

# Diseño y Construcción de un Control Eléctrico Electrónico para una Rectificadora de Blocks de Cilindros

Luis Alberto Tutivén Izquierdo  
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación  
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)  
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral  
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador  
Luis91ec@yahoo.com

## Resumen

*El presente trabajo, se refiere al diseño y construcción de un sistema de control para una máquina oleo hidráulica, pulidora de cilindros de block (para motores a combustión). Esta máquina estaba sin operar por falta de una tarjeta electrónica de control. Dicho control manejaba, manual y automáticamente, los movimientos de rotación y desplazamiento vertical de un cabezal porta-herramienta (piedra pulidora). La empresa necesitaba que esta máquina funcione porque era la única pulidora automática que tenía, y respecto a las controladas manualmente, la automática trabajaba más rápido. Para poner operativa la máquina fue necesario realizar otro circuito de control basado en un nuevo diseño compatible con los elementos originales. Finalmente se obtuvo un nuevo sistema de control, una tarjeta que manejaba tres solenoides (válvulas hidráulicas), con este control se puso operativa la herramienta y consecuentemente la empresa pudo mejorar los tiempos de entrega de sus productos.*

*Palabras Claves: Control, rectificadora, pulidora, blocks de cilindros.*

## Abstract

*The present paper refers to the design and construction of a control system for a hydraulic machine for polishing cylinder's blocks (for combustion motors). This machine was not operating due to the loss of the controller board, this control used to provide manual and automatic drives, rotary motions and vertical displacement of a head tool holder (polishing stone). The company needed this machine because it was the only automatic polishing machine that the workshop had and in comparison to the machines controlled manually, the automatic machine is faster. In order to fix this machine, it was necessary to redesign another control circuit based on a new design compatible with original elements. Finally a new control system was obtained, one board drives three solenoids (hydraulic valves) and with this control, the tool was operative and consequently the company could improve delivering time of its products.*

*Key words: Control, rectifying machine, polishing machine, cylinder's blocks.*

## 1. Introducción

La máquina pulidora AMC SCHOU modelo 260 serie 118 es una de las herramientas más importante para la empresa RECTIGAMOS S. A., dedicada principalmente al servicio de rectificación de motores a combustión. Es una máquina, figura 1, con sistema oleo hidráulico [1] que pule los cilindros de los blocks de los motores por medio de dos movimientos fundamentales, desplazamiento vertical y rotación.

El proyecto descrito aquí, tuvo como objetivo la rehabilitación de ésta máquina pulidora que estuvo paralizada por falta de su tarjeta electrónica de control. Tarjeta que manejaba dos electroválvulas hidráulicas y controlaba los dos movimientos de la máquina. Para la empresa era necesario y urgente rehabilitar esta

máquina, aunque contaba con otras máquinas pulidoras, la referida aquí, es automática y con velocidades mayores a las otras, por tanto ahorra mucho tiempo al cumplir las tareas de pulido. Para conseguir ese objetivo fue necesario diseñar un nuevo sistema de control basado en una nueva tarjeta electrónica que manejaría las electroválvulas y que se acoplara a los elementos ya existentes.

## 2. Solución Implementada

La solución, más ajustada a lo existente y económica, fue realizar un control electrónico para manejar los solenoides de las electroválvulas acopladas a un control eléctrico que manejaría los motores.



**Figura 1.** Máquina pulidora de cilindros

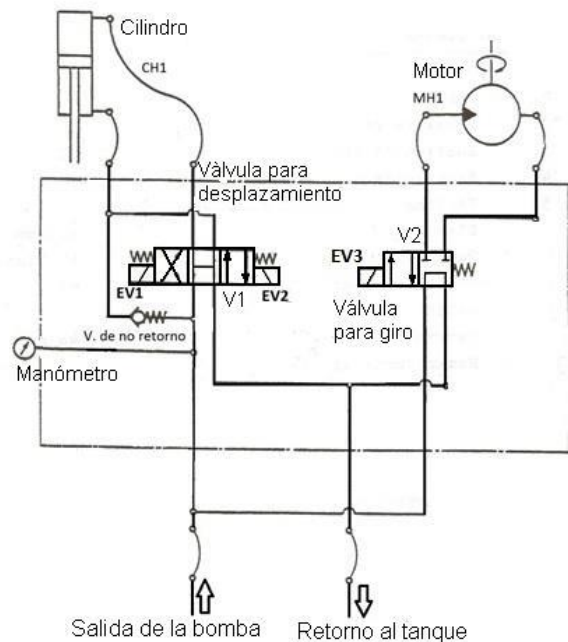
La tabla 1 muestra los datos principales de los motores y electroválvulas que fueron controlados, datos tomados de placa de los motores y del fabricante de las válvulas. [2].

**Tabla 1.** Datos principales de los motores y válvulas controladas

| Elemento                        | Voltaje | Fase | Potencia |
|---------------------------------|---------|------|----------|
| Motor Principal                 | 220     | 3    | 30KW     |
| Motor Bomba de aceite de pulido | 220     | 3    | 0,7KW    |
| Electro válvula 4/3             | 24      | DC   | 30W      |
| Electro válvula 4/2             | 24      | DC   | 30W      |

### 2.1. El sistema hidráulico de la máquina.

La figura 2 muestra un diagrama básico del sistema hidráulico. La electroválvula [3] V1 (4/3 vías) que gobierna al cilindro hidráulico, y la electroválvula V2 (4/2 vías) que controla al motor hidráulico son las que se manejarán con la tarjeta electrónica de control diseñada. En la posición de reposo (tal como muestra el diagrama) las válvulas V1 y V2 permiten que el flujo que envía la bomba retorne al tanque T. Con las válvulas en reposo, el cilindro y el motor hidráulico permanecen detenidos porque ambas válvulas están cerradas al flujo del aceite hidráulico.



**Figura 2.** Diagrama hidráulico básico.

Después de arrancar el motor, ambas válvulas están en reposo y sus entradas están conectadas a los retornos, el flujo continúa por el retorno y llega al tanque. Al activarse el solenoide EV1 el flujo, que envía la bomba (P), se dirige a la entrada baja del cilindro de doble efecto y el flujo de retorno (T) se dirige a la entrada superior del cilindro; haciendo que el pistón suba. Cuando se activa el solenoide EV2 el flujo que envía la bomba es dirigido a la entrada superior del cilindro y el retorno se conecta a la entrada baja del cilindro; haciendo que el pistón baje. La activación del solenoide EV3, conecta el motor hidráulico a las líneas de flujo y retorno, permitiéndole girar.

### 2.2 Los sensores de límite del sistema

El sistema usa 2 sensores inductivos [4] para el ajuste del desplazamiento vertical que realiza el cabezal portaherramientas. También usa 1 interruptor de fin de carrera que se usa por seguridad deteniendo la máquina cuando el desplazamiento hacia abajo o arriba es excesivo (el cabezal no debe golpear sobre el block del motor). La figura 3 muestra la disposición en que se encuentran los 3 dispositivos de límite. Una leva mantiene activado los dos sensores (sus salidas se ponen a 12V) cuando el cabezal se encuentra entre los dos límites ajustados. La disposición de la leva en la figura 3 es de haber pasado el límite superior y por tanto el sensor B1 está abierto. El movimiento vertical del eje se traduce en un movimiento de la leva de izquierda a derecha y viceversa. Cuando la leva empieza a girar hacia la izquierda, es indicación de que el eje está bajando, si baja demasiado alcanzará al fin

de carrera que apagará la máquina. Si la leva gira a la derecha, es indicación de que el cabezal está subiendo.

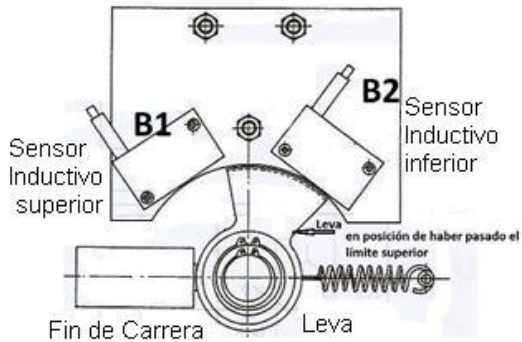


Figura 3. Los sensores inductivos.

### 2.3. El circuito electrónico

El sistema diseñado de control electrónico se muestra en la figura 4. El circuito se alimenta con 24VDC que le llega a través del terminal J1 para después regularlo a 12V con el IC6. En J2 se conectan los dos sensores inductivos (S1 límite superior, S2 límite inferior). En J3 llegan los pulsadores de subida manual, bajada manual, giro manual y el contacto que inicia el funcionamiento automático. En J4 se conectan los 3 solenoides de las válvulas.

El funcionamiento automático se inicia al llegar 24V en el terminal J34 (pin 4 del conector J3), pin que se conecta al regulador IC4 que alimenta al circuito automático (IC1 e IC2). El C1 hace que inicialmente la puerta C del IC1 ponga nivel bajo en su salida, produciendo que en la salida de la puerta B, del mismo IC, se encuentre a bajo nivel de voltaje, por lo cual el Q2 está en corte (EV2 apagada). Si el cabezal quedó entre los dos límites, las entradas de la puerta A del IC1 están en alto por lo que el Q1 está saturado y el solenoide EV1 activa la válvula para subir el pistón hasta que llega al límite superior ajustado; esto pone en nivel bajo la entrada respectiva de la puerta A del IC1 (pin 1), con lo que su salida se pone en bajo y la entrada (pin5) de la puerta B del IC1 se pone en alto por lo que en su salida hay 12V que satura al transistor Q2 que a su vez activa al solenoide EV2 que baja al pistón hasta que el sensor inductivo se abra y se repita el ciclo. Para detener el proceso se debe liberar el contacto "automático" conectado al pin 4 del J3, (se verá más adelante). El giro actúa automáticamente siempre que el cabezal esté desplazándose, lo hace el Q3 a través de los diodos D7 y D18.

En operación manual, básicamente, se necesita de dos puertas AND del IC5 donde sus salidas se ponen en alto siempre que sus entradas estén en alto y sucede cuando el cabezal está entre los dos límites y que se haya presionado el pulsador respectivo (de subida o bajada).

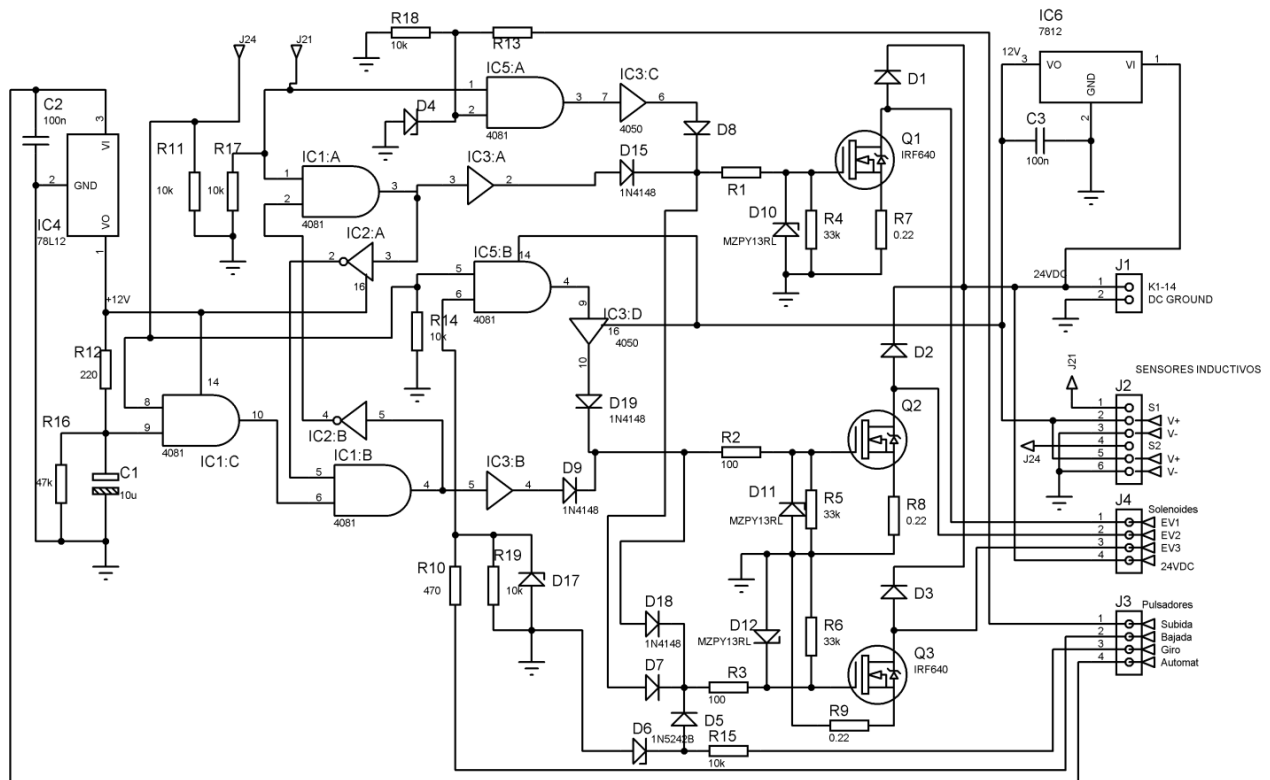


Figura 4. Esquema del circuito electrónico de control

## 2.4. El circuito de control eléctrico.

El circuito eléctrico del sistema se muestra en las figuras 5 y 6. Una vez que se acciona el breaker principal, se obtienen los 24VDC que alimentan al sistema. En la figura 5, el interruptor de “paro de emergencia” (SE), el de “paro de la máquina” (S1) y el “fin carrera” (SF) permiten que al pulsar “marcha” (S2) se energice la bobina del relay K1 y lo deje enclavado. En la figura 6, un contacto del K1 se cierra y activa la bobina del contactor KM1 y al temporizador T, cuyo contacto normalmente cerrado activa la bobina del contactor KM3, y energiza al motor en configuración “Y” produciéndose el arranque del motor principal en esta configuración. Luego de pasado 2 segundos, el temporizador cambia de estado

y su contacto activa la bobina del KM2 que conecta al motor en configuración delta ( $\Delta$ ), en cuya configuración queda trabajando (la bomba hidráulica opera). Observar que la bomba eléctrica del líquido de pulido puede ser accionada manualmente presionando el S8 o cuando se cierra el contacto del K2 que es el relay de funcionamiento automático.

La operación manual, figura 5, se inicia con solo presionar cualquiera de los pulsadores S5, S6, o S7 según se quiera subir, bajar o girar respectivamente el cabezal. El funcionamiento automático se inicia presionando el pulsador S4 que energiza al relay K2 que se enclava, lo que energiza a la sección automática de la tarjeta electrónica, operando indefinidamente (movimientos de desplazamiento y rotación) hasta que se presione el S3 que detiene la máquina.

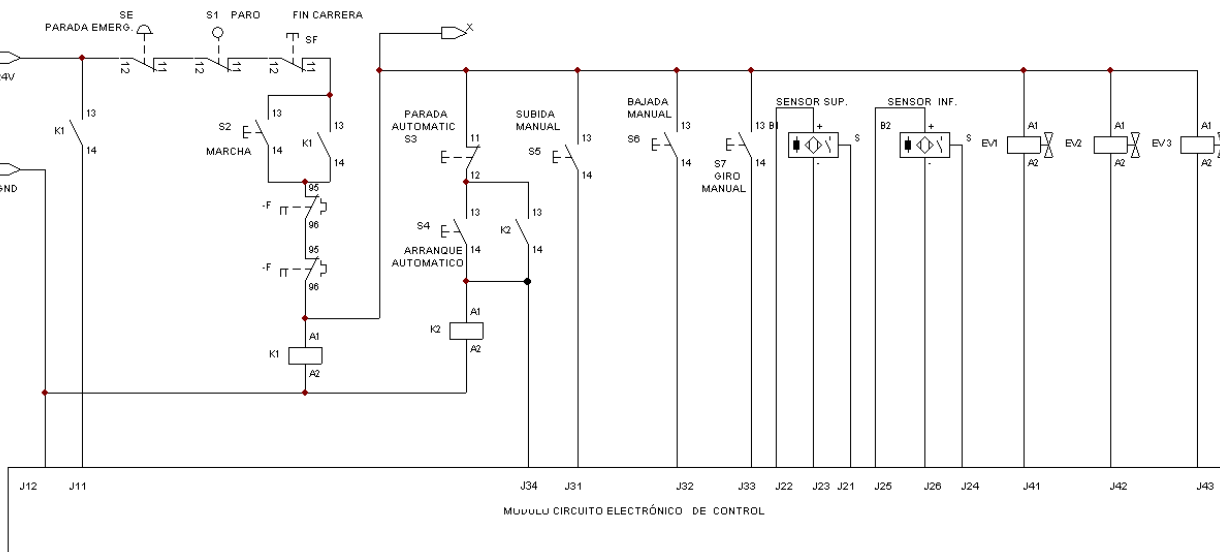


Figura 5. Circuito de Control Principal

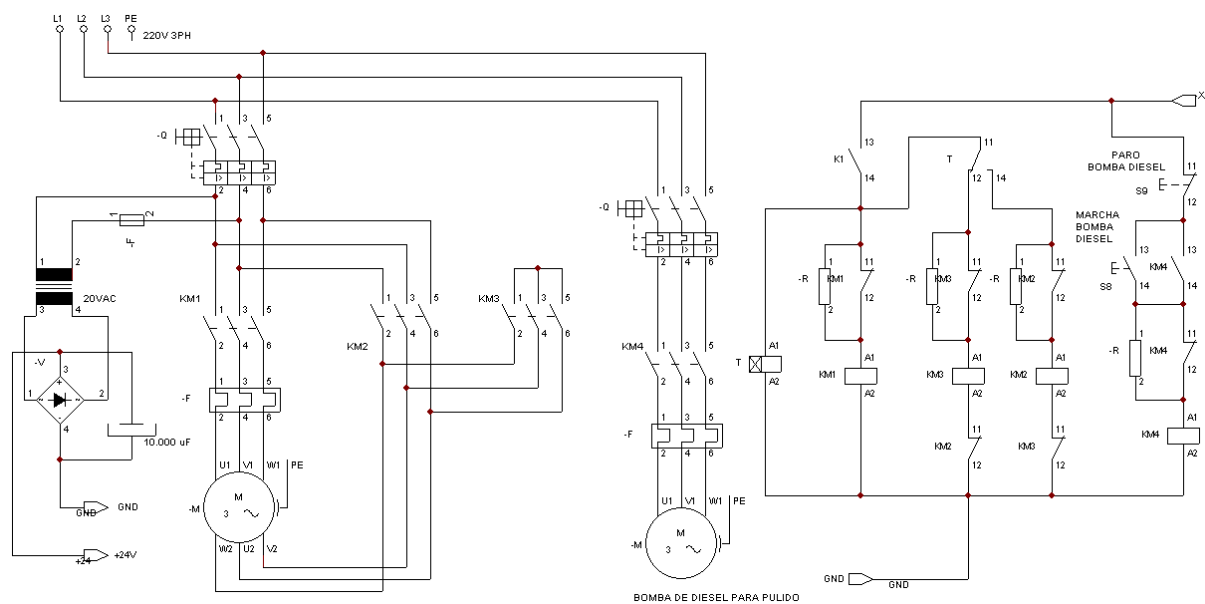


Figura 6. Circuito de Fuerza y Control

### 3. Los Resultados

Luego del montaje final de las partes eléctrica y de la tarjeta electrónica de control, todo trabajó muy bien dando solución al problema que tenía esta máquina, rehabilitándola para mejorar el servicio que prestaba la empresa. Los valores de corriente de los motores y solenoides de las válvulas están de acuerdo a los valores de los fabricantes.

#### 3.1. La placa de circuito impreso.

La placa para el sistema de control electrónico se la realizó usando el software de diseño electrónico "Proteus". La placa tiene un área de 80mm X 150mm, medida que tiene la base donde iba la tarjeta original ya que en la misma base se va a montar el nuevo diseño. En la figura 7 se muestran gráficas de la tarjeta electrónica. En la tabla 2 se muestra la lista de los componentes utilizados en la tarjeta electrónica

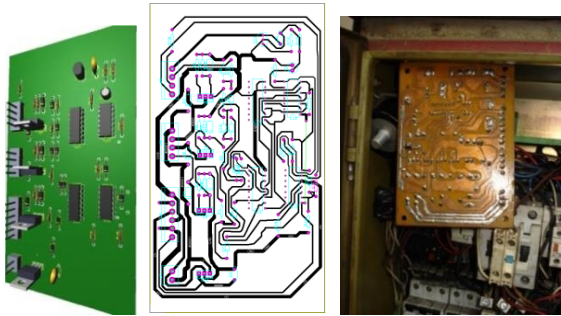


Figura 7. Placa del circuito electrónico

Tabla 2. Lista de componentes

| Cant. | Referencia           | Valor       |
|-------|----------------------|-------------|
| 1     | C1                   | 10uF, 25V   |
| 2     | C2,C3                | 100nF, 50V  |
| 3     | D1,D2,D3             | 1N4007      |
| 3     | D4,D6,D17            | 1N5242B     |
| 7     | D5,D7-D9,D15,D18,D19 | 1N4148      |
| 3     | D10,D11,D2           | MZPY13RL    |
| 2     | IC1,IC5              | CD4081      |
| 1     | IC2                  | CD4049      |
| 1     | IC3                  | CD4050      |
| 1     | IC4                  | LM78L12     |
| 1     | IC6                  | LM7812      |
| 3     | Q1,Q2,Q3             | IRF640      |
| 3     | R1,R2,R3             | 100Ω, 1/2W  |
| 3     | R4,R5,R6             | 33kΩ, 1/4W  |
| 3     | R7,R8,R9             | 0.22Ω, 1/2W |
| 2     | R10,R13              | 470Ω, 1/2W  |
| 6     | R11,R14,R15,R17-R19  | 10KΩ, 1/4W  |
| 1     | R12                  | 220Ω, 1/2W  |
| 1     | R16                  | 47KΩ, 1/4W  |

#### 3.2 El circuito eléctrico de control

El sistema eléctrico de control en conjunto se muestra en la figura 8. Los contactores, guarda motores, relés térmicos y fuente 24VDC no se desmontaron. El cableado se revisó y a partir del original se empezó a realizar las modificaciones para armar el nuevo sistema de control.

Para el circuito eléctrico se necesitó adquirir los dos relays K1 y K2 con bobinas de 24 VDC y los pulsadores a excepción del pulsador de paro de emergencia tipo hongo que estaba en excelente condición.

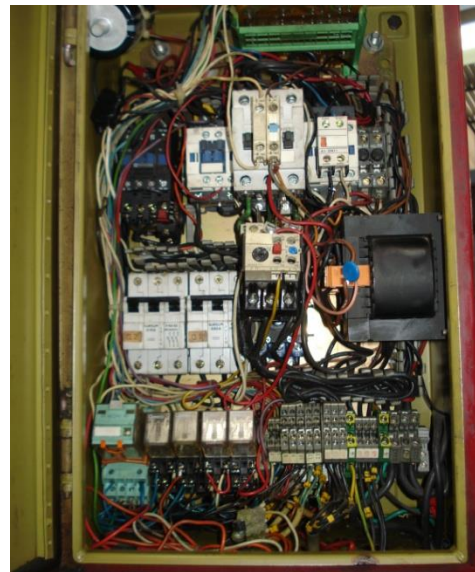


Figura 8. Panel de Control Eléctrico



Figura 9. Panel frontal con los pulsadores



## Conclusiones y Recomendaciones

### Conclusiones

1. Con el nuevo sistema de control diseñado y montado, la máquina nuevamente estuvo operativa, significando para la empresa mejorar los tiempos de entrega de las obras, y recuperar su buen servicio.

2. El proyecto que se realizó ha contribuido grandemente a identificar y resaltar los puntos que hay que considerar para llevar a cabo una implementación exitosa de los sistemas de control.

3. Uno de los puntos más importantes en la elaboración del proyecto fue la planeación de lo que se quiso realizar y qué se esperaba obtener, así se desarrolló una evaluación de las posibles alternativas y de los posibles caminos para realizar la implementación.

4. Estos tipos de proyectos son acertados en tiempos difíciles en la economía de una empresa, ofreciéndole una alternativa más austera.

### Recomendaciones

1. Es importante adiestrar a los operadores de la máquina, no solo para que se haga un buen uso de ella, sino también en el mantenimiento básico de la herramienta.

2. Se recomienda que periódicamente se realicen mantenimientos preventivos, especialmente del sistema hidráulico que empieza a tener leves fugas de aceite.

3. Se recomienda contratar un servicio que haga el levantamiento del diagrama hidráulico detallado para futuras referencias.

### Bibliografía

[1] Shipren S. A. Manual Básico de Oleo-hidráulica. [http://www.sohipren.com/imagenes/pdf1/Manual\\_Basico\\_de\\_Oleohidraulica.pdf](http://www.sohipren.com/imagenes/pdf1/Manual_Basico_de_Oleohidraulica.pdf) Diciembre 20 de 2014

[2] Parker Hannifin Corporation Valve Division <http://www.parker.com/hydraulicvalve>, Diciembre 20 de 2014

[3] Parker Hannifin Corporation Parker Series D3W, Technical information <http://www.parker.com/hydraulicvalve>, Diciembre 20 de 2014

[4] Bernstein Company <http://www.bernstein.eu/en/products/sensor-systems/inductive-sensors/> Enero 20 de 2015.