

Suspensión Neumática Controlada Electrónicamente

¹ José Andrés Beltrán Ruiz – ² Ricardo Salomón Fernández Pallo

**Departamento de Energía y Mecánica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión
Latacunga**

email joseandresbeltran_16@hotmail.com – rfernandez_551@hotmail.com

RESUMEN.

El presente proyecto trata de un control electrónico desarrollado para una suspensión neumática.

Dicho control electrónico dotará de una gran manejabilidad a la suspensión, misma que cuenta con ballestas, amortiguadores y cuatro pulmones de aire (actuadores neumáticos), que son los encargados de dotar al sistema de una facilidad didáctica en su funcionamiento, y gracias al control electrónico, de facilidad en su operación.

Palabras Clave:

Suspensión, control electrónico, amortiguadores, Actuadores neumáticos, ballestas.

ABSTRACT

This project is an electronic control developed for a pneumatic suspension.

This electronic control will provide greater maneuverability of the suspension, which has same spring, shock absorbers and four lungs with air (pneumatic actuator) that are responsible for providing the system with an educational facility in operation, thanks to the electronic control, for easier operation.

Keywords:

Suspension, electronically controlled shock absorbers, Pneumatic actuators, spring.

I. INTRODUCCIÓN.

Hoy en día la tecnología avanza día a día, esto genera que los fabricantes de automóviles estén en una constante evolución, que no solo se centra en el motor del vehículo, como se lo hacía en otras épocas.

La evolución de los sistemas de suspensión crece paralelamente con la evolución de los vehículos. Se implementaron primero sistemas de suspensión simples que únicamente constaban de ballestas, el cual mejoró el confort en el vehículo, aunque surgieron varios problemas con la implementación de este sistema de suspensión, uno de estos fue que el vehículo perdía estabilidad, por lo que se introdujeron los resortes helicoidales y las barras de torsión pero como en el anterior sistema de ballestas existieron problemas relacionados con la estabilidad, por lo que se fabricaron amortiguadores, que se encargaban de absorber vibraciones y oscilaciones producidas por otros elementos que componen el sistema de suspensión.

Actualmente aún se incorporan varios de estos elementos que componen el sistema de

suspensión en un vehículo, pero según evoluciona la tecnología y se realizan estudios y pruebas se van incorporando otros sistemas de suspensión comandados electrónicamente, entre ellos el sistema de suspensión neumática, que ayudan a mejorar el confort y la estabilidad del vehículo.

II. DISEÑO DEL CONTROL ELECTRÓNICO DE LA SUSPENSIÓN NEUMÁTICA.

Para el diseño del control electrónico, se debe tener en cuenta cuales van a ser las necesidades del sistema, una vez identificadas las mismas se puede proceder a realizar un bosquejo del trabajo que se espera obtener. En este caso se necesita que se controle las ruedas por separado en tres diferentes alturas y también se necesita que al presionar un solo botón las cuatro ruedas puedan ser reguladas su posición al mismo tiempo.

- El diseño de control electrónico se inició desde la interfaz que mostrará la pantalla ubicada en el panel de control del banco de pruebas.
- Mediante la ayuda del software *OP Series Edit Tool*, se diseñó las pantallas con las que interactuará el usuario para el control electrónico de los actuadores. Dichas pantallas se muestran a continuación:



Figura 1: Pantalla de inicio del programa

Fuente: Tesis de Suspensión Neumática Controlada Electrónicamente

- Una vez finalizado el diseño de la interfaz del control del usuario, se procede con la programación del PLC y a su vez con la ubicación de los diferentes sistemas de control neumático, mismos que deben ser gobernados por el PLC.
- Identificados los elementos y su posicionamiento, es necesario el dimensionarlo, por lo que se necesita la ayuda de software adecuado para ese trabajo, que en nuestro caso para la programación del PLC se utilizó el programa *XCPPro*, y para el caso de los elementos neumáticos y su control, se utilizó el *Automation Studio*.
- A continuación podemos apreciar la selección de cada uno de los componentes que fueron usados en nuestro proyecto.

III. SELECCIÓN DEL PLC

P.L.C. (Control Lógico Programable).- Este dispositivo electrónico se lo utiliza para automatizar el funcionamiento de las

electroválvulas, de esta manera el PLC, capta las señales de los sensores (finales de carrera), a estas señales las procesa según el programa y envía según la necesidad, órdenes a las electroválvulas para que estas permitan el paso de aire hacia los actuadores neumáticos (pulmones de aire), y así estos mantengan el aire en su interior o permitan la salida del aire hacia la atmósfera.

IV. Selección de las Electroválvulas

En el caso del control electrónico por los valores de operación de las electroválvulas se decidió trabajar con un PLC, ya que las electroválvulas necesitan un voltaje de trabajo de 220 V para poder operar.

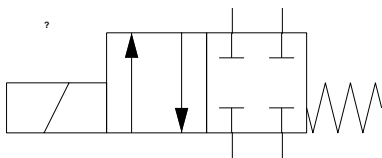


Figura 2. Símbolo de una electroválvula 4/2

Fuente: Automation Studio 5.0; Tesis de
Suspensión Neumática Controlada
Electrónicamente

Se necesitaron cuatro electroválvulas de este tipo para poder realizar el control individual de las ruedas, la ventaja que nos ofrece este tipo de válvulas son: su tamaño muy compacto y permiten una regulación del caudal de entrada y de salida de aire al sistema.

V. Selección de la Pantalla de Control Terminales Programables

Los terminales programables, llamados también terminales de operador, son visualizadores provistos de teclados, que permiten la comunicación entre el control de la máquina (PLC) y el operador, proporcionando información al usuario y permitiendo a éste controlar la máquina, además, proporcionan resúmenes del estado de la máquina, alarmas y gráficos. Bien por pantalla o impresora

- **Pantalla Xinje Touchwin de 3.7" OP 320-S**

Descripción:

- LCD monocromo de 3,7 pulgadas, de 7 teclas.
- Conveniente para los varios PLC, como Siemens, Xinje.
- Muestra texto dinámico.
- Lista de información con alarmas.
- Algunas prensas clave se pueden definir como las teclas de función
- Con retroiluminación LCD STN.



Figura 3. Terminal programable marca Touchwin

Fuente: Tesis de Suspensión Neumática
Controlada Electrónicamente

VI. Selección de los elementos de acople

En el caso de los elementos utilizados para el acople de las mangueras y de las electroválvulas se utilizaron elementos de bronce, tales como "t", acoples con rosca interna y acoples con rosca externa.



Figura 4. Acople neumático

Fuente: Tesis de Suspensión Neumática Controlada Electrónicamente

En el caso del ingreso del aire se utilizó un acople rápido, ya que este permite una rápida conexión y desconexión del sistema, además para poder brindar un correcto mantenimiento se utilizó una unidad deshidratadora, que a su vez cuenta con una válvula controladora de presión, de esta manera se asegura que la humedad que se contiene en el aire no afecte a los componentes ya que esta humedad se queda en la unidad deshidratadora.

VII. Selección de los sensores

Para el control de la altura que se realiza con la unidad de control, se utilizaron finales de carrera del tipo mecánico, normalmente abiertos.

Estos finales de carrera nos ayudan a identificar la altura del sistema, ya que dependiendo de esta el final de carrera se cerrará por acción del perno principal del sistema que guía a la ballesta, y de esta manera el PLC será capaz de censar la ubicación del mecanismo y así identificar la altura del banco de pruebas. Se utilizaron estos finales de carrera como sensores analógicos, debido a su bajo costo y a su fácil instalación.

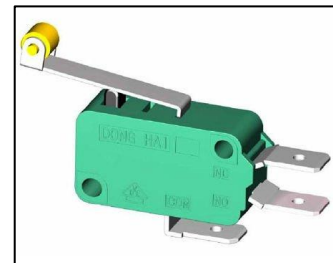


Figura 5. Final de carrera mecánico

Fuente: Tesis de Suspensión Neumática Controlada Electrónicamente

VIII. Diseño del circuito de control neumático

El diseño del sistema de control neumático se lo implemento con la ayuda del software Automation Studio 5.0, mismo que se aprecia en la figura 3.24, la simulación del sistema neumático se detalla en el Anexo F, el cual consta de cuatro actuadores neumáticos, cuatro electroválvulas, y de 12 finales de carrera (tres por cada actuador).

En el diseño del control neumático, se ponen reguladores de caudal, mismo que pueden ser encontrados en las electroválvulas.

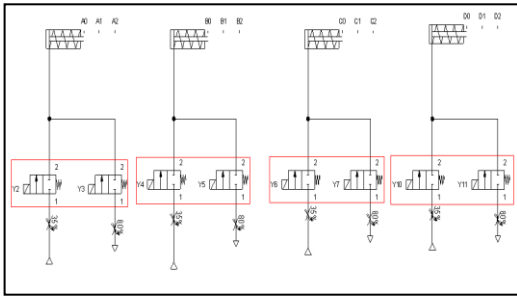


Figura 6. Esquema de conexiones neumáticas

Fuente: Tesis de Suspensión Neumática
Controlada Electrónicamente

IX. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA SUSPENSIÓN NEUMÉTICA

Para el ensamblaje final de todos los elementos neumáticos, mecánicos y electrónicos es necesario el acoplamiento en una estructura sólida, construida con metal, que para este caso se asemeja a un chasis tipo escalera, y está constituida por perfiles de acero de 50 mm de espesor por 3mm de sección, y el acero utilizado es el ASTM A36.

Para el caso de la soldadura utilizada fue el proceso TIC, ya que este tipo de suelda presenta una mejor resistencia y brinda más dureza que la soldadura SMAW, traduciéndose esto en una mayor seguridad y mejor acabado de la estructura.

X. PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD.

✚ Verificación de errores de ensamblaje

- En el caso del ensamblaje el error más importante que pudimos determinar fue el de la ubicación de los finales de

carrera, estos debieron ser ubicados varias veces para que al desplazarse el perno de la ballesta no dañe el pulsador del final de carrera, debido a la ubicación propia de estos elementos en el sistema su ubicación de igual forma fue bastante complicada.

- En el caso de la distribución de pesos, tenemos una descompensación en la parte posterior, misma que es corregida cuando las personas que operaran el banco (2) estén sentadas en el mismo.
- Es importante el que se encuentren bien distribuidos los pesos, ya que al ser muy liviano el banco de pruebas se generan ciertos problemas al vaciarse los pulmones de aire.
- Debido a que se trata de un banco de pruebas estático, no se pueden determinar errores en el desplazamiento, por lo que los inconvenientes que se pueden generar se reducen drásticamente.
- Este banco de pruebas de suspensión neumática, lo que busca generar es un aprendizaje didáctico debido a su simpleza y funcionalidad, lo que predomina en este caso es la sencillez del sistema, sin dejar a lado su robustez y durabilidad.

Pruebas al sistema de control electrónico

- En el caso del sistema de control lo principal que se pudo apreciar es que siempre debe cumplirse la orden que fue dada, es decir que por ejemplo si se necesita que en "Modo Manual" trabaje solamente una rueda hasta la tercera posición, se debe esperar que esta llegue a su fin, en caso de ingresar otra orden al sistema, este dejará de funcionar y será necesario reiniciarlo, se estima que el tiempo promedio en que realiza el actuador el trabajo oscila entre 10 y 20 segundos, esto se debe a que la presión no va a ser constante, y cuando la presión descienda el tiempo de respuesta aumentará.
- La velocidad de trabajo del actuador es independiente del peso que este levante, pero es proporcional a la presión con la que se encuentre trabajando.
- El sistema electrónico que gobierna la maqueta es un PLC, mismo que para su operación necesita de 220 V.

XI. CONCLUSIONES.

- Se diseñó un banco de pruebas controlado electrónicamente, para el laboratorio de Mecánica de Patio de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga.

- Se construyó un banco de pruebas de suspensión neumática controlada electrónicamente, para el laboratorio de Mecánica de Patio de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga.
- Se diseñó la estructura del banco de suspensión neumática, utilizando Solid Works
- Se construyó la estructura del banco de pruebas de suspensión neumática, utilizando un perfil de acero ASTM A36 (50 x 50), de 3mm de espesor.
- Se adaptaron varios elementos al sistema de suspensión neumático, entre ellos: electroválvulas y actuadores neumáticos.
- Se ensambló el circuito electrónico de la unidad de mando de la suspensión neumática, para lo cual se utilizaron finales de carrera normalmente abiertos, que son los encargados de censar la posición de los actuadores neumáticos.
- Se implementó el módulo de control electrónico en el banco de pruebas de suspensión neumática, el mismo fue implementado con un PLC de la marca Xinje.
- Se comprobó la funcionalidad del banco de pruebas de suspensión neumática, realizando varias pruebas al mismo para verificar su correcto funcionamiento.
- Para que el sistema neumático pueda desempeñarse de la manera correcta es

necesario tener presión constante en el sistema de alimentación de aire, ya que al descender esta presión el recorrido del actuador (pulmón de aire) se verá afectado y de igual manera lo hará su velocidad de reacción.

BIBLIOGRAFÍA.

1. SANTANDER RUEDA, J. (2012). "Técnico en Mecánica y Electrónica Automotriz". (7ª. Ed.) Colombia: Diseli,
2. GIL MARTINEZ, H. (2011), "Manual Práctico del Automóvil: Reparación y Mantenimiento". (5ª. Ed) España: Cultural S.A,
3. HERMÓGENES GIL, J. (2013), "Manual Práctico del Automóvil". (5ª. Ed) España: Cultural S.A.
4. ROLDÁN VILORIA, J. (2013), "Neumática, hidráulica y electricidad aplicada", (3ª. Ed.) España; Editorial Acuarium.
5. ALONSO, J.M., (2012) "Circuito de Fluidos y Suspensión y Dirección", (2ª. Ed), España: Editorial Paraninfo.
6. Narváez, Julio. (2011). Construcción e implementación de un sistema de suspensión neumática inteligente en un vehículo tipo automóvil Mazda 323. Tesis de Ingeniería Automotriz, Epoch, Riobamba.

BIOGRAFÍA



José Beltrán, nació en Imbabura, Ecuador. Es Estudiante de la Carrera de Ingeniería Automotriz, cursa el noveno nivel, bachiller en Mecánica Automotriz en el Instituto Tecnológico Superior Central Técnico



Ricardo Fernández Pallo, nació en Quito, Ecuador. Bachiller Técnico en Mecánica Automotriz en "Instituto Tecnológico Superior Central Técnico 2008". Actualmente Estudiante de la Carrera de Ingeniería Automotriz en Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE". Latacunga, Ecuador.