

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA INTERFAZ PARA MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO Y CHEQUEO PRE OPERACIONAL DE LA HERRAMIENTA DE  
REGISTROS ICT (*INSITE CALIPER TOOL*) PARA HALLIBURTON**

**JORGE MARIO DÍAZ PINILLA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES  
BUCARAMANGA**

**2013**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA INTERFAZ PARA MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO Y CHEQUEO PRE OPERACIONAL DE LA HERRAMIENTA DE  
REGISTROS ICT (*INSITE CALIPER TOOL*) PARA HALLIBURTON**

**JORGE MARIO DÍAZ PINILLA**

**Trabajo para el título de  
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**Director**

**ING. ALFREDO RAFAEL ACEVEDO P.  
UIS**

**Codirector**

**ING. MIGUEL ANGEL BARRERA CONTRERAS  
HALLIBURTON**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES  
BUCARAMANGA**

**2013**

## CONTENIDO|

Pág.

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>14</b>
<b>1. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>15</b>
1.1 ICT ( <i>INSITE CALIPER TOOL</i> ).....	15
1.2 MANTENIMIENTO.....	15
1.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	15
1.4 CHEQUEO PRE-OPERACIONAL .....	16
1.5 <i>CALIPER BOX</i> .....	16
1.6 <i>SONDA</i> .....	16
1.8 <i>POWER SUPPLY</i> .....	16
1.9 <i>UPPER</i> .....	17
1.10 <i>LOWER</i> .....	17
1.11 <i>INSITE</i> .....	17
<b>2. ICT (<i>INSITE CALIPER TOOL</i>)</b> .....	<b>18</b>
2.1 <i>CONECTORES</i> .....	19
2.2 <i>SONDA</i> .....	20
2.2.1 Conector de la sonda.....	22
2.3 <i>INSTRUMENT</i> .....	22
2.3.1 <i>INC-TP1</i> .....	23
2.3.2 <i>MAU</i> .....	24
2.3.3 <i>Energy storage module</i> .....	24
2.3.4 <i>Motor control Board</i> .....	24
2.3.5 <i>Power Supply +5 -5 [V]</i> .....	24
2.3.6 <i>Power Sensor Board</i> .....	25
2.3.7 Conector de la <i>Instrument</i> .....	25
2.4 <i>SISTEMA DE SUPERFICIE</i> .....	25
<b>3. ESPECIFICACIONES PARA EL DISEÑO DEL DISPOSITIVO</b> .....	<b>28</b>
3.1 <i>MOTOR</i> .....	29
3.2 <i>VÁLVULA SOLENOIDE</i> .....	31
3.3 <i>POTENCIÓMETROS</i> .....	32

3.4 ESPECIFICACIONES DEL DISPOSITIVO .....	35
<b>4. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN .....</b>	<b>37</b>
4.1 DISEÑO DISCRETO.....	37
4.1.1 El motor.....	38
4.1.2 Válvulas y potenciómetros .....	39
4.2 IMPLEMENTACIÓN POR MÓDULOS.....	41
4.2.1 Motor.....	41
4.2.2 Válvulas y potenciómetros. ....	43
4.3 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA .....	45
4.4 SELECCIÓN DE MÓDULOS .....	46
4.4.1 Señal Trifásica. ....	46
4.4.2 Señal de voltaje de alimentación para el motor. ....	47
4.4.3 Señal de voltaje de alimentación para la Tarjeta KOFORD .....	50
4.4.4 Señal de Voltaje de alimentación para las Válvulas solenoides y potenciómetros .....	51
<b>5. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA .....</b>	<b>55</b>
5.1 ESQUEMÁTICO DEL SISTEMA.....	55
5.2 COMPONENTES DE LA “CALIPER BOX” .....	56
5.2.1 Medidores .....	57
5.2.1.1 Medidores de Voltaje DC. ....	57
5.2.1.2 Medidor de Voltaje AC .....	57
5.2.1.3 Medidor de Corriente DC. ....	58
5.2.2 Conectores.....	59
5.2.2.1 Conector de entrada AC. ....	59
5.2.2.2 Conector de Salida. ....	59
5.2.2.3 Conector para la herramienta ICT.....	60
5.2.2.4 Cable de conexión .....	61
5.2.3 Interruptores.....	62
5.2.4 Protecciones .....	63
5.3 FABRICACIÓN DEL SISTEMA.....	64

<b>6. RUTINA PARA REALIZAR EL MANTENIMIENTO DE LA HERRAMIENTA ICT.....</b>	<b>69</b>
CONCLUSIONES .....	73
OBSERVACIONES.....	75
RECOMENDACIONES.....	76
BIBLIOGRAFÍA.....	77
ANEXOS.....	78

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. ICT .....	18
Figura 2. Conectores Del ICT .....	19
Figura 3. Mapa Del Sistema Hidráulico De La Sonda .....	21
Figura 4. Conectores De La Sección Sonda .....	22
Figura 5. Esquemático De la Sección Instrument .....	23
Figura 6. Conectores De La Sección Electrónica.....	25
Figura 7. Diagrama De Bloques Del Sistema INSITE .....	27
Figura 8. Esquema General Para El Sistema “Caliper Box” .....	36
Figura 9. Esquema Para Primera Señal Fuente: "Autor" .....	39
Figura 10. Esquema General Para Implementación De Diseño Discreto .....	40
Figura 11. Imagen De La Tarjeta KOFORD BLDC004HV .....	47
Figura 12. Imagen De La Fuente NES 150-48.....	49
Figura 13. Imagen Fuente ACA107 .....	51
Figura 14. Imagen Fuente PT 45C.....	54
Figura 15. Esquemático De Conexión Del Sistema “ <i>Caliper box</i> ” .....	55
Figura 16. Medidor De Voltaje DC .....	57
Figura 17. Medidor De Voltaje AC .....	58
Figura 18. Medidor De Corriente DC .....	58
Figura 19 Conector AC .....	59
Figura 20. Conector De Salida “Caliper Box” .....	59
Figura 21. Conector Hembra 18 Pines.....	59
Figura 22. Conector <i>Upper Cable</i> .....	60
Figura 23. Vista Lateral Conector <i>Upper Cable</i> .....	60
Figura 24. Cable De Conexión.....	61
Figura 25. Interruptor AC .....	62
Figura 26. Interruptor Motor y Válvulas.....	63

Figura 27. Fusibles De Protección .....	64
Figura 28. Diseño De Panel Frontal.....	65
Figura 29. Ensamble De Módulos a La Base De Acrílico .....	66
Figura 30. Módulos y Panel Frontal .....	67
Figura 31. Panel Frontal “ <i>Caliper Box</i> ”.....	67
Figura 32. “ <i>Caliper Box</i> ” Final .....	68

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Dimensiones y Especificaciones Del ICT .....	19
Tabla 2. Módulos del Sistema INSITE .....	26
Tabla 3. Especificaciones Del Motor AC .....	30
Tabla 4. Especificaciones De Las Válvulas Solenoides .....	31
Tabla 5. Especificaciones De Los Potenciómetros .....	32
Tabla 6. Ley de OHM y Fórmula de potencia .....	33
Tabla 7. Cálculo De Potencias Para Diferentes Alimentaciones y $R=300 \Omega$ .....	33
Tabla 8. Cálculo De Potencias Para Diferentes Alimentaciones y $R= 1400 \Omega$ .....	33
Tabla 9. Potencias y Corrientes Máximas y Mínimas Para Diferentes Alimentaciones.....	34
Tabla 10. Especificaciones Generales Para El Sistema .....	35
Tabla 11. Características De La Tarjeta KOFORD .....	42
Tabla 12. Señales De Voltaje .....	44
Tabla 13. Ventajas y Desventajas De Las Alternativas .....	45
Tabla 14. Especificaciones De La Tarjeta KOFORD .....	47
Tabla 15. Especificaciones Fuente de poder 48[VDC] .....	48
Tabla 16. Relación De Fuentes de poder De 48 [VDC] .....	48
Tabla 17. Especificaciones De La Fuente NES 150-48 .....	50
Tabla 18. Voltaje y Corriente Para La Tarjeta KOFORD .....	50
Tabla 19. Características De La Fuente ACA107 .....	51
Tabla 20 Especificaciones De Las Válvulas Solenoides .....	52
Tabla 21 Especificaciones Del Potenciómetro .....	52
Tabla 22. Relación De Fuentes De 15 [VDC] .....	53
Tabla 23. Especificaciones De La Fuente PT 45C .....	54
Tabla 24. Asignación De Pines Del Cable .....	62

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
<b>ANEXO A ESPECIFICACIONES DE LOS ELEMENTOS DE LA SONDA .....</b>	<b>78</b>
ANEXO A 1 POTENCIÓMENTRO .....	78
ANEXO A 2 MOTOR .....	79
ANEXO A 3 VÁLVULAS SOLENOIDES.....	80
ANEXO A 4 PLANO HIDRÁULICO .....	82
ANEXO A 5 ESQUEMATICO DE CONEXIÓN DEL DISPOSITIVO. ....	83
<b>ANEXO B HOJAS DE DATOS.....</b>	<b>84</b>
ANEXO B 1 NES 150-48.....	84
ANEXO B 2 PT 45C.....	85
ANEXO B 3 ACA107.....	86
ANEXO B 4 KOFORD BLDC004HV .....	88

## RESUMEN

**TITULO:** DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA INTERFAZ DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CHEQUEO PRE OPERACIONAL DE LA HERRAMIENTA DE REGISTROS ICT (*INSITE CALIPER TOOL*) PARA HALLIBURTON.\*

**AUTOR:** JORGE MARIO DIAZ PINILLA\*\*

**Palabras claves:** ICT, Sonda, Diámetro, Mantenimiento.

### **Descripción:**

Este trabajo es un recorrido por las etapas para diseñar e implementar un sistema electrónico que permita realizar el mantenimiento preventivo y chequeo pre operacional de la herramienta ICT (*Insite Caliper Tool*) de la empresa HALLIBURTON.

La primera etapa del trabajo consiste en realizar un estudio del funcionamiento de la herramienta para identificar los componentes que actúan en la operación de la herramienta ICT, para luego entrar en la etapa de diseñar e implementar el sistema mantenimiento de acuerdo a todas las especificaciones técnicas con las que opera normalmente la herramienta ICT, la cual incluía seleccionar los dispositivos más adecuados para recrear las señales, tanto de voltaje como de corriente necesarias para lograr que el ICT abriera y cerrara sus Brazos, y con esto poder realizarle un mantenimiento adecuado a la herramienta ICT.

La etapa final del trabajo presenta un manual de operación del sistema de mantenimiento, con el fin que el operador del mismo pueda identificar las instrucciones a seguir para realizar las labores de mantenimiento preventivo y chequeo pre-operacional de la herramienta ICT.

El implementar este dispositivo, le brindará una nueva herramienta de trabajo a la línea de operación **WIRELINE AND PERFORATING**, en especial para el laboratorio de electrónica en el taller de mantenimiento, debido a que no cuentan con un dispositivo de este tipo y los procedimientos realizados anteriormente requerían de un arduo trabajo de personal y recursos. Además de mejorar el procedimiento para el mantenimiento, también reducirá de manera sustancial el tiempo invertido para realizar cada uno de estos procesos.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Director: Ing. Alfredo Rafael Acevedo P.

## ABSTRACT

**TITLE:** DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A PREVENTIVE MAINTENANCE AND PRE OPERATIONAL CHECKS INTERFACE OF LOGGING TOOL ICT (INSITE CALIPER TOOL) FOR HALLIBURTON\*

**AUTHOR:** JORGE MARIO DIAZ PINILLA\*\*

**KEYWORDS:** ICT, Sonde, Diameter, Maintenance.

**Description:**

This work is a journey through the steps to design and implement an electronic system to perform preventive maintenance and pre-operational check of the ICT tool (Insite Caliper Tool) HALLIBURTON Company.

The first stage of the work consisted of a study of the operation of the tool to identify components that act in the ICT tool operation, then enter the stage of designing and implementing the system maintained according to all technical specifications commonly operate the ICT tool, which included selecting the most suitable devices to recreate the signals, both voltage and current required to achieve the ICT open and close their arms, and with this we can issue properly maintain the tool ICT.

The final stage of the paper presents a system manual maintenance operation, so that the operator can identify the same instructions to follow to perform preventive maintenance and pre-operational check of the ICT tool.

The implementation of this device, gives you a new tool to the operating line WIRELINE AND PERFORATING, especially for the electronics lab in the maintenance shop, because they do not have a device of this type and the procedures performed previously required hard work of staff and resources. Besides improving the maintenance process, also substantially reduce the time taken to perform each of these processes.

---

\* Degree Work

\*\* School of Physics and Mechanical Engineering. School of Electrical, Electronic and Telecommunications. Director: Ing. Alfredo Rafael Acevedo P.

## INTRODUCCIÓN

HALLIBURTON es una empresa multinacional extranjera, proveedora y productora de servicios para la industria energética. En Colombia la compañía presta servicios a la industria del petróleo y el gas, en esta actividad se usan herramientas de alta tecnología para poder obtener la mayoría de las variables físicas y geológicas necesarias para desarrollar los perfiles de evaluación y monitoreo de los pozos, esas herramientas con el uso y el tiempo necesitan de un mantenimiento tanto preventivo como correctivo para evitar que se presenten fallas de funcionamiento en el momento de la operación.

En la actualidad algunos de esos procesos no tienen las acciones necesarias para poder verificar el estado y el correcto funcionamiento de las herramientas de registros eléctricos (WP), este es el caso de la herramienta ICT (*Insite Caliper Tool*), una herramienta que contiene 6 brazos que se extienden hasta las paredes del pozo de tal manera que se puede tomar el diámetro del mismo a través del desplazamiento de la herramienta por el pozo. El ICT no posee un dispositivo que en superficie permita verificar a tiempo el correcto funcionamiento de los brazos, de aquí parte la necesidad este proyecto y es vital poder implementar un sistema que ayude al mantenimiento preventivo y chequeo pre operacional de la herramienta. Un dispositivo que sea sencillo, de fácil manejo y que permita a los técnicos e ingenieros detectar alguna falla importante antes que la herramienta sea utilizada y que pueda poner en riesgo el funcionamiento de la misma y por ende el trabajo realizado en el pozo.

En este trabajo se realizó un recorrido por el estudio de la herramienta ICT, explicando su funcionamiento y sus componentes, para luego pasar por la evaluación de las posibles alternativas de solución en el desarrollo del sistema y terminar con la implementación del mismo.

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1 ICT (*INSITE CALIPER TOOL*)

Es una herramienta de registros eléctricos encargada de realizar la medida del diámetro del pozo de perforación. “La herramienta comprende de seis brazos metálicos altamente sensibles y totalmente independientes, y es capaz de registrar datos de alta resolución del pozo con una precisión de 0,1 pulgadas. El ICT revela los detalles de las dimensiones, defectos, deslaves y condiciones del pozo, proporciona caracterización muy precisa del tamaño del pozo y la forma, por lo que es una excelente herramienta para el análisis del campo pozo”. [1]

### 1.2 MANTENIMIENTO

El mantenimiento puede definirse como el conjunto de acciones que se realizan a una herramienta o sistema para reparar o evitar daños en sus partes, debido al uso y así lograr que dichos elementos cumplan exitosamente con las funciones para las cuales fueron diseñados.

### 1.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Es un mantenimiento en el cual se hace una revisión del funcionamiento eléctrico y mecánico de la herramienta con la que se pretende encontrar posibles fallas previas a la operación. En HALLIBURTON este tipo de mantenimiento es llamado **PM1** y es la primera acción que implementan luego de recibir una herramienta que estuvo en operación.

#### **1.4 CHEQUEO PRE-OPERACIONAL**

Revisión previa a la operación, realizada por el ingeniero de campo encargado de manipular las herramientas en el pozo, con el fin de ultimar detalles del funcionamiento de las herramientas como por ejemplo: Calibrar sus sensores antes de entrar en operación.

#### **1.5 CALIPER BOX**

Dispositivo que en el desarrollo de este trabajo se pretende crear brindando a HALLIBURTON una nueva herramienta para el mantenimiento preventivo y chequeo pre- operacional del ICT.

#### **1.6 SONDA**

Sección electro-mecánica o hidráulica de la herramienta, en la cual se hacen todas las medidas de las variables físicas o geológicas para las cuales la herramienta está diseñada.

#### **1.7 INSTRUMENT**

Sección en donde se encuentra toda la electrónica necesaria para que la sonda pueda funcionar.

#### **1.8 POWER SUPPLY**

Dispositivo electrónico que se encarga de suministrar energía eléctrica a una carga específica. Para el desarrollo de este trabajo se utilizarán fuentes de voltaje que conviertan voltaje AC en voltaje DC.

### **1.9 UPPER**

Nombre que se le da a la ubicación superior de las herramientas de registros eléctricos y lugar por donde se conectan con la herramienta que se ubica arriba de ella en la línea de registro. El conector en la mayoría de las herramientas es tipo hembra.

### **1.10 LOWER**

Sección inferior de la herramienta, lugar por donde se logra conectar las herramientas que se encuentran debajo. El tipo de conector es de pines macho.

### **1.11 INSITE**

Se denomina INSITE al sistema de adquisición de datos en superficie y al protocolo de comunicación que utilizan las herramientas de registros eléctricos para transmitir y recibir los datos. El medio para transmitir estas comunicaciones es a través de un cable coaxial blindado.

## 2. ICT (*INSITE CALIPER TOOL*)

El ICT (*Insite Caliper Tool*) es una herramienta electromecánica que posee 6 brazos metálicos con los cuales se realiza la medida del diámetro del pozo abierto de perforación. Cada brazo toma una medida independiente con un rango de amplitud entre 4 y 24 pulgadas. Ver Figura 1. Las especificaciones técnicas del ICT que se presentan a continuación son el resultado del estudio de los dos (2) manuales de servicio que posee la herramienta, los cuales son el **Field Operations Manual (FOM)** [2] y el **Field Service Manual (FSM)**. [3]

La herramienta ICT consta de dos secciones, la mecánica (sonda) y la electrónica (*instrument*). En la sección mecánica (sonda) es donde se encuentran todos los elementos necesarios para que la herramienta haga su medición. En la sección electrónica la herramienta cuenta con diferentes tipos de dispositivos electrónicos, los cuales son los encargados de distribuir la potencia eléctrica para la operación de la herramienta, además estos dispositivos reciben, convierten y procesan todos los comandos enviados desde superficie para activar la sonda.

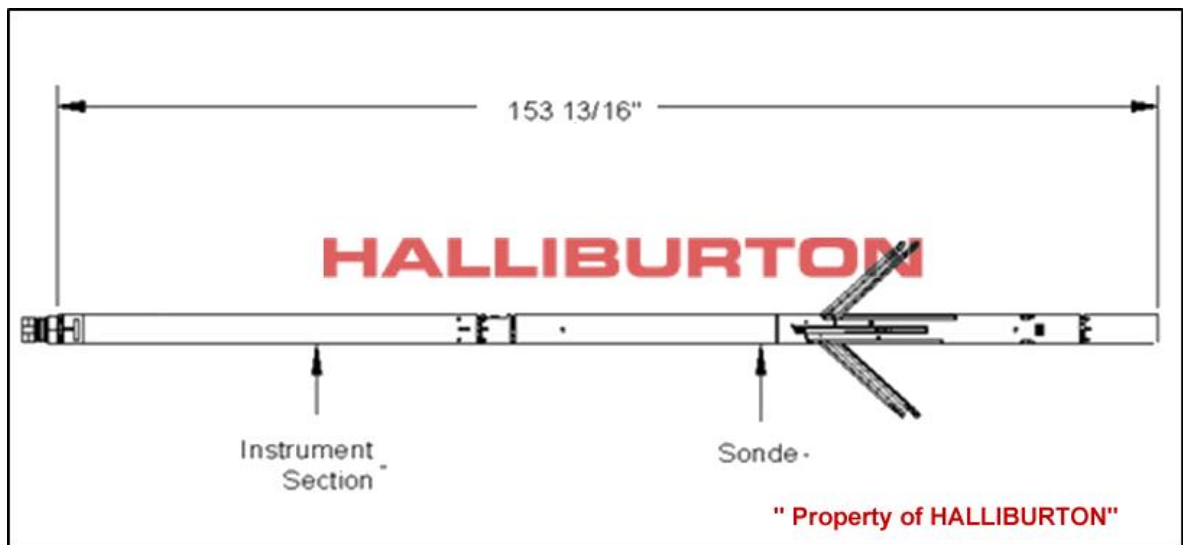


Figura 1. ICT  
Fuente: HALLIBURTON

<b>DIMENSIONES Y ESPECIFICACIONES</b>	
Longitud	12.8 ft
Diámetro	3.63 in
Max temperatura	350°F (170°C)
Max presión	20.000 psi
Max Radio	24 in
Min Radio	4 in
Peso	330 lb

Tabla 1. Dimensiones y Especificaciones Del ICT

## 2.1 CONECTORES

Para lograr que la herramienta ICT pueda funcionar en conjunto con varias herramientas debe conectarse en serie con ellas, para esto posee tanto arriba (*upper*) como abajo (*lower*) un tipo de conexión *Insite 12+1*, esto significa que tiene 12 pines más 1 cable coaxial. Ver fig. 2.

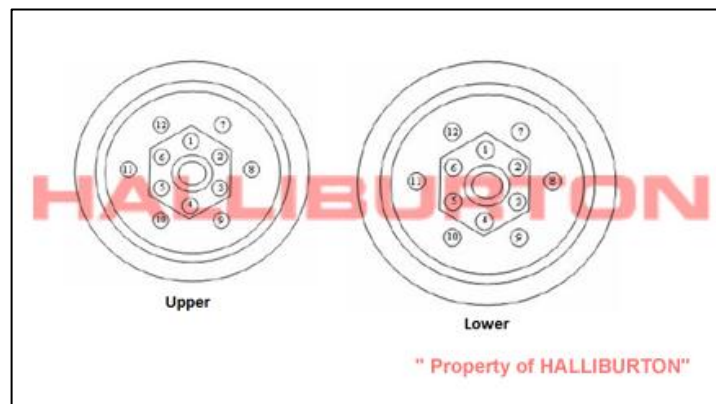


Figura 2. Conectores Del ICT

Fuente: HALLIBURTON

Algunas de las herramientas con las cuales puede colocarse en funcionamiento en serie el ICT son: *the spectral density logging tool (SDLT)* y *the dual space neutron tool (DSNT)*.

## **2.2 SONDA**

La sección mecánica del ICT posee 6 brazos metálicos y son los encargados de hacer la medición del diámetro del pozo; Estos brazos están separados entre sí por un ángulo de 60° para lograr una uniformidad en la medida del pozo. La medida del radio del brazo se realiza a través de un potenciómetro lineal, que se encuentra instalado dentro del cuerpo de la sonda, la tensión de salida que proviene de cada uno de estos potenciómetros es proporcional al radio de apertura de los brazos, luego de procesar esta señal en superficie estos datos se convierten en el diámetro del pozo en relación a la profundidad en que se está tomando cada registro.

La sección de la sonda consta de los elementos mecánicos necesarios para realizar la función de esta herramienta, estos elementos son: motor eléctrico AC, caja de engranajes, bomba hidráulica, válvulas solenoides, pistón, válvula de alivio, válvula de paso y brazos (calipers).

El funcionamiento mecánico de la sonda es proporcionado por un sistema hidráulico que suministra toda la fuerza física para abrir y cerrar los brazos. La fig. 3 muestra el plano hidráulico de la sonda. El sistema hidráulico consta de los elementos previamente mencionados y funcionan conectados como se muestra en la fig. 3, el dispositivo está sumergido dentro de su propio reservorio de aceite.

Las válvulas solenoides son las que se encargan de habilitar y direccionar la potencia hidráulica hacia el pistón, dependiendo de la función que se quiera

ejecutar (abrir o cerrar brazos). Las válvulas son activadas eléctricamente con una señal DC de 15[V].

Los estados de las válvulas permiten ejecutar las acciones de abrir o cerrar los brazos del ICT, de tal manera que cuando las válvulas se polarizan con un voltaje de 15[V] una de las válvulas se cierra y la otra se abre y direcciona el flujo de aceite hacia el pistón de la herramienta ejerciendo la presión hidráulica necesaria para abrir los brazos y cuando las válvulas no se encuentran energizadas el flujo de aceite se direcciona en el sentido que la presión hidráulica cierra los brazos de la herramienta ICT. Además el sistema cuenta con una válvula de alivio (relief valve) la cual tiene una constante de presión máxima de 3000[psi], esta tiene la función de liberar la presión del sistema hidráulico cuando excede esta constante. Para mayor claridad en la figura 3 referirse al anexo A.4

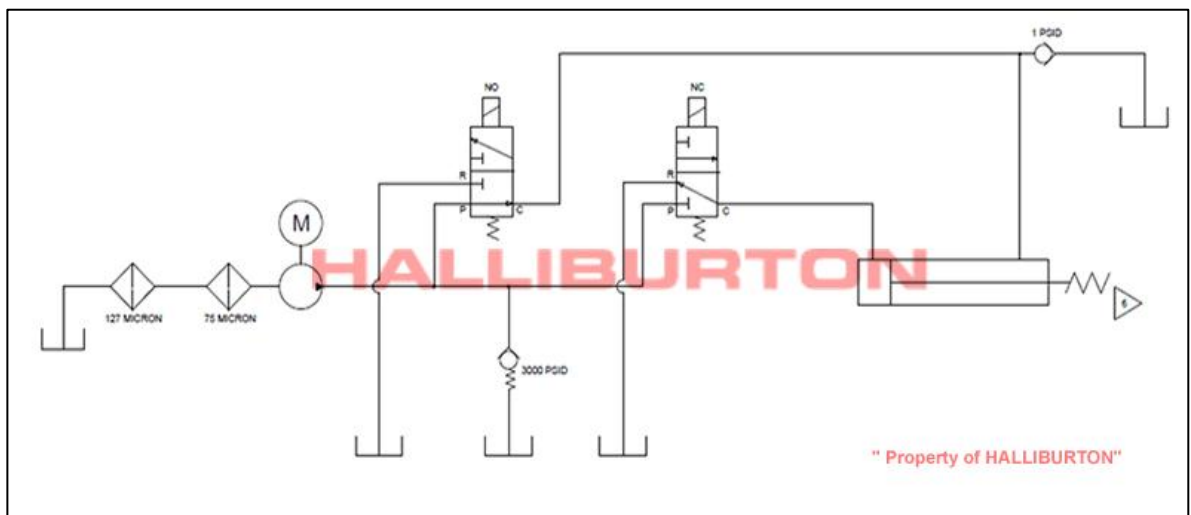


Figura 3. Mapa Del Sistema Hidráulico De La Sonda

Fuente: HALLIBURTON

**2.2.1 Conector de la sonda.** La parte superior (*upper*) tiene el mismo tipo de conector que la parte inferior de la sección electrónica que es *Insite 23+3* y en la parte inferior (*lower*) posee un conector *Insite 12+1*, este conector es el estándar *Insite*, el propósito de este conector es que se puedan conectar más herramientas en serie. Ver Fig. 4.

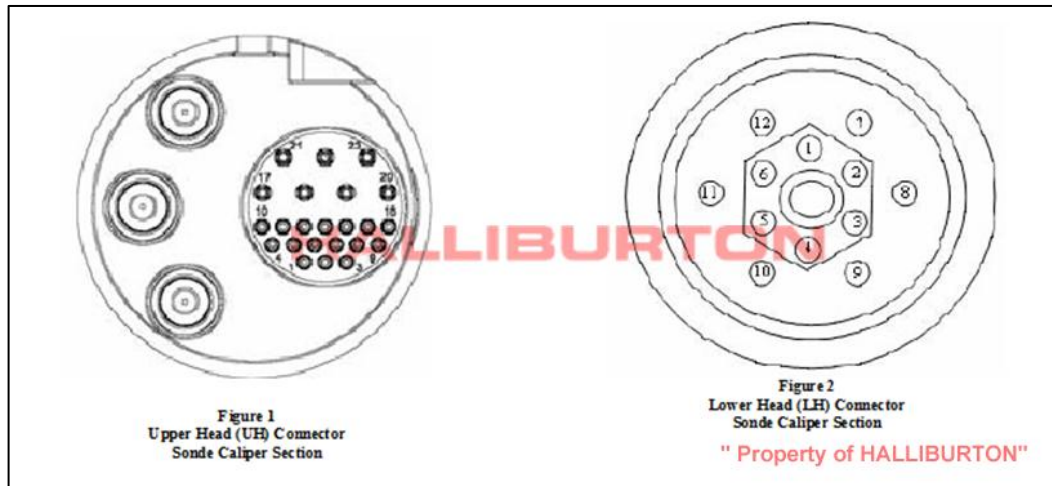


Figura 4. Conectores De La Sección Sonda

Fuente: HALLIBURTON

### 2.3 INSTRUMENT

Esta sección de la herramienta es la encargada de recibir, regular, convertir y distribuir toda la potencia eléctrica requerida para la operación de la misma. Convirtiendo y procesando todos los comandos y datos enviados desde la superficie para que funcione la sección mecánica, a su vez envía las señales de medida obtenidas por los brazos hacia la superficie para que sean procesados y convertidos al diámetro del pozo.

Las funciones que realiza la electrónica del ICT son ejecutadas por una serie de tarjetas electrónicas, las cuales controlan cada una de las señales y comandos que se envían desde la superficie; además son las encargadas de enviar los



**Processor Board type 1 (INC TP1)**, para luego ser enviadas a la tarjeta *MAU* y sean transmitidas hacia la superficie.

**2.3.2 MAU.** La *Media Access Unit (MAU)*, es la interfaz de transmisión y recepción *ETHERNET (CTI coaxial transmitter interface)* en la cual se envían y reciben todos los datos de la herramienta a través de un cable coaxial.

**2.3.3 Energy storage module.** Esta tarjeta es la encargada de filtrar la alimentación de la herramienta 200VDC a través de un arreglo 4 de condensadores de 82uF en serie, y así mantener siempre una alimentación constante sin problemas de oscilaciones al momento en que la *Power Supply GAIA* se encuentre iniciando.

**2.3.4 Motor control Board.** La *Motor Control Board* es la encargada de generar las señales necesarias para hacer funcionar el motor AC, el cual tiene la sonda en el sistema hidráulico y proporciona toda la fuerza hidráulica a la sonda con la acción de las válvulas solenoides, las cuales harán que los brazos se abran o se cierren. La potencia eléctrica es suministrada por la *Power and Sensor Board* y es controlada a través de la tarjeta *INC-TP1*, la cual es la encargada de interpretar todos los comandos que provienen del operador de la superficie y acciona la *Motor control Board* para abrir o cerrar los *brazos*.

Una característica muy importante de la *Motor control Board* es que en el momento en que se pierda la potencia de alimentación, permitirá que los *brazos* de la sonda se cierren automáticamente para prevenir mal funcionamiento de la herramienta o daños de la misma dentro del pozo.

**2.3.5 Power Supply +5 -5 [V].** Está tarjeta es la encargada de crear las fuentes de +5 [V] y -5 [V] necesarias para la operación electrónica de la Instrument.

**2.3.6 Power Sensor Board.** La *Power Sensor Board (PSB)* es la tarjeta que se ocupa de recibir los datos que provienen de los brazos (señal de voltaje de los potenciómetros), además de recibir la potencia de ( $\pm 5V$ ) que vienen de la *Power Supply* y con esto alimenta tarjetas como la *INC-TP1*.

**2.3.7 Conector de la Instrument.** Esta sección tiene en su parte de arriba (*upper*) un conector *Insite 12+1*, y en la parte inferior (*lower*) tiene un conector que solo utiliza esta herramienta el *Insite 23+3* que posee 23 pines y 3 cables coaxiales. Ver fig. 6.

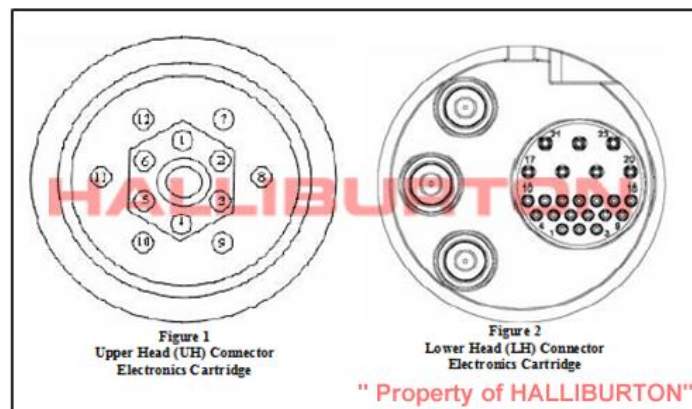


Figura 6. Conectores De La Sección Electrónica

Fuente: HALLIBURTON

## 2.4 SISTEMA DE SUPERFICIE

El ICT por ser una herramienta *Insite* su equipo de superficie de adquisición de los datos del registro debe ser el sistema **INSITE**, este sistema es el encargado de enviar todos los comandos ingresados por el Ingeniero de campo para operar las herramientas, este sistema también tiene la función de recibir y procesar todos los datos enviados por cada herramienta desde la profundidad del pozo.

Una de las características del sistema **INSITE** es la de poseer todos los módulos necesarios para generar, controlar, recibir y procesar las señales necesarias para la adquisición de datos de las herramientas de registros eléctricos.

Los módulos con los que cuenta el sistema **INSITE** son presentados en la tabla 2

<b>Dispositivo</b>	<b>Función</b>
<b>Chip Panel.</b>	Encargado de seleccionar el tipo cable y su comunicación
<b>Power Supply Xantrex DC</b>	Generar señales de voltaje DC
<b>Power Supply Matsusada</b>	Generar señales de voltaje AC para alimentar las herramientas
<b>Impresora Iterra</b>	Imprimir la data de los registros.
<b>PTC- Power and Telemetry Control Panel</b>	Controlar la comunicación con las herramientas
<b>RMPC- Rack Mounted PC</b>	Computador del sistema
<b>UPS</b>	Suministrar el respaldo de energía para el <b>RMPC</b> en momento que el sistema de energía principal falle.
<b>WSDP</b>	Visualizar la profundidad en la que se encuentran las herramientas y mostrar la tensión del cable con la que se soportan en el pozo.
<b>XMP- Transformer Panel Logic</b>	Generar a través de transformadores la tensión AC necesaria para la operación del sistema <b>INSITE</b>
<b>CGSP- Core Gun Shooting Panel</b>	Módulos para el manejo de las herramientas de cañoneo
<b>WSPS- shooting Panel</b>	

Tabla 2. Módulos del Sistema **INSITE**

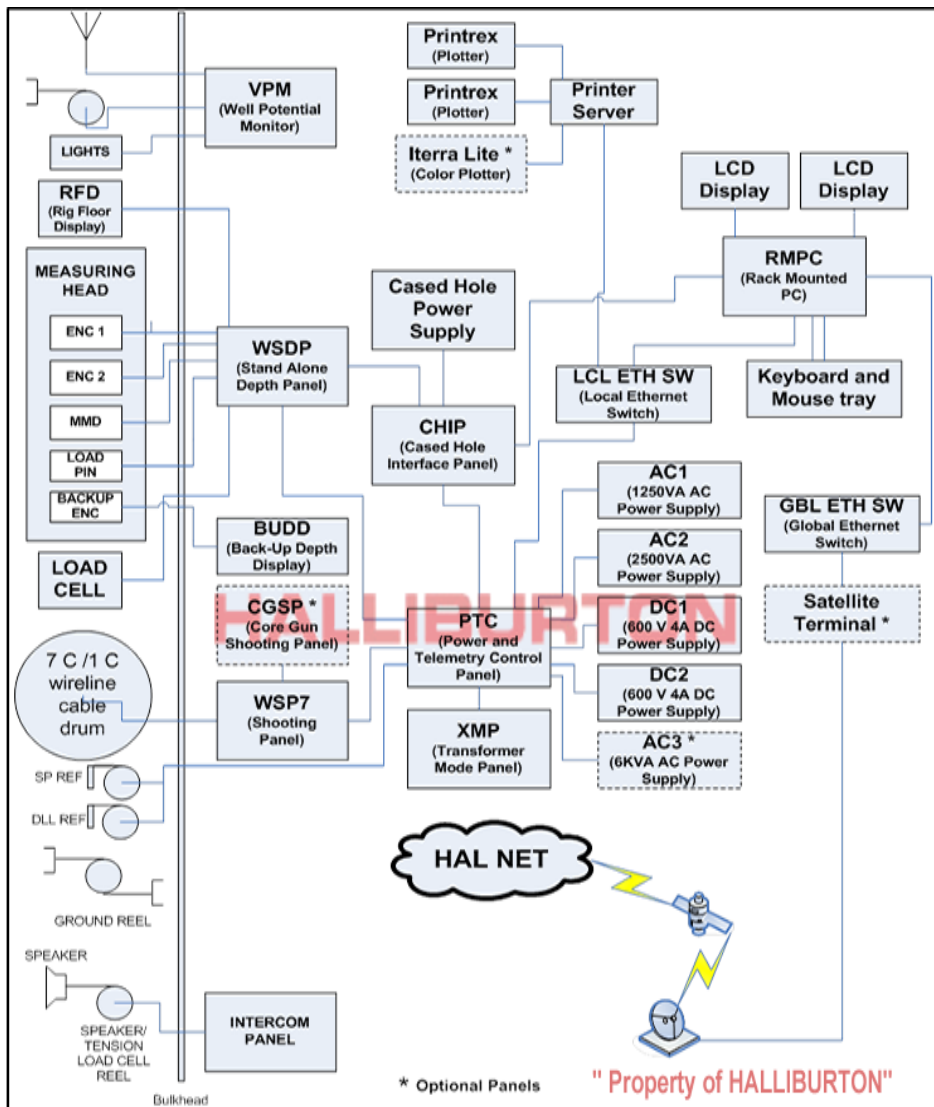


Figura 7. Diagrama De Bloques Del Sistema INSITE

Fuente: HALLIBURTON

En la fig. 7 se observa el diagrama de bloques del sistema INSITE, este es el esquemático de conexión del sistema dentro del camión que funciona como unidad de registros en los sitios de operación (pozos).

Con la información mostrada en este capítulo se puede dar por concluido el análisis de la herramienta ICT.

### 3. ESPECIFICACIONES PARA EL DISEÑO DEL DISPOSITIVO

En este capítulo se hará un análisis de las especificaciones técnicas de la herramienta ICT para el diseño del dispositivo que genere las señales que permitan abrir y cerrar los brazos de la herramienta de registro eléctricos ICT.

La función principal del dispositivo a diseñar es la de abrir y cerrar los brazos de la herramienta ICT además de esta función la compañía HALLIBURTON desea poder monitorear el estado en que se encuentran los potenciómetros con los que cuenta el ICT, poder detectar alguna falla en su funcionamiento, para esto se deberá implementar una solución de visualización que sea de fácil interpretación, económica, y con la cual se pueda monitorear el intervalo de la señal de salida de voltaje de los potenciómetros.

Luego del análisis realizado en el capítulo anterior de la herramienta ICT y en especial el estudio de la sección mecánica (SONDA), se logró identificar los componentes que actúan directamente en la apertura y posterior cierre de los brazos, ellos son: Motor AC y Válvulas solenoides, también se incluirá en el diseño las especificaciones de los potenciómetros y se incorporará una solución a este requerimiento.

Algo muy importante para tener en cuenta en el diseño, es que existen algunas restricciones para la implementación del dispositivo las cuales se enumeran a continuación

1. El suministro disponible de tensión alterna son los 110 [VAC] y 60 [Hz] de la red tradicional.
2. El dispositivo debe tener un tamaño adecuado, el cual permita que sea transportado ágilmente.
3. La interfaz de manejo del dispositivo debe ser de fácil manipulación, control e interpretación

Al diseñar e implementar un dispositivo que genere las señales necesarias para abrir y cerrar los brazos de la herramienta ICT se agilizará el proceso de mantenimiento de la herramienta, porque reemplazará al sistema de superficie *INSITE* ya que este sistema es el único dispositivo con el que HALLIBURTON cuenta para poder abrir y cerrar los brazos del ICT, además al implementar un panel de control con fácil interpretación y manejo se podrá eliminar la supervisión de un ingeniero de mantenimiento y la operación de la “*CALIPER BOX*” podrá ser atendida por un Técnico de la compañía.

A continuación se presentará cada uno de los elementos a trabajar en el diseño con sus respectivas especificaciones.

### **3.1 MOTOR**

El motor que se encuentra dentro de la SONDA es de corriente alterna, sin escobillas, fabricado por la casa americana BEI KIMCO. El motor AC es el encargado de proveer la potencia mecánica a la bomba hidráulica, y es la encargada de crear la presión en el aceite. La forma como entra en funcionamiento el motor AC es con un actuador ON/OFF, el motor siempre funcionará a velocidad constante con un consumo máximo de corriente de 400 [mA].

Al momento de entrar en funcionamiento el motor AC su consumo de corriente es cercano a los 200 [mA] pero a medida que el sistema hidráulico va aumentando la presión en el fluido hacia el pistón este consumo de corriente también va en aumento hasta alcanzar su valor máximo de 400 [mA], este valor de corriente es la señal para el operador del dispositivo que le indica que los brazos ya están abiertos en su total extensión y en todo momento de la operación del dispositivo este valor de corriente en el motor deberá ser monitoreado.

En la tabla 3 se encuentran las especificaciones más importantes del motor AC y las especificaciones completas se encuentran en la sección A de los anexos.

<b>MOTOR AC</b>	
FABRICANTE	BEI KIMCO MAGNETICS DIV.
TIPO ALIMENTACIÓN	TRIFÁSICA
Vin.	[80-120 ] [VAC]
I Max:	400 [mA]
P Max	83.3 [W]

Tabla 3. Especificaciones Del Motor AC

De la anterior tabla se desprende la primera especificación a tener en cuenta para el diseño del dispositivo, y es una señal de voltaje trifásico con magnitud entre 80 y 120 [VAC] y 60[Hz].

### 3.2 VÁLVULA SOLENOIDE

El sistema hidráulico de la sonda contiene dos (2) válvulas solenoides de tipo tres (3) vías, dos (2) estados, las cuales son las encargadas de direccionar el flujo de aceite dentro de la herramienta para ejercer el movimiento del pistón y así abrir o cerrar los brazos del ICT.

Las válvulas están dispuestas de tal forma que una tiene un estado de normalmente abierto y la otra de normalmente cerrado, de tal modo que cuando se energizan cada una cambia a su estado contrario, como ya se mencionó en el estudio de la herramienta. En la tabla 4 se presentan las especificaciones generales de las válvulas.

<b>VÁLVULA SOLENOIDE</b>	
FABRICANTE:	THE LEE
TIPO	NC, NO
Vin.	15 [VDC]
I Max	0.375 [A]
IMPEDANCIA	40 [ $\Omega$ ]

Tabla 4. Especificaciones De Las Válvulas Solenoides

Luego de analizar las válvulas solenoides de la “Sonda”, se extrae la segunda especificación para el diseño, la cual es una señal de voltaje de +15 [VDC], y debido a que las dos válvulas están instaladas en paralelo esta señal debe ser capaz de suministrar una corriente de hasta 750 [mA] y este valor de corriente de las válvulas será un factor importante que el operador del dispositivo deberá monitorear.

### 3.3 POTENCIÓMETROS

El ICT utiliza siete (7) potenciómetros, seis (6) para los brazos y uno (1) para el pistón que es llamado "TRAVEL POT". Estos potenciómetros son fabricados por la casa DUNCAN ELECTRONICS, con un tiempo de vida útil de cinco (5) millones de ciclos, el tipo de movimiento con el cual cambia su resistencia es de traslación. Las especificaciones más importantes se presentan en la tabla 5.

POTENCIÓMETRO	
FABRICANTE	DUNCAN ELECTRONICS
TIPO	ADJUSTABLE
RESISTENCIA	10K [ $\Omega$ ]
POTENCIA MAX.	250 [mW]

Tabla 5. Especificaciones De Los Potenciómetros

Para el voltaje de alimentación de los potenciómetros se debe tener en cuenta es el valor de la potencia de disipación para el cual está diseñado el potenciómetro. Con este parámetro establecido se realizó un análisis de las posibles tensiones de alimentación, para así calcular las corrientes y potencias máximas y mínimas

Los potenciómetros en su estado normal tienen un valor de resistencia máxima de 10k [ $\Omega$ ], pero por su ubicación dentro de la herramienta tienen un intervalo de medida de [300- 1400] [ohm], debido a que encuentran conectados en forma paralelo, esto significa que comparten la misma alimentación.

El análisis para las posibles tensiones de alimentación se realizó utilizando la fórmula de la ley de ohm y la formula de potencia eléctrica.

Ley de Ohm	Potencia Eléctrica
$V = I * R$	$P = V * I$

Tabla 6. Ley de OHM y Fórmula de potencia

La relación de la resistencia de los potenciómetros con respecto a la apertura de los brazos es, cuando los brazos del ICT se encuentran cerrados el valor de resistencia es de 300[Ω] y para cuando los brazos se encuentran abiertos la resistencia de cada potenciómetro se encuentra en 1400[Ω].

<b>RMIN= 300 Ω</b>		
<b>V=15V</b>	<b>V=10V</b>	<b>V=5V</b>
15= 300*IMAX	10= 300*IMAX	5= 300*IMAX
<b>IMAX= 50 [mA]</b>	<b>IMAX= 33.3 [mA]</b>	<b>IMAX= 16.6 [mA]</b>
P Max= 50 m*15 [V]	P Max= 33.3m*10 [V]	P Max= 16.6m*5 [V]
<b>P Max= 750 [mW]</b>	<b>P Max= 333.3 [mW]</b>	<b>P Max= 83.3 [mW]</b>

Tabla 7. Cálculo De Potencias Para Diferentes Alimentaciones y R=300 Ω

<b>RMAX= 1400 Ω</b>		
15= 1400* IMin	10= 1400* IMin	5= 1400* IMin
<b>I Min= 10.7 [mA]</b>	<b>I Min= 7.14 [mA]</b>	<b>I Min= 3.6 [mA]</b>
P Min= 10.7*15 [V]	P Min= 7.14m*10 [V]	P Min= 3.6m*5 [V]
<b>P Min= 160 [mW]</b>	<b>P Min= 71.4 [mW]</b>	<b>P Min= 18 [mW]</b>

Tabla 8. Cálculo De Potencias Para Diferentes Alimentaciones y R= 1400 Ω

El consumo total de corriente y potencia para los siete (7) potenciómetros en los 3 casos sería como se muestra en la tabla 9.

<b>V=15V</b>	<b>V=10V</b>	<b>V=5V</b>
<b>I Min total = 75 [mA]</b>	<b>I Min Total = 50 [mA]</b>	<b>I Min Total = 25.2 [mA]</b>
<b>P Min total = 1120 [mW]</b>	<b>P Min total = 500 [mW]</b>	<b>P Min total = 126 [mW]</b>
<b>I Max Total = 350 [mA]</b>	<b>I Max Total= 233 [mA]</b>	<b>I Max total = 116.2 [mA]</b>
<b>P Max total = 5250 [mW]</b>	<b>P Max total = 2330 [mW]</b>	<b>P Max total = 581 [mW]</b>

Tabla 9. Potencias y Corrientes Máximas y Mínimas Para Diferentes Alimentaciones

Después de realizados los anteriores cálculos se pudo concluir que las alimentaciones de 15 [V] y 10[V], no son recomendables por varias razones.

- Para la alimentación de +15 [V], al potenciómetro se le entrega una potencia de 750 [mW], este valor es tres (3) veces el valor máximo que el potenciómetro soportaría.
- Para la alimentación de +10 [V], el potenciómetro estaría recibiendo una potencia de 330 [mW] y también excede el valor para el cual está diseñado soportar.
- Con la alimentación de +5 [V], el potenciómetro estará captando una potencia de 83.3 [mW] este valor es el 30% de la magnitud que soporta el potenciómetro.

Luego de haber realizado el análisis de las posibles tensiones de alimentación para los potenciómetros, se pudo definir la tercera especificación de señal para el diseño del dispositivo. Una señal de tensión de +5 VDC es la más adecuada para la alimentación de los 7 potenciómetros.

La implementación de la solución de la visualización los potenciómetros deberá ser una solución sencilla, económica, debido a que solo se desea monitorear el estado de los potenciómetros y para ello solo se necesita es visualizar el intervalo de alimentación que es de 0 a 5 [VDC]

### 3.4 ESPECIFICACIONES DEL DISPOSITIVO

Luego de evaluar cada componente de vital importancia para el funcionamiento de la sonda, se establecieron las especificaciones técnicas más importantes para el diseño del dispositivo, esas especificaciones generales están contenidas en la tabla 10, asimismo en la fig. 8 se puede apreciar un esquema general de las señales a implementar para el sistema *“Caliper Box”*.

	TIPO ALIMENTACIÓN	VOLTAJE	CORRIENTE
<b>MOTOR</b>	3 $\Theta$	80-110 [VAC]	500 [mA]
<b>VÁLVULAS SOL.</b>	DC	15 [VDC]	750 [mA]
<b>POTENCIÓMETROS</b>	DC	5 [VDC]	200 [mA]

Tabla 10. Especificaciones Generales Para El Sistema

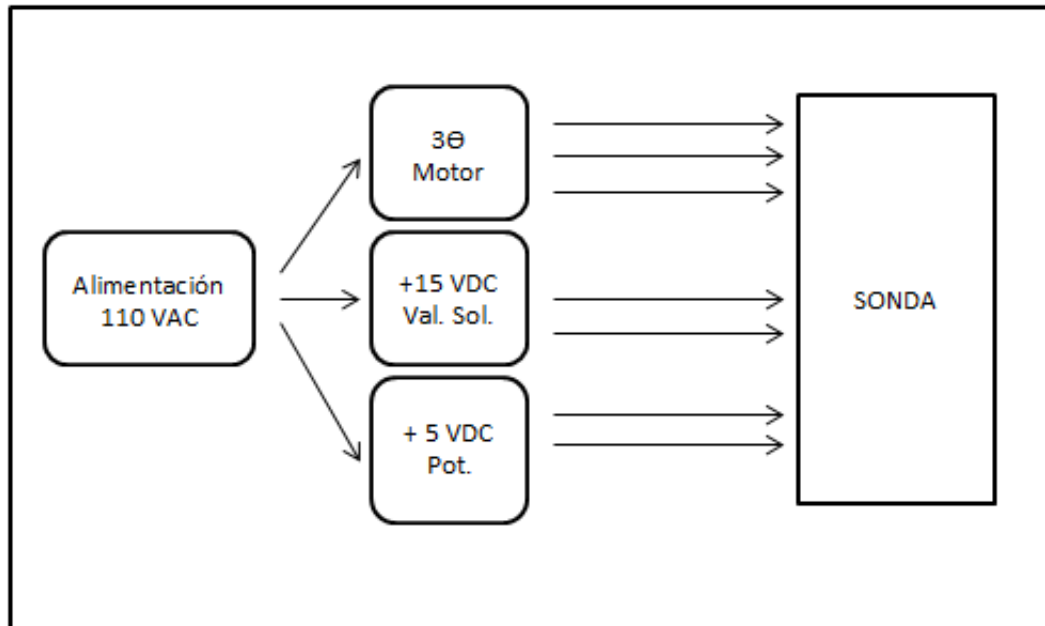


Figura 8. Esquema General Para El Sistema "Caliper Box"

Fuente: "Autor"

Luego de concretar las especificaciones para el diseño del dispositivo, en el siguiente capítulo se presentarán las posibles opciones para implementar las señales necesarias y crear así el sistema "Caliper Box", permitiendo abrir y cerrar los brazos del ICT.

## 4. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

En este capítulo se presentará un análisis de las posibles soluciones, para poder implementar cada una de las especificaciones en el diseño del dispositivo “*Caliper box*” que permitan generar las señales necesarias para abrir y cerrar los brazos del ICT

Dentro de las posibilidades que existen en el mercado de la electrónica para implementar las señales para el dispositivo “*Caliper box*”, se estudiaron dos (2) opciones, las cuales fueron:

1. Diseñar discretamente las señales
2. Utilizar módulos independientes para generar las señales.

Dentro de este análisis se realizó un estudio de cada opción evaluando sus ventajas y desventajas para poder escoger la mejor alternativa.

### 4.1 DISEÑO DISCRETO

La alternativa de diseñar discretamente cada una de las señales para el dispositivo que permitirá abrir y cerrar los brazos del ICT es una opción que ofrece gran variedad de características entre las que se encuentran:

- Versatilidad
- Permite realizar un diseño a la medida de las necesidades
- Diseño compacto.

También para implementar esta alternativa se deben tener en cuenta factores como: errores de diseño, tiempo para entrega del trabajo, seguridad y costos.

**4.1.1 El motor.** Para la primera especificación donde la señal de voltaje trifásico con amplitud entre 80 y 120 [V] el diseño más eficaz sería implementar la configuración “Puente H” o también llamada “Inversor Trifásico”. El circuito inversor trifásico es una configuración utilizada para cambiar de corriente directa a corriente alterna CC-CA, para establecer esta configuración se debe tener como alimentación del puente H una tensión DC con una amplitud similar a las que se desea obtener a la salida, para este diseño se debe tener una alimentación entre 80 y 120 [VDC], pero como la única alimentación disponible para el dispositivo es una tensión alterna monofásica de la red tradicional 110 [VAC], se deberá adicionar una etapa previa que rectifique, regule y filtre esta señal para así lograr la señal DC de alimentación en el puente H.

Debido a que ya es conocida la configuración de puente H, debe tener un método de control para los elementos que manejan las tres (3) fases y alimentar la carga a la cual se le desea entregar esta potencia, uno de los métodos de control más usado es el de modulación por ancho de pulso (PWM).

En el mercado de la electrónica ya existen circuitos integrados diseñados específicamente para que mediante el método de PWM se pueda controlar un puente H, la casa fabricante FREESCALE es líder en este tipo de integrados y tiene la referencia **MC3PHAC**, este integrado controla mediante el PWM un puente H encargado de manejar una carga trifásica como lo es el motor del ICT.

Por lo mencionado en el párrafo anterior un integrado de FREESCALE es la mejor opción para acompañar y controlar el puente H, para así conseguir la señal trifásica con los valores necesarios para poder activar el motor del ICT, y con esto cumplir con la primera especificación del diseño del dispositivo. En la figura 9 se muestra un esquema para la implementación de la primera señal.

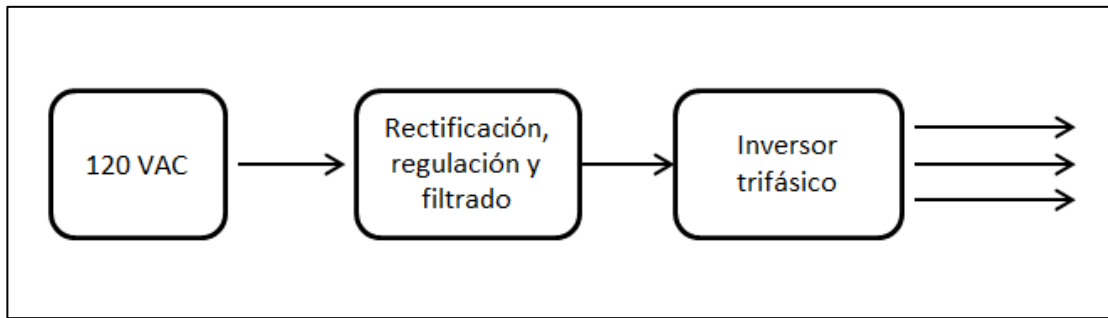


Figura 9. Esquema Para Primera Señal Fuente: "Autor"

**4.1.2 Válvulas y potenciómetros.** Siguiendo con el diseño discreto de las especificaciones para la *Caliper box*, las próximas señales necesarias son, +15 [VDC] la cual es la encargada de alimentar las válvulas solenoides que direccionan el flujo de aceite para abrir o cerrar los brazos del ICT y la señal +5 [VDC] encargada de alimentar los potenciómetros de los brazos.

Para generar la señal de +15[VDC] se plantea implementar fuente AC-DC, con una configuración que tome la señal de 110 [VAC] de la red tradicional y la convierte en una señal DC de cualquier valor inferior, con una serie de componentes electrónicos entre los que se encuentran transformadores, puente rectificador de diodos, filtros, reguladores etc.

La etapa de rectificado, filtrado y regulación sería la misma etapa para la adecuación de la señal en la alimentación del puente H, pero con la diferencia que a esta señal DC se le debe regular hasta el valor requerido para las válvulas solenoides (+15 [VDC]). Luego de conseguir esta señal DC se puede aprovechar y utilizar una nueva etapa de regulación a partir de los 15[VDC], para lograr la última señal necesaria +5 [VDC] que alimentará los potenciómetros.

Después de haber analizado la metodología para implementar la primera alternativa, de diseñar discretamente las señales de voltaje para abrir y cerrar los brazos del ICT, se presenta en la figura 10 un esquema general para concluir con el análisis de la alternativa de diseño discreto.

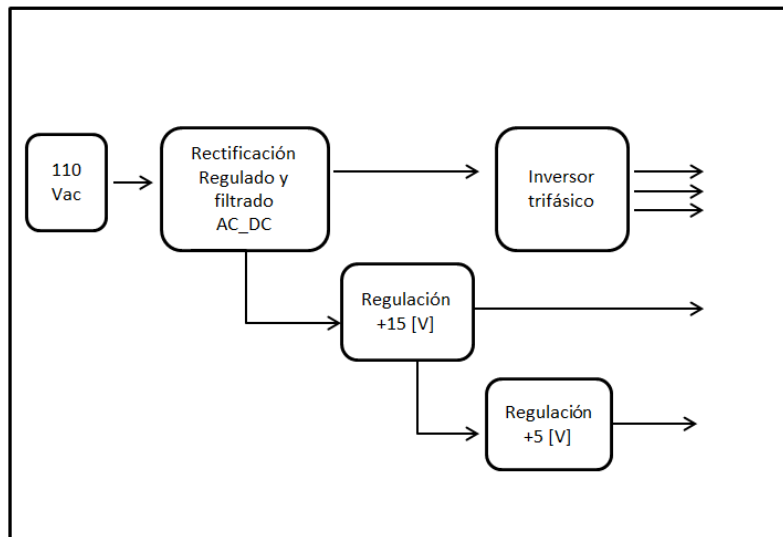


Figura 10. Esquema General Para Implementación De Diseño Discreto

Fuente: " Autor"

Implementar esta opción llevaría de un arduo trabajo, ya que se requieren de muchas horas de dedicación para elaborar un muy buen diseño y evitar que se presenten problemas al momento de utilizarlo con la herramienta ICT, algunas de las etapas a seguir para el diseño deben ser: análisis de los componentes, diseño de los esquemáticos, pruebas básicas en protoboard, diseño de PCB y pruebas finales.

## 4.2 IMPLEMENTACIÓN POR MÓDULOS

En esta sección se mostrarán los módulos existentes en el mercado nacional e internacional para implementar las señales establecidas en el dispositivo, dentro de esta alternativa existe la posibilidad de implementar dispositivos con los cuales HALLIBURTON cuenta en sus laboratorios y que la compañía ha puesto a disposición del desarrollo de este trabajo

**4.2.1 Motor.** Para la especificación del motor, se partió de la misma solución presentada en el diseño discreto, una configuración “Puente H” pero con la diferencia de buscar un sistema ya diseñado que cumpla con las especificaciones para las cuales se necesita. En el mercado existen variedad de referencias y marcas que pueden suplir las necesidades de esta señal.

**HALLIBURTON** es una empresa que además de prestar servicios petroleros es pionera en el desarrollo de tecnología, tanto así que ellos son los diseñadores y fabricantes de sus propias herramientas. En el Laboratorio de mantenimiento electrónico de la compañía, lugar en donde se desarrolló la Práctica como proyecto de grado, se utilizan diferentes tipos de dispositivos electrónicos adicionales para el análisis de las herramientas, entre ellos se encuentra una tarjeta electrónica utilizada por Halliburton para probar los motores de las sondas, este elemento es fabricado por la empresa **KOFORD**, una empresa americana que trabaja de la mano con **HALLIBURTON** para el desarrollo de instrumentos que puedan servir en la industria.

La tarjeta **KOFORD BLDC004HV** proporciona una conmutación de alta eficiencia para los motores AC trifásicos sin escobillas y en la tabla 11 se pueden apreciar algunas de sus principales características.

<b>KOFORD BLDC004HV</b>	
VCC	12 [VDC]
ICC	10 [mA]
VM	0-200 [VDC]
IM Max	1.5 [A]
Tipo de Salida	Trifásica

Tabla 11. Características De La Tarjeta KOFORD

Para dejar claridad en la tabla 11 se presentan las siguientes abreviaturas:

- VCC → Voltaje de alimentación DC de la tarjeta KOFORD.
- ICC → Corriente de alimentación.
- VM → Voltaje DC con el cual se genera la señal trifásica.
- IM → Corriente máxima para la generación de la señal trifásica.

Después del análisis de la tabla anterior y en caso de que se decida implementar este elemento para la señal de alimentación del motor del ICT, se tendrá que implementar dos (2) señales de voltaje DC adicionales a las anteriormente planteadas que son: una alimentación entre 0-200 [VDC] valor que las ondas trifásicas tendrán de amplitud, pero como el motor de la sonda del ICT funciona con ondas de amplitud entre 80 y 120 [VAC], este rango será el que limite el valor de esta nueva señal DC. Además se tendrá que desarrollar una señal de +12 [VDC], voltaje que alimenta la tarjeta Koford, por consiguiente estas dos nuevas señales también tienen que ser parte de las especificaciones para el diseño de la Caliper box, pero se pueden agregar como especificaciones secundarias.

El que HALLIBURTON posea la tarjeta **KOFORD BLDC004HV**, facilita un poco el trabajo del diseño del dispositivo ya que es una tarjeta que la compañía posee para realizar pruebas a los motores de las herramientas. Utilizar esta tarjeta representa una ventaja puesto que los valores que se manejan en ella son compatibles con los valores que necesita el motor AC del ICT para poder funcionar.

**4.2.2 Válvulas y potenciómetros.** En esta sección se unificarán las últimas especificaciones ya que son del mismo tipo, son dos (2) señales de voltaje DC con la diferencia que son de valores diferentes, por consiguiente la alternativa de solución para implementar estas señales será la misma.

En el mercado de la electrónica existe un dispositivo no muy complejo y cumple con uno de los principales limitantes que se tiene para el diseño, la única señal de alimentación principal es la red tradicional de 110 [VAC], el cual se adaptaría a las especificaciones para las cuales se está trabajando, este dispositivo es llamado **POWER SUPPLY** o **FUENTE AC-DC**. Este tipo de elementos tiene como características que su entrada de alimentación es una señal AC y entrega una señal de voltaje DC, dependiendo del fabricante y del modelo de la fuente varía la cantidad de salidas y también los valores de las mismas.

Para facilitar la construcción del dispositivo se buscará una fuente de poder que pueda tener salidas de voltaje DC de +15 [V] y +5[V], además aprovechando esta búsqueda se realizará otra para las señales de alimentación de la tarjeta KOFORD, las cuales son +12 [V] y la señal entre 80 y 120 [VDC] para el motor.

Después de haber realizado un análisis rápido de las tensiones de salidas de las fuentes de poder que existen en el mercado, se observó que la máxima salida que entrega una fuente AC-DC es de 48V, por consiguiente para implementar la

señal de alimentación del motor que tiene un rango entre 80 y 120 [VDC] , se tiene que implementar un arreglo en serie de la salida de dos (2) fuentes de poder con salida de 48 [VDC] para obtener 96[VDC] y así cumplir con la especificación para la señal del motor en la tarjeta KOFORD .

En la tabla 12 se muestra en definitiva el tipo de señales DC necesarias para la implementación por módulos, en donde VCC es la alimentación para la tarjeta KOFORD, VM es la alimentación requerida por la tarjeta KOFORD para entregarle la potencia al motor trifásico, VSol es la tensión de alimentación para las válvulas solenoides y VPot es la señal DC encargada de alimentar los potenciómetros del ICT.

SEÑALES DE VOLTAJE DC	
VCC	+12 [V]
VM	96 [V]
VSol	+15 [V]
VPot	+5 [V]

Tabla 12. Señales De Voltaje

Luego de definir la cantidad de señales DC a implementar por módulos mediante las fuentes de poder y el tipo de diseño discreto que se puede aplicar como alternativa, se puede pasar a la siguiente etapa, la de tomar una decisión acerca de cuál es la mejor alternativa para implementar en el dispositivo “**Caliper box**”.

### 4.3 SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA

Para tomar la decisión sobre la alternativa definitiva a implementar en la “*Caliper box*”, se analizaron las ventajas y desventajas de cada opción.

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<b>DISEÑO DISCRETO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite diseñar un sistema pequeño y compacto.</li> <li>• Los costos iniciales son más bajos comparado con el sistema por módulos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si no se realiza un buen diseño, se puede caer en errores y fallas de operación que afecten el desempeño del sistema.</li> <li>• Elaborar un buen diseño incurre en muchas horas de trabajo y esfuerzo comparado con el sistema por módulos.</li> </ul>
<b>IMPLEMENTACIÓN POR MÓDULOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar sistemas desarrollados y probados es una ventaja por su fácil implementación e integración con otros módulos.</li> <li>• La masificación de estos sistemas es una ventaja para adquirir estos módulos ya que son de fácil acceso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Una desventaja es el tamaño de los módulos, y la implementación de varios implica un gran volumen en dispositivo final.</li> <li>• El precio por módulos comparado con la otra alternativa es elevado.</li> </ul>

Tabla 13. Ventajas y Desventajas De Las Alternativas

De acuerdo con cada uno de los argumentos expuestos en los ítems anteriores de las dos (2) alternativas de solución para diseñar e implementar un dispositivo que genere las señales necesarias para abrir y cerrar los brazos de la herramienta ICT y teniendo como referencia las ventajas y desventajas de cada una de las opciones a implementar expuestas en la tabla 13. Se consideró que la mejor alternativa de solución para implementar la “*Caliper Box*” es **la implementación por módulos**, contando con grandes beneficios para el proyecto entre los cuales están la fácil integración entre módulos, la compatibilidad de los dispositivos que la compañía tiene y que pone a disposición de este trabajo, el tiempo de

implementación ya que este tiempo es menor comparado con el tiempo de implementación de la otra opción.

Luego de seleccionar la alternativa para implementar la “**Caliper Box**” se conversó con la compañía para presentar esta opción, ellos manifestaron estar de acuerdo con la selección y de manera inmediata ponen a disposición los dispositivos que anteriormente se mencionaron.

#### **4.4 SELECCIÓN DE MÓDULOS**

En esta etapa se presentará la selección de los módulos para la implementación de las señales DC a través de las fuentes de poder y de la señal trifásica para el motor a través de la tarjeta **KOFORD**. Es muy importante tener claridad que la frecuencia de operación de las fuentes de poder que se seleccionen debe ser 60 [Hz].

**4.4.1 Señal Trifásica.** Para la implementación de esta señal que alimentará el motor del ICT, las especificaciones se obtuvieron en el capítulo anterior y es una señal trifásica con rango de amplitud entre 80 y 120 [VAC]. La alternativa que previamente se analizó es la tarjeta **KOFORD BLDC004HV** y se decidió implementar esta solución, debido a que tiene una ventaja muy importante y es su compatibilidad con el motor de la herramienta ICT. Las principales características de esta tarjeta se presentan en la tabla. 14.

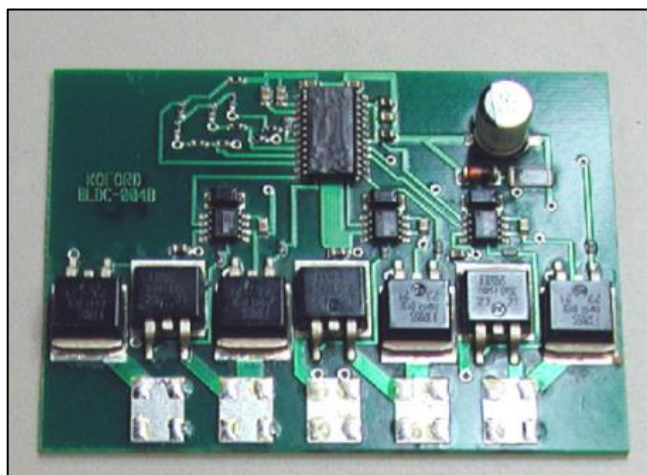


Figura 11. Imagen De La Tarjeta KOFORD BLDC004HV  
Fuente: " Autor"

<b>KOFORD BLDC004HV</b>	
VCC	12 [VDC]
ICC	10 [mA]
VM	0-200 [VDC]
IM Max	1.5 [A]
Tipo de Salida	Trifásica

Tabla 14. Especificaciones De La Tarjeta KOFORD

**4.4.2 Señal de voltaje de alimentación para el motor.** En la sección 4.2.2 se concluyó que el valor de la señal de alimentación para el motor en la tarjeta KOFORD debe ser de 96 [VDC], como este valor no existe de manera exacta en un módulo de Fuente de poder, se tendrá que hacer un arreglo en serie de 2

módulos con salida de 48 [VDC] para obtener esta magnitud. En la tabla 15 se presentan las características que deberá tener la Fuente de poder a seleccionar.

<b>FUENTE DE PODER</b>	
Vo	48 [VDC]
Io	400 [mA]

Tabla 15. Especificaciones Fuente de poder 48[VDC]

En la tabla 16 se encuentran algunas de las referencias de fuentes de poder que poseen una salida de 48[VDC], para poder realizar el arreglo en serie requerido. Un valor importante para tener en cuenta al momento de escoger la referencia adecuada, es el consumo de corriente del motor AC con una corriente máxima de 400 [mA], este valor debe ser un requerimiento importante para la salida de la Fuente de poder ya que esta salida debe poder cumplir con la entrega de esta corriente.

<b>REFERENCIA</b>	<b>Vin [VAC]</b>	<b>Vout [VDC]</b>	<b>I max [A]</b>	<b>Power Max [W]</b>	<b>Efici [%]</b>	<b>No Salidas</b>	<b>US\$</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>OFM40-480</b>	90 ~ 264	48	0.83	40	88	1	45	AC-DC POWER SUPPLY
<b>OFM60-480</b>	90 ~ 264	48	1.25	60	83	1	59	AC-DC POWER SUPPLY
<b>NES-150-48</b>	90 ~ 264	48	3	150	86	1	26.2	AC-DC POWER SUPPLY
<b>NES-50-48</b>	90 ~ 264	48	1.1	50	87	1	15.4	AC-DC POWER SUPPLY

Tabla 16. Relación De Fuentes de poder De 48 [VDC]

Cualquiera de los módulos mencionados en la tabla 16, serían un modelo adecuado para la implementación de la señal de voltaje de +96 [VDC], puesto que todos cumplen con el valor de voltaje de salida, la corriente de salida de todos los modelos sobre pasa el valor mínimo la definición de este módulo se basó en la adquisición del mismo en el mercado colombiano para así evitar costos de envío e impuestos, siendo así el único modelo de los consultados que se puede conseguir en Colombia es la Fuente de poder **NES-150-48**.

A continuación en la tabla 17 se presentarán las principales especificaciones del módulo adquirido para la implementación de esta señal.

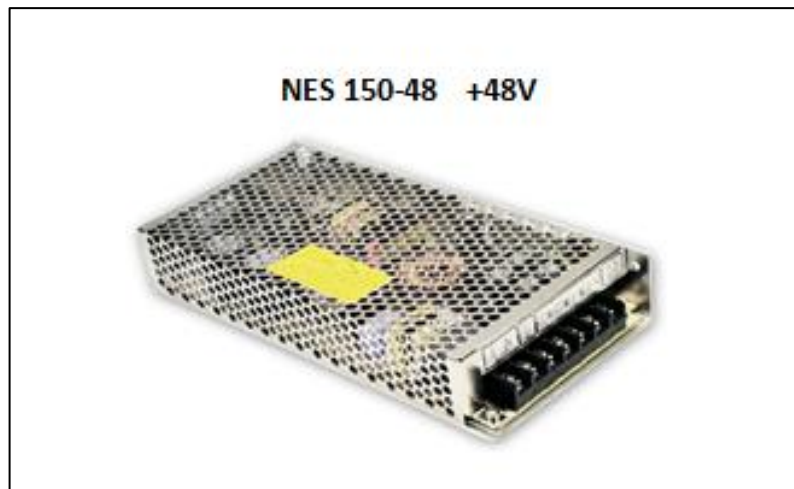


Figura 12. Imagen De La Fuente NES 150-48

Fuente: Mean Well

<b>ESPECIFICACIONES</b>	
Vin	90~ 132 [VAC]
Iin	3 [A]
Vo	48 [VDC]
Io	3 [A]
Ef	86%
Po	150 [W]

Tabla 17. Especificaciones De La Fuente NES 150-48

**4.4.3 Señal de voltaje de alimentación para la Tarjeta KOFORD.** La implementación de la señal de alimentación para la tarjeta KOFORD, de voltaje +12[VDC] se facilitó gracias a que HALLIBURTON posee un módulo que cumple con los requerimientos que necesita la tarjeta KOFORD BLDC004HV y los cuales se presentan en la tabla 18.

<b>KOFORD BLDC004HV</b>	
VCC	12 [VDC]
ICC	10 [mA]

Tabla 18. Voltaje y Corriente Para La Tarjeta KOFORD

Las características que posee la Fuente de poder **ACA107** propiedad de HALLIBURTON se muestran en la tabla. 19



Figura 13. Imagen Fuente ACA107  
Fuente: XPIQ

REFERENCIA	Vin [VAC]	Vout [VDC]	I <sub>max</sub> [A]	Power Max [W]	Efici. [%]	No. Salidas
ACA 107	90 ~ 264	12	0.15	15	83	3
		-12	0.15			
		5	1.8			

Tabla 19. Características De La Fuente ACA107

**4.4.4 Señal de Voltaje de alimentación para las Válvulas solenoides y potenciómetros.** Para la solución de la alimentación de las válvulas solenoides que es una señal de voltaje +15[VDC] y la alimentación de los potenciómetros de +5 [VDC], existe la posibilidad de implementarlas con un solo módulo de Fuente de poder, porque se puede adquirir estas señales mediante una referencia que tenga dos (2) o más salidas, debido a que estos valores son muy comunes dentro del tipo de salida de estos módulos. Por tanto, la búsqueda de la Fuente de poder se centró en que cuente con dos (2) o más salidas de voltaje, además la salida de +15[VDC] posea la capacidad de suministrar la corriente necesaria para alimentar las válvulas solenoides y tiene que ser superior a 750 [mA], debido a que este es el valor que consumirán las válvulas cuando estén encendidas.

A continuación se presentarán las especificaciones para las válvulas y para los potenciómetros.

<b>SOLENOIOD VALVE SDBD0520550</b>	
Vs	15 [VDC]
Is	0.375 [A]
P	5.6[W]

Tabla 20 Especificaciones De Las  
Válvulas Solenoides

<b>ALIMENTACIÓN POTENCIÓMETROS</b>	
Vs	5 [VDC]
Is	116 [mA]

Tabla 21 Especificaciones Del  
Potenciómetro

Luego de analizar las especificaciones para las señales de alimentación que se desean implementar con fuentes de poder AC-DC se realizó una búsqueda de los dispositivos que cumplieran con las condiciones anteriormente mencionadas y se presentan en la tabla 22

REFERENCIA	Vin [Vac]	Vout [Vdc]	I <sub>max</sub> [A]	Power Max [W]	Efici. [%]	No Salidas	US\$	DESCRIPCIÓN
VMS 20-15	90 ~ 264	15	1.4	20	84	1	30.7	AC-DC POWER SUPPLY
VOF 15-15	90 ~ 264	15	1	25	80	1	16.8	AC-DC POWER SUPPLY
VOF 10-15	90 ~ 264	15	0.67	20	75	1	14.6	AC-DC POWER SUPPLY
CFM40D/03	90 ~ 264	± 15/+5	2/3	40	78	3	88	AC-DC POWER SUPPLY
PT 45 C	90 ~ 264	± 15/+5	1.6/ 3	45	75	3	20	AC-DC POWER SUPPLY
PS 25-15	90 ~ 264	15	1.7	25	75	1	22	AC-DC POWER SUPPLY

Tabla 22. Relación De Fuentes De 15 [VDC]

Después de analizar la anterior tabla donde están las especificaciones de las Fuente de poder que se encontraron en el mercado electrónico, se opto por seleccionar la referencia **PT 45C**, ya que es un modelo de fuente de poder que cumple con el requerimiento de poseer las dos (2) salidas de voltaje una de +15[VDC] y otra de +5[VDC] y también esta en capacidad de suministrar la corriente necesaria en la salida de voltaje de +15[VDC] item muy importante para poder seleccionar el modelo de fuente de poder a implementar.

En la figura 14 se presenta el modelo seleccionado y a su vez en la tabla 23 se enseñan sus características básicas.

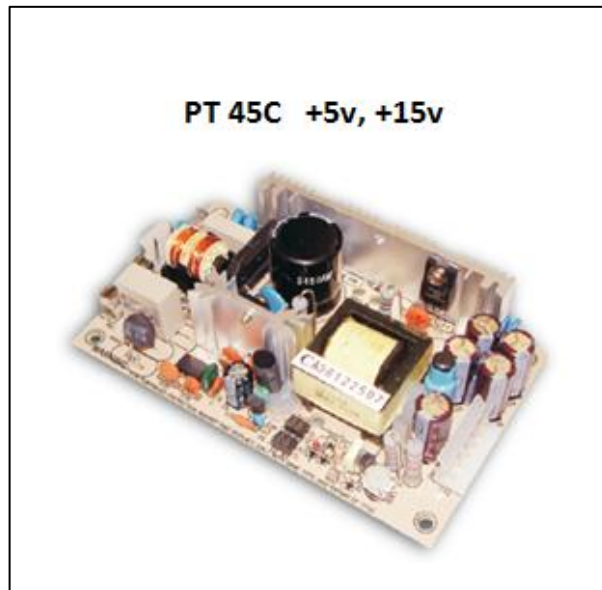


Figura 14. Imagen Fuente PT 45C

Fuente: Mean Well

<b>ESPECIFICACIONES</b>	
Vin	90~ 132 [VAC]
Vo1	15[VDC]
Vo2	-15 [VDC]
Vo3	5 [VDC]
Io1	1.6 [A]
Io2	0.3 [A]
Io3	3 [A]
Ef	75%
Po	45[W]

Tabla 23. Especificaciones De La Fuente PT 45C

Después de haber realizado el análisis de las alternativas de implementación y de la selección de los dispositivos para construir la **“Caliper Box”**, se da por terminado el presente capítulo, para en el siguiente mostrar el proceso de diseño y fabricación física del dispositivo final.

## 5. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

En el presente capítulo se presenta el proceso que se realizó para la fabricación definitiva del dispositivo “**Caliper box**”, se hará un recorrido por las especificaciones físicas para la fabricación, el esquemático del sistema y la elaboración de la “**Caliper box**”.

### 5.1 ESQUEMÁTICO DEL SISTEMA

Para la realización del esquemático del sistema completo se tuvo en cuenta los esquemas que se diseñaron en capítulos pasados, en donde se mostró el flujo de señales y se plasmó por bloques como debería ser el sistema final.

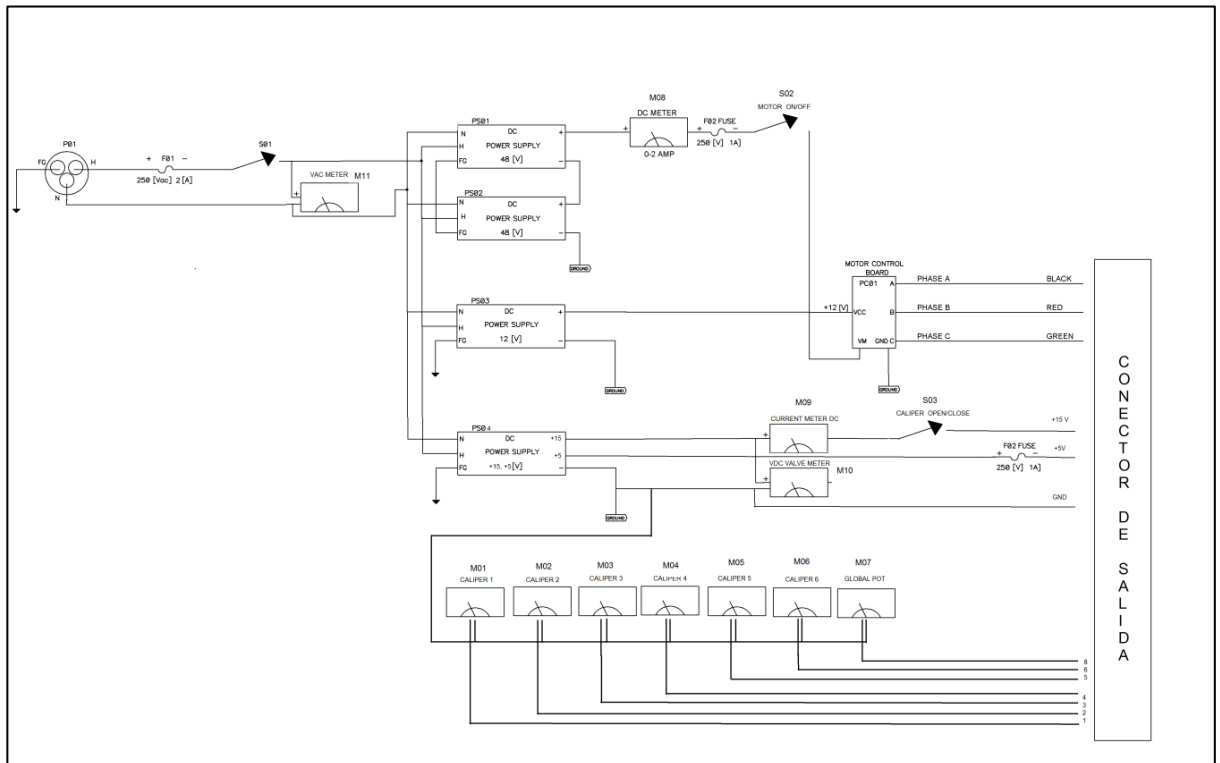


Figura 15. Esquemático De Conexión Del Sistema “**Caliper box**”

Fuente: "Autor"

En la fig. 15 se muestra el esquemático planteado para la implementación de los módulos seleccionados en el capítulo 4 y que describe el funcionamiento de la “**Caliper box**”, dispositivo diseñado para poder abrir y cerrar los brazos de la herramienta ICT. Para mayor claridad en la figura 15, referirse al anexo A.5

Al realizar una descripción del esquemático la PS01 y PS02 corresponden a las fuentes de 48 [VDC] **NES150-48**, las cuales como se definió anteriormente deben ser configuradas sus salidas en un arreglo en serie para obtener el valor de +96 [VDC], la PS03 es la fuente **ACA107** la encargada de proveer los +12 [VDC] con los cuales se alimenta la tarjeta **KOFORD**, la PS04 es la fuente **PT45C** la cual suministra las tensiones de +15[VDC] y los + 5 [VDC] para alimentar las válvulas solenoides y los potenciómetros respectivamente.

Los medidores que se observan en el esquemático son la manera de monitorear las señales que se deben controlar. Los medidores M01 hasta M07, son la representación del voltaje de salida de cada una de los siete (7) potenciómetros con los que cuenta el ICT. El M08 es el encargado de mostrar el valor de la corriente DC que lleva consigo el voltaje de alimentación del motor de los +96 [VDC], El M09 es el medidor de corriente DC, con el cual se monitorea la corriente que absorben las válvulas solenoides, el M10 es el medidor de voltaje DC que muestra el valor de la señal de alimentación de las válvulas solenoides, y el M11 es el medidor que indica que existe un voltaje AC a la entrada del sistema.

## **5.2 COMPONENTES DE LA “CALIPER BOX”**

En esta sección se hará una breve descripción de los componentes que se tuvieron en cuenta para el diseño físico del panel frontal de la “**Caliper Box**”.

**5.2.1 Medidores.** Partiendo del concepto planteado en el capítulo 3 donde se planteó que la solución de visualización para monitorear el estado de funcionamiento de los potenciómetros debe ser una solución sencilla y económica

Todos los medidores utilizados son dispositivos de medida de la casa fabricante **THECMAN**, son medidores que se consiguieron en el mercado nacional y cumplieron con los requerimientos deseados para el proyecto.

**5.2.1.1 Medidores de Voltaje DC.** Los medidores de voltaje DC son de la referencia **TP380D30V**, su intervalo de medida es de 0 a +30 [VDC], con el cual se puede observar el valor de la fuente de alimentación de las válvulas solenoides, y también el valor de la señal de voltaje de salida de los potenciómetros.



Figura 16. Medidor De Voltaje DC  
Fuente: "Autor"

**5.2.1.2 Medidor de Voltaje AC.** El medidor de voltaje AC es de la referencia **TP380A150V**, permite un intervalo de medida de 0 a 150 [VAC], con el cual se quiere monitorear el valor del voltaje de entrada AC en la **"Caliper box"**.



Figura 17. Medidor De Voltaje AC  
Fuente: " Autor".

**5.2.1.3 Medidor de Corriente DC.** El medidor de corriente DC es de referencia **TP670D1A**, tiene un intervalo de medida de 0 a 1 [A], valor suficiente para poder visualizar la corriente que consumen las válvulas y la corriente de consumo del motor AC.



Figura 18. Medidor De Corriente DC  
Fuente: "Autor"

## 5.2.2 Conectores

**5.2.2.1 Conector de entrada AC.** El conector de entrada AC es de tipo universal, una característica importante ya que el cable de entrada AC tiene este tipo de conector.



Figura 19 Conector AC

Fuente: "Autor"

**5.2.2.2 Conector de Salida.** El conector de salida de la caja de la “*Caliper Box*” fue un accesorio suministrado por **HALLIBURTON**, el cual puede albergar hasta 18 salidas, número suficiente para la cantidad que se necesitan en el proyecto.



Figura 20. Conector De Salida  
“Caliper Box”

Fuente: "Autor"



Figura 21. Conector Hembra 18 Pines

Fuente: "Autor"

**5.2.2.3 Conector para la herramienta ICT.** El conector que sirvió de puente entre la **“Caliper Box”** y la herramienta ICT es el mismo que utiliza la sección electrónica de esta, este dispositivo también fue suministrado por **HALLIBURTON**, ya que no se consiguen en el mercado debido a que la empresa es el único fabricante de estos dispositivos. La ventaja de haberlo utilizado es que es un modelo compatible con el conector de *upper* de la sonda del ICT.



Figura 22. Conector *Upper Cable*

Fuente: "Autor"



Figura 23. Vista Lateral Conector *Upper Cable*

Fuente: "Autor"

**5.2.2.4 Cable de conexión.** El cable de conexión que sirvió de puente, se fabricó con catorce (14) cables de cobre de calibre **AWG22**, y en sus extremos se encuentran los dos (2) conectores suministrados por la empresa y que anteriormente se enseñaron.



Figura 24. Cable De Conexión

Fuente: "Autor"

En la tabla 24 se presenta la distribución de los pines de los dos (2) conectores del cable de conexión, la asignación de *Upper* pertenece al dispositivo que llegará a la herramienta ICT y la asignación *Lower* es el conector que sale de la “**Caliper Box**”.

UPPER	SEÑAL	COLOR	LOWER
1	Caliper 1	Amarillo	H
2	Caliper 2	Amarillo	S
3	Caliper 3	Amarillo	R
4	Caliper 4	Amarillo	D
5	Caliper 5	Amarillo	G
6	Caliper 6	Amarillo	F
8	Travel Pot.	Amarillo	E
9	+15 V	Rojo	C
16	Gnd	Morado	P
19	Motor Phase A	Rojo	B
20	Motor Phase B	Negro	M
23	Motor Phase C	Verde	A
Coaxial inner	+5 V	Blanco	J
Coaxial shield	Gnd	Gris	T

Tabla 24. Asignación De Pines Del Cable

**5.2.3 Interruptores.** Los interruptores usados para la implementación fueron dispositivos sencillos, utilizados comúnmente para cualquier proyecto. Los interruptores tiene en su interior un Led que indican su estado ON/ OFF.



Figura 25. Interruptor AC  
Fuente: "Autor"



Figura 26. Interruptor Motor y Válvulas  
Fuente: "Autor"

**5.2.4 Protecciones.** Las protecciones que se utilizaron para el desarrollo de este proyecto fueron fusibles, este tipo de dispositivos es la manera más fácil de proteger todos los componentes que integran el sistema de "Caliper Box".

Para este caso se usaron tres (3) fusibles para así poder proteger tanto la "Caliper box" como también la herramienta ICT.

El primer fusible que se instaló es de magnitud de 2[A], se encuentra a la entrada de la señal AC de tal manera que si llega a presentarse un corto circuito en esta sección este dispositivo proteja todo el sistema. El segundo fusible es de valor de 1[A] y se encuentra a la entrada de voltaje del motor que tiene la tarjeta KOFORD, debido a que el valor de consumo de corriente del motor es un factor muy importante a monitorear ya que este no debe superar los 400 [mA], por tanto el valor de 1[A] es un rango acertado para la protección. El último fusible que se instaló también tiene el valor de 1[A] y se encuentra a la salida de la alimentación de los potenciómetros +5[VDC]. Se instaló en esta sección para poder proteger los potenciómetros, de tal forma que cuando se presente un corto circuito, la corriente que circularía por alguno de los potenciómetros sería cercana a los 5 [A], valor que podría dañar tanto la fuente PT45C como los potenciómetros.



Figura 27. Fusibles De Protección

Fuente: "Autor"

### 5.3 FABRICACIÓN DEL SISTEMA

La fabricación de la “*Caliper Box*” se realizó mediante el ensamble de cada uno de los módulos que se describieron durante los capítulos anteriores. Para el acople final se utilizó una caja metálica con medidas 40x30x20 Centímetros, la caja posee la característica de tener un doble fondo en acrílico, esta particularidad le da la posibilidad de aislar los módulos de la caja contenedora. Un requerimiento de la empresa fue que tanto los conectores, controles y medidores deben ir todos en una sola cara de la “*Caliper Box*”, teniendo en cuenta esta nueva especificación se diseñó un panel frontal para el dispositivo y este se presenta en la Figura. 28

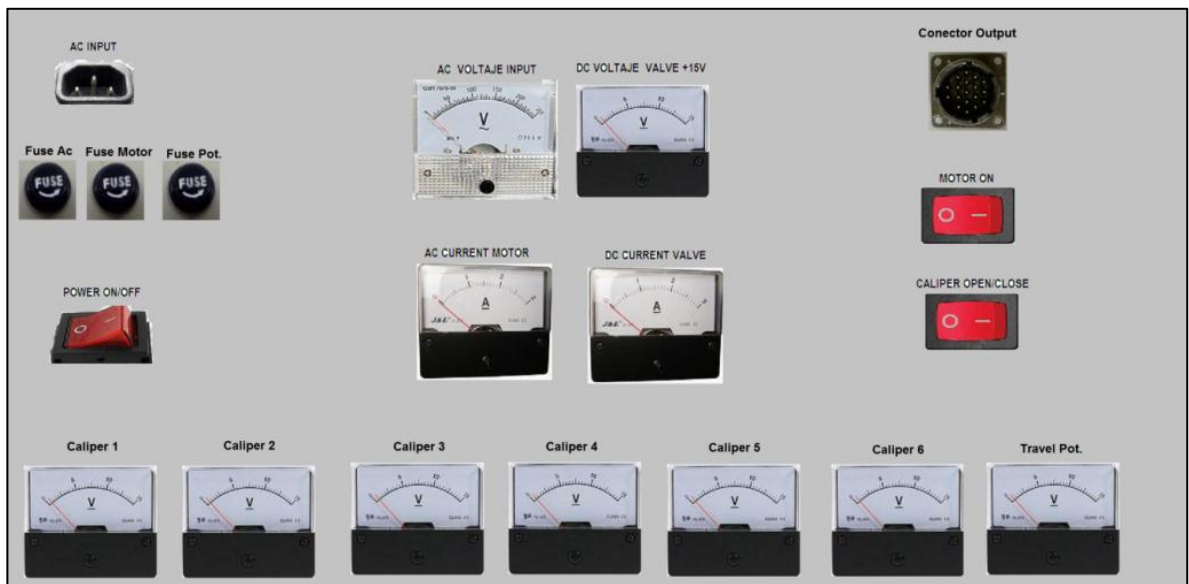


Figura 28. Diseño De Panel Frontal  
Fuente: " Autor"

En la figura anterior se presentó el diseño del panel frontal para la “*Caliper Box*”, un diseño que contiene los medidores, los controles (interruptores) y los conectores en la misma cara de la caja contenedora (caja metálica).

En la parte superior izquierda se encuentra el conector para el cable AC, debajo de él las protecciones ya mencionadas (fusibles) y seguido a ellas en la parte central izquierda se localiza el interruptor de encendido On/Off para la “*Caliper Box*”, en la zona central del panel frontal se encuentran los medidores de corriente del motor y de las válvulas solenoides, además también aparece el medidor de voltaje AC y el de voltaje de la alimentación de las válvulas, en la parte derecha del panel se sitúan el conector de salida y los interruptores que controlan el encendido del motor y la alimentación de las válvulas, para finalizar con la distribución del panel frontal se encuentran ubicados en la parte inferior los siete (7) medidores de voltaje de los potenciómetros.

En las siguientes imágenes se presenta algunas fases del proceso de ensamble de la “Caliper Box”.

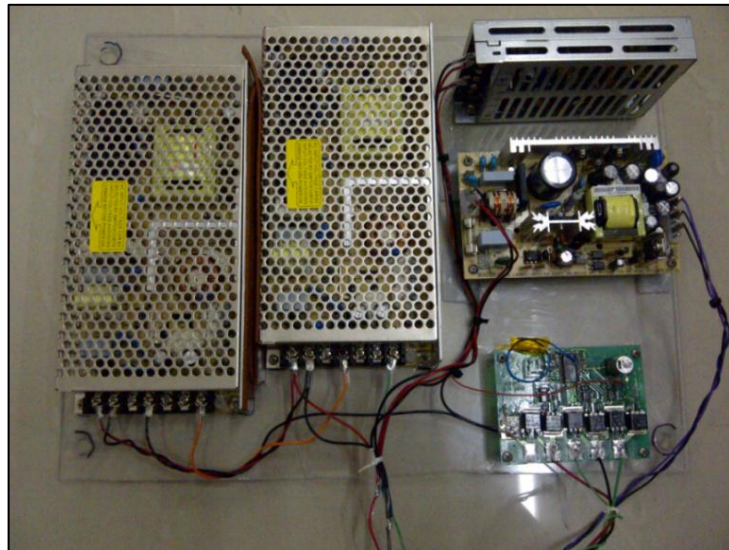


Figura 29. Ensamble De Módulos a La Base De Acrílico

Fuente: "Autor"

La Fig. 29 es la imagen del ensamble de los módulos seleccionados para la implementación de la “Caliper Box”, en la imagen se puede apreciar las cuatro (4) Fuente de poder seleccionadas y la tarjeta KOFORD. Los módulos ya se encuentran ensamblados al fondo de acrílico y están cableados según se planteó en el esquemático del sistema.

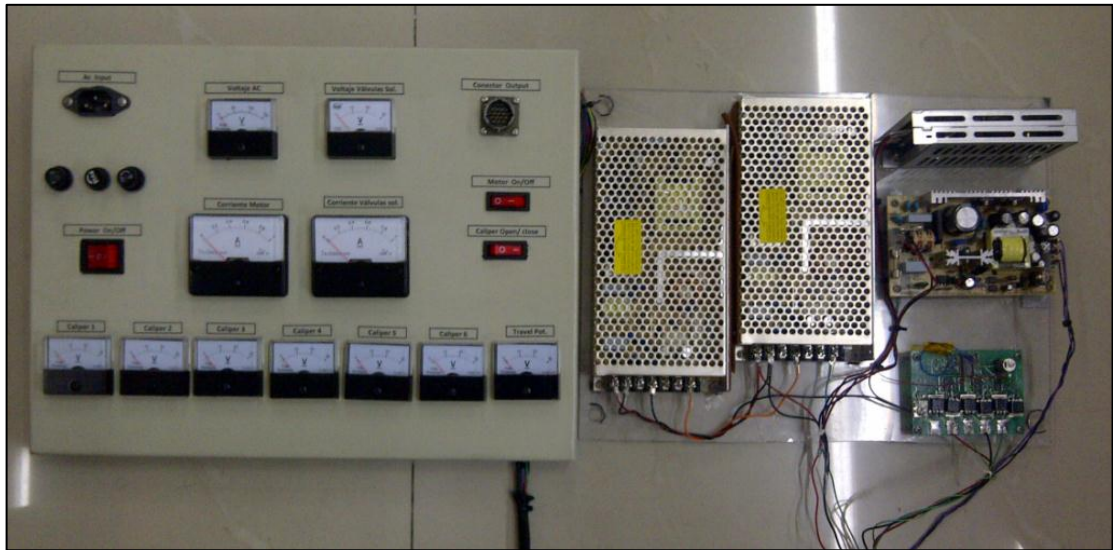


Figura 30. Módulos y Panel Frontal

Fuente: "Autor"

En la fig. 30 se aprecia el panel frontal de la "Caliper box" ya terminado con todos los medidores y controles en su lugar según se planteó, igualmente se puede apreciar el cableado, los módulos.



Figura 31. Panel Frontal "Caliper Box"

Fuente: "Autor"



Figura 32. “Caliper Box” Final

Fuente: "Autor"

La fig. 31 y fig. 32 muestran la “Caliper box” ya terminada con el cable de poder AC y el cable que conectará con la herramienta ICT. Luego de presentar todas las anteriores imágenes podemos dar por terminado el ensamble e implementación del sistema “Caliper Box”. Para concluir con este trabajo de grado se realizó un manual de operación de la “Caliper Box”, el cual contiene una descripción precisa de cómo realizar las funciones para la cual fue diseñada, detallando procedimientos.

## 6. RUTINA PARA REALIZAR EL MANTENIMIENTO DE LA HERRAMIENTA ICT

A continuación se presenta el conjunto de instrucciones que se deben seguir para abrir y cerrar los brazos de la herramienta de registros ICT, utilizando como ayuda el dispositivo “*Caliper Box*” diseñado en los capítulos anteriores de este trabajo.

Con la aplicación del dispositivo “*Caliper Box*” se pueden realizar acciones de mantenimiento preventivo y chequeo pre-operacional como:

- Abrir y cerrar los brazos de la herramienta de registros ICT.
- Monitorear el estado de los potenciómetros del ICT
- Verificar el funcionamiento de elementos como el motor AC y las válvulas solenoides.

Previamente a la utilización de la “*Caliper Box*” es necesario realizar y verificar el PM1 de la herramienta ICT, en el escenario en que se encuentre algún error luego de realizar el PM1, **NO** se puede utilizar el dispositivo, el utilizarla en esas condiciones puede incurrir en un daño al ICT o al dispositivo “*Caliper Box*”.

Antes de empezar con los pasos para su funcionamiento, se debe verificar.

1. Realizar PM1 <sup>[4]</sup> al ICT
2. El interruptor “Power On/Off” debe estar en estado Off.
3. Los cables auxiliares: AC y Cable de conexión al ICT, deben estar en buen estado de lo contrario tomar las medidas pertinentes para realizar la reparación.

Las siguientes son las instrucciones para la operación de la “Caliper Box”, por consiguiente se deben realizar de la manera establecida.

1. Conecte el cable AC a la “Caliper Box” y a la toma de corriente.
2. Conectar el cable del ICT a la “Caliper Box”.
3. Encienda el interruptor “Power On/Off”.
4. Verifique que el medidor de voltaje AC se encuentre en el valor de 110 [VAC].
5. Verifique que el medidor del voltaje de las válvulas se encuentre en +15[VDC].
6. Verifique que todos los demás medidores tanto de voltaje de los *Brazos* como los medidores de corriente del motor y de las válvulas solenoides se encuentren en cero “0”.

Ejecute la siguiente la rutina de apertura de los brazos, tomando como referencia la rutina que el sistema INSITE realiza.

7. Conecte el cable de conexión del ICT a la herramienta ICT.
8. Encienda el interruptor para el motor “Motor On/Off”.

En el momento que se enciende el motor la volva hidráulica comienza a funcionar y también empieza a levantar presión haciendo que el consumo de corriente del motor aumenta hasta 400 [mA] cuando llegue a este valor de corriente significa que existe la presión de aceite suficiente para empezar abrir los brazos del ICT, en este momento ya se pueden activar las válvulas para abrir los brazos.

9. Encienda el interruptor de las válvulas solenoides “Calipers On/Off”.

A partir de este momento los Brazos del ICT deben empezar a abrirse, por tanto el valor en los siete (7) medidores de voltaje de los potenciómetros deben empezar a aumentar. Para monitorear el estado de funcionamiento de los siete (7) potenciómetros se debe visualizar el movimiento de la aguja de los medidores de voltaje DC, este movimiento no debe tener ningún salto y el intervalo de movimiento debe estar entre 0 y 5 [VDC].

Con la apertura de los brazos el consumo de corriente del motor AC también empezara a aumentar, es muy importante que el operador monitoree el valor de la corriente del motor AC.

10. Verifique en todo momento de la operación, que la corriente de las válvulas solenoides no supere los 750 [mA].
11. Verifique el consumo de corriente del motor mientras los brazos del ICT se abren, este consumo no debe superar los 400 [mA].
12. Verifique que el valor en los medidores de voltaje de los Caliper sea de +5[VDC] cuando los brazos están abiertos en su totalidad.

Cuando el medidor de corriente del motor indique 400 [mA] significa que los Brazos ya están en su punto máximo de apertura.

13. Apague el interruptor del motor "Motor On/Off".

La instrucción de apagar el motor no interfiere con la apertura de los brazos ya que el direccionamiento del flujo de presión del aceite lo ejercen las válvulas solenoides.

14. Para cerrar los brazos solo debe apagar el interruptor de las válvulas solenoides "Calipers On/Off".

15. Apague el interruptor "Power On/Off".

Si en algún momento de la operación los valores anteriormente mencionados (Voltaje Ac, Voltaje Válvulas, Corriente válvulas, corriente motor, voltaje potenciómetros) llegaran a ser superados apague la "Caliper Box" e informe inmediatamente al ingeniero encargado del laboratorio, esto puede significar que algo está fallando en la Sonda del ICT.

## CONCLUSIONES

- ✓ Se diseñó e implementó una interfaz que ayudará al mantenimiento preventivo de la herramienta de registros **ICT (*Insite Caliper Tool*)**, la cual es capaz de generar las señales eléctricas para abrir y cerrar los brazos del **ICT**.
  
- ✓ La **“Caliper Box”**, nombre que recibió la Interfaz de mantenimiento diseñada, se implementó cumpliendo con todas las especificaciones técnicas de acuerdo al análisis que se le realizó a la herramienta ICT.
  
- ✓ Luego de analizar las dos opciones para diseñar e implementar la **“Caliper Box”**, se decidió seleccionar la alternativa de implementación por módulos debido a que brinda grandes beneficios para su implementación.
  
- ✓ Se realizó la selección de los dispositivos teniendo en cuenta todos los parámetros técnicos encontrados en el estudio del funcionamiento de la herramienta ICT, entre los cuales estaban: los voltajes DC adecuados y el suministro de corriente necesario para la operación.
  
- ✓ La rutina para el mantenimiento preventivo y chequeo pre-operacional para la herramienta ICT utilizando la **“Caliper Box”**, es un conjunto de instrucciones sencillas de fácil entendimiento que permiten abrir y cerrar los brazos del ICT, además permiten monitorear el estado del siete (7) potenciómetros de la herramienta.

- ✓ La **“Caliper Box”**, cumple con los requerimientos que **HALLIBURTON** exigía para la implementación del dispositivo, los cuales eran: el único suministro de alimentación posible es la tensión alterna de 110 [VAC] de la red tradicional, su tamaño es el adecuado, además la interfaz debía ser dispositivo de fácil manejo, interpretación y control.
  
- ✓ Con la implementación de la **“Caliper Box”** se le brindó una nueva herramienta al laboratorio de mantenimiento de **HALLIBURTON**, con la cual se podrá agilizar los tiempos de mantenimiento de la herramienta de registros ICT.
  
- ✓ La simplicidad de la rutina, y el fácil entendimiento del panel de control lleva a cualquier integrante del equipo de mantenimiento sin importar el cargo pueda operarla y controlarla.

## OBSERVACIONES

- ✓ Antes de operar la “*Caliper Box*” se debe realizar el PM1<sup>[4]</sup> para la herramienta, esto con el fin de verificar el correcto estado de la herramienta y con esto evitar un daño al ICT a la “*Caliper Box*”.
- ✓ Es importante tener claro cuáles son las variables y los valores máximos que se deben monitorear en la “*Caliper Box*”, con el fin de poder detectar alguna falla en el funcionamiento de los componentes de la herramienta ICT

## RECOMENDACIONES

- ✓ Una posible mejora para el dispositivo “*Caliper Box*” sería implementar una adquisición de datos para poder tener un registro del funcionamiento de la herramienta.
- ✓ Para poder mejorar la visualización del monitoreo del funcionamiento de los siete (7) potenciómetros se recomienda cambiar los medidores de voltaje DC por un medidor de voltaje DC con un intervalo de medición más adecuado, esto con el fin de poder observar de la mejor manera posible el intervalo de movimiento de la aguja en el medidor.
- ✓ Antes de empezar a operar la “*Caliper Box*”, es indispensable verificar el correcto estado del cable de alimentación, el cable de conexión a la herramienta ICT y sus respectivos conectores, esto con el fin de encontrar posibles averías por mala manipulación. De encontrar algún daño tomar las medidas correctivas para repararlo.
- ✓ Si al realizar el PM1 <sup>[4]</sup> de la herramienta ICT alguno de los valores indicados no coincide con los medidos, reportar inmediatamente el hecho al ingeniero a cargo y no utilizar por ningún motivo la “*Caliper Box*”.
- ✓ El correcto transporte y manipulación de la “*Caliper Box*” ayudará a extender su tiempo de uso, debido que las condiciones físicas de los lugares donde se podrá operar el dispositivo no son las ideales para su cuidado.

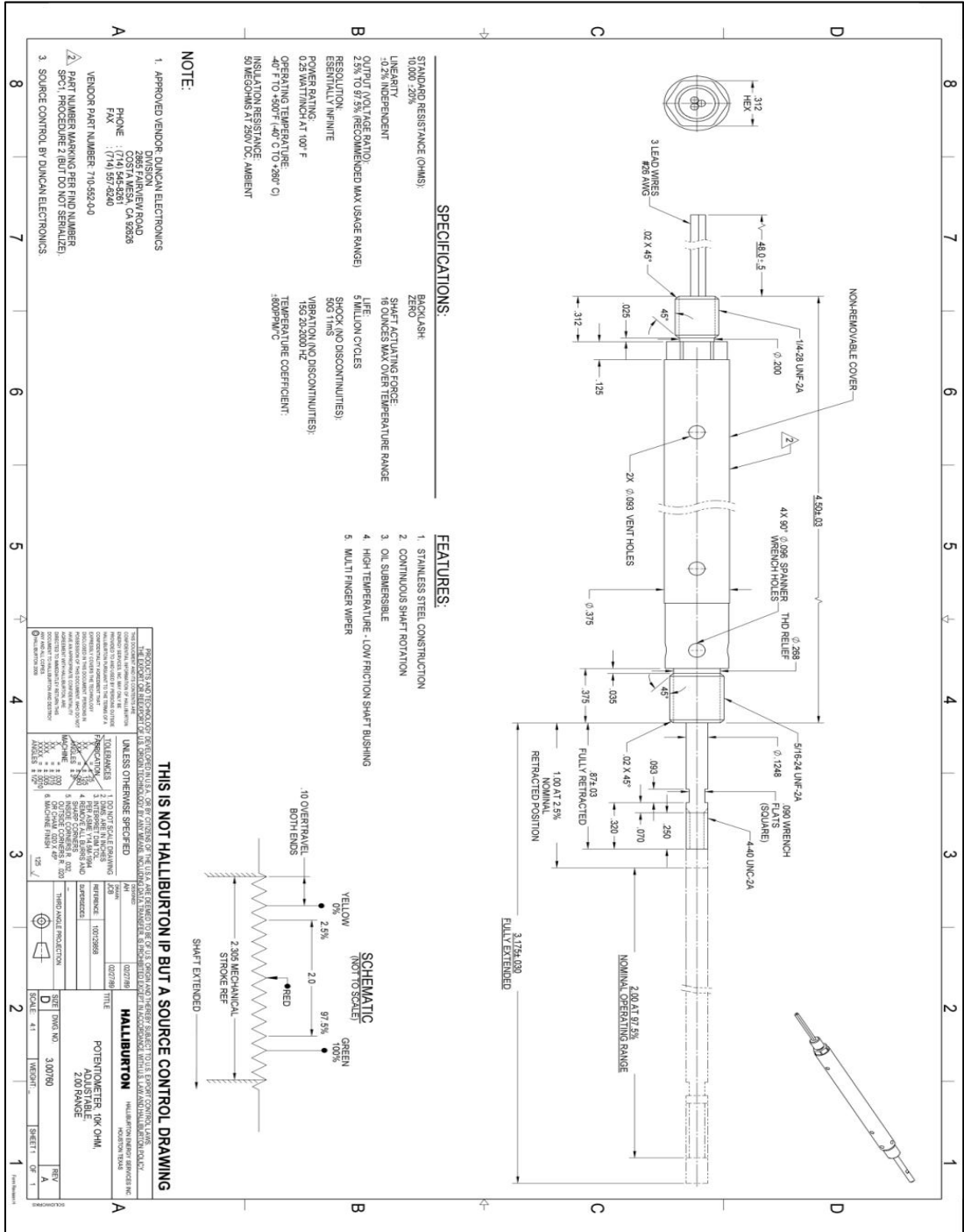
## **BIBLIOGRAFÍA**

- [1]. [http://www.halliburton.com/public/lp/contents/Data\\_Sheets/web/H/H05722.pdf](http://www.halliburton.com/public/lp/contents/Data_Sheets/web/H/H05722.pdf)
- [2]. Field Operations Manual (FOM), Revision D, June 2011, HALLIBURTON.
- [3]. Field Service Manual (FSM), Revision D, December 2010, HALLIBURTON.
- [4]. Preventive Maintenance 1 (PM1), Revision D, 2006, HALLIBURTON.

# ANEXOS

## ANEXO A ESPECIFICACIONES DE LOS ELEMENTOS DE LA Sonda

### ANEXO A 1 POTENCIÓMETRO





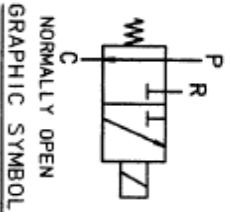
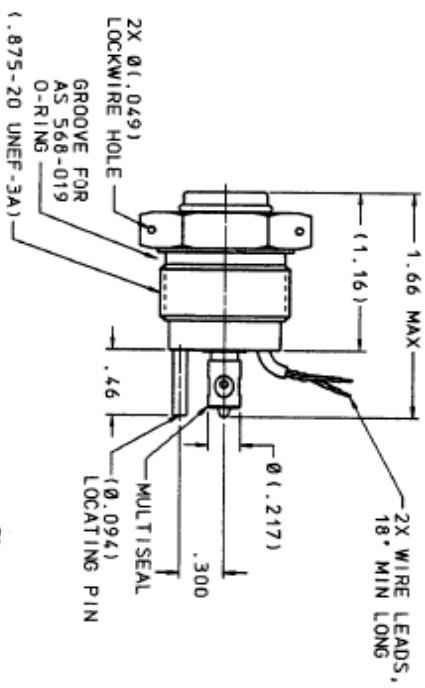
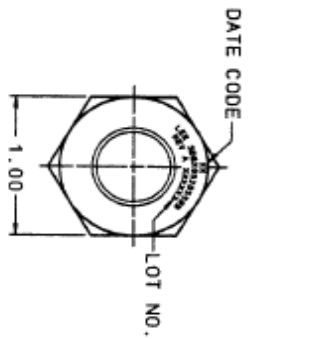
# ANEXO A 3 VÁLVULAS SOLENOIDES

**SAP# 101344035**

**P# SDBX0520550B**

SDBX0520550B

REV	DATE	BY	DESCRIPTION
2A	02-18-02	HM	UNRELEASED DESIGN CHANGE SEE SHEETS 2 & 3.



NORMALLY OPEN  
GRAPHIC SYMBOL

**“REDUCED PRINT”**

PROPOSAL DRAWING

**PROPRIETARY ITEM**  
This document contains proprietary information and is submitted upon agreement that the recipient will not be used directly or indirectly for the development of any product or process without the written consent of The Lee Company. Under the provisions of the Patent Act of 1952, as amended, 35 U.S.C. 41, 41a, 41b, 41c, 41d, 41e, 41f, 41g, 41h, 41i, 41j, 41k, 41l, 41m, 41n, 41o, 41p, 41q, 41r, 41s, 41t, 41u, 41v, 41w, 41x, 41y, 41z, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.

**CUSTOMER APPROVAL**  
NAME: \_\_\_\_\_  
TITLE: \_\_\_\_\_  
SIGNATURE: \_\_\_\_\_  
DATE: \_\_\_\_\_

FMR: NJMAR  
EXTON, PA  
REFERENCE: SDBX0520550

SDBX0520550B  
NOTES AND DIMENSIONS SHOWN ARE IN INCHES UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.  
SURFACE FINISH: ✓ ALL OVER  
DIMENSIONS ARE IN INCHES  
TOLERANCES: ANGLES ±.15  
DIMS ±.015  
±.010  
±.005

DATE	BY	DESCRIPTION
09-16-03	HM	09-16-03
09-16-03	HM	09-16-03
09-16-03	HM	09-16-03

LEE DIRECT ACTING SOLENOID VALVE  
THE LEE COMPANY  
WESTBROOK, CT 06498  
SIZE: 92555  
SDBX0520550B  
SHEET 1 OF 3

**ORIGINAL**

SDBX0520550B

SPECIFICATIONS

- 1.0 TYPE: 3-WAY, TWO POSITION, SINGLE COIL, NORMALLY OPEN.
- 2.0 THE LOHM IS A MEASURE OF RESISTANCE TO FLUID FLOW. EXAMPLE: ONE LOHM WILL PERMIT A FLOW OF 100 GPM OF WATER AT 25 PSID AT 80°F.
- 3.0 MATERIALS: BODY AND BALL SEAT: 15-5 PH CRES/AMS 5659. MULTISEAL: POLYAMIDE-IMIDE/AMS 3670. BALL AND PIN: 15-5 PH CRES/AMS 5659. SPRINGS: 302 CRES/AMS 5688. FLANGES, PLUNGER AND COVER: S1 IRON BFM/ASTM A867. COIL: COPPER MAGNET WIRE/ENEMA MM1000. LEAD WIRE: 22 AWG/ MIL-W-22759/1F-22-9. SHRINK TUBE/AMS-DTL-23053/8 & 112. INSULATION TAPE: KAPTON. POLYIMIDE/ MIL-P-46112B. SOLDER AG 1.5/00-S-571. BRAZE/AMS 4774. FILTER SCREEN ASSY: 15-5 PH CRES/AMS 5659. BOBBIN: 304L CRES/AMS-00-S-763. SHAFT: 440C CRES/AMS-00-S-763. PLUG: SHAF: 303 CRES/00-S-763. RETAINER: 2024 T-351/AMS-00-A-225/6. RETAINING RING: 302 CRES/ASTM A313/J31M. RETAINING ASSIATE/ASTM A967. SOFT MAGNETIC MATERIAL: NICKEL PLATE/AMS 2404. RETAINER: ANODIZE RED/AMS-A-8625 TYPE 11.
- 4.0 FLUID: 4.1 CUSTOMER FLUID: EXXON J-26. 4.2 LEE TEST FLUID: MIL-H-83282 OR MIL-H-5606.
- 5.0 PRESSURE: 5.1 NORMAL OPERATING: 5000 PSID. 5.2 MAXIMUM TRANSIENT: 6000 PSID. 5.3 PROOF: 7500 PSI. 5.4 BURST: 10000 PSI.
- 6.0 TEMPERATURE: 6.1 AMBIENT: -65°F TO 350°F. 6.2 FLUID: -65°F TO 350°F.
- 7.0 FLOW: PRESSURE PORT TO CONTROL PORT TO RETURN PORT: .383 GPM MINIMUM AT 5000 PSID (4000 LOHMS).
- 8.0 LEAKAGE: 8.1 INTERNAL: 2 cc/MINUTE MAXIMUM AT 5000 PSID. 8.2 EXTERNAL: 0 cc.
- 9.0 ELECTRIC: 9.1 DRAIN: 0.375 AMPS AT 15 VDC AT 70°F (5.6 WATTS) 9.2 PULL IN VOLTAGE: 15 VDC MAXIMUM AT 750°F COIL TEMPERATURE (3.5 WATTS) AND PRESSURE PORT AT 5000 PSI. 9.3 DROP OUT VOLTAGE: 1 VDC MINIMUM AT 70°F AND 5000 PSI. 9.4 RESISTANCE: 40 \*8Ω OHMS AT 70°F.
- 10.0 RESPONSE TIME: 10.1 PULL IN: .04 SECONDS MAXIMUM AT 5000 PSI. 10.2 DROP OUT: .04 SECONDS MAXIMUM AT 5000 PSI. 11.0 INSULATION RESISTANCE: 100 MEGOHM MINIMUM WITH 500 VDC APPLIED FOR 60 SECONDS. 12.0 DIELECTRIC STRENGTH: 1500 VRMS MINIMUM AT 60 HZ FOR 60 SECONDS. 13.0 WEIGHT: .14 LBS MAXIMUM. 14.0 MULTISEAL REPLACEMENT PART NUMBER: SDBBZ130208A. 15.0 SCREEN HOLE SIZE: .004 NOMINAL.

**PROPRIETARY ITEM**  
 This document and its contents are confidential and its disclosure to unauthorized persons is prohibited. The Lee Company, Inc. reserves the right to modify or discontinue this product without notice. © 1994 Lee Company, Inc. Dwg 2-10a, 31011 Rev 1 8781-1194

**CUSTOMER APPROVAL**  
 NAME \_\_\_\_\_ TITLE \_\_\_\_\_  
 SIGNATURE \_\_\_\_\_ DATE \_\_\_\_\_

FME NUMBER  
 EXTN, PA  
 SDBX0520550B  
 REFERENCE

WORKING DRAWING  
 ALL DIMENSIONS UNLESS OTHERWISE SPECIFIED ARE IN INCHES  
 SURFACE FINISH: ALL OVER  
 DIMENSIONS ARE IN INCHES  
 2 PLACES TO BE SPACED 1/8" MAX

DATE	BY	REVISION
09-16-03	B	09-16-03
09-16-03	B	09-16-03

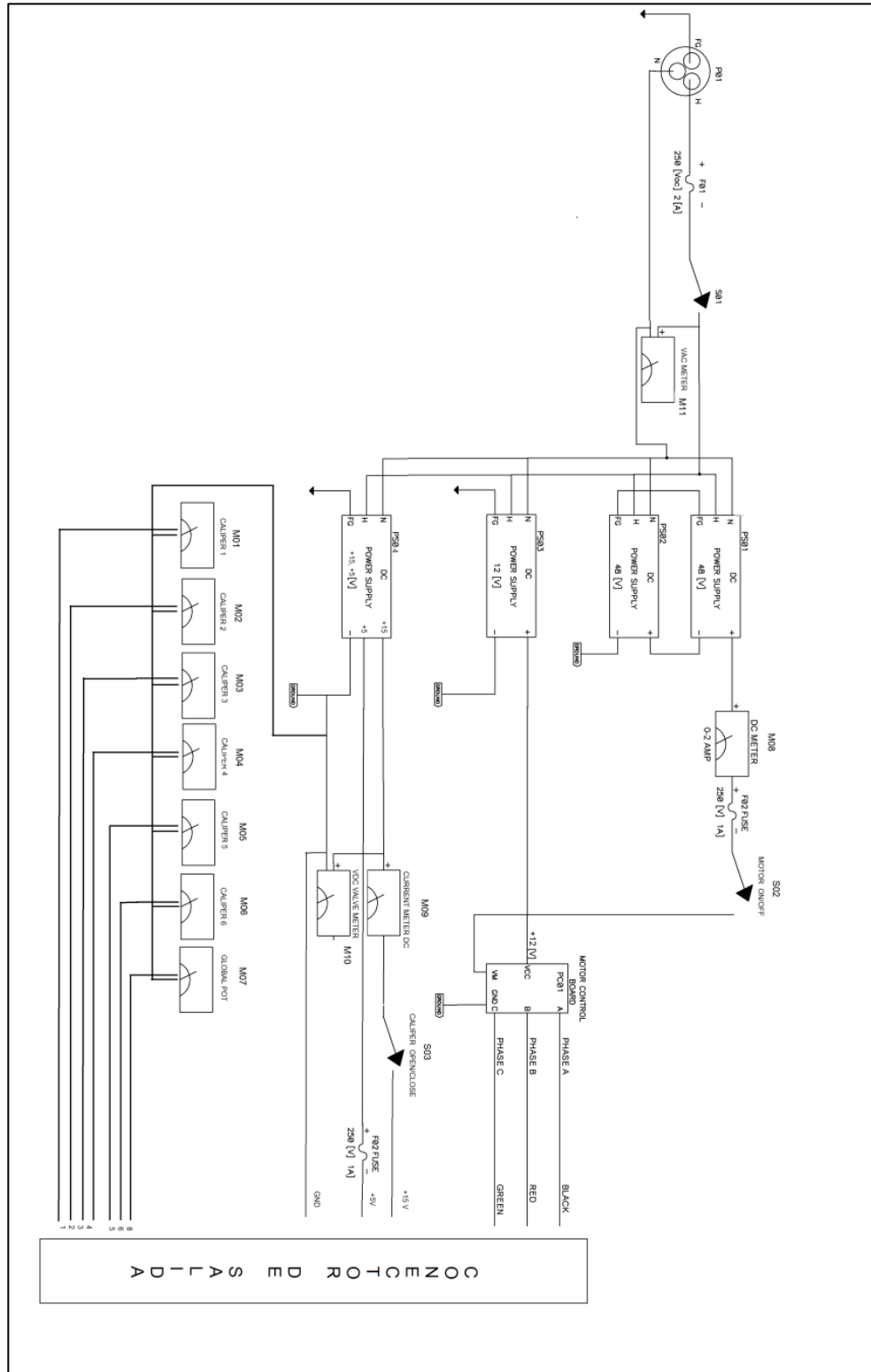
LEE DIRECT ACTING SOLENOID VALVE  
 THE LEE COMPANY  
 WESTBROOK, CT 06498  
 92555 SDBX0520550B  
 SHEET 3 OF 3  
**ORIGINAL**

REDUCED PRINT

PROPOSAL DRAWING



# ANEXO A 5 ESQUEMATICO DE CONEXIÓN DEL DISPOSITIVO.



# ANEXO B HOJAS DE DATOS

## ANEXO B 1 NES 150-48



150W Single Output Switching Power Supply

**NES-150** series



■ Features :

- AC input range selectable by switch
- Protections: Short circuit / Overload / Over voltage
- Cooling by free air convection
- LED indicator for power on
- 100% full load burn-in test
- High efficiency, long life and high reliability
- 2 years warranty



SPECIFICATION

MODEL	NES-150-3.3	NES-150-5	NES-150-7.5	NES-150-9	NES-150-12	NES-150-15	NES-150-24	NES-150-48		
OUTPUT	DC VOLTAGE	3.3V	5V	7.5V	9V	12V	15V	24V	48V	
	RATED CURRENT	30A	26A	20A	16.7A	12.5A	10A	6.5A	3.3A	
	CURRENT RANGE	0 ~ 30A	0 ~ 26A	0 ~ 20A	0 ~ 16.7A	0 ~ 12.5A	0 ~ 10A	0 ~ 6.5A	0 ~ 3.3A	
	RATED POWER	99W	130W	150W	150W	150W	150W	156W	158.4W	
	RIPPLE & NOISE (max.) Note.2	80mVp-p	80mVp-p	120mVp-p	120mVp-p	120mVp-p	120mVp-p	120mVp-p	200mVp-p	
	VOLTAGE ADJ. RANGE	3.2 ~ 3.5V	4.75 ~ 5.5V	7.13 ~ 8.3V	8.55 ~ 9.9V	11.4 ~ 13.5V	14.25 ~ 16.5V	22.8 ~ 27.6V	45.6 ~ 52.8V	
	VOLTAGE TOLERANCE Note.3	±3.0%	±2.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%	
	LINE REGULATION Note.4	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	
	LOAD REGULATION Note.5	±2.0%	±1.0%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	
	SETUP, RISE TIME Note.7	800ms, 20ms/230VAC		1200ms, 30ms/115VAC at full load						
HOLD UP TIME (Typ.)	24ms/230VAC		20ms/115VAC at full load							
INPUT	VOLTAGE RANGE	90 ~ 132VAC / 180 ~ 264VAC selected by switch			254 ~ 373VDC					
	FREQUENCY RANGE	47 ~ 63Hz								
	EFFICIENCY (Typ.)	73%	78%	80%	83%	83%	83%	86%	86%	
	AC CURRENT (Typ.)	3A/115VAC		2A/230VAC						
	INRUSH CURRENT (Typ.)	COLD START 45A/230VAC								
LEAKAGE CURRENT	<2mA/240VAC									
PROTECTION	OVERLOAD	110 ~ 150% rated output power Protection type : Hiccup mode, recovers automatically after fault condition is removed								
	OVER VOLTAGE	3.8 ~ 4.65V		5.75 ~ 6.75V	8.6 ~ 10.1V	10.4 ~ 12.2V	13.8 ~ 16.2V	17.25 ~ 20.25V	27.6 ~ 32.4V	55.2 ~ 62.4V
ENVIRONMENT	WORKING TEMP.	-20 ~ +60°C (Refer to output load derating curve)								
	WORKING HUMIDITY	20 ~ 90% RH non-condensing								
	STORAGE TEMP., HUMIDITY	-40 ~ +85°C, 10 ~ 95% RH								
	TEMP. COEFFICIENT	±0.03%/°C (0 ~ 50°C)								
	VIBRATION	10 ~ 500Hz, 2G 10min./1cycle, period for 60min. each along X, Y, Z axes								
SAFETY & EMC (Note 6)	SAFETY STANDARDS	UL60950-1, TUV EN60950-1, GB4943 approved								
	WITHSTAND VOLTAGE	I/P-O/P: 3KVAC		I/P-FG: 1.5KVAC	O/P-FG: 0.5KVAC					
	ISOLATION RESISTANCE	I/P-O/P, I/P-FG, O/P-FG: 100M Ohms/500VDC 70% RH								
	EMI CONDUCTION & RADIATION	Compliance to EN55022 (CISPR22) Class B, GB9254 CLASS B								
	HARMONIC CURRENT	Compliance to EN61000-3-2, -3, GB17625.1								
OTHERS	EMS IMMUNITY	Compliance to EN61000-4-2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, ENV50204, EN55024, EN61000-6-1, heavy industry level, criteria A								
	MTBF	433.3Khrs min. MIL-HDBK-217F (25°C)								
	DIMENSION	199*98*38mm (L*W*H)								
NOTE	PACKING	0.7Kg; 20pcs/15kg/0.72CUFT								
		1. All parameters NOT specially mentioned are measured at 230VAC input, rated load and 25°C of ambient temperature. 2. Ripple & noise are measured at 20MHz of bandwidth by using a 12" twisted pair-wire terminated with a 0.1uF & 47uF parallel capacitor. 3. Tolerance : includes set up tolerance, line regulation and load regulation. 4. Line regulation is measured from low line to high line at rated load. 5. Load regulation is measured from 0% to 100% rated load. 6. The power supply is considered a component which will be installed into a final equipment. The final equipment must be re-confirmed that it still meets EMC directives. 7. Length of set up time is measured at cold first start. Turning ON/OFF the power supply very quickly may lead to increase of the set up time.								

File Name: NES-150-SPEC 2010-06-24

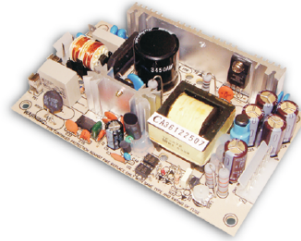
# ANEXO B 2 PT 45C



onlinecomponents.com  
THE ONLINE DISTRIBUTOR OF QUALITY ELECTRONIC COMPONENTS

45W Triple Output Switching Power Supply

PT-45 series



- Features :
- Universal AC input/Full range
  - Low leakage current<0.5mA
  - Protections: Short circuit / Overload / Over voltage
  - Cooling by free air convection
  - 100% full load burn-in test
  - Fixed switching frequency at 65KHz
  - 2 years warranty



## SPECIFICATION

MODEL	PT-45A			PT-45B			PT-45C			
OUTPUT	OUTPUT NUMBER	CH1	CH2	CH3	CH1	CH2	CH3	CH1	CH2	CH3
	DC VOLTAGE	5V	12V	-5V	5V	12V	-12V	5V	15V	-15V
	RATED CURRENT	3A	2A	0.3A	3A	2A	0.3A	3A	1.6A	0.3A
	CURRENT RANGE	0.4 ~ 5A	0.2 ~ 2.5A	0 ~ 0.5A	0.4 ~ 5A	0.2 ~ 2.5A	0 ~ 0.5A	0.4 ~ 5A	0.2 ~ 2.3A	0 ~ 0.5A
	RATED POWER	40.5W			42.6W			43.5W		
	OUTPUT POWER (max.)	Rated output power for convection; 52W with 18CFM min. Forced air								
	RIPPLE & NOISE (max.) Note.2	50mVp-p	120mVp-p	50mVp-p	50mVp-p	120mVp-p	100mVp-p	50mVp-p	120mVp-p	100mVp-p
	VOLTAGE ADJ. RANGE	CH1: 4.75 ~ 5.5V								
	VOLTAGE TOLERANCE Note.3	±4.0%	±7.0%	±5.0%	±4.0%	±7.0%	±5.0%	±4.0%	±7.0%	±5.0%
	LINE REGULATION	±1.0%	±2.0%	±1.0%	±1.0%	±2.0%	±1.0%	±1.0%	±2.0%	±1.0%
LOAD REGULATION	±3.0%	±4.0%	±1.0%	±3.0%	±4.0%	±1.0%	±3.0%	±4.0%	±1.0%	
SETUP, RISE TIME	800ms, 20ms at full load									
HOLD UP TIME (Typ.)	60ms at full load									
INPUT	VOLTAGE RANGE	90 ~ 264VAC		127 ~ 370VDC						
	FREQUENCY RANGE	47 ~ 440Hz								
	EFFICIENCY (Typ.)	75%			75%			75%		
	AC CURRENT (Typ.)	1A/115VAC		0.7A/230VAC						
	INRUSH CURRENT (Typ.)	COLD START 15A/115VAC			30A/230VAC					
LEAKAGE CURRENT	<0.75mA									
PROTECTION	OVERLOAD	53 ~ 75W rated output power Protection type : Hiccup mode, recovers automatically after fault condition is removed.								
	OVER VOLTAGE	CH1: 5.75 ~ 6.75VDC Protection type : Hiccup mode, recovers automatically after fault condition is removed.								
ENVIRONMENT	WORKING TEMP.	-10 ~ +60 °C (Refer to "Derating Curve")								
	WORKING HUMIDITY	20 ~ 90% RH non-condensing								
	STORAGE TEMP., HUMIDITY	-20 ~ +85 °C, 10 ~ 95% RH								
	TEMP. COEFFICIENT	±0.04%/°C (0 ~ 50 °C) on +5V output								
VIBRATION	10 ~ 500Hz, 2G 10min./1cycle, period for 60min. each along X, Y, Z axes									
SAFETY & EMC (Note 4)	SAFETY STANDARDS	UL60950-1, TUV EN60950-1 approved								
	WITHSTAND VOLTAGE	I/P-O/P:3KVAC			I/P-FG:1.5KVAC			O/P-FG:0.5KVAC 1min.		
	ISOLATION RESISTANCE	I/P-O/P, I/P-FG, O/P-FG:100M Ohms / 500VDC / 25°C / 70% RH								
	EMC EMISSION	Compliance to EN55022 (CISPR22) Class B, EN61000-3-2, -3								
	EMC IMMUNITY	Compliance to EN61000-4-2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, EN55024, light industry level, criteria A								
OTHERS	MTBF	288.1K hrs min. MIL-HDBK-217F (25°C)								
	DIMENSION	127*76*28mm (L*W*H)								
	PACKING	0.21Kg; 72pcs/17Kg/1.35CUFT								
NOTE	<p>1. All parameters NOT specially mentioned are measured at 230VAC input, rated load and 25°C of ambient temperature.</p> <p>2. Ripple &amp; noise are measured at 20MHz of bandwidth by using a 12" twisted pair-wire terminated with a 0.1uF &amp; 47uF parallel capacitor.</p> <p>3. Tolerance : includes set up tolerance, line regulation and load regulation.</p> <p>4. The power supply is considered a component which will be installed into a final equipment. The final equipment must be re-confirmed that it still meets EMC directives. For guidance on how to perform these EMC tests, please refer to "EMI testing of component power supplies." (as available on <a href="http://www.meanwell.com">http://www.meanwell.com</a>)</p> <p>5. Mounting holes M1 and M2 should be grounded for EMI purposes.</p> <p>6. Heat Sink HS1, HS2 can not be shorted.</p>									

File Name:PT-45-SPEC 2011-08-18

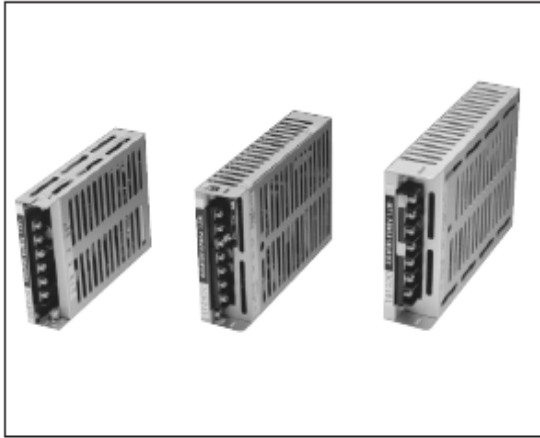
## ANEXO B 3 ACA107

### AC/DC Chassis Mount

**XPiQ inc.**  
Intelligent Design Quality Product



### 15-25-50 Watts ACA/ACB/ACC Series



- Efficiency to 85%
- Adjustable Outputs
- Internal EMI/RFI Filter
- Isolated Outputs
- Input/Output Protection
- Compact Size/Light Weight

### Specification

#### Input

- *Input Voltage Range* • See Table
- *Soft Start* • All Models
- *Input Filter* •  $\pi$  Network
- *Input Protection* • Input Fuse

#### Output

- *Voltage Adjustment* •  $\pm 5\%$  See Note 1
- *Line Regulation (Full Input Range)* • 0.8%
- *Load Regulation (No Load-Full Load)* • 0.9%
- *Ripple & Noise (DC-100MHz)* • 1% of VOUT & 50mV p-p
- *Temperature Coefficient* • 0.03%/°C
- *Overvoltage Protection* • Zener Diode
- *Short Circuit Protection* • Foldback Current Limit
- *Hold Up Time* • 10 ms Minimum
- *Rise Time* • 200 ms Maximum

#### General

- *Switching Frequency* • 50 kHz Typical
- *Efficiency* • 75% Typical
- *Isolation (Input-Output-Case)* • 50 Mohm (500 VDC)
- *Weight* • ACA 250g, ACB 350g, ACC 470g

#### Environmental

- *Operating Temperature* • 0°C to 50°C (no derating)
- *Storage Temperature* • -20°C to 85°C

## OUTPUT VOLTAGE & CURRENT RATINGS

ACA/ACB/ACC 15/25/50

Series Output Code	Output Voltages	ACA Output Current(s)	ACB Output Current(s)	ACC Output Current(s)
01	5 VDC	3.00 A	5.0 A	10.0 A
02	12 VDC	1.20 A	2.1 A	4.20 A
03	15 VDC	1.00 A	1.7 A	3.40 A
04	24 VDC	0.62 A	1.1 A	2.50 A
05	+12 VDC	0.75 A	1.2 A	2.00 A (Pk 3.50 A)
	-12 VDC	0.50 A	0.9 A	
06	+15 VDC	0.50 A	1.0 A	1.70 A
	-15 VDC	0.50 A	0.7 A	1.30 A
07	5 VDC	1.80 A	2.8 A	5.00 A
	+12 VDC	0.15 A	0.5 A	0.83 A
	-12 VDC	0.15 A	0.4 A	0.83 A
08	5 VDC	1.80 A	2.8 A	5.00 A
	+15 VDC	0.15 A	0.5 A	0.65 A
	-15 VDC	0.15 A	0.4 A	0.65 A
10	48 VDC	-	0.5 A	1.00 A

Single output models only, for optional 110/220 selectable inputs add suffix "S" to part number.

## Ordering Guide: Series/Input Code

Example: ACC 102-50 Watt Series, 110 VAC Input, 12 Volt Output @ 4.2 AMPS

Series	Output
ACA	15 Watts
ACB	25 Watts
ACC	50 Watts

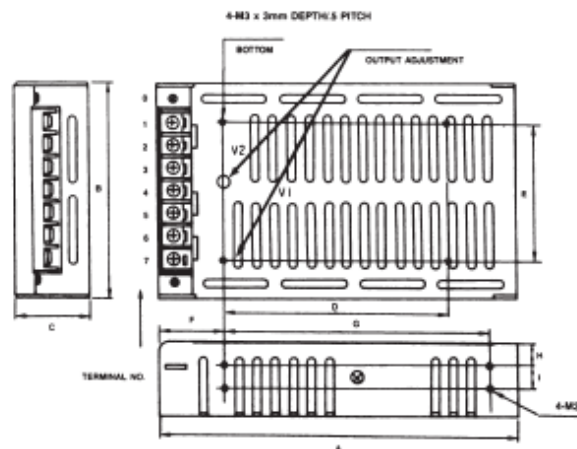
Input Code	Input Range
1	90-132 VAC, 110-175 VDC (47-440 Hz)
2	180-264 VAC, 220-350 VDC (47-440 Hz)

Output Code
From Chart Above

Series Terminal	ACA			ACB			ACC		
	Single Output	Dual Output	Triple Output	Single Output	Dual Output	Triple Output	Single Output	Dual Output	Triple Output
0	-	-	Case Gnd (FG)	Case Gnd (FG)	-	Case Gnd (FG)	-	-	Case Gnd (FG)
1	AC	AC	AC	AC	AC	AC	Case Gnd (FG)	AC	AC
2	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC
3	Case Gnd (FG)	Case Gnd (FG)	-V <sub>2</sub>	Filter Gnd (FG)	Case Gnd (FG)	-V <sub>1</sub>	AC	Case Gnd (FG)	-V <sub>1</sub>
4	-	-VOUT	-V <sub>2</sub>	-	+V <sub>2</sub>	-V <sub>23</sub> Common	Filter Gnd (FG)	+V <sub>2</sub>	V <sub>23</sub> Common
5	-VOUT	Common	Common	-	+V <sub>1</sub>	+V <sub>2</sub>	-VOUT	-V <sub>2</sub>	+V <sub>2</sub>
6	+VOUT	+VOUT	-V <sub>1</sub>	-VOUT	+V <sub>1</sub>	+V <sub>1</sub>	+VOUT	+V <sub>1</sub>	+V <sub>1</sub>
7	-	-	-	+VOUT	-V <sub>1</sub>	-V <sub>1</sub>	-	-V <sub>1</sub>	+V <sub>1</sub>

## Mechanical Details

Dimension	ACA	ACB	ACC
A	4.64 (118.0)	5.31 (135.0)	6.30 (160.0)
B	3.15 (80.0)	3.35 (85.0)	3.78 (96.0)
C	0.98 (25.0)	1.22 (31.0)	1.30 (33.0)
D	2.76 (70.0)	2.76 (70.0)	3.94 (100.0)
E	2.05 (52.0)	2.20 (56.0)	2.40 (61.0)
F	1.30 (33.0)	1.28 (32.5)	1.18 (30.0)
G		3.74 (95.0)	4.65 (118.0)
H		0.28 (7.0)	0.39 (10.0)
I		0.39 (10.0)	0.39 (10.0)



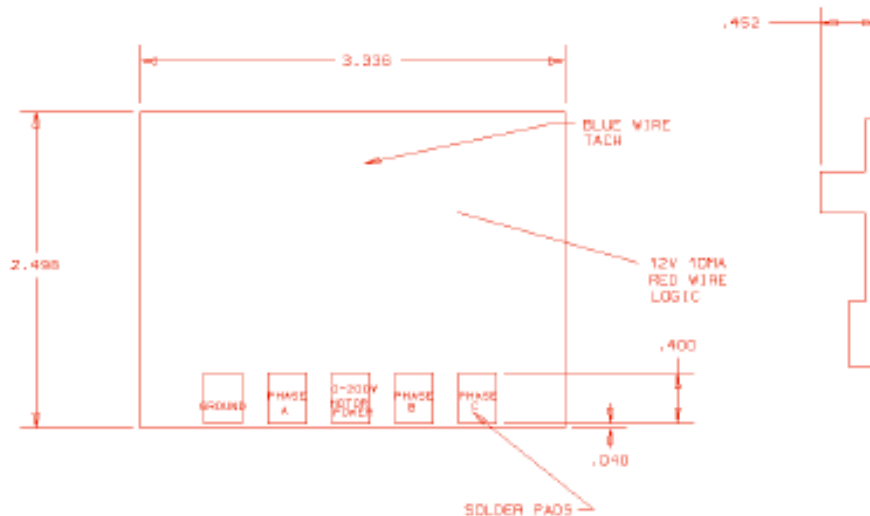
1. ACA Triple output - no adjustment  
ACB /ACC triple outputs - only 5 VDC adjustable

## ANEXO B 4 KOFORD BLDC004HV



### BLDC-004HV sensorless motor driver 1.5A 200V

Provides high efficiency commutation to any three phase brushless motor with any number of poles. Does not require a center tap connection. Sensorless commutation requires only three wires between the motor and drive reducing wiring and reducing cost. They are also very efficient, eliminating the power consumption resulting from the use of hall sensors. Operating voltage range is 0 to 200 volts. Motor speed is controlled by varying the input voltage. An additional 12V 10ma input to power the control logic is required. Controller resistance is approximately  $47\Omega$ . Maximum current is 1.5 amps. The power source for the controller should have current limiting if the possibility exists that the motor could draw more than 1.5 amps in the application. This may be in the form of a switching regulator. For operation the regulator or power supply must have low ripple and constant current limiting. A power supply without adequate filtering (high ripple) will cause the drive to stall at high currents. This can usually be fixed by adding a  $500\mu\text{F}$  low ESR cap across the power input leads to the drive. This drive is capable of operating up to 200,000 rpm with a two pole slotless motor such as those made by Koford Engineering, a 4 pole motor would have a maximum speed of 100,000 rpm. Toothed motors typically have lower speed capabilities and not all toothed motors are suitable for sensorless commutation. The direction of motor rotation can be reversed by switching any two of the motor leads. In applications where it is desired that the motor be capable of running in both directions, this can be accomplished through the use of a DPDT switch. The direction should not be changed while the motor is running. Sensorless drives provide excellent results for handpieces, pumps blowers, scanners etc. They are not suitable for heavy inertial loads for applications such as flywheel energy storage or centrifuges etc. A tach output is supplied in the form of a 6 pulse per electrical revolution square wave alternating between 12v and ground. The measured tach frequency  $\times 20/\text{poles}$  equals rpm, for example a 2 pole motor at 1,000 hz is running at 10,000 rpm.



#### Ordering information:

mail@koford.com•phone 330-315-3061•fax 937-695-0237•www.koford.com

Part number: BLDC-004HV