit grafico;

grafico = getToolkit ();

imagen = grafico.getImage ("INTRO.jpg");

}

// carga vector

public void Inicio ()

{

lpt = new pPort ();

Addr = 0x378;

datum=0x00;

lpt.output (Addr, datum);

lpt.output (Addr, Seculnicia0); //datum

// Dato_txt.setText (String.valueOf (Secuencia0));

Retardo ();

    Retardo ();

lpt.output (Addr, Seculnicia1);

Retardo ();

Retardo ();

datum=0x00;

lpt.output (Addr, datum);

}

public void borrar ()

{

Dato_txt.setText ("");

datum=0x00;

lpt.output (Addr, datum);

}

public void paralelowin ()

{

lpt = new pPort ();

Addr = 0x378;

int n;

    n = (new Integer (Dato_txt.getText ())).intValue ();

datum = ((short) (n));

lpt.output (Addr, datum);

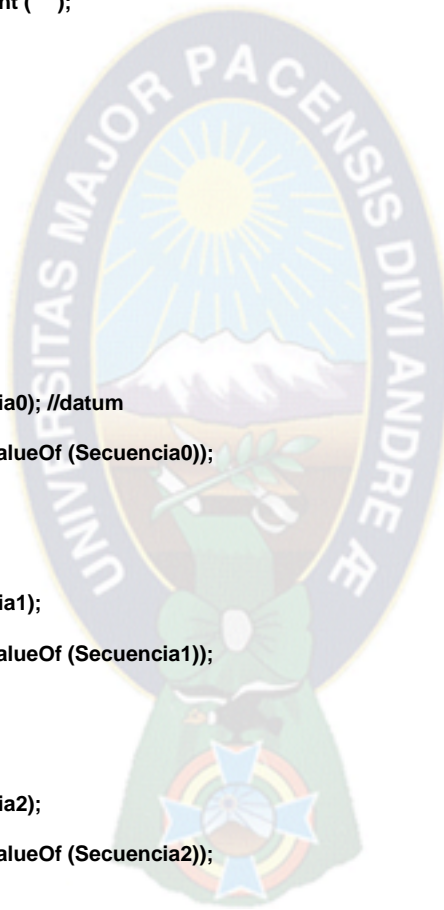
```




```
}

public void Retardo ()
{
for (i = 1 ; i<= 2000 ; i++)
{
for (j = 1 ; j <= 10000 ; j++)
{
// System.out.print (" ");
}
}
}

public void SecAuto ()
{
Ipt = new pPort ();
Addr = 0x378;
Ipt.output (Addr, Secuencia0); //datum
Dato_txt.setText (String.valueOf (Secuencia0));
Retardo ();
borrar ();
Ipt.output (Addr, Secuencia1);
Dato_txt.setText (String.valueOf (Secuencia1));
Retardo ();
borrar ();
Ipt.output (Addr, Secuencia2);
Dato_txt.setText (String.valueOf (Secuencia2));
Retardo ();
borrar ();
Ipt.output (Addr, Secuencia3);
Dato_txt.setText (String.valueOf (Secuencia3));
Retardo ();
borrar ();
Ipt.output (Addr, Secuencia4);
Dato_txt.setText (String.valueOf (Secuencia4));
Retardo ();
```




```
borrar ();
Ipt.output (Addr, Secuencia5);
Dato_txt.setText (String.valueOf (Secuencia5));
Retardo ();
borrar ();
Ipt.output (Addr, Secuencia6);
Dato_txt.setText (String.valueOf (Secuencia6));
Retardo ();
borrar ();
Ipt.output (Addr, Secuencia7);
Dato_txt.setText (String.valueOf (Secuencia7));
Retardo ();
borrar ();
Ipt.output (Addr, Secuencia8);
Dato_txt.setText (String.valueOf (Secuencia8));
Retardo ();
borrar ();
Ipt.output (Addr, Secuencia9);
Dato_txt.setText (String.valueOf (Secuencia9));
Retardo ();
borrar ();
Ipt.output (Addr, Secuencia10);
Dato_txt.setText (String.valueOf (Secuencia10));
Retardo ();
borrar ();
Ipt.output (Addr, Secuencia11);
Dato_txt.setText (String.valueOf (Secuencia11));
Retardo ();
borrar ();
datum=0x00;
Ipt.output (Addr, datum);
}
publicvoid MEMORIA ()
{
//System.out.println ("Introduzca los grados del Brazo....");
```

```
grado1 = Integer.parseInt (w.readLine ());
System.out.println ("Introduzca la direccion 0 izq, 1 der....");
dir1 = Integer.parseInt (w.readLine ());

System.out.println ("Introduzca los grados del codo....");
grado2 = Integer.parseInt (w.readLine ());
System.out.println ("Introduzca la direccion 0 izq, 1 der....");
dir2 = Integer.parseInt (w.readLine ());

System.out.println ("Introduzca los grados de la muneca....");
grado3 = Integer.parseInt (w.readLine ());
System.out.println ("Introduzca la direccion 0 izq, 1 der....");
dir3 = Integer.parseInt (w.readLine ());
//pin = (int) Math.pow (2, 2);
if (dir1==0)
lpt1.write (2);
else
lpt1.write(1);
try
{
Thread.sleep (1000);
}
catch (InterruptedException e)
{
e.printStackTrace ();
}
if (dir2==0)
lpt1.write (8);
else
lpt1.write(4);
try
{
Thread.sleep (1000);
}
catch (InterruptedException e)
{
e.printStackTrace ();
}
}
```



```

if (dir3==0)
lpt1.write (32);
else
lpt1.write(16);

try
{
Thread.sleep (1000);
}

catch (InterruptedException e)
{
e.printStackTrace ();
}
lpt1.write (0);

//potencias desde 2 elevado a 0
public boolean action (Event e, Object o)
{
if (e.target instanceof Button)
{
if (e.arg.equals ("SECUENCIAS"))
{
Inicio ();
SecAuto ();
}

if (e.arg.equals ("REINICIAR"))
{
Inicio ();
}

if (e.arg.equals ("GOO!"))
{
paralelowin ();
}

if (e.arg.equals ("LIMPIAR"))
{
borrar ();
}

if (e.arg.equals ("SALIR"))
{
System.exit (1);
}
}
}

// Programa Principal *****
public static void main (String args [])
{
(newMotCtrl ()).show ();
}
}

```



Cuadro 1: Diagrama en bloques del sistema



Figura 19. Fotografía del Manipulador



Tabla 2. General del puerto paralelo

DB25	Señal	Registro	Tipo	Activo	Descripción	Sentido
1	Salida 0	C0-	Salida	Bajo	Strobe	Invertido
2	Dato 0	D0	Salida	Alto	SalidadeDatos	directo
3	Dato 1	D1	Salida	Alto	SalidadeDatos	directo
4	Dato 2	D2	Salida	Alto	SalidadeDatos	directo
5	Dato 3	D3	Salida	Alto	SalidadeDatos	directo
6	Dato 4	D4	Salida	Alto	SalidadeDatos	directo
7	Dato 5	D5	Salida	Alto	SalidadeDatos	directo
8	Dato 6	D6	Salida	Alto	SalidadeDatos	directo
9	Dato 7	D7	Salida	Alto	SalidadeDatos	directo
10	Estado 6	S6+	Entrada	Alto	Línea acknowledge (activacuando el sistema remototomadatos)	directo
11	Estado 7	S7-	Entrada	Bajo	Línea busy (si está activa,el sistema remotonoacceptadatos)	Invertido
12	Estado 5	S5+	Entrada	Alto	LíneaFaltade papel (si está activa,faltapapel en la impresora)	directo
13	Estado 4	S4+	Entrada	Alto	LíneaSelect (si está activa,laimpresora se ha seleccionado)	directo
14	Control 1	C1-	Salida	Bajo	LíneaAutofeed (si está activa,laimpresora inserta una nueva líneaporcadareturnode carro)	Invertido
15	Estado 3	S3+	Entrada	Alto	LíneaError (si está activa,hayunerror en la impresora)	directo
16	Control 2	C2+	Salida	Alto	Línea Init (Sise mantieneactivaporalmenos 50 micro-segundos, ésta señal autoinicializa la impresora)	directo
17	Control 3	C3-	Salida	Bajo	LíneaSelect input (Cuandoestáinactiva,obliga a la impresora a salir delínea)	Invertido
18-25	Tierra				Tierradel puerto	

