

A photograph of a modern building's exterior. The building has white walls and a prominent blue structural element consisting of several parallel pipes or beams running horizontally across the frame. Above, a dark blue metal truss structure with circular cutouts is visible against a clear sky. The foreground shows a paved area with shadows cast by the building's overhang.

Desarrollo Tecnológico e Investigación Aplicada - A

1er Simposio Internacional de Desarrollo Tecnológico

*Compilador
Iovanna Consuelo Torres Arteaga*



Desarrollo Tecnológico e Investigación Aplicada - A

1er Simposio Internacional de Desarrollo Tecnológico

Universidad Politécnica del Bicentenario

Carretera Estatal Silao-Romita Km. 2

San Juan de los Durán, Silao de la Victoria, Guanajuato, México

C.P. 36283

www.upbicentenario.edu.mx

Primera edición 2014

ISBN 978-607-96471-7-9 Desarrollo Tecnológico e Investigación Aplicada - A

Se autoriza el uso y contenido de esta obra, siempre y cuando se cite la fuente

ÍNDICE

Prólogo	4
Banco de pruebas para obtener la curva de eficiencia de un colector solar.....	6
Control optoelectrónico de un manipulador robótico KUKA KR-16 para manufactura por ablación	9
Caracterización de centros acojinados para la elaboración de pelotas de beisbol mediante sistema de inyección en una sola etapa	13
Implementación de Bomba de Alto Vacío en Bancada de Pruebas.....	16

Prólogo

El objetivo de la presente administración federal es llevar a México a su máximo potencial en un sentido amplio, además del crecimiento económico o el ingreso, factores como el desarrollo humano, la igualdad sustantiva entre mujeres y hombres, la protección de los recursos naturales, la salud, educación, participación política y seguridad, forman parte integral de la visión que se tiene para alcanzar dicho potencial como se plasma en el Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018 (PND, 2013). En este ámbito se han planteado cinco metas nacionales (México en paz, México incluyente, México con educación de calidad, México prospero, México con responsabilidad social), divididas en objetivos, estrategias y líneas de acción. En la meta nacional de México con educación de calidad en el objetivo 3.5 que describe como hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación pilares para el progreso económico y social sostenible. Con estas acciones se hace evidente el compromiso del gobierno federal en el apoyo al desarrollo tecnológico como una estrategia primordial en el desarrollo integral de la sociedad mexicana. En el Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Guanajuato 2035 (PLAN 2035, 2013) se definen estrategias y proyectos para vincular la economía con el humanismo a través del conocimiento y así tener al desarrollo humano y social como eje rector del desarrollo sustentable, equilibrado y equitativo en el estado, en este plan se describen cinco dimensiones estratégicas (humana y social, administración pública y estado de derecho, economía y medio ambiente y territorio), a su vez para cada dimensión se establecen componentes con sus objetivos estratégicos y particulares definiéndose líneas de acción para estos, es así como el gobierno del estado de Guanajuato en concordancia con el plan nacional de desarrollo define sus acciones para elevar la calidad de vida de la población. Con esta visión, el estado de Guanajuato asume la importancia de la divulgación del quehacer científico como una herramienta de integración de los sectores académico, productivo y social en busca del desarrollo sustentable, equilibrado y equitativo en el estado.

Fresán-Orozco (2004) describe el extensionismo universitario como una función estratégica que articula la docencia y la investigación con los sectores económicos productivo, social y el mismo académico, esto con el objetivo de la consolidación de la misma universidad y el desarrollo de las regiones.

Sifuentes et al. (2011) describen el extensionismo universitario como la proyección de la cultura universitaria hacia la sociedad con la finalidad de contribuir al desarrollo del entorno a través de varias actividades.

Los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES) dentro de su marco de referencia mencionan que las Instituciones de Educación Superior (IES) deben realizar

actividades de difusión que comuniquen a la sociedad los valores de la cultura tecnológica a través de artículos, reportes de investigación, publicaciones periódicas, libros de texto, conferencias, exposiciones, congresos, etcétera.

La Universidad Politécnica del Bicentenario (UPB) pretende vincular a los sectores académico, productivo y social de la región del municipio de Silao de la Victoria Guanajuato a través de la realización de un Simposio Internacional de desarrollo tecnológico para discutir las acciones de desarrollo tecnológico implementadas en la región con entes de otras regiones del país y el mundo midiendo el impacto de estas acciones en el desarrollo comunitario de su zona de influencia.

Noviembre 2014

Secretaría Académica

Banco de pruebas para obtener la curva de eficiencia de un colector solar.

González Sierra Jorge Osvaldo, Olvera Guevara Salvador

Universidad Iberoamericana León.
Blvd. Jorge Vértiz Campero No. 1640
Col. Cañada de Alfaro, León, Gto., México.

Resumen

El presente documento muestra el desarrollo de un banco de pruebas para colectores solares, con la finalidad de estudiar y analizar su eficiencia a lo largo de un período de tiempo establecido. Este proyecto consta de un conjunto de sensores los cuales recopilarn información para posteriormente ser almacenada en una base de datos para procesamiento de la misma a fin de obtener datos estadísticos de energía aprovechada y ahorros en kilogramos de combustible así como en cifras monetarias.

*El desarrollo de este proyecto surge de la necesidad de dar a conocer y demostrar a la sociedad, la eficiencia y las ventajas del uso de estas **nuevas tecnologías** en pro de nuestro **ambiente** así como de la **economía** de las familias, aprovechando al máximo recursos ilimitados que nos brinda la naturaleza y están al alcance de todos por igual. Esto debe ser una labor compartida de todos aquellos que hoy día con día nos preparamos para el mundo real.*

1. Introducción

1.1 Introducción a las energías renovables

La energía es lo que actualmente mueve a nuestro mundo, autos, industria, personas, hogar y escuelas, cada vez son más los lugares y más la demanda de energía que se tiene a nivel mundial. En las últimas décadas esto ha sido un tema de preocupación debido al incremento de temperatura en el planeta, la reducción de combustibles fósiles y sobre todo la creciente demanda de energía que requiere el mundo para seguir trabajando como hasta ahora.

1.2 Energía solar

La **energía solar** ha estado presente desde hace miles de años, una gran cantidad de luz y calor nos llega desde el sol en forma de

radiación electromagnética. En términos más numéricos podemos asumir que la energía que llega a la tierra desde el sol es más en comparación con la que consumimos diariamente.

El problema de esto no reside en cuánta energía llega, sino en cuanta verdaderamente estamos aprovechando. Según la página www.censolar.es, el sol arrojará aproximadamente cuatro mil veces más energía de la que se consumirá en este año [1]. Y el editor define como "Irrracional" el NO aprovechar esta gran cantidad de energía aun cuando los medios tecnológicos no sean los más eficientes.

1.3 Colector Solar

Se conoce como **colector solar** es un dispositivo que permite aprovechar la energía radiada por el sol y utilizarla como energía térmica. Esto le logra mediante la transferencia de energía de la radiación solar hacia un fluido de trabajo (generalmente agua), en forma de calor.

Existen tres tipos principales de colectores solares, los cuales se describen a continuación:

1. De Baja Temperatura: Alcanzan temperaturas máximas que oscilan entre los 40 y 50 °C. Están formados únicamente por el convertidor o absorbedor, el circuito de fluido. Otro nombre con los que se conocen normalmente a este tipo de colectores son desnudos.
2. Media temperatura: con un rango máximo de temperatura de hasta 90 °C. Incluyen convertidor, caja, circuito de fluido y además una cubierta transparente que ayuda a generar un mejor efecto invernadero dentro del colector.
3. Alta temperatura: su rango de temperatura máximo ronda los 120 – 130 °C. Su

principal característica es que posee otra cubierta entre la transparente y el colector. Esto genera un vacío entre ambas y por tanto se obtiene un mayor aislamiento entre el interior y exterior

2. Eficiencia de un Colector Solar

Después de realizar un análisis detallado y profundo de las necesidades del *Banco de Prueba* a diseñar, acorde a los objetivos de estudio que se requieren en la universidad, se ha realizado la lista final de elementos a emplear en la construcción de dicho sistema para obtener la **curva de eficiencia de un calentador solar**.

Este sistema consiste en sensar las variables de entrada y de salida del sistema (colector) y en base a las lecturas obtenidas poder calcular la eficiencia instantánea del colector en determinados momentos del día, épocas del año y condiciones climatológicas.

Para ello, se han elegido las variables más relevantes en el cálculo de la eficiencia de un colector solar del cual se conoce que su eficiencia térmica está dada por la ecuación:

$$\eta = b - \frac{m(T_m - T_a)}{I} \quad \dots(1)$$

Dónde b y m son constantes determinadas por el fabricante del colector, T_a la **temperatura ambiente** del medio en que se encuentra el sistema o la instalación, I la irradiancia solar en W/m^2 y T_m la **temperatura media del agua** que puede obtenerse por la ecuación:

$$T_m = \frac{T_2 - T_1}{2} \quad \dots(2)$$

En dónde T_2 es la **temperatura a la salida** del colector (punto más caliente) mientras que T_1 es la **temperatura a la entrada del colector** (agua fría).

2.1 Sensor de temperatura del fluido

Dado que el diferencial de temperatura que nos interesa es directamente del fluido que circulará a través del colector, es necesario emplear un sensor que esté en contacto directo con el agua. Actualmente existen termopares sumergibles, lo cuales vienen ya preparados para operar en ambientes líquidos bastante “rudos” sin alterar su

medición y sobre todo brindando al usuario gran precisión en las mediciones que realiza. Sin embargo, su costo es elevado en comparación de otros componentes de similares características, fácil adquisición y menor costo.

2.2 Caudalímetro

Al inicio de este documento se mencionó que una de las formas de obtener la curva de eficiencia del colector, sin necesidad de conocer las constantes del fabricante, es conociendo el flujo másico del fluido que pasa a través del colector.

2.3 Piranómetro SP Lite 2

Sensor que mide la energía solar recibida por la atmósfera. Emplea un Fotodiodo detector, el cual crea un voltaje de salida proporcional a la irradiancia entrante. Por su diseño la sensibilidad es proporcional al Coseno del ángulo de incidencia de la irradiancia entrante. Esto permite precisión y mediciones constantes.

La lectura es dada en Watts por metro cuadrado (W/m^2), puede derivarse de la tensión medida dividida por el coeficiente de calibración.

2.4 TIVA C TM4C123x

Es un microcontrolador diseñado por *Texas Instruments*, de alta capacidad, ya que opera a 32 bits (como algunas de nuestras computadoras). Tiene una velocidad de CPU de 80 Mhz y ADCs de 12 bits (programables a 10 bits o 12 para una mejor precisión en las mediciones). Cuenta con 16 salidas a PWM (opción para modulación de ventana de muestreo del caudalímetro), puerto USB que puede usarse como *puerto de comunicación serial esencial para fines de este proyecto*.

Además cuenta con dos cristales, uno para el CPU y un segundo para modo de operación en modo de espera o reposo con lo cual disminuye el consumo de energía del micro.

A continuación se presenta un diagrama de bloques de las etapas por las cuales está compuesto el banco de pruebas desde la adquisición de datos hasta la impresión de los mismos.

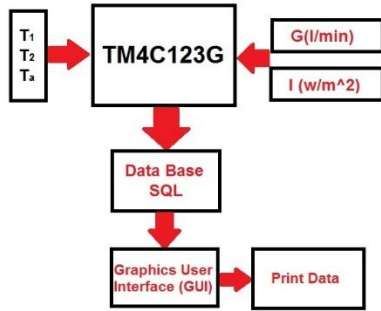


Fig. 1: Diagrama de bloques del sistema

3. Análisis de resultados

El presente trabajo se encuentra en un 50% de la totalidad de su objetivo, al mes de octubre se encuentra en desarrollo la interfaz de adquisición y procesamiento de datos. En base a lo ya desarrollado se tiene un conjunto de sensores capaces de medir las variables críticas para el cálculo de la eficiencia además de ser un hardware de bajo consumo de energía capaz de operar con baterías y tener una duración de semanas sin requerir un cambio de éstas.

Actualmente, se tiene el modelo entidad-relación de la base de datos así como se empieza a trabajar en las interfaces gráficas de usuario para la adquisición y manejo de datos por parte de los usuarios finales de modo que sea un software amigable y fácil de operar.

Se planteó como objetivo tener listo el sistema para la primera semana de diciembre durante la presentación de proyectos de la materia de Taller de Síntesis y Evaluación III de Universidad Iberoamericana Campús León.



Fig. 2: Muestra de un banco de pruebas de colectores solares

4. Conclusiones

Las energías limpias ya no son una alternativa, son una solución clara, este proyecto busca a través de algo de interés común (el ahorro), demostrar porqué es necesario migrar al uso de estas fuentes de energía y calor para nuestros hogares.

Nos encontramos ante un proyecto que busca ser básico y funcional pero capaz de demostrar su potencial a gran escala, su viabilidad y credibilidad ante una sociedad que no está completamente informada. Es necesario difundir la información en pro de nuestros bolsillos pero sobre todo nuestro planeta que cada vez pide a gritos un respiro.

La palabra mágica de la ingeniería es la **eficiencia** y esto es lo que deseamos demostrar.

Referencias

“La energía solar”, (s.f.), Recuperado el 3 de febrero del 2014 de <http://www.censolar.es/menu2.htm>

Frausto A., “Banco de pruebas para obtener la curva de eficiencia de cualquier colector solar plano: diseño”, Tesis Lic. En Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad Iberoamericana León, 88p., 2004.

Torres Ernestina y otros, “Calentadores Solares de agua”, Ed. Grupo Noriega Editores, México, 84p., 2008.

Baltazar J., Hernández A. y Oliva E., “Calentadores solares de aire contruidos con elementos cilíndricos”, Ed. Universidad de Guanajuato, 1997, Guanajuato México, 1997, 44 p.

Control optoelectrónico de un manipulador robótico KUKA KR-16 para manufactura por ablación

C.Carrillo-Delgado^{1,*}, C.Torres-Torres², V.H.Flores-Muñoz¹ J. J. Alvizo García¹

¹Universidad Politécnica del Bicentenario, Carr. Silao - Romita Km 2, San Juan de los Duran, C.P. 36283

²Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, ESIME ZAC, Instituto Politécnico Nacional, México, D.F., 07738, México

Resumen

En el presente proyecto se estudia, modela y aplica las propiedades y características necesarias para la construcción del control de un brazo robótico KUKA-KR16 por efectos ultrarrápidos de óptica no lineal. Es bueno mencionar que se utilizan este tipo de efectos por dos razones muy importantes: La primera es que la naturaleza de las interacciones ópticas no lineales a menudo se modifica profundamente a través del uso de pulsos láser ultracortos, la segunda razón es que los pulsos láser ultracortos tienden a poseer extremadas altas intensidades pico, esto es debido a que la energía de los pulsos láser de este tipo tienden a ser establecidas por las capacidades de almacenamiento de energía de los medios de ganancia del láser, y por lo tanto los pulsos cortos de este tipo de láser tienden a tener picos de potencia muy altos

Tomando en cuenta lo anterior se propone un control espacial optoelectrónico de un manipulador robótico capaz de dirigir una fuente de luz láser clase IV para aplicaciones de ablación de biomateriales por pulsos cortos.

Palabras clave: Control ultra-rápido, sistema optoelectrónico, robot antropomórfico, sistemas de ablación laser.

1. Introducción

El estudio de la manipulación de los sistemas de respuesta ultra-rápida ha dado origen al desarrollo de sistemas de control cuya tasa de cambio puede llegar a ser del orden de unos pocos

femtosegundos [1]; sin embargo desde hace pocos años existen reportes de la generación de sistemas con capacidad de respuesta en el orden de los attosegundos [2]. Es bien sabido que los efectos que dan origen al calentamiento colateral de zonas ajenas a un punto de irradiación en cirugía láser ha limitado significativamente el uso de ondas electromagnéticas en biomedicina y en procesos tecnológicos que requieren alta precisión. No obstante, el daño colateral puede no sólo ser minimizado a través de la reducción de la duración de pulso aplicado, sino también a través de una reducción en la duración de la interacción que puede producir un cambio en el medio. En vista de esto, cabe mencionar que desde hace ya varios años numerosos esfuerzos han sido conducidos para desarrollar sensores y materiales con características físicas específicas de interacción, tales como las nanopartículas (NPs) metálicas, las cuales presentan comportamientos asombrosamente rápidos en longitudes de onda específicas de irradiación [3].

Esta propuesta se basa en implementar una técnica para el control de un manipulador robótico a través de un diodo totalmente óptico basado en efectos de óptica no lineal ultra-rápida, con retroalimentación de respuesta breve. Una combinación de efectos vectoriales que pueden ser inducidos en NPs metálicas durante la interacción de radiación láser intensa en el medio a irradiar serán estudiados. Asimismo, el sistema que se estima que será implementado con el presente proyecto permitirá controlar la respuesta de un manipulador que selecciona objetos en tiempo real. Se espera investigar nuevos algoritmos que permitan desarrollar un modelo de retroalimentación de señales para el desarrollo de un sistema láser con capacidad de efectuar ablación en materiales biomédicos.

2. Métodos

La elección de un sistema de ablación laser depende de la aplicación seleccionada. Es importante tomar en cuenta que las estructuras de los metales, semiconductores y dieléctricos es muy diversa. Debido a que los pulsos ultracortos de un láser operan a intensidades muy altas pueden provocar una absorción no lineal y por eso son una elección obvia para el procesamiento laser de materiales transparentes, pero todo depende de las especificaciones de la aplicación [4-6].

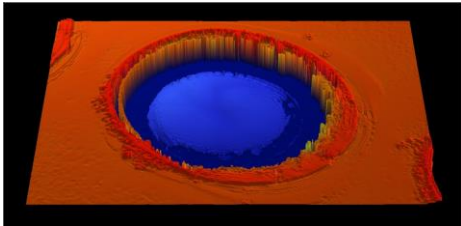


Figura 1 Ablación laser de 30 micras de ancho y 18 micras de profundidad

Si el objetivo de la aplicación son las estructuras en la escala de decenas de micrómetros, un láser de nanosegundos proveerá la suficiente exactitud, y típicamente tendrá un rendimiento mucho mayor, y por eso se hace la solución preferida. Sin embargo si se requieren características de ablación a nanoescala un sistema laser de pico o femtosegundos sería la mejor opción.

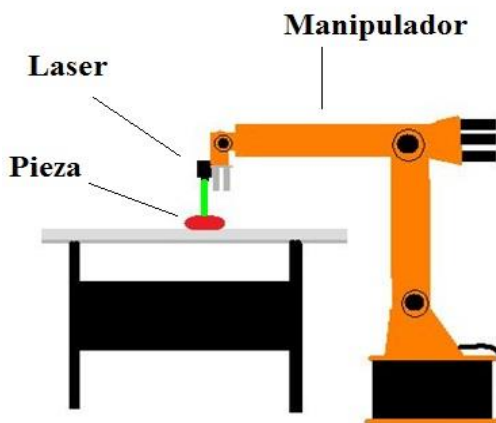


Figura 2 Sistema de referencia con cinemática redundante (brazo robótico más la unidad de deflexión de haz laser)

Para un sistema laser de nanosegundos la resolución de las características generadas es limitada por la longitud de difusión del calor, $l = \sqrt{K\tau}$ donde K es la difusividad termal del material y τ es la duración del pulso laser[6]. Los metales típicamente tienen una alta difusividad además de una microestructura muy precisa y es por eso que deben ser tratados con pulsos más cortos. Debe ser notado también que el procesamiento con un láser de nanosegundos es asociado con una zona afectada por el calor, dicha zona es un área alrededor de un orificio generado por el láser donde la temperatura ha sido lo suficientemente alta para que el material se derrita. Aunque el material se resolidifica la fuerza de esa área podría haber sido reducida en gran cantidad.

Para pulsos de laser ultracortos el efecto de la propagación del calor es muy pequeño. Esto implica que la energía es depositada sobre una longitud comparable a la profundidad de penetración óptica, $1/\alpha$, la cual es del orden de 10 nm para muchos metales. Debido a esto puede ser realizadas estructuras muy precisas.

Sin embargo, un haz laser gaussiano no puede ser enfocado por una lente a un diámetro menor que el límite de difracción.

$$\omega_0 = \frac{\lambda f}{\pi \omega_{lens}} \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{f^2}{z_0^2}}} \approx \frac{\lambda f}{\pi \omega_{lens}} \quad (1)$$

Donde ω_0 es la medida de la cintura del haz gaussiano después de pasar por la lente, f es la longitud focal del lente, z_0 es la longitud de Rayleigh y ω_{lens} es la medida del ancho del haz antes de pasar por la lente. Debido a que f/ω_{lens} prácticamente no puede ser más pequeño que ~ 1 , se puede observar que el mínimo tamaño característico es del orden de la longitud de onda del láser λ . Sin embargo la obtención de rasgos más pequeños es posible debido a que los materiales sometidos a una estructuración por medio de un láser de femtosegundos exhiben un umbral característico para ablación, llamado umbral de fluencia. Esto significa que cierta densidad de energía debe ser sobrepasada antes de que la ablación sea realizada.

3. Desarrollo

Debido a que se requiere un sistema que pueda responder a cambios desde el orden de nanosegundos hasta femtosegundos. Debido a esto se diseñó un arreglo experimental, el cual consta de un laser continuo magenta (el haz que será conmutado), el cual pasa por un primer polarizador P1 el cual queda fijo a un solo ángulo de polarización lineal, posteriormente este mismo haz polarizado llega a la palca retardadora de media onda, posteriormente llega a la placa de nanoparticulas de metal, a dicha muestra se le hace incidir una laser pulsado de bombeo de alta intensidad, con el objetivo de inducir efectos ópticos no lineales, en los cuales la muestra cambia su índice de refracción dependiendo de la intensidad del pulso que incide y con esto se puede establecer un cambio en la transmitancia del haz de muestra continuo. Dicho experimento se muestra en la figura 3.

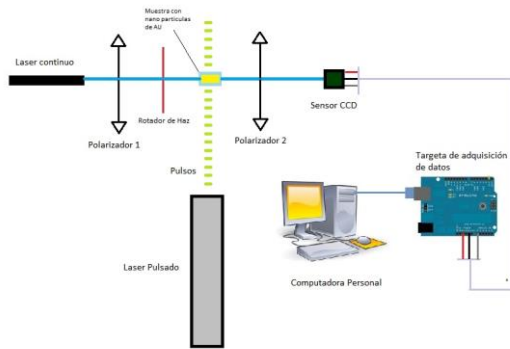


Figura 3 Esquema del arreglo experimental para un diodo óptico por medio de efecto Kerr

Para realizar las mediciones se utilizó un sensor CCD para detectar la intensidad del haz incidente. Una vez detectada la intensidad, es necesario graficar en un intervalo de tiempo de muestreo los datos de la variación de la intensidad para comprobar, que efectivamente está funcionando el sistema de control ultra-rápido, esto se realizó por medio una tarjeta de adquisición de datos. El último paso es ejecutar el programa en MATLAB encargado de capturar los datos por medio de la emulación del puerto serie en el puerto USB.

Este programa grafica en tiempo real la variación de la transmitancia captadas por sensor.

4. Resultados

Con los resultados obtenidos en el experimento de la figura 3 se propone implementar un sistema de control optoelectrónico, utilizando como base la placa de NPs. Ahora para poder hacer posible el control de un motor del manipulador se realiza un arreglo experimental en el que se usan 4 placas con 4 láseres continuos distintos de la misma longitud de onda. Los efectos no lineales (como lo es el cambio en el índice de refracción) serán inducidos por el láser verde pulsado de alta intensidad de 2 GW. A esta muestra se le conecta una fuente de voltaje la cual será conmutada por el efecto del este laser.

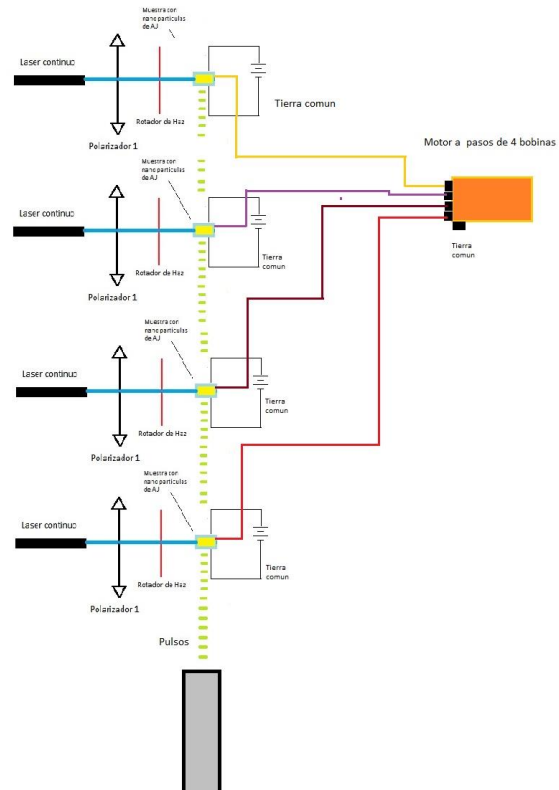


Figura 4. Esquema del circuito de control optoelectrónico de un motor a pasos

El principio de funcionamiento de este controlador es que el pulso del láser verde entra en una muestra a la vez y tarda un cierto tiempo en

llegar a la siguiente (tiempo dependiente del motor que se vaya a utilizar y su velocidad de respuesta), solo se activará un diodo a la vez durante un periodo corto de tiempo, el sistema debe quedar sincronizado de una manera en que el pulso laser sea lo suficientemente rápido para que el motor pueda responder a los cambios en la conmutación del diodo. El motor utilizado es un motor a pasos unipolar el cual cuenta con 4 terminales, que son las cuatro bobinas que se estará activando en cada conmutación. El diagrama esquemático del arreglo experimental se muestra en la figura 4.

5. Conclusiones

Se propuso un sistema de respuesta ultra-rápida por medio de efectos ópticos no lineales necesario para el control de un manipulador robótico que tiene como efector final un láser de pulsos ultracortos de alta intensidad, de modo que son capaces de realizar manufactura por medio de ablación de diversos metales, polímeros, maderas y una gran variedad de materiales. Por lo que el sistema propuesto tiene la capacidad de responder a cambios de señales tan rápidos como los pulsos que son emitidos al momento de la ablación, por consecuencia es posible sensar los cambios de las variables consecuentes al proceso de ablación como lo son los cambios bruscos de temperatura, profundidad, así como el tiempo de ablación en alguna zona específica del material. Para trabajos futuros se puede proponer esta metodología para diferentes tipos de sistemas que necesitan una respuesta rápida en el orden de nanosegundos.

Referencias

- [1] R. L. Sutherland, Handbook of Nonlinear Optics (New York:Marcel Dekker 1996).
- [2] P. Agostini, L.F. DiMauro (2004). "The physics of attosecond light pulses". Reports on Progress in Physics 67 (6): 813–855.
- [3] Gonella F, Mazzoldi P: Optical Properties. In: Handbook of nanostructured materials and nanotechnology (Volume 4). Academic Press San Diego. 2000.
- [4] Jeppe Byskov-Nielsen, "Short pulse laser ablation of metals: Fundamentals and applications for micromechanical interlocking",2010.University of Aarhus, Denmark.
- [5] R.R. Gattas and E.Mazur , "Femtosecond laser micromachining in transparent materials ", Nature Photonics 2, 219 (2008).
- [6] M.Neff, T.V Kononencko, S.M. Pimenov, V.Romano, W.Luethy and V.I.Konov, "Femtosecond laser writing of buried graphitic structures in bulk diamond", Applied Physics A: Materials Science and Processing 97, 543 (2009).

Caracterización de centros acojinados para la elaboración de pelotas de beisbol mediante sistema de inyección en una sola etapa

Maldonado Santoyo María

Centro de Investigación Aplicada en Tecnologías Competitivas A.C. (CIATEC)

Resumen

En el presente trabajo se aborda el diseño tecnológico para la elaboración de centros acojinados (CA) conocidos como "cushion center" utilizados en la fabricación de pelotas de beisbol. La propuesta de este trabajo, es que los CA se elaboren en una sola etapa mediante sistema de inyección y con materiales reciclados y/o más económicos como son el hule de llanta, etilen vinil acetato (EVA), el corcho, silica, negro de humo, azufre entre otros. Como parte inicial de la propuesta se caracterizaron tres Centros Acojinados de Referencia (CAR) comercializados actualmente en Estados Unidos, para las ligas mayores. Las propiedades que se caracterizaron al CAR completo, fueron la masa, circunferencia y resiliencia (rebote); y densidad, grado de hinchamiento, y composición mediante análisis termogravimétrico (TGA) y FTIR-ATR se realizó para cada uno de los componentes que conforman el CA (centro de corcho y recubrimientos negro y rosa).

Palabras clave: Pelotas, Beisbol, EVA, Corcho, Inyección,

1. Introducción

El núcleo de una pelota de béisbol para grandes ligas es un centro acojinado redondo de corcho llamado "cushion center". Este centro acojinado está hecho de una combinación de caucho y corcho rodeado por una capa negra interior y una capa roja exterior de caucho. El centro acojinado entero tiene 4 4/16 pulgadas de circunferencia. Hilos de lana y de algodón se envuelven fuertemente alrededor del CA. Posteriormente se envuelve en cuero. La cubierta de la pelota es siempre blanca y debe ser cosida con 88 pulgadas de hilo encerado rojo. La costura de la cubierta se hace a mano. Hay 108 puntos de costura; 106 están

a la vista. Los otros dos (el primero con el que se comienza y la puntada final) están ocultos a la vista.

El proceso de elaboración de un centro acojinado para beisbol actual, contempla un centro de corcho y dos recubrimientos de caucho. Por lo general, el primer centro de corcho se elabora por inyección, para posteriormente mediante un sistema de vulcanización con prensa se elaboran los siguientes recubrimientos, previamente mezclados a las concentraciones adecuadas. El trabajo aquí descrito, propone la elaboración de un centro acojinado que sea más redituable en lo que a insumos, mano de obra y maquinaria se refiere, ya que se propone elaborar los CA en una sola etapa mediante sistema de inyección utilizando materiales reciclados o de menor costo. Como primera etapa, antes de la elaboración de los CA propuestos, se procedió a realizar la caracterización de tres centros acojinados de referencia (CAR) comercializados en Estados Unidos para las ligas mayores.

2. Metodología

2.1 Reactivos y disoluciones

El cloroformo, tolueno, benceno, THF, hexano, éter de petróleo y acetona fueron de Karal, (ACS); el corcho, raspadura de llanta, copolímero de estireno butadieno shore 68 (Styrolux 656C), EVA 2/18 en pellets, el resto de los reactivos fueron grado industrial.

2.2 Instrumentación

Para el análisis por FTIR se empleó un espectrofotómetro infrarrojo modelo Tensor 27 marca Bruker acoplado a un microscopio Hyperion 1000 con un objetivo ATR (Attenuated Total Reflection) de germanio de 20x de aumento,

integrado con un detector de mercurio-cadmio-telurio (MCT) enfriado por nitrógeno líquido y controlado por el paquete de computadora OPUS versión 6.5. Para identificar la región de interés y registrar las microfotografías, el objetivo de ATR fue usado en el modo visual. Durante el análisis por IR las muestras estuvieron en contacto con la punta de germanio del ATR de 100 μm de diámetro. La recolección de los espectros IR fue a los 32 scans, con una resolución de 4 cm^{-1} , en el rango de frecuencia de 4000 a 600 cm^{-1} . Para cada espectro obtenido, se restó el efecto de fondo del aire (background).

El análisis termogravimétrico se realizó en un equipo TGA modelo Q500 marca TA Instruments, para una muestra de 10 a 20 mg de cada componente (centro corcho, recubrimiento interno y recubrimiento externo) que componen los CAR y con una velocidad de calentamiento de 10°C/min.

Para la elaboración de los centros acojinados en una sola etapa, se empleó un sistema de inyección Magna T Servo modelo 55m, marca Milacrón con desplazamiento teórico de 67 cm^3 . Se trabajó a un tamaño de disparo de 50 mm, un calentamiento de 140°C alimentación y 150°C salida inyector, con un tiempo de enfriamiento 120s. La capacidad de disparo máximo es de 130 g.

2.3 Procedimiento

Antes de proceder a la manufactura de los centros acojinados propuestos en este trabajo, se caracterizaron tres diferentes marcas comerciales de centros acojinados distribuidos en los Estados Unidos. Las marcas caracterizadas fueron Rawlings (CAR1), Wilson (CAR2) y Diamond (CAR3) usadas en Ligas Profesionales. Se realizaron pruebas de peso, circunferencia, resiliencia (ASTM-D-2632-1996), grado de hinchamiento (sumergiendo en los solventes más comunes y dejando durante 3 días), densidad, análisis termo gravimétrico (TGA), análisis de infrarrojo por FTIR.

2.4 Elaboración de centros acojinados

Una vez caracterizados los CAR se procedió a realizar un diseño de experimentos para determinar los componentes y las composiciones para la elaboración de los CA en una sola etapa mediante sistema de inyección.

3. Análisis de resultados

En la figura 2 se presentan un CAR2, a la mitad (a) y en forma completa con cada uno de los componentes (centro corcho, recubrimiento rosa y recubrimiento negro).

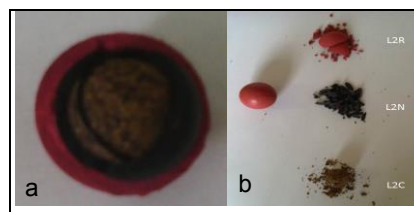


Figura 2. Imagen de un centro acojinado (a) a la mitad (b) en forma completa y sus componentes.

En la tabla 1 se presentan los resultados obtenidos en la caracterización de masa, circunferencia y resiliencia de los tres CAR analizados. En ella se puede apreciar que según las especificaciones requeridas para exportación sólo el CAR2 y CAR3 cumplen en resiliencia, sin embargo ninguno de los CAR analizados cumple con la masa y circunferencia requerida.

En la determinación del grado de entrecruzamiento molecular en los componentes que conforman el CA (centro de corcho, recubrimiento negro y recubrimiento ros) a se colocaron en diferentes solventes orgánicos y se dejaron 3 días obteniéndose el siguiente orden de absorción del solvente: cloroformo > tolueno > benceno > THF > hexano > éter de petróleo > acetona.

Desarrollo Tecnológico e Investigación Aplicada

Tabla 1. Valores promedio obtenidos en las propiedades de masa, circunferencia y resiliencia en los tres CAR evaluados.

CENTRO ACOJINADO REFERENCIA				
Propiedades	Especificación	CAR 1	CAR 2	CAR 3
Masa (g)	23±2	26.5	21.2	22.3
Circunferencia (pulg)	4.20-4.25	4.16	4.11	4.17
30-40	30-40	19.3	59.7	54

En la figura 3 se presenta el espectro obtenido por FTIR para el CAR 1 junto con la posible asignación de bandas. Similares resultados

se obtuvieron para cada uno de los componentes que conforman el CAR, salvo ligeras diferencias en la composición de los mismos.

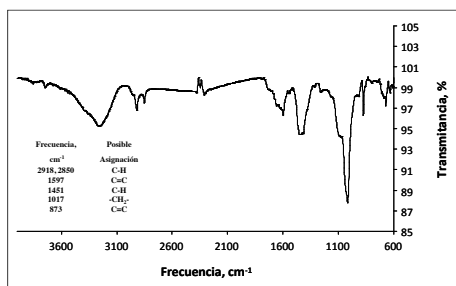


Figura 3. Espectro FTIR obtenido del análisis efectuado a la muestra CAR1 recubrimiento Rosa.

Los resultados obtenidos por FTIR se confirmaron mediante el análisis por TGA en los cuales se muestra la presencia de varios elementos (3-8) en cada uno de las partes que conforman el CA.

En la tabla 2 se presentan las 9 formulaciones (22-30) que hasta el momento han obtenido mejores resultados de caracterización según las especificaciones requeridas.

En la tabla 3 se presentan algunos de los resultados de caracterización (peso, circunferencia, resiliencia, recuperación) obtenidos en las CA propuestos para las formulaciones presentadas en la tabla 2.

Tabla 2. Formulaciones empleadas en la elaboración de CA propuestos.

Componentes	Formulación (%)								
	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Raspadura de llanta	58.5	58.5	53.7	53.2	45.0	39.0	58.5	58.5	58.5
EVA 2-18	19.5	19.5	17.9	17.7	15.0	13.0	19.7	19.5	19.5
TR (SBC 68 shore)	19.5	19.5	17.9	17.7	15.0	13.0	19.7	19.5	19.5
Corcho	2.5	2.5	2.3	2.2	1.9	1.6	2.5	2.5	2.5
Aerosil 200	--	1.0	--	2.0	3.0	3.0	--	--	--
Ácido bórico	3.0	--	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	5.0
Aceite 350	--	3.0	--	--	--	--	--	--	--
Caucho polibutadieno	--	--	8.2	10.0	23.1	33.3	5.0	10.0	--
Silica	--	--	--	--	--	--	2.0	3.0	--

Tabla 3. Resultados de caracterización en las propiedades de peso, circunferencia, resiliencia, recuperación en las formulaciones del 22 al 30.

Formulación	Masa (g)	Circunferencia (pulg)	Resiliencia ASTM-D-2632-1996	Recuperación (%)	Costo/pelota (MNX)
22	21.9352	4.24	24	99	0.563
23	21.5500	4.24	26	96	0.636
24	21.5527	4.23	27	97	0.573
25	21.9284	4.23	22	98	0.594
26	21.9783	4.24	26	98	0.613
27	21.2127	4.23	24	98	0.637
28	22.2561	4.22	26	98	0.603
29	22.3320	4.23	28	99	0.626
30	22.5360	4.25	26	96	0.585

4. Conclusiones

El presente trabajo presentó solo los avances correspondientes a la caracterización de tres CAR mediante diferentes técnicas analíticas y gravimétricas. Así como también los CA preliminares obtenidos en una sola etapa mediante sistema de inyección. Se contempla continuar con el proceso de elaboración de CA variando componentes y composición hasta lograr las especificaciones requeridas en resiliencia, peso y circunferencia.

Referencias

1. Brydson. "Plastics Materials", Butterworth Scientific, London (1988).
2. Chanda M., Roy S. *Plastics Technology Handbook*, Marcel Dekker, Inc., New York, (1987).
3. Ramos-Carpio M., De-María-Ruiz M. *Ingeniería de los Materiales Plásticos*, Diaz de Santos, Madrid (1988).
4. R.B. Seymour y C. E. Carraher, Jr, *Química de los Polímeros*, Reverté, Barcelona, (1995)

Implementación de Bomba de Alto Vacío en Bancada de Pruebas

Ortega Lizama Miguel Ángel

Universidad Politécnica del Bicentenario, Carr. Silao - Romita Km. 2, San Juan de Los Duran, Silao, Gto.
C.P. 36283. Tel. (472) 72 38 700 ext. 109.

Resumen

El presente documento da a conocer la metodología empleada en la implementación de una bomba de alto vacío en una bancada de pruebas funcionales en la planta Continental Teves. Se muestran los resultados de los análisis iniciales del sistema de la bancada. Se incluyen diagramas eléctricos, neumáticos y del sistema de vacío que se obtuvieron. Se presentan las propuestas de actualización y mejora del sistema para la instalación de la bomba de alto vacío y finalmente se muestra al análisis y las propuestas de mejora del código del software de control empleado en la bancada.

Palabras clave: Alto vacío, Booster, Bancada, Full position, LAP position, Release position.

1. Introducción

Dentro de la planta Continental Teves, se elaboran diversos dispositivos pertenecientes al sistema de seguridad de los automóviles. Uno de los dispositivos que se llevan a cabo dentro de la planta son los booster (Figura 1). La construcción de cada uno de los booster requiere de la realización de varias pruebas para garantizar la calidad de cada pieza.



Figura 1. Booster de aluminio [1].

Los booster forman parte del sistema de frenos de todos los automóviles. La función de

estos dispositivos es la de amplificar la fuerza que se aplica al pedal del freno cuando éste es accionado. La configuración del sistema de frenos y la ubicación del booster dentro de dicha configuración se muestra en la Figura 2. En esta figura se observa la vista en planta de la distribución de los componentes de un sistema de frenos electrónico. La parte que se muestra rodeada de un rectángulo en líneas discontinuas es el booster, el pedal y el depósito del líquido de frenos.

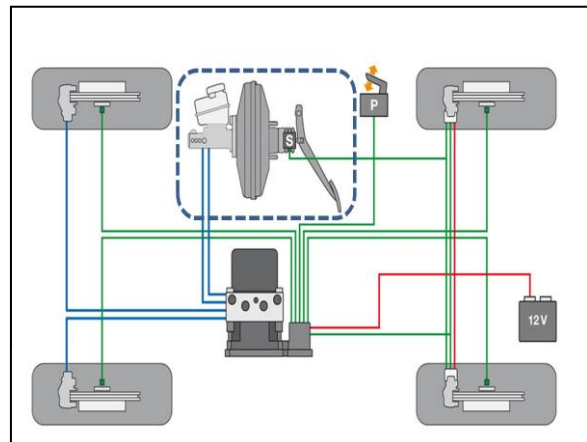


Figura 2. Sistema de frenos eléctrico e hidráulico [2].

Para el funcionamiento de los booster se emplea el vacío dentro de éstos, por medio del cual es posible incrementar la fuerza de frenado que se imprime cuando se presiona el pedal del freno. Dentro del booster se encuentran una serie de diafragmas que interactúan con la fuerza imprimida y el vacío presente para cumplir con el objetivo del dispositivo.

En el proceso de fabricación de los booster es necesario hacer pasar a los dispositivos por ciertas pruebas para determinar que éstos se encuentran dentro de las especificaciones establecidas por el cliente y/o las normas actuales. Una de las pruebas que se llevan a cabo a todos

los dispositivos es la prueba de fuga de vacío. La presencia de cierta presión de vacío dentro del dispositivo es necesaria para que éste pase la verificación, en caso de no cumplir con dicha prueba, se pasa el dispositivo al departamento de ingeniería para su diagnóstico.

El desarrollo de los nuevos productos y el diagnóstico de algunos de ellos se llevan a cabo en del área de investigación y desarrollo (R&D por sus siglas en inglés de Research and Development). En este departamento se cuenta con varias bancadas de pruebas funcionales, las cuales se emplean para realizar todas las pruebas funcionales a prototipos o elementos defectuosos.

2. Funcionamiento de la bancada de pruebas

Previo a la instalación de la bomba de vacío, fue necesario conocer el funcionamiento de la bancada de pruebas, para lo cual se llevaron a cabo tres tipos de pruebas de fuga de vacío en los booster:

- Release Position
- LAP Position
- Full Position

La prueba de Release Position consiste en detectar las fugas de vacío de los booster simulando que el conductor del automóvil no ejerce presión alguna sobre el pedal del freno. La prueba de LAP Position se lleva a cabo simulando que se presiona el pedal del freno hasta un 50% aproximadamente. La prueba de Full Position se realiza simulando que se presiona el pedal del freno al 120%.

Para cada una de las pruebas antes descritas se consideraron dos tiempos importantes de operación; el tiempo de estabilización y el tiempo de prueba. El tiempo de prueba (20s) es como su nombre lo indica, el tiempo que tarda la prueba que se está realizando. El tiempo de estabilización (15s) es un tiempo previo al de prueba, en el cual se mantienen cerradas las válvulas para que se establezca la presión presente en el booster y posteriormente se realice la prueba.

Las pruebas se realizaron en tres niveles de presiones de vacío; -0.68, -0.40 y -0.80 bar. La presión de -0.68 bar es fácilmente alcanzable por el sistema, para cualquier prueba que se requiera

hacer, sin embargo las presiones como -0.4 y -0.8 bar presentan complicaciones para alcanzarlas.

Las presiones cercanas a los 0 bar representan un problema debido a la configuración del sistema para alcanzar la presión requerida, el cual abre y cierra válvulas para modificar la presión, sin embargo los saltos de presión son muy altos lo cual dificulta llegar a una presión de tal magnitud. Cuando se pretende alcanzar una presión de -0.8 o menor, se tienen problemas debido a que la capacidad del sistema no es suficiente para alcanzar dicha presión.

Es de la dificultad para alcanzar las bajas presiones requeridas de donde surge la necesidad de modificar el sistema de la bancada de pruebas para incrementar su capacidad y mejorar su funcionamiento. Un arreglo provisional que se aplicó se muestra en la Figura 3, en la cual se observa que para la realización de las pruebas se hace uso de las instalaciones de vacío de la planta, sin embargo, en la ubicación de la bancada de pruebas la presión máxima de vacío alcanzable es alrededor de -0.75 bar. Se observa además en la Figura 3 que se le anexó al sistema una bomba de vacío para remediar el problema sin embargo, aún con este dispositivo resulta muy complicado alcanzar las presiones deseadas.

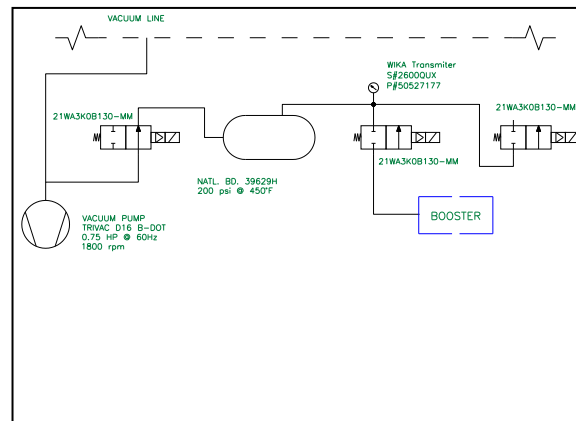


Figura 3. Sistema de alimentación de vacío para el booster.

Los parámetros que se monitorearon en cada una de las pruebas antes mencionadas fueron principalmente las pérdidas de vacío y la razón de pérdida de vacío. Con la realización de estas pruebas fue suficiente para entender el problema del sistema y comenzar con el análisis del sistema previo a las propuestas de soluciones.

3. Análisis del sistema

Para llegar a realizar propuestas de mejora e implementar la bomba de alto vacío al sistema es necesario realizar un análisis completo del mismo con el objetivo de conocer el estado actual de éste y a partir de dicho análisis elaborar una propuesta efectiva.

3.1 Sistema de fuerza

El sistema de fuerza de la bancada de pruebas consiste en una alimentación monofásica que se distribuye para cada uno de los dispositivos empleados en el sistema (Figura 4).

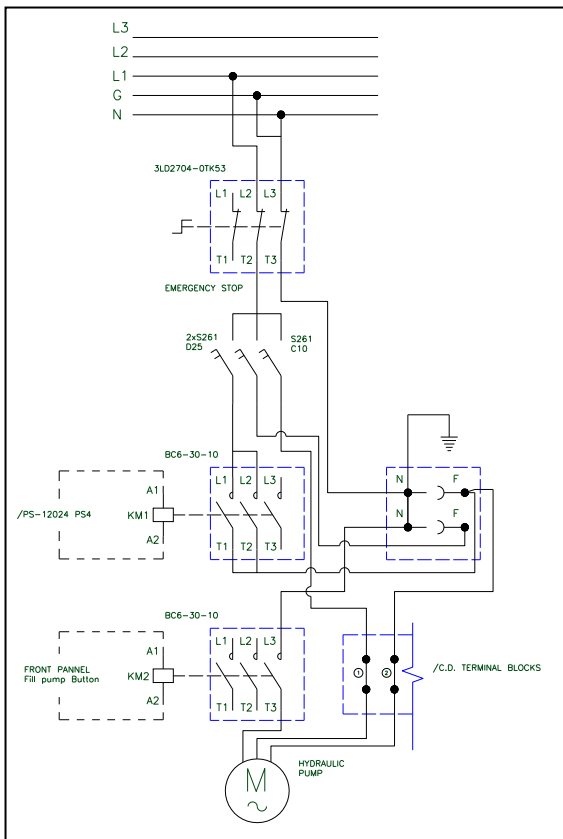


Figura 4. Diagrama de fuerza para bomba hidráulica.

En la figura 4, se observa que la alimentación de la bomba hidráulica se hace por medio de las clemas 1 y 2 del sistema de clemas instalado y el contactor KM2. El accionamiento de este contactor depende de la señal que le envía el botón instalado en el panel de control, como se puede observar en la figura.

La bomba a emplear en el sistema para alcanzar las presiones deseadas se muestra en el diagrama de la figura 5. Para la conexión de la bomba de vacío (figura 5) al sistema se empleó un arreglo similar al de la bomba hidráulica. Las diferencias radican en que esta bomba es trifásica, por lo tanto emplea las tres fases y la conexión a tierra. La bancada de pruebas previo al proyecto, únicamente contaba con una instalación monofásica, por lo que, lo que observamos en la figura 5 es una propuesta de conexión del nuevo sistema, donde se muestra la nueva bomba a instalar con los componentes necesarios para llevar a cabo esta instalación.

El accionamiento de la bomba se plantea que se lleva a cabo por medio del contactor KM3, el cual estará controlado por la señal que provenga de la válvula que permite la aparición del vacío dentro del booster.

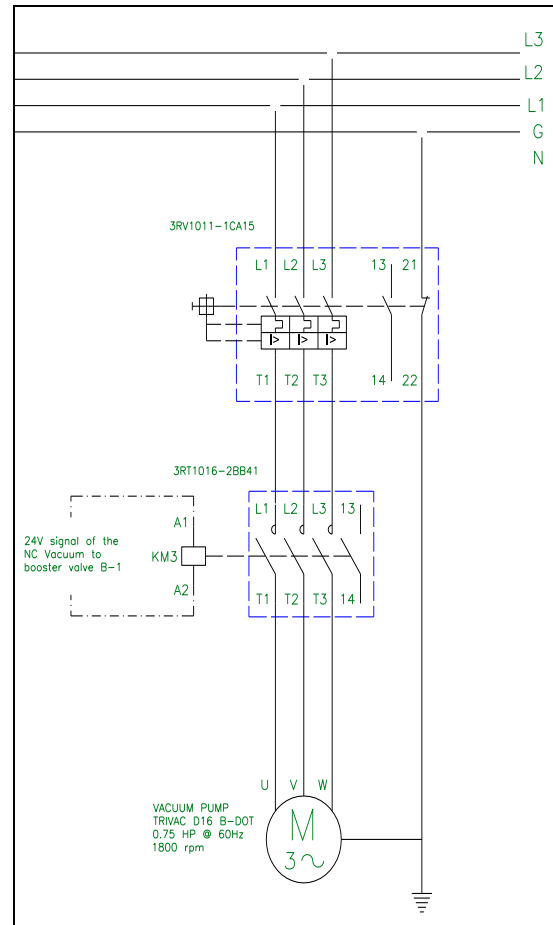


Figura 5. Diagrama de fuerza para bomba de vacío.

3.2 Sistema de control

En la figura 6, se muestra el diagrama del sistema de control, algunas de las terminales de más interés para el análisis son las correspondientes a las válvulas del sistema de vacío. La secuencia de conexión puede entenderse como: Sistema de clemas, sistema de relevadores y PC. En el arreglo de clemas se conectan los contactores, señales de sensores y los accionamientos de las válvulas del sistema. El control de cada componente se lleva a cabo en la secuencia adecuada por medio del arreglo de relevadores mostrado en la figura 7. Finalmente el control del sistema se lleva a cabo mediante la interfaz que se presenta al usuario en la computadora. Por medio de botones y otros controles que se muestran en pantalla se logra el control y monitoreo de cada parámetro del sistema en tiempo real.

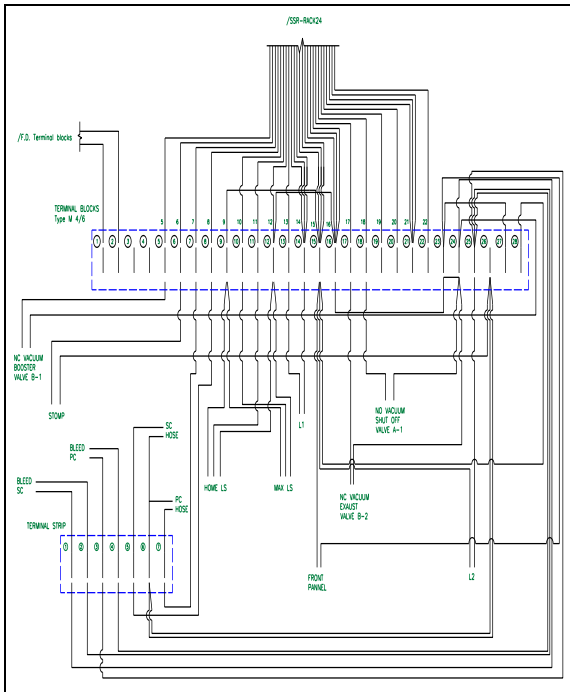


Figura 6. Diagrama de control, arreglo de clemas.

La representación de la fuerza ejercida por el pie de las personas sobre el pedal del freno, es representada por un actuador con servomotor, a través de éste se incrementa la fuerza hasta el nivel necesario. Para detectar la posición de este actuador en todo momento se emplean dos sensores de posición cuyas señales se pueden apreciar en la figura 6. Las señales son indicadas

como HOME LS y MAX LS, estas señales se emplean para accionar al servomotor.

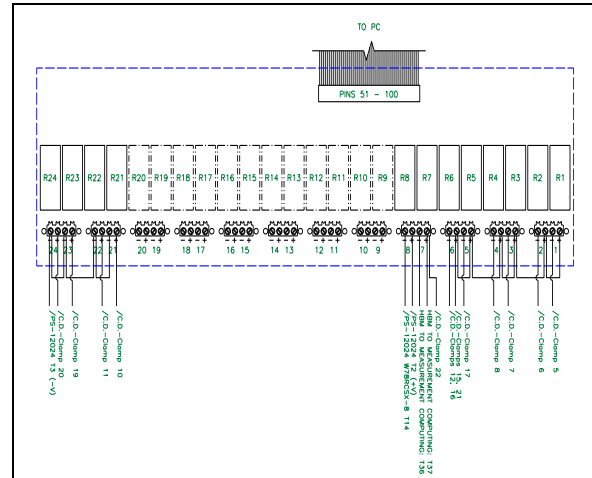


Figura 7. Diagrama de control, arreglo de relevadores

La alimentación de todos los sistemas, tanto de control como de fuerza, se distribuye a través del arreglo mostrado en la figura 8. En esta figura se puede observar fácilmente que la parte superior del primer elemento, tiene salidas de voltaje (24V) en corriente directa las cuales se emplean para las señales de control. En la parte inferior del primer elemento de la figura se observa que se tiene una salida de 110V de corriente alterna, la cual se emplea para alimentación de algunos dispositivos que trabajan a este voltaje.

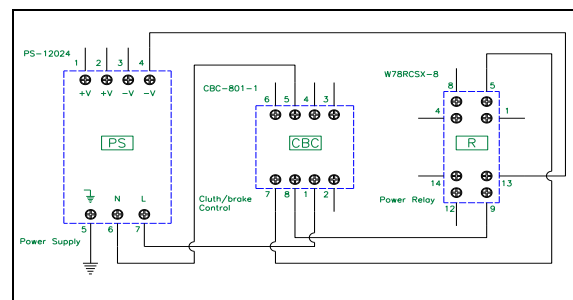


Figura 8. Voltajes de control y fuerza.

Además de los componentes físicos del sistema de control, se llevó a cabo un análisis del código de control del mismo. El código de control está realizado en el lenguaje de programación Microsoft Visual Basic® [3]. Al tratarse de una interfaz con una gran cantidad de elementos y el

hecho de requerir controlar y monitorear una gran cantidad de parámetros y variables, se presenta únicamente un resumen del análisis realizado.

La figura 9 muestra un diagrama de flujo que representa a grandes rasgos el funcionamiento de la función *Set_Vacuum_level()*. Esta función es la encargada de llevar al sistema al nivel de presión de vacío requerido para llevar a cabo la prueba deseada. Todo el proceso para alcanzar la presión deseada se lleva a cabo mediante un ciclo *while*, éste emplea dos presiones del sistema; la deseada y la real. El funcionamiento del código diagrama mostrado es el siguiente:

1. Se obtiene el valor de la presión presente en el booster.
2. Se compara con un valor de 0.65 bar. Esta comparación es una propuesta que se le hizo al código como parte de la optimización del código para lograr alcanzar la presión deseada más rápido.
3. Se compara la presión real con una presión modificada 1, la cual corresponde a la presión del sistema a la cual se le ha aplicado un factor de conversión.
4. Cuando la presión del sistema es mayor (en magnitud) a la presión necesaria, la válvula de exhaust se abre permitiendo que entre aire, de lo contrario, cuando tenemos una presión menor (en magnitud) se abre la válvula del tanque de vacío de manera que el sistema alcance la presión de vacío deseado.

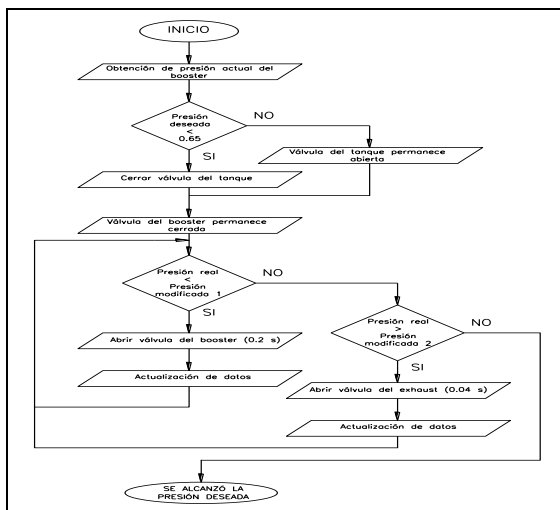


Figura 9. Diagrama de flujo

Los puntos 3 y 4 del procedimiento antes descrito se llevan a cabo con la válvula del tanque abierta o cerrada según el valor de la presión que se obtuvo al inicio y la relación con el valor de 0.65.

Se analizó también el sistema neumático, aunque las implicaciones de cada uno de los componentes del mismo no fueron representativas para la realización del proyecto.

4. Resultados

De los análisis llevados a cabo se obtuvieron los diagramas de conexiones antes descritos, diagramas eléctricos, de control, de fuerza, neumáticos y de vacío. Todos los diagramas de conexiones quedarán como referencias para futuras acciones de mantenimiento al sistema [4]. Se obtuvieron también los planos de fabricación de un cople necesario para la conexión de los elementos nuevos al sistema existente.

En cuanto a la problemática de alcanzar niveles de presión cercanos a los cero bar, se obtuvo una mejoría, ya que gracias a la condición agregada antes del proceso iterativo de la búsqueda de la presión, el sistema quedó condicionado para no conectarse a la línea de vacío si la presión requerida es menor que cierto nivel de vacío. Al estar condicionado el sistema, es una garantía el alcanzar cualquier presión dentro del rango de 0 – 0.65 bar.

Los tiempos que aparecen en los accionamientos de las válvulas del booster y del exhaust se han establecido para optimizar el tiempo en que se alcanza el valor de la presión sea, cual sea.

Comparando los tiempos de búsqueda del nivel de presión antes de la modificación del código, se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla 1.

Tabla 1. Tiempos de alcance de presión de vacío.

Presión	t_1 (min)	t_2 (min)	$\ \Delta t \ $ (min)
-0.4	2.5	1.2	1.3
-0.68	0.5	0.5	0
-0.8	-	-	-

5. Conclusiones

Al finalizar los análisis, se pudo observar que con la configuración actual y la nueva configuración del sistema de la bancada de pruebas es necesario establecer un tiempo adecuado de accionamiento de las válvulas del booster y del exhaust, ya que de estos tiempos depende el tiempo total que le tomará al sistema alcanzar la presión deseada.

Una solución ideal se llevaría a cabo por medio de la obtención de una función del tiempo de accionamiento de las válvulas en términos de variables como la presión y la masa de aire en el sistema y de constantes como el volumen del sistema, los diámetros de las salidas y entradas y los tiempos de reacción de los sensores instalados. El objetivo de esta función será el de aplicar un método de optimización de varias variables para determinar los valores óptimos.

La implementación de la nueva bomba de vacío implicará la modificación del código de control, ya que se pretende emplear la misma cantidad de elementos de control y agregar los elementos de accionamiento mostrados en la figura 5. Esta modificación implicará la búsqueda de la señal adecuada para accionar la bomba para que el sistema cumpla con el objetivo.

La mejora de los tiempos mostrada en la tabla 1, es sólo una acción remedial al estado del sistema actual. Es necesario implementar la nueva bomba y llevar a cabo pruebas para calibrar el sistema y

obtener resultados verídicos en las pruebas de fuga de vacío. Los datos de la presión de -0.8 no se muestran debido a que no se alcanzó a instalar la bomba, por lo que estos resultados quedan en espera de la instalación de la misma.

Referencias

- [1] Continental (Continental AG 2014). Media Center, última visita 11/02/2014, http://mediacenter.conti-online.com/internet/generator/MAM/index.templateId=Folder_2FrenderDefault.jsp.html?method=show&action=/details.do&oid=7462980#
- [3] Continental (Continental AG 2014). Media Center, última visita 12/03/2014, http://mediacenter.conti-online.com/internet/generator/MAM/index.templateId=Folder_2FrenderDefault.jsp.html?method=show&action=/details.do&oid=3601266&cmspath=/MAM/daten/presse_automotive/automotive_new/com_veh/product_pic/img_2013_01_31_vdo_dtco_paper_chart_1_en#
- [3] Funciones (Visual Basic) (Microsoft 2014) Microsoft Developer Network, última visita 18/03/2014, <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/32s6akha.aspx>
- [4] Continental Teves, Research and Development Department, “*Test Bench Manual & Documentation*”, México, 2013.



Desarrollo Tecnológico e Investigación Aplicada – A

1er Simposio Internacional de Desarrollo Tecnológico

Universidad Politécnica del Bicentenario
Carretera Estatal Silao-Romita Km. 2
San Juan de los Durán, Silao de la Victoria, Guanajuato, México
C.P. 36283
www.upbicentenario.edu.mx

Obra terminada el 28 de Noviembre de 2014



Desarrollo Tecnológico e Investigación Aplicada - A

ISBN: 978-607-96471-7-9

