

Propuesta de Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica

Nombre del Proyecto.

Aplicación de tarjetas de desarrollo (Arduino UNO y CNC Shield), en un sistema de control de movimiento.

Modalidad: Proyecto tecnológico

Versión: Segunda

Trimestre lectivo: 2016 Invierno



Nombre: Héctor Emilio Lozano Jardón Matricula: 209304796

[Redacted signature area]

Firma

Asesor: M. en C. Alejandro León Galicia.

Profesor Titular C

[Redacted signature area]

Firma



Co Asesor: Ing. Mauricio Cano Blanco.

Profesor Asistente C

[Redacted signature area]

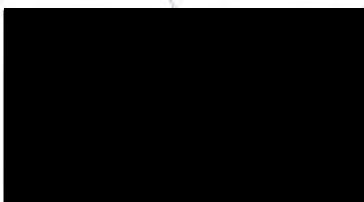
4 de Abril de 2016

Firma

En caso de que el Comité de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica apruebe la realización de la presente propuesta, otorgamos nuestra autorización para su publicación en la página de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.



Héctor Emilio Lozano Jardón



M. en C. Alejandro León Galicia




Ing. Mauricio Blanco

4 de Abril de 2016

Comité de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica

El *Programa de Desarrollo Profesional en Automatización (PDPA)*, de la Unidad Azcapotzalco, desarrolla actualmente varios prototipos para apoyar las actividades de docencia e investigación de la División de CBI. Uno de estos proyectos, el sistema de control de movimiento, tiene la participación del Sr. Héctor Emilio Lozano Jardón.

El alumno deberá acreditar el Proyecto de Integración en ingeniería mecánica mediante la conclusión de este proyecto, que se lleva a cabo en nuestras instalaciones en la sala D-113. El PDPA proporcionará los recursos económicos necesarios para la adquisición de los materiales, instrumentación y equipo, que sean necesarios para satisfacer los objetivos del proyecto.


M. en C. Gerardo Aragón González

Programa de Desarrollo Profesional en Automatización

1.- Introducción

Durante los cincuenta años más recientes la mecatrónica ha modificado las más variadas actividades productivas, tanto en la industria como en centros de investigación y desarrollo tecnológico e instituciones de educación superior. En la actualidad existen fábricas e instalaciones que prestan servicios muy variados, cuyo funcionamiento está completamente automatizado mediante *sistemas de control de movimiento*.

Los sistemas de control de movimiento pueden estar constituidos por robots manipuladores, motores lineales y angulares, actuadores electromecánicos y de potencia fluida. Su propósito es ejecutar el desplazamiento objetos en el espacio, apegándose a una trayectoria bien definida y ejerciendo control sobre la posición, velocidad y aceleración de su carga de trabajo.

Un robot es un manipulador multifuncional reprogramable, diseñado para ejecutar tareas específicas en las que se mueven materiales, partes, herramientas o dispositivos especializados, por medio de desplazamientos programados que se ejecutan con gran precisión y de manera repetitiva; figura 1 [1]. Con frecuencia, las tareas que ejecuta un robot manipulador se pueden llevar a cabo con otro conjunto de actuadores.



Figura 1 Embalaje de un automóvil por medio de un brazo robótico [2]

Los sistemas que controlan movimiento mantienen contacto directo con el entorno, del cual toman información y sobre el que operan acciones. Los desplazamientos de la carga de trabajo están delimitados por restricciones espaciales y temporales y satisfacen exigencias de precisión y repetibilidad. Las condiciones de cada movimiento se definen en función de los requerimientos de la tarea y se consideran al momento de trazar las trayectorias en el espacio, con cierta velocidad y aceleración predeterminadas [3].

Para que un conjunto de actuadores ejecute una tarea de manera confiable y repetitiva necesita emplear un sistema de control. Este sistema registra y supervisa los valores que toman las variables implicadas en el proceso, controlando la secuencia de las operaciones y realizando acciones supeditadas a las instrucciones que residen en un programa de control [4].

2.- Antecedentes

Este proyecto de integración consiste en la tercera fase de construcción de un prototipo, consistente en un sistema para control de movimiento con cuatro y medio grados de libertad, con capacidad para trasladar objetos cuyo peso no exceda 400 N. El sistema está organizado con base en 4 ejes: tres actuadores dispuestos en un marco de coordenadas esféricas r , ϕ y θ , que se deslizan horizontalmente sobre el eje z por medio de un servomotor lineal con carrera de 1 m.

El desplazamiento angular de los ejes ϕ y θ se efectúa con dos transmisiones de sin fin y corona, impulsadas por dos motores a pasos, híbridos, bifásicos, unipolares. El desplazamiento en la dirección radial se ejecuta con un actuador lineal neumático, que tiene adosada una pinza angular en el extremo de su vástago.

El sistema de control emplea múltiples recursos electrónicos: un controlador GV6K de Parker, un PLC marca Mitsubishi, dos controladores para motores a pasos, cuatro válvulas de control direccional para establecer la posición de los actuadores neumáticos, una tablilla de control multi-plataforma Arduino Uno, y una pantalla táctil CTCHMI; figura 2.



Figura 2 Estado actual del sistema de control de movimiento.

En abril del 2012 los ingenieros Jonathan Manrique G. y Sandra Martínez M. realizaron el proyecto “Control de movimiento con servomotores lineales para un sistema de tres grados de libertad”, y concluyeron la primera fase constructiva. En abril del 2014 los ingenieros Araceli Salazar H. y Mauricio Noriega H. realizaron el proyecto “Integración de un banco de ensayos para control de movimiento” y llevaron el prototipo a su segunda fase de funcionamiento [5] [6].

En su estado actual, el sistema de control de movimiento establece la comunicación con el usuario mediante una pantalla táctil CTCHMI. Los dos motores a pasos que impulsan los desplazamientos angulares cuentan con transmisiones de tornillo sin fin y corona, con las que se obtiene un par de salida de 31.2 N-m en cada eje.

3.- Justificación

El empleo de los sistemas de transmisión de sin fin y corona, con los que se consigue multiplicar sustancialmente el par aplicado por los motores a pasos, tiene como consecuencia una reducción enfática de la velocidad del eje de cada motor (55:1). Por consiguiente, la velocidad angular de los ejes ϕ y θ es insuficiente y las rutinas de desplazamiento consumen un tiempo demasiado largo.

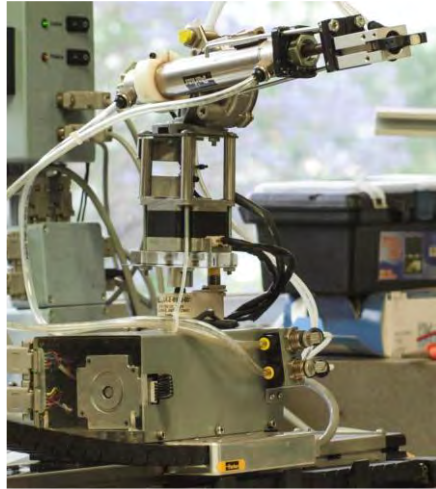


Figura 3 Conjunto de actuadores para los ejes ϕ , θ y r

Los controladores de ambos motores a pasos tienen un diseño relativamente primitivo, controlan sólo 200 posiciones angulares por revolución y no permiten incrementar la velocidad angular de los motores por encima de 60 rpm.



Figura 4 Drives actuales para el control de los motores a pasos.

Las pruebas continuas del prototipo mostraron algunos problemas, por la falta de rigidez de los conjuntos estructurales que sustentan a las transmisiones. En consecuencia, no es posible ordenar desplazamientos demasiado rápidos ni aceleraciones de gran magnitud, pues se hacen evidentes las deformaciones excesivas en partes del sistema. Por consiguiente se dificulta la colocación precisa de objetos menudos.

Por otro lado, en el sistema de potencia eléctrica se emplean varias fuentes de voltaje que suministran potencia a 12 V y 24V. Estas fuentes se podrían sustituir por una fuente conmutada, construida a partir de una típica fuente ATX de 150 W empleada en computadoras de escritorio. Una fuente de este tipo tiene un rendimiento elevado y funciona con buena estabilidad para un amplio intervalo de tensiones de entrada [7].

En este proyecto se diseñarán e instalarán componentes mecánicos y estructurales para disminuir las deformaciones, vibraciones y pérdidas de potencia, generadas entre los ejes de los motores a pasos y las transmisiones de tornillo sin fin.

Para incrementar la resolución angular y la velocidad máxima de los dos motores a pasos se implementará un sistema de control, para suministrarles potencia a través de una tarjeta *CNC shield*. Esta tarjeta es una extensión de la placa *Arduino*, la cual cuenta con zócalos diseñados para la implementación del controlador DRV A4988 o DRV8825 y así controlar los desplazamientos y velocidades angulares de los motores; figura 5 [8] [9].

La tarjeta *CNC shield* también tiene capacidad para manejar las señales que reciben las válvulas de control direccional, de las que depende el funcionamiento del actuador lineal del eje *r* y la apertura y cierre de la pinza angular para sujeción de la carga.

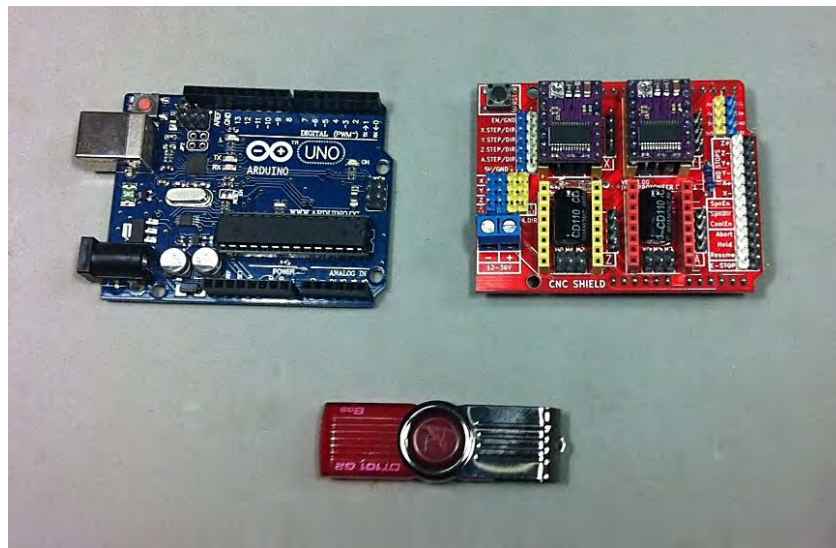


Figura 5 Tarjeta Arduino Uno y tarjeta CNC shield, con dos drives DRV 8825.

Por último, se llevará a cabo la programación de la pantalla táctil CTCHMI para admitir la comunicación en tiempo real con el usuario, ejecutar las diversas rutinas de control de movimiento o imponer un paro de emergencia en el sistema.

4. Objetivos

Objetivo General:

Implantar un sistema de transmisión de potencia y de control en condiciones de lazo cerrado, basado en motores a pasos controlados a través de una tarjeta Arduino y una CNC shield, para impulsar un sistema de control de movimiento con cuatro y medio grados de libertad.

Objetivos Particulares:

Sustituir los controladores obsoletos para motores a pasos, con sistemas contemporáneos más robustos y versátiles.

Diseñar e instalar los componentes mecánicos y estructurales que permitan transmitir la potencia para evitar vibraciones y deformaciones ocasionadas por la falta de rigidez.

Implantar un sistema de comunicación en tiempo real entre el usuario y el equipo, basado en una pantalla táctil CTCHMI.

Diseñar programas de control con rutinas de aplicación práctica para el transporte, manipulación y clasificación de objetos cuyas condiciones no excedan 1 kg y 5 cm en su mayor longitud.

5. Descripción Técnica del Proyecto a realizar

- Diseño, construcción e instalación de componentes mecánicos y estructurales para disminuir las deformaciones, generadas entre los ejes de los motores a pasos y las transmisiones de tornillo sin fin.
- Diseño y construcción de una extensión para la pinza angular neumática o *gripper*, con el propósito de sujetar piezas con geometría esférica o prismática.
- Disminución del número de señales (entradas y/o salidas) de la placa Arduino, mediante la incorporación de una tarjeta CNC shield que contendrá los controladores para gobernar los motores a pasos como bipolares, y las válvulas de control direccional para el actuador y pinza neumática.
- Programación de la pantalla táctil CTCHMI, para establecer la comunicación entre el sistema y el usuario y verificar la ejecución de las rutinas específicas almacenadas en la memoria.
- Elaboración de rutinas con el propósito de mostrar una aplicación práctica para el transporte, manipulación y clasificación de objetos menudos.

6. Cronograma de actividades.

Trimestre: 16-P

ACTIVIDAD		SEMANA											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Diseñar los componentes mecánicos y estructurales.	■	■	■									
2	Diseñar la extensión para la pinza angular neumática.			■	■	■							
3	Seleccionar la etapa de potencia del sistema				■	■	■						
4	Cotizar y comprar materiales.						■	■	■	■	■	■	■
5	Maquinar la extensión para la pinza neumática.									■	■	■	■

Trimestre: 16-O

ACTIVIDAD		SEMANA											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Instalar los componentes mecánicos y estructurales	■	■	■	■								
2	Sustituir la etapa de potencia del sistema.			■	■	■							
3	Programar la pantalla táctil HMI.					■	■	■	■	■			
4	Comprobar el funcionamiento.						■	■	■	■	■	■	■
5	Elaborar el reporte.					■	■	■	■	■	■	■	■

7. Entregables

Al final de este proyecto se obtendrá:

- Los dibujos de detalle de la extensión para la pinza neumática, generados por medio de un programa CAD.
- Dibujos de construcción e implantación de componentes mecánicos y estructurales.
- El diagrama esquemático del circuito de control de los motores Nema 23.
- Rutinas programadas para el sistema.
- La operación del sistema con un funcionamiento libre de errores.
- Reporte final.

8. Referencias Bibliográficas

- [1] Internacional metalmecánica, [En línea], Febrero, 3 del 2016
<http://www.metalmecanica.com/temas/La-industria-metalmecanica-de-cara-a-2012+7086569?pagina=2>
- [2] Fernando Reyes C. (2011), Robótica control de robots manipuladores, Alfaomega, segunda edición, México.
- [3] Fernando Torres, Jorge Pomares y col. (2002), Robots y sistemas sensoriales, Prentice Hall, segunda edición, Madrid.
- [4] William Bolton (2013), Mecatrónica sistemas de control electrónico en la ingeniería mecánica y eléctrica, Alfaomega, quinta edición, México.
- [5] Jonathan Manrique G., Sandra Martínez M. (2012), Control de movimiento con servomotores lineales para un sistema de tres grados de libertad, Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco.
- [6] Araceli Salazar H., Mauricio Noriega H. (2014), Integración de un banco de ensayos para control de movimiento, Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco.
- [7] Fuentes Conmutadas en Equipos Electrónicos Modernos, Revista Club Saber Electrónica, Febrero, 8 del 2011, Editorial Quark SRL.
- [8] CNC shield compatible con Arduino, Rambal Automatización y Robótica.
- [9] Torrente Artero O. Arduino Curso práctico de formación, Alfaomega, 2013, México.

9. Apéndices

No aplica.

10. Terminología

Arduino: Es una placa hardware libre, que incorpora un microcontrolador reprogramable y una serie de pines-hembra que permiten conectar diferentes sensores y actuadores de forma muy sencilla.

Cuenta con un lenguaje de programación libre, que se entiende en cualquier idioma artificial diseñado para expresar instrucciones que pueden ser llamadas por máquinas [8].

Tarjeta CNC Shield: El CNC *shield* exclusivo para Arduino, utiliza el firmware de código abierto en Arduino, para controlar hasta cuatro motores paso a paso (PAP o Stepper). Cuenta con 4 zócalos para insertar 4 controladores DRV A4988 o DRV 8825.

Con la tarjeta *CNC shield* y un Arduino se puede construir todo tipo de proyectos de robótica o proyectos CNC, incluyendo enrutadores CNC, cortadoras laser e incluso maquinas pick & place's (P&Ps), para el montaje de componentes SMD en circuitos electrónicos.

11. Infraestructura

El proyecto se realizará en el Programa de Desarrollo Profesional en Automatización (PDPA), ubicado en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. El PDPA proporcionará los componentes, herramientas e insumos para la construcción del prototipo.

12. Estimación de costos

Partida			Subtotal (\$)
<u>Sueldo base semanal</u> 40 horas	Tiempo dedicado al proyecto (horas)	Estimación de la partida (\$/hora de trabajo)	Subtotal (\$)
Asesor <i>Mtro. Alejandro León Galicia</i>	48	152.88	7'338.24
Asesorías adicionales <i>Ing. Mauricio Cano Blanco</i>	48	61.71	2'962.08
Otro personal de la UAM			
Equipo específico (Renta de máquinas, herramientas, etc.)			
Componentes electrónicos			2'000.00
Software específico (Licencias de Software)			102'374.46
Equipo de uso general (Cómputo, Impresora, etc.)			
Material de consumo			1'800.00
Documentación y publicaciones			
Otros (especificar)			
Total (\$)			116'474.78

13. Asesoría complementaria

No aplica.

14. Patrocinio externo

Ninguno. Todos los recursos serán otorgados por el Programa de Desarrollo Profesional en Automatización.

15. Publicación o difusión de los resultados del proyecto

Se difundirá los resultados en una ponencia presentada en el Congreso anual de la Academia Nacional de Ingeniería, septiembre de 2016.

Resumen de comentarios recibidos y acciones realizadas del proyecto:

Aplicación de tarjetas de desarrollo (Arduino UNO y CNC Shield), en un sistema de control de movimiento.

COMENTARIO DEL CEIM		ACCIÓN REALIZADA EN LA PPI	
Pág.	Copiar íntegro el comentario recibido en el archivo PDF.	Pág.	Breve descripción del cambio realizado o justificación del cambio realizado
1	(Arduino UNO y CNC Shield)	1	Se reestructuró el título de la propuesta
7	¿Y las otras dimensiones?	7	Se definió una dimensión máxima en su mayor longitud.
7	En la página 4 se menciona que son motores unipolares, ¿también se van a cambiar los motores?	7	Los controladores que contendrá la CNC shield gobernarán los motores a pasos como bipolares.
8	Incluir: Mostrar el sistema operando de forma adecuada.	8	La operación del sistema con un funcionamiento libre de errores.