

Diseño y construcción de un robot para entrega de hojas volantes publicitarias en centros comerciales

Geovanny F. Jacho, Verónica Pillajo, Nelson Sotomayor, Escuela Politécnica Nacional (EPN),
Quito - Ecuador

Resumen – En el presente proyecto se desarrolla el diseño y construcción de un robot para la entrega de hojas volantes publicitarias en centros comerciales. Para el movimiento del robot se ha implementado un sistema de tracción diferencial con dos motores y una rueda libre. El robot puede trabajar en dos modos de operación: automático y manual. Para la operación de modo automático cuenta con el apoyo de varios sensores: un sensor térmico para la detección de personas, un sensor de ultrasonido para evitar obstáculos, sensores infrarrojos, etc. La entrega de las hojas volantes publicitarias se la hace a través de un brazo robótico de cuatro grados de libertad. Para el almacenamiento y la alimentación de las hojas se utiliza un mecanismo de impresora. A fin de tener un robot agradable a la vista y llamativo al público, éste cuenta con una cabeza que posee movimiento de párpados y luz en sus ojos, además tiene reproducción de sonido. El sistema de control del robot cuenta con una serie de microcontroladores atmega.

Índices –

Hojas volantes, robot móvil, publicitarias

I. INTRODUCCIÓN

A. Partes del prototipo

Estructura: chasis

Sensores: térmico, infrarrojos, ultrasonido, encoders.

Control: red de microcontroladores

Mecánica: motores dc y servomotores

B. Estructura del robot

El chasis es el encargado de dar soporte a todos los componentes del robot. Los materiales utilizados son: hierro, aluminio, plástico y acrílico.

La estructura ha sido diseñada con la finalidad de adecuar el mecanismo de desplazamiento, de almacenamiento de hojas, brazo robótico, cabeza y elementos adicionales como: baterías, módulos de control, parlantes, etc. La forma del chasis puede cambiar según el diseño lo permita.

Este trabajo fue realizado con el apoyo de Nelson Sotomayor Msc.
Nelson Sotomayor es Profesor Principal T/C en la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de La Escuela Politécnica Nacional, Quito-Ecuador,
(e-mail: nelson.sotomayor@epn.edu.ec)
Geovanny Jacho (e-mail: geovanny_jacho@hotmail.com)
Verónica Pillajo (e-mail: veronica_pillajo@hotmail.com)

C. Grados de libertad

Cada grado de libertad representa cada uno de los movimientos independientes que puede realizar cada articulación con respecto a la anterior [1].

Constituye un eje de movimiento, es un lugar donde el brazo puede curvar, rotar o trasladarse. El número de grados de libertad del robot viene dado por la suma de los grados de libertad de las articulaciones que lo componen. Generalmente las articulaciones empleadas suelen ser únicamente de rotación, con un solo grado de libertad cada una, por lo que se puede identificar el número de grados de libertad por el número de actuadores presentes en el brazo robot. Es importante considerar el número de grados de libertad porque cada grado implica mayores requerimientos en cuanto a actuadores, encoders, complicados algoritmos de control y por supuesto mayor costo.

II. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

Para el diseño y construcción del prototipo se consideran el diseño mecánico y el diseño electrónico.

A. Diseño mecánico

Para el diseño mecánico del prototipo se utilizó el paquete computacional bajo Windows llamado SOLIDWORKS versión 2009.

1) Diseño del chasis

Considerando todos los elementos mecánicos a utilizar en el robot, se diseñó una estructura desmontable, fácilmente transportable, adecuada para el ensamblaje de todas sus partes. Tomando en cuenta el peso de elementos como: motores, batería, y chasis; se empleó como material el hierro para la estructura principal puesto que el aluminio causó en un principio deformaciones en el mecanismo. El robot terminado completamente tiene una altura aproximada de 1.15m.

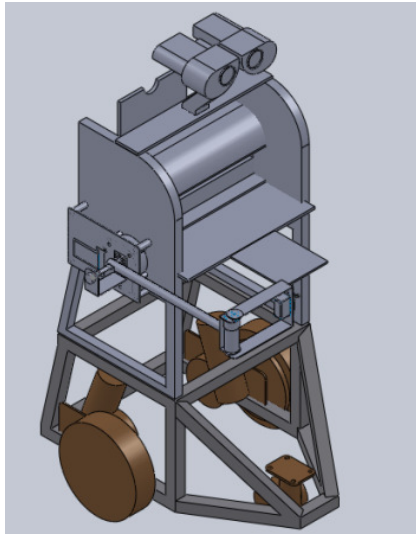


Fig.1. Estructura del prototipo, vista en 3D

2) Análisis de esfuerzos del chasis

Se realizó un análisis de esfuerzos para la estructura del chasis que soportará la tracción diferencial y todo el peso del robot. Considerando que sea 70 libras el peso máximo aproximado que soportará el chasis tomando en cuenta la suma del peso de los elementos más representativos como: batería 25 libras, chasis completo 35 libras, brazo 2.5 libras y 5 libras adicionales en accesorios complementarios como parlantes, módulos de control y soporte, en solidworks se obtuvo un factor de seguridad mayor que 1 con lo que el diseño en hierro soporta sin problemas todo el peso del mecanismo del prototipo.

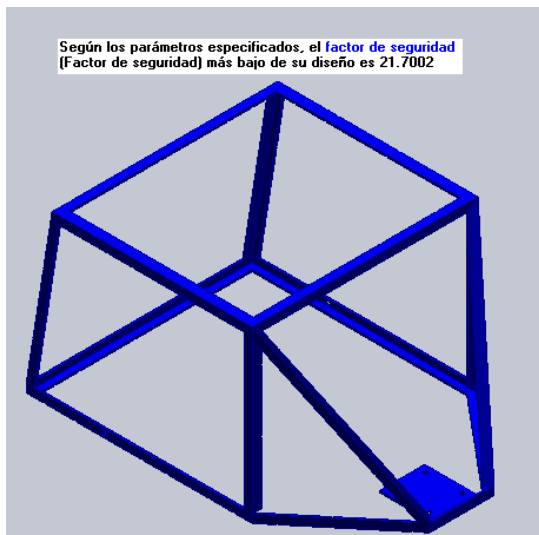


Fig.2. Factor de seguridad

3) Brazo robótico

El robot para la entrega de hojas volantes utiliza un brazo robótico de cuatro grados de libertad. La estructura mecánica del brazo robótico consta de las siguientes piezas: motor hombro, eslabón hombro-codo, motor del codo, eslabón codo-muñeca, servo muñeca, servo pinza y pinza.

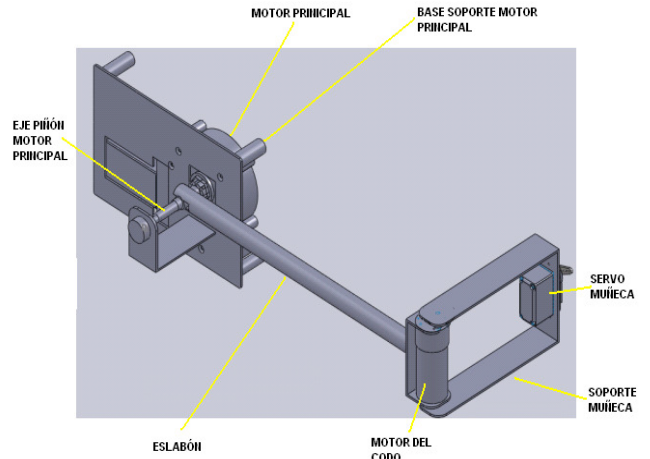


Fig.3. Estructura del brazo robótico

4) Tracción diferencial

La configuración diferencial se presentó como la más adaptable para el traslado del prototipo. Consta de dos ruedas situadas diametralmente opuestas en un eje perpendicular a la dirección del robot. Cada una de ellas va dotada de un motor que opera de modo independiente. Se tiene además una tercera rueda que sirve de apoyo.

Para el acople de las llantas con los motores se adaptó un sistema de engranajes a fin de disminuir la velocidad y aumentar el torque, se utilizó una relación de dientes entre los piñones de 11:75.



Fig.4. Relación de engranajes entre eje del motor y la llanta

III. DISEÑO ELECTRÓNICO

A. Control del sistema de tracción diferencial

Para el control de los motores de tracción se usa la configuración de un circuito puente H, esta configuración en su forma básica consta de cuatro interruptores, que para este caso serán dos transistores NPN (Q3, Q4) y dos transistores PNP (Q1, Q2) dispuestos en forma de "H". Si se activa los transistores Q1 y Q4, mientras están libres Q2 y Q3, se puede activar la dirección del motor en un sentido, mientras que si se activa los transistores Q2 y Q3 dejando libres a Q1 y Q4, se puede activar la dirección en el otro sentido. Es importante notar que no se podrán activar los cuatro transistores al mismo tiempo ya que esto ocasionaría un corto circuito, para evitar este tipo de activación se establece una rutina de protección interna en la programación del microcontrolador de manera que nunca ocurra lo indicado.

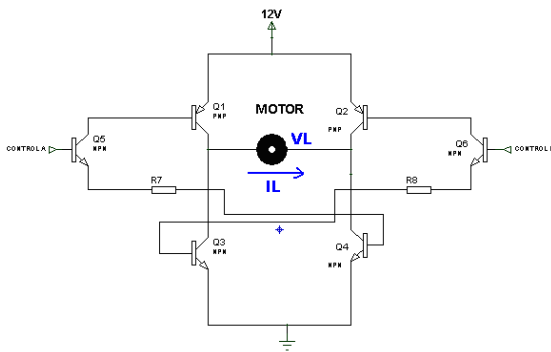


Fig.5. Circuito control de los motores tracción

B. Almacenamiento y alimentación de hojas

Para el almacenamiento y alimentación de las hojas volantes a entregar por medio del brazo robot del prototipo, se utilizó el mecanismo de una impresora Lexmark Z32 que se acopla perfectamente a las dimensiones del chasis, ajustándose al espacio diseñado para tal en la estructura del robot. El tamaño máximo de las hojas a entregar puede ser A4.



Fig.6. Mecanismo utilizado para almacenamiento y alimentación de las hojas

C. Cabeza del prototipo

Un diseño novedoso del robot permite captar la atención del público, por ello se eligió como parte del prototipo, un mecanismo llamativo que cuenta con dos ojos luminosos tipo led, movimiento de párpados controlados por motores dc y movimiento de ojos bajo el control también de motores dc y fines de carrera.



Fig.7. Cabeza del robot

Para el control del encendido y apagado de los ojos se envía la señal directamente desde el microcontrolador. Se utilizan dos leds de color azul de alta luminosidad, uno para cada ojo.

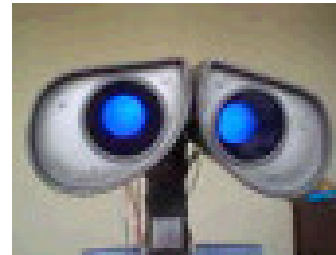


Fig.8. Cabeza del robot con los ojos encendidos completamente

En cuanto al movimiento de párpados se utiliza un motor de dc en operación en sentido horario para abrir los párpados y sentido antihorario para cerrarlos.

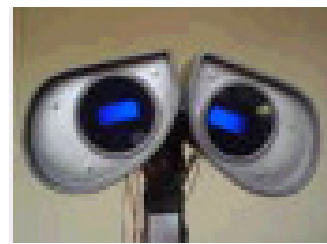


Fig.9. Cabeza de robot con los ojos pestañeando

D. Brazo robótico

Para la elección de los actuadores a utilizar en las distintas articulaciones del brazo robótico es importante partir del cálculo de torque, para ello es necesario definir todas las fuerzas a las que será sometido el brazo, y además señalar que para este análisis el peso de la carga que levantará el brazo mecánico es considerado despreciable por lo que el cálculo se basará en el peso mismo de las partes mecánicas del brazo. Partiendo de estas consideraciones se definen los parámetros

necesarios para el cálculo del torque a manejar por cada actuador:

Peso de cada eslabón

Peso de cada articulación (peso de actuador)

Peso del objeto a levantar (despreciable para este caso)

Distancia entre articulaciones

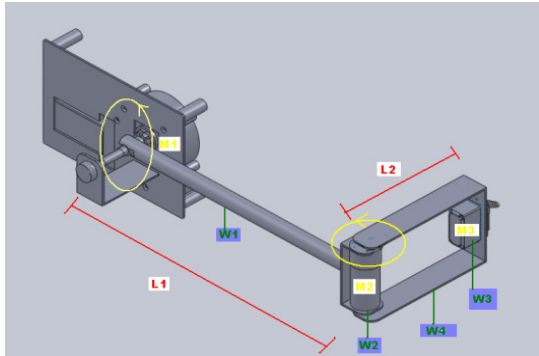


Fig.10. Parámetros a considerar en el brazo mecánico

En la Fig.10 se tiene que:

M1 motor principal (motor del hombro)

M2 motor con encoder (motor del codo)

M3 Servo Mecanismo de muñeca y pinza (compuesto por dos servos)

L1 distancia del primer eslabón: 30cm (eslabón hombro-codo)

L2 distancia de soporte muñeca-pinza: 10cm (eslabón codo-muñeca)

W1 peso de primer eslabón: 0.45 kg

W2 peso de motor con encoder: 0,18 kg

W3 peso de servo mecanismo de muñeca y pinza: 0.09 kg

W4 peso de soporte de muñeca-pinza: 0,045 kg

Se conoce que el torque es la fuerza aplicada sobre una palanca que sirve para hacer girar un eje. El torque es la fuerza aplicada que se multiplica por el largo de la palanca. Entonces:

$$\text{Torque} = \text{Fuerza} \times \text{Distancia}$$

El torque requerido por cada actuador estará dado por la sumatoria de los productos entre la distancia y la fuerza de los elementos a soportar. Para cada eslabón se considera que el peso esta en el centro de gravedad o sea en la mitad de la longitud, por lo cual se divide para dos.

Para el actuador M1:

$$\text{Torque}_{M1} = \frac{L1}{2} \times W1 + L1 \times W2 + \frac{L2}{2} \times W4 + L2 \times W3 \quad (1)$$

Para el actuador M2:

$$\text{Torque}_{M2} = \frac{L2}{2} \times W4 + L2 \times W3 \quad (2)$$

En los cálculos se tiene el torque requerido por los actuadores de las articulaciones del brazo robótico: hombro y codo, puesto que la tercera articulación como ya se dijo, no manejará esfuerzo alguno, no se consideró ese cálculo.

TABLA I

REQUERIMIENTO DE TORQUE ACTUADORES

Articulación	Torque calculado	Actuador elegido	Torque del actuador
M1	13,27Kgr.Cm	Motor Dc Serie 208	80Kgr.Cm
M2	1,1Kgr.Cm	EMG30	1,5Kgr.Cm
M3		Hitec HS-311	3Kgr.Cm

E. Sensor térmico

La detección de personas por parte del robot es importante, en la operación en modo automático del prototipo, cuando este detecte la presencia de una persona debe acercarse a ella para proporcionarle una hoja de publicidad. Para cumplir con este objetivo se utilizó el sensor térmico TPA81.

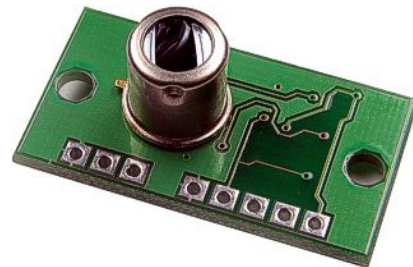


Fig.11. Sensor térmico TPA81, tomado de [2].

El sensor TPA81 tiene la capacidad de medir la temperatura de un objeto a distancia, está formado por una matriz de 8 sensores que pueden medir ocho puntos adyacentes simultáneamente. El campo de visión de cada uno de los pixeles es de 5.12° en ángulo horizontal y de 6° en ángulo vertical, dando un campo de visión normal del TPA81 de 41°x 6°.

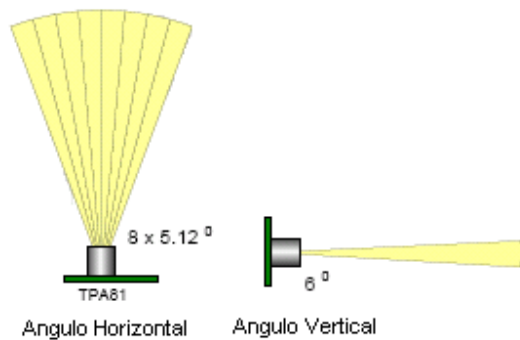


Fig.12. Campo de visión del sensor TPA81, tomado de [2].

La comunicación entre el sensor térmico y el microcontrolador es a través de I2C, para esto el sensor utiliza la conexión de 5 pines, donde las líneas SCL y SDA deben de disponer de resistencias de polarización a +5V en algún punto del bus I2C. El sensor TPA81 actúa en modo esclavo dentro del bus y de fabricación tiene la dirección 0xD0. Este sensor tiene además tres pines de conexión adicional que permiten controlar la posición de un servo, enviando comandos de posicionamiento desde el sensor se puede ubicar al servo en cualquiera de las 32 posibles posiciones.

F. Sensor ultrasónico

Para evitar que el robot prototipo choque con algún obstáculo se empleó el sensor ultrasónico SRF05, el mismo está ubicado en la parte delantera del robot.

El SRF05 es un sensor de distancias que en modo estándar mide hasta 4 metros, emplea un solo pin para controlar el sensor y hacer una lectura de la medida, para ponerla a trabajar se envía un impulso para iniciar la lectura y luego se pone el pin en modo entrada. Luego basta con leer la longitud del pulso devuelto por el sensor que es proporcional a la distancia medida [3].

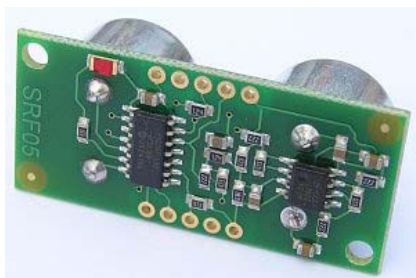


Fig.13. Sensor ultrasónico SRF05, tomado de [4].

G. Control manual

El control manual utilizado en el robot está formado por un circuito transmisor y un circuito receptor. El circuito transmisor y receptor está formado por dos módulos de radio frecuencia el FC201SP, cuya descripción se realizará más adelante.

El control empleado consta de dos palancas que manejan dos opciones diferentes cada una, la palanca de la izquierda controla la marcha hacia delante y marcha atrás, mientras que la palanca de la derecha tiene control para hacer girar el robot en los dos sentidos laterales. Además dispone de 4 pulsadores adicionales, empezando desde la izquierda, el primer botón, ordena la alimentación de una hoja hacia la bandeja delantera, el segundo pulsador envía la orden de entrega de la hoja a través del brazo robótico, con el tercer pulsador se realiza el movimiento de ojos y párpados de la cabeza del prototipo, el cuarto pulsador tiene asignada una reproducción de sonido.

Para la operación del prototipo robot a control remoto, el operador accionará las palancas dependiendo de la dirección a la que quiera guiar al robot, o los pulsadores si quiere que realice las otras tareas. Para cada acción a realizar se enviará una señal diferente al circuito receptor, localizado en el interior del prototipo. Este circuito será el encargado de interpretar las instrucciones ordenadas por el operador.

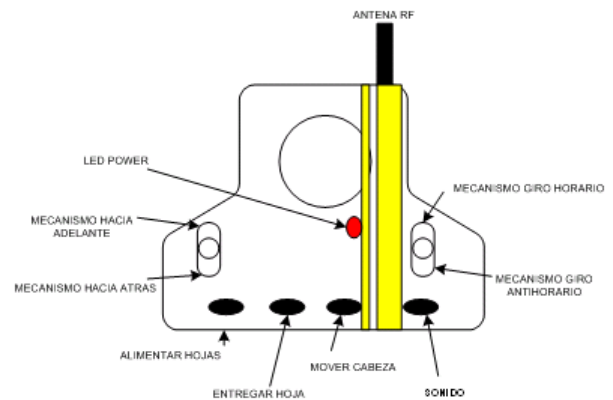


Fig.14. Control remoto

H. Módulo RF FC-201/SP

Para el mando a control remoto se utilizó el módulo FC-201/SP el cual es un transmisor RF capaz de soportar interfaz RS232, para lo cual se necesitó acoplar el voltaje TTL proveniente del microcontrolador al estándar RS232 de este módulo a través de un circuito integrado MAX232.



Fig.15. Módulo RF FC-201/SP, tomado de [5].

IV. ARQUITECTURA DEL ROBOT

Como se indica en el diagrama de la Fig.16., un microcontrolador principal realiza el control de todos los elementos a ser manipulados para la operación del prototipo robot. Básicamente las tareas a ejecutar por parte del robot son: desplazamiento a través de la tracción diferencial, detección de obstáculos, detección de personas, alimentación de hojas, entrega de hojas por medio del brazo robótico, movimiento de ojos y reproducción de sonido. Se maneja también el módulo de radiofrecuencia para el control remoto. Cabe señalar que cada una de estas tareas son controladas desde microcontroladores que actúan a modo esclavo y que se comunican a través de I2C con el microcontrolador master indicado en el esquema.

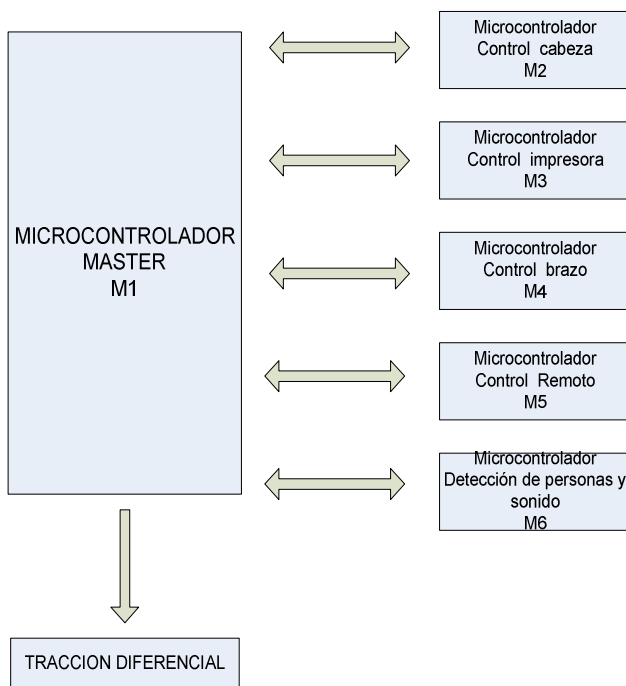


Fig.16. Arquitectura del robot

V. PRUEBAS

Con el objeto de verificar que el robot satisface los objetivos planteados y delimitar sus acciones es sometido a una serie de pruebas, con el fin de observar el desempeño en su área de trabajo y de esta manera mostrar sus resultados.

Se debe indicar previamente una serie de consideraciones generales que se deben tomar en cuenta:

La cantidad máxima de hojas que pueden almacenarse en la bandeja de alimentación del prototipo para garantizar un adecuado funcionamiento es 50.

El tamaño de las hojas a utilizarse como volantes publicitarias es A5 (14,8x21cm) y de un espesor de 75 gr.

La superficie sobre la cual el prototipo desempeña sus tareas debe ser completamente horizontal.

La posición inicial del brazo robótico está al nivel de la bandeja de salida de las hojas, con la pinza de recepción completamente abierta a la espera de las hojas, esta posición se garantiza con la programación realizada. En caso de que el brazo se encuentre en otra posición que no es la inicial, este al momento del encendido se ubicará en la posición determinada como inicial.

Colocar las hojas publicitarias en la bandeja de alimentación, asegurando su correcta ubicación.

Verificar que las baterías de alimentación se encuentren completamente cargadas.

Activar el botón de encendido general del prototipo.

Verificar que las salidas de los microprocesadores trabajen adecuadamente (esto se consigue observando las luces de los ojos que se encienden).

Verificar el estado del indicador que muestra el modo de operación: apagado en modo manual y encendido en modo automático.

1) *Tracción diferencial*

En las pruebas realizadas en la tracción diferencial se buscó determinar el correcto funcionamiento del mecanismo en sus cuatro direcciones de desplazamiento. Tomando en cuenta todo el peso del prototipo (70 libras), se observó que la relación de velocidad/torque utilizada es adecuada para manejar todo este peso y a la vez desplazar el mecanismo a una velocidad de un metro por cada 5 segundos, por lo que se determina que no es necesario reducir la velocidad de los motores pues esto hace que el sistema se desplace muy lentamente. Además se observa que el arranque y paro del mecanismo no es brusco.

2) *Comportamiento ante obstáculos*

El robot tiene la capacidad de evadir obstáculos presentes en su alrededor, como paredes y muebles que generalmente se encuentran en los centros comerciales, para ello utiliza un sensor ultrasónico que mide la distancia hacia los objetos. En el prototipo este sensor está ubicado en la parte frontal a una altura de 70 cm, con el diseño elaborado evade obstáculos que se le presenten a esta altura y a una distancia de hasta 1m.

El robot en operación automática ante un obstáculo responde de la siguiente manera: el sensor detecta un obstáculo a un metro de distancia y detiene el mecanismo, comienza el giro del mecanismo en sentido horario hasta que no encuentre un obstáculo y luego avanza hacia adelante.



Fig.17. Robot evadiendo una pared como obstáculo

3) Entrega de hojas

En el modo automático, el robot se desplaza buscando personas, una vez detectada la presencia de una persona el robot se detiene ante ella e inicia la secuencia de tareas para la entrega de las hojas, esto implica: movimiento de ojos y párpados, alimentación de una hoja, reproducción de voz y entrega de la hoja. El tiempo de entrega de cada hoja es aproximadamente de 40 segundos. Luego de que la hoja haya sido retirada, el robot nuevamente sale en busca de clientes para entregarles las hojas.



Fig.18. Robot entregando hoja

VI. RESULTADOS

Una vez terminado el presente proyecto se cuenta con un robot móvil con las siguientes características:

Operación manual, en este modo de operación el robot obedece señales enviadas desde el control remoto para llevar a cabo instrucciones de navegación, movimiento de ojos, reproducción de sonido y entrega de hojas.

Operación autónoma, en este modo de trabajo el robot hace uso de sus sensores térmico y ultrasónico para la detección de personas y evasión de obstáculos.

Detección de personas en su área de trabajo, hasta a una distancia de 3m en línea de vista en el peor de los casos.

Detección de obstáculos en su entorno de trabajo a una distancia de 1m.

Movimiento amigable de ojos y párpados.

Reproducción de sonidos, uno al momento del movimiento de los ojos y otro al instante de la entrega de la hoja, con esta segunda reproducción el robot invita a tomar la hoja y agradece por la gentileza.

Entrega de hojas volantes por medio de brazo robótico.

VII. CONCLUSIONES

Todos los objetivos planteados en el presente proyecto se han cumplido satisfactoriamente. En consecuencia el prototipo se ha desenvuelto de la mejor manera en todas las pruebas realizadas. Inclusive existen empresas interesadas en el desarrollo de estos robots para aplicaciones en planes de marketing.

Este tipo de robots para aplicaciones promocionales produce un gran interés en el público, el solo desplazamiento del robot genera mucha curiosidad y como es natural la gente se siente atraída hacia él, causando impacto y de esta manera hace que la entrega de hojas sea más amena y no agotadora.

La forma innovadora en la que se pretende incentivar el marketing y la publicidad a la par con la tecnología, reafirma el inicio en nuestro país de una nueva era científica basada en el uso de tecnologías conocidas muy poco en nuestro entorno y por lo tanto de gran interés. De la misma manera la utilización de robot representa una alternativa interesante e imprescindible en el desarrollo de la industria del país.

Para el diseño de la parte mecánica es importante iniciar con el análisis de materiales, el paquete computacional denominado SOLIDWORKS es una herramienta que permite ejecutar el análisis de esfuerzos de los posibles materiales con los que se piensa construir el robot. Se puede validar el diseño mediante la corrección de errores si los hubiere, para luego pasar a su

construcción, en lugar de corregir posibles problemas con el mecanismo ya armado. Este tipo de herramientas permite un gran ahorro de tiempo al momento del diseño mecánico, además de garantizar la construcción final.

La tracción diferencial presentada en el proyecto, es una buena alternativa para manejar pesos considerables con solo 12 voltios, el aumento de torque con la relación de engranajes construido hace que el sistema se desplace con facilidad en el área de trabajo. Para nuestro caso no fue necesaria la implementación de un sistema de control de velocidad, puesto que con la alimentación directa de 12V a los motores a través del puente H, el mecanismo se mueve a una velocidad adecuada.

Los filtros implementados a la entrada y salida de los circuitos reguladores de voltaje, ayudan de manera considerable a reducir la interferencia electromagnética producida por los motores que podrían afectar a los circuitos de control. La ausencia de estos filtros ocasiona que los microcontroladores no se desempeñen adecuadamente, además el uso de cables apantallados en cables de datos ayuda considerablemente a evitar interferencias.

La distribución de tareas en distintos microcontroladores, hace que las posibles labores de mantenimiento a realizarse se simplifiquen, así en el caso de detectar problemas en el correcto desempeño de alguna función, bastaría con analizar la tarea que tiene problemas para dirigirse a su respectivo análisis y reparación en el bloque correspondiente.

El desarrollo del control del robot con la utilización de microcontroladores de fácil comercialización en el mercado, reduce en gran medida los costos de implementación, además se demuestra que con su adecuada programación y con el correcto diseño de los elementos electrónicos, se tiene un óptimo desempeño al interactuar junto con motores de gran consumo de corriente, como es el caso de los motores de la tracción diferencial utilizados en el prototipo desarrollado.

El uso de dos baterías, una para la parte de potencia y otra para la parte de control contribuye notablemente en el correcto funcionamiento de las rutinas del microcontrolador, de esta manera también se alarga el periodo de funcionamiento en las tareas de entrega de hojas del robot.

El uso de realimentación potenciométrica en el caso del motor principal del brazo robótico, resulta de gran comodidad y buen desempeño, pues con la utilización de un conversor análogo digital se lee las variaciones de voltaje transformadas en grados de giro en la programación interna del microcontrolador y se puede cerrar de una manera correcta el lazo de control que ubica el brazo en la posición deseada.

En casos industriales en donde la posición en tiempo real de un manipulador robótico debe ser preciso, el resolver el problema cinemático inverso es fundamental, para el presente proyecto no es tan crítico, pues la ubicación del mecanismo del brazo robótico y su control de posición inicial garantiza una correcta repetitividad, además la tarea de entrega de hojas

no requiere una posición final de la pinza con exactitud milimétrica, como se comprobó en las pruebas realizadas.

VIII. RECOMENDACIONES

Por los altos costos de implementación en sensores y actuadores, el prototipo requiere de un gran cuidado en su transportación principalmente con el mecanismo del brazo robótico que se encuentra al alcance de posibles roces por su ubicación.

Si se necesita que la entrega de hojas sea más rápida, se requiere un cambio en el mecanismo de alimentación de hojas, el sistema actual al ser una adaptación de una unidad de impresión un poco antigua ha limitado su desempeño en cuanto a poder subir la velocidad en la dispensación de hojas, por otro lado el brazo robótico no tendría problemas para realizar un trabajo más intenso con un nuevo mecanismo de alimentación de hojas, pues su motor principal es de gran torque y velocidad.

Para el desarrollo de sistemas robóticos de este tamaño es conveniente usar motores de DC con cajas reductoras y sistemas de engranajes, de esta manera se garantiza reducción de velocidad y aumento de torque.

Para la implementación de un sistema similar se recomienda la investigación de diferentes herramientas computacionales que existen en el mercado, especialmente en otros países donde el desarrollo robótico es avanzado. Esto facilita el proceso de construcción del robot, en cuanto a diseño, programación y desarrollo del mismo contribuyendo notablemente a obtener un producto final de óptimos resultados.

El robot puede trabajar continuamente durante un tiempo, por lo que se debe revisar que las baterías estén cargadas plenamente, esto permite garantizar el éxito en una presentación de entrega de publicidad.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ingeniería de sistemas y automática, “Morfología”, España, 2010, http://www.isa.uniovi.es/~alonsog/Robotica/02_Morfologia.pdf
- [2] Superrobótica, “Sensor Térmico TPA81”, España, 2010, <http://www.superrobotica.com/S320085.htm>
- [3] Superrobotica, “SRF05 Sensor distancias Ultrasonido”, España, 2010, <http://www.superrobotica.com/S320111.htm>
- [4] Robotstore, “SRF05 – Ultra-Sonic Ranger”, Hong Kong, 2010 <http://www.robotstorehk.com/sensors/sensor.html>
- [5] Friendcom, “RF FC201/SP datasheet”, China, 2010

X. BIOGRAFÍAS



Geovanny F. Jacho, nació en Quito el 31 de Octubre de 1974. Realizó sus estudios secundarios en el Instituto Nacional Mejía, obteniendo el título de Bachiller en Humanidades Modernas especialización Físico Matemáticas. Se graduó en la Escuela Politécnica Nacional como Tecnólogo en Electrónica y Telecomunicaciones en 1999. Obtuvo la certificación de Hewlett Packard para soporte técnico en la línea de impresión

ID1246 en Bogotá Colombia. En octubre de 2005 ingresa a la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Escuela Politécnica Nacional. En Febrero de 2010 participa en la gira técnica hacia la Central Geotérmica, Siemens, y la Unam en México DF. Actualmente se encuentra concluyendo su proyecto de titulación para obtener el título de Ingeniero en Electrónica y Control.

(geovanny_jacho@hotmail.com)



Verónica Pillajo, nació en Quito el 30 de Junio de 1979. Realizó sus estudios secundarios en el Colegio Experimental “24 de Mayo”, obteniendo el título de Bachiller en Humanidades Modernas especialización Físico Matemáticas. Se graduó en la Escuela Politécnica Nacional como Tecnóloga en Electrónica y Telecomunicaciones en enero del 2002. En octubre de 2005 ingresa a la Facultad de Ingeniería Eléctrica y

Electrónica de la Escuela Politécnica Nacional. Actualmente se encuentra concluyendo su proyecto de titulación para obtener el título de Ingeniera en Electrónica y Control.

(veronica_pillajo@hotmail.com)



Nelson Sotomayor, nació en Quito-Ecuador el 9 de Septiembre de 1971. Realizó sus estudios secundarios en el Instituto Nacional Mejía. Se graduó en la Escuela Politécnica Nacional como Ingeniero en Electrónica y Control en 1999. Obtuvo su título de Magíster en Ingeniería industrial en junio del 2006. En septiembre del 2008 participa en el 4to Curso Internacional de Robótica Aplicada, en el Centro Nacional de

Actualización Docente ubicado en México DF. Actualmente desempeña el cargo de Profesor Principal T/C en el Departamento de Automatización y Control Industrial de la Escuela Politécnica Nacional. Además es miembro de la subcomisión académica permanente de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Control.

Áreas de interés: robótica móvil, informática y redes, microcontroladores, automatización y control industrial.

(nelson.sotomayor@epn.edu.ec)