

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**EXTENSIÓN LATACUNGA**



**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN  
ELECTRÓNICO PARA BOMBAS HIDRÁULICAS DE LAS  
EXCAVADORAS DAEWOO Y DOOSAN”**

Tesis presentada como requisito previo a la obtención del grado de

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**DIEGO JAVIER ARIAS PALMA  
JUAN FRANCISCO COSTA IZURIETA**

**Latacunga-Ecuador**

**NOVIEMBRE 2012**

# ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

## CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

### DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo: Diego Javier Arias Palma

Yo: Juan Francisco Costa Izurieta.

#### DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado titulado **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN ELECTRÓNICO PARA BOMBAS HIDRÁULICAS DE LAS EXCAVADORAS DAEWOO Y DOOSAN”**, fue desarrollado con la debida investigación científica, sabiendo respetar todos los derechos intelectuales de terceros, acorde con las citas que se hace al pie de página correspondiente, las fuentes se añaden a la bibliografía.

Por lo que se puede afirmar que este trabajo es de nuestra exclusiva autoría.

En honestidad de esta declaración, nos responsabilizamos de lo comprendido, la veracidad y el alcance científico que tiene este proyecto de grado realizado.

Latacunga, Noviembre del 2012.

---

Diego Javier Arias Palma.  
CI: 1714592738

---

Juan Francisco Costa Izurieta.  
CI: 1715102867

# ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

## CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

### CERTIFICADO

Ing. Juan Rocha (DIRECTOR)

Ing. Leónidas Quiroz (CODIRECTOR)

#### CERTIFICAN:

Que el trabajo denominado **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN ELECTRÓNICO PARA BOMBAS HIDRÁULICAS DE LAS EXCAVADORAS DAEWOO Y DOOSAN”**, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple con normas y estatutos establecidos, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Siendo este un proyecto de excelente calidad y contenido científico que servirá para la enseñanza/aprendizaje y a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional por lo que si recomendamos su publicación.

Latacunga, Noviembre de 2012

---

Ing. Juan Rocha.

**DIRECTOR**

---

Ing. Leónidas Quiroz.

**CODIRECTOR**

# ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

## CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

### AUTORIZACIÓN

Yo: Diego Javier Arias Palma, y

Yo: Juan Francisco Costa Izurieta.

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército para que publique en la biblioteca virtual de la institución el trabajo denominado **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN ELECTRÓNICO PARA BOMBAS HIDRÁULICAS DE LAS EXCAVADORAS DAEWOO Y DOOSAN”**, en el que se encuentra contenido, ideas y criterios que hemos desarrollado bajo nuestra exclusiva autoría.

Latacunga, Noviembre de 2012.

---

Diego Javier Arias Palma.

CI: 1714592738

---

Juan Francisco Costa Izurieta.

CI: 1715102867

## **DEDICATORIA**

**Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.**

**A mi familia quienes por ellos soy lo que soy.**

**Para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.**

**A mis hermanas por estar siempre presentes, acompañándome en todo momento**

**“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar”. Thomas Chalmers**

**Diego Javier Arias Palma**

## **DEDICATORIA**

**A:**

**Dios, por haberme permitido llegar a este punto y estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por ponerme en mi camino a todas las personas que me han apoyado con amor y firmeza para poder terminar este periodo tan importante en mi vida.**

**A mi madre Elena, por darme la vida, por el apoyo incondicional, por sus consejos, sus valores, por creer en mí y enseñarme con amor ser una persona de bien, por ser un ejemplo de lucha pero sobre todo por todo el amor que día a día recibo de ti mi madre.**

**A mi padre Luis por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan, por ser el pilar fundamental en lo que soy, tanto en lo académico como en la vida, por su incondicional apoyo, por sus consejos llenos de sabiduría y amor.**

**A mis hermanas Paty, Carol y Mercy por siempre estar junto a mí apoyándome y llenando mi vida de amor, enseñanzas, comprensión, por escucharme y aconsejarme en todo momento, a mi cuñado Víctor por ser mi amigo incondicional y darme todo el amor que se le da a un hijo, a mis sobrinos por nuestra unidad y cariño.**

**A Pauli que día a día con su cariño me incentivo y me apoyo a salir adelante y luchar por este objetivo por ser la persona que cogido de su mano me acompaña a realizar esta meta trazada.**

**Juan Francisco Costa Izurieta.**

## **AGRADECIMIENTO**

**A mi madre María Naudelí Palma**

**Tengo que agradecerte por todos los cuidados que recibí de niño: tus brazos siempre se abrían cuando quería un abrazo, tu corazón comprendía cuando necesitaba una amiga, tus ojos tiernos se endurecían cuando me hacía falta una lección, tu fuerza y tu amor me guiaron, y me dieron alas para volar. Siempre vivirás en mi mente y en mi corazón y estaré eternamente agradecido por todo lo que me diste y me enseñaste**

**A mi padre César Augusto Arias:**

**Le agradezco todo el esfuerzo y sacrificio, que casi de sol a sol ha trabajado, que su único afán era sacar a su familia adelante, que nos ha dado todo su amor que es lo más importante. Además de ser mi padre es mi amigo en el que puedo confiar. Gracias papá por los consejos que me has dado y que no podré olvidar.**

**A mis hermanas Vero y Gaby:**

**Gracias por estar conmigo, por creer y confiar siempre en mí, apoyándome en todas las decisiones que he tomado en la vida. Recuerden que todavía hay mucho camino que recorrer.**

**Diego Javier Arias Palma**

## **AGRADECIMIENTO**

**Los resultados de este proyecto, están dedicados a todas aquellas personas que, de alguna forma, son parte de su culminación. Nuestros sinceros agradecimientos están dirigidos hacia la Escuela Politécnica del Ejercito sede Latacunga quien nos acogió durante este arduo camino.**

**A mi compañero de tesis, con el cual plasme nuestros resultados investigativos en un diseño original y tecnológico y de gran realce para el éxito de este proyecto.**

**A mi familia por brindarme su apoyo, su amor, comprensión y por acompañarme incondicionalmente en este periodo.**

**A mis amigos quienes estuvieron junto a mí y juntos salimos adelante con esta meta trazada.**

**Mi agradecimiento dirigido hacia nuestro director Juan Rocha Y codirector Leónidas Quiroz sin los cuales no hubiéramos podido salir adelante.**

**A ti que me acompañaste durante este camino.**

**Gracias a Dios, por darme la felicidad tan grande de tener la ayuda desinteresada y el amor de mis padres y por darme la salud para poder seguir adelante.**

**Juan Francisco Costa Izurieta.**

## RESUMEN

La mecánica de maquinaria pesada es una de las más amplias actividades a nivel mundial, el continuo cambio tecnológico de la industria requiere que el ingeniero automotriz continúe actualizando sus conocimientos y habilidades. De aquí los diferentes técnicos y distribuidores de maquinaria deben ser eficaces al resolver los diferentes problemas que existen en la optimización de tiempo y recursos al reparar, calibrar y revisar diferentes tipos de equipos de maquinaria pesada.

Tomando en cuenta las dificultades que se encuentran en la calibración de sistemas hidráulicos nos hemos centrado en una marca de excavadora específica para realizar una herramienta que facilite la calibración de bombas hidráulicas, este limitante se debe a los diferentes cuadros de diálogos electrónicos que existe para cada marca de máquina.

La herramienta desarrollado es el **Sistema de medición electrónica para bombas hidráulicas de excavadoras Daewoo y Doosan (CIPA)**, es un sistema de fácil aplicación reduciendo tiempos y recursos para la calibración y comprobación de bombas hidráulicas, este sistema toma las señales de los sensores de presión de la bomba y los convierte en datos numéricos los cuales interpretamos en unidades de presión (Bares, Psi). El procedimiento convencional tomo de mucho tiempo además de muchas incomodidades para el técnico, así como el riesgo laboral y el riesgo de contaminar el medio ambiente por derrames de aceite.

Además el **Sistema de medición electrónica para bombas hidráulicas de excavadoras Daewoo y Doosan (CIPA)**, posee una interface a un ordenador en el cual se desarrolla un software que gráfica el comportamiento de cado uno de los cuerpos de la bomba tanto en rango de operación máxima y en ralentí y generar el análisis en varios rangos de carga de la maquina.

## **ABSTRACT**

The mechanics of heavy machinery is one of the most extensive worldwide activities; the continuous technological change in the industry requires that the mechanic engineers continue updating their knowledge and skills. For that reason the different technicians and machinery distributors should be efficient to solve the problems which exist in the time and resources optimization to repair, calibrate, review different types of heavy machinery equipment.

Considering the difficulties that we can find in the hydraulic systems calibration, we have focused on a specific brand excavator to make a tool that makes easy the calibration of hydraulic pumps, this limiting factor is because of the different electronic dialogue tables which exist for each machine brand.

The developed tool is the electronic measuring system for hydraulic pumps and Doosan Daewoo excavators (CIPA), it is an easy application system which reduces time and resources to the calibration and testing of hydraulic pumps, this system takes the signals from the pressure sensors pump and it converts them into digital data which we interpret in units of pressure (bares, Psi). The conventional process took a long time and many inconveniences for the technician and also the risk of contaminating environmental by oil spills.

Also the electronic measuring system for hydraulic pumps and Doosan Daewoo excavators (CIPA), it has an interface to an order in which we developed a software that draws the behavior of each pump bodies as in the work with the idle.

# INDICE DE CONTENIDO

<b>CARÁTULA</b> .....	<b>I</b>
<b>DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD</b> .....	<b>II</b>
<b>CERTIFICADO</b> .....	<b>III</b>
<b>AUTORIZACIÓN</b> .....	<b>IV</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>V</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>VI</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>VII</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>VIII</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>IX</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>X</b>
<b>INDICE DE CONTENIDO</b> .....	<b>XI</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	<b>XIV</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>XV</b>
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	<b>XVIII</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 <b>ÁREA DE INFLUENCIA</b> .....	<b>1</b>
1.2 <b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>1</b>
1.3 <b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>2</b>
1.4 <b>JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA</b> .....	<b>3</b>
1.5 <b>OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS</b> .....	<b>3</b>
1.5.1 <b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	<b>3</b>
1.5.2 <b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>4</b>
1.6 <b>METAS</b> .....	<b>4</b>
1.7 <b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>6</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>6</b>
2.1 <b>HIDRÁULICA EN EL SECTOR MOVIL Y MAQUINARIA PESADA</b> .....	<b>6</b>
2.1.1 <b>SIMBOLIGÍA HIDRÁULICA</b> .....	<b>7</b>
2.2 <b>SISTEMAS HIDRÁULICOS</b> .....	<b>14</b>
2.2.1 <b>SISTEMAS HIDRÁULICOS DE ACCIONAMIENTO MANUAL</b> .....	<b>14</b>
2.3 <b>SISTEMA HIDRÁULICO DE ACCIONAMIENTO POR MOTOR ELÉCTRICO</b> .....	<b>17</b>
2.4 <b>PARTES DE UN SISTEMA HIDRÁULICO</b> .....	<b>18</b>
2.4.1 <b>BOMBA</b> .....	<b>18</b>
2.4.2 <b>CONTROL DE PRESIÓN Y CAUDAL</b> .....	<b>19</b>
2.4.3 <b>ACTUADOR</b> .....	<b>19</b>
2.4.4 <b>TANQUE DE ACEITE HIDRÁULICO</b> .....	<b>20</b>
2.5.5 <b>FILTROS DE ACEITE HIDRÁULICO</b> .....	<b>20</b>

2.5 CONSIDERACIONES GENERALES.....	21
2.6 ESQUEMA HIDRÁULICO.....	22
2.6.1 CONSIDERACIONES GENERALES.....	22
2.7 BOMBA HIDRÁULICA KAWASAKY SERIE K3V.....	24
2.7.1 ESPECIFICACIONES.....	24
2.7.2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.....	25
2.7.3 PARTE DE UNA BOMBA KAWASAKY K3V.....	25
2.7.4 REGULADORES.....	25
2.7.5 GRUPO ROTATIVO DE LA BOMBA.....	26
2.8 FUNCIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES.....	27
2.8.1 CIRCUITO DE ELEVACIÓN DE LA PLUMA.....	27
2.8.2 CIRCUITO DE DESCENSO DE LA PLUMA.....	28
2.8.3 CIRCUITO DE CARGA DEL BRAZO.....	30
2.8.4 CIRCUITO DE DESCARGA DEL BRAZO.....	31
2.8.5 CIRCUITO DE OPERACIÓN DE GIRO A LA DERECHA.....	33
2.8.6 CIRCUITO DE OPERACIÓN DE GIRO A LA IZQUIERDA.....	34
2.8.7 CIRCUITO DE DESPLAZAMIENTO HACIA ADELANTE.....	36
2.8.8 CIRCUITO DE DESPLAZAMIENTO EN REVERSA.....	37
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>40</b>
<b>DISEÑO DE LA HERRAMIENTA ELECTRÓNICA PARA MEDICIÓN DE BOMBAS HIDRÁULICAS.....</b>	<b>40</b>
3.1 ELEMENTOS SELECCIONADOS PARA EL SISTEMA.....	40
3.1.1 MICROCONTROLADOR.....	40
3.1.1.1 ARQUITECTURA BÁSICA.....	41
3.1.1.2 MEMORIA.....	41
3.1.1.3 PIC 16F873.....	42
3.1.1.3.1 PINES DE ENTRADA.....	44
3.1.1.3.2 PINES DE SALIDA.....	44
3.1.1.3.3 CONEXIONES BÁSICAS.....	45
3.1.1.4.3 CONEXIONES BÁSICAS.....	45
3.1.2 PANTALLA DE CRISTAL LÍQUIDO (LCD).....	45
3.1.3 RESISTENCIAS.....	47
3.1.4 PULSADORES.....	49
3.1.5 POTENCIÓMETRO.....	49
3.1.6 BATERIAS DE LIPO.....	50
3.1.6.1 FABRICACIÓN.....	50
3.1.6.2 ¿SON REALMENTE PELIGROSOS?.....	51
3.1.6.3 CAPACIDAD.....	51
3.1.6.4 INTENSIDAD DE DESCARGA.....	52
3.1.6.5 ¿PARA QUE DOS CONECTORES?.....	52
3.1.6.6 BALANCEAR LAS BATERÍAS.....	53
3.1.6.7 ELEGIR UNA BATERÍA.....	53
3.1.6.8 USO CORRECTO DE LAS BATERÍAS LIPO.....	54
3.1.6.9 ALMACENAMIENTO.....	55
3.1.6.10 RECICLAJE.....	55
3.1.7 FUENTE REGULADA, VARIABLE DE 24 A 5 VDC.....	55
3.1.7.1 COMPONENTES:.....	56

3.2 TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN DE SEÑALES.....	56
3.2.1 SENSOR DE PRESION DE TIPO RESISTIVO.....	57
3.3 MONITOREO Y MEDIOS DE PROCESAMIENTO DE SEÑAL.....	57
3.3.1 PROCESAMIENTO DE SEÑALES EN TIEMPO DISCRETO.....	58
<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>59</b>
<b>CONSTRUCCIÓN Y PRUEBA DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE PRUEBAS PARA BOMBAS HIDRÚLICAS.....</b>	<b>59</b>
4.1 DESCRIPCION GENERAL GESTIÓN DEL MODULO CIPA.....	59
4.2 DIAGRAMA DE FLUJOS DE GESTIÓN DE MÓDULO CIPA.....	60
4.3 ENSAMBLAJE DEL MÓDULO.....	61
4.3.1 DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL MÓDULO.....	61
4.3.2 CONSTRUCCIÓN DE PLACA ELECTRÓNICA Y ENSAMBLAJE DE PLACA ELECTRÓNICA.....	62
4.4 CALIBRACIÓN DE MÓDULO CIPA.....	65
4.5 CONFIGURACIÓN Y ADAPTACIÓN DE SOFTWARE AL MÓDULO.....	66
4.6 EVALUACIÓN DE FORMA TRADICIONAL.....	68
4.6.1 RESUMEN DE EVALUACIÓN.....	70
4.6.2 DIAGRAMA DE FLUJO OPERACIÓN FORMA TRADICIONAL.....	73
4.6.3 VENTAJAS.....	74
4.7 EVALUACIÓN CON MÓDULO DE MEDICIÓN.....	74
4.5.1 VENTAJAS.....	80
4.6 COSTO BENEFICIO.....	80
4.6.1 COSTOS DE CALIBRACIÓN DE UNA EXCAVADORA FORMA CONVENCIONAL.....	80
4.6.2 COSTOS DE CALIBRACIÓN DE UNA EXCAVADORA UTILIZANDO EL MODULO CIPA.....	82
4.6.3 ANALISIS.....	83
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>87</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>88</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>89</b>
<b>ANEXO A.....</b>	<b>90</b>
<b>ESQUEMA DEL CIRCUITO HIDRÁULICO DE UNA EXCAVADORA DAEWOO.....</b>	<b>90</b>
<b>ANEXOS B.....</b>	<b>92</b>
<b>PROGRAMACION DEL PIC.....</b>	<b>92</b>
<b>ANEXOS C.....</b>	<b>96</b>
<b>PROGRAMACION.....</b>	<b>96</b>
.....	- 97 -
<b>ANEXO D.....</b>	<b>- 98 -</b>
<b>ARTICULO PROYECTO.....</b>	<b>- 98 -</b>
ELEMENTOS SELECCIONADOS PARA EL SISTEMA.....	- 100 -

## INDICE DE TABLAS

TABLA 2.1 SIMBOLOGÍA HIDRÁULICA.....	8
TABLA 3.1 DATOS TÉCNICOS PARA EL PIC 16F873.....	42
TABLA 3.2 PINES DE ENTRADA.....	44
TABLA 3.3 PINES DE SALIDA.....	44
TABLA 3.4 CONEXIONES BÁSICAS.....	45
TABLA 3.5 CONEXIONES BÁSICAS.....	45
TABLA. 3.6 CÓDIGO DE COLORES DE RESISTENCIAS.....	48
TABLA 4.1 VALORES DE VOLTAJE Y PRESIÓN.....	66
TABLA 4.2 VALORES EN PSI DE LA BOMBA HIDRÁULICA.....	69
TABLA 4.3 VALORES EN PSI DE LA BOMBA HIDRÁULICA.....	75
TABLA 4.4 INVERSIÓN INICIAL PARA CALIBRAR UNA EXCAVADORA MODO CONVENCIONAL.....	81
TABLA 4.5 COSTO DEL PROCESO DE CALIBRACIÓN FORMA TRADICIONAL.....	81
TABLA 4.6 COSTO DEL PROCESO DE CALIBRACIÓN UTILIZANDO EL MODULO CIPA.....	82
TABLA 4.7 COSTO VENTA AL PUBLICO MODULO CIPA.....	83
TABLA 4.8 INFORMACIÓN COSTO BENEFICIO.....	83
TABLA 4.9 CUADRO DE COSTO BENEFICIO FORMA TRADICIONAL EN EL PERIODO DE 3 AÑOS. (7 CALIBRACIONES).....	84
TABLA 4.10 CUADRO DE COSTO BENEFICIO MÉTODO CIPA EN EL PERIODO DE 3 AÑOS. (7 CALIBRACIONES).....	85
TABLA 4.12 COSTO BENEFICIO POR CALIBRACIÓN.....	86

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1 HIDRÁULICA EN EL SECTOR MÓVIL.....	6
FIGURA 2.2DRIVE AND CONTROL SYSTEMS FOR EXCAVADOR. ....	7
FIGURA 2.3DRIVE AND CONTROL SYSTEMS FOR EXCAVADOR .....	7
FIGURA 2.4 SISTEMA BÁSICO.....	14
FIGURA 2.5 SISTEMA PARA SOSTENER LA CARGA Y DESPLAZARSE EN FORMA CONTINUA. ....	14
FIGURA 2.6 SISTEMA CON VÁLVULA DE DESCARGA.....	15
FIGURA 2.7 SISTEMA CON VÁLVULA LIMITADORA DE PRESIÓN.....	15
FIGURA 2.8 SISTEMA CON BOMBA DE PISTÓN DE DOBLE EFECTO. ....	16
FIGURA 2.9 SISTEMA CON BOMBA DE PISTÓN DE DOBLE EFECTO (VÁLVULA DISTRIBUIDORA). ....	17
FIGURA 2.10 SISTEMA HIDRÁULICO BÁSICO. ....	18
FIGURA 2.11 BOMBA HIDRÁULICA SERIE K3V .....	19
FIGURA 2.12 ACTUADORES EXCAVADORA DOSAAN.....	20
FIGURA 2.13 FILTRO HIDRÁULICO EXCAVADORA DAEWOO.....	21
FIGURA 2.14 VÁLVULAS DE CONTROL HIDRÁULICO.....	21
FIGURA 2.15 BOMBA HIDRÁULICA KAWASAKY SERIE K3Y.....	24
FIGURA 2.16 DESPIECE DE LA BOMBA KAWASAKY. ....	25
FIGURA 2.17 REGULADORES.....	26
FIGURA 2.18 DESPIECE DEL GRUPO ROTATIVO DE LA BOMBA.....	26
FIGURA 2.19 CIRCUITO DE ELEVACIÓN DE LA PLUMA.....	27
FIGURA 2.20 ESQUEMA HIDRÁULICO DE ELEVACIÓN DE LA PLUMA.....	28
FIGURA 2.21 CIRCUITO DE DESCENSO DE LA PLUMA.....	29
FIGURA 2.22 ESQUEMA HIDRÁULICO DE DESCENSO DE LA PLUMA.....	29
FIGURA 2.23 CIRCUITO DE CARGA DEL BRAZO.....	30
FIGURA 2.24 ESQUEMA HIDRÁULICO DE CARGA DEL BRAZO.....	31
FIGURA 2.25 CIRCUITO DE DESCARGA DEL BRAZO.....	32
FIGURA 2.26 ESQUEMA HIDRÁULICO DE DESCARGA DEL BRAZO.....	32
FIGURA 2.27 CIRCUITO DE OPERACIÓN DE GIRO A LA DERECHA.....	33
FIGURA 2.28 ESQUEMA HIDRÁULICO DE GIRO A LA DERECHA.....	34
FIGURA 2.29 CIRCUITO DE OPERACIÓN DE GIRO A LA IZQUIERDA.....	35
FIGURA 2.30 ESQUEMA HIDRÁULICO DE GIRO A LA IZQUIERDA.....	35
FIGURA 2.31 CIRCUITO DE DESPLAZAMIENTO HACIA ADELANTE.....	36

FIGURA 2.32 ESQUEMA HIDRÁULICO DESPLAZAMIENTO HACIA ADELANTE. ....	37
FIGURA 2.33 CIRCUITO DE DESPLAZAMIENTO EN REVERSA. ....	38
FIGURA 2.34 ESQUEMA HIDRÁULICO DE DESPLAZAMIENTO EN REVERSA. ....	38
FIGURA 3.1 DISPOSICIÓN PINES PIC 16F873.....	43
FIGURA 3.2 PANTALLA DE CRISTAL LIQUIDO.....	46
FIGURA 3.3 ESQUEMA BÁSICO DE CIRCUITO CON RESISTENCIA.....	47
FIGURA 3.4 PARTES DE UN PULSADOR. ....	49
FIGURA 3.5 POTENCIÓMETRO. ....	50
FIGURA 3.6 BATERÍA DE LIPO.....	53
FIGURA 3.7 CIRCUITO DE FUENTE REGULADA.....	56
FIGURA 4.1 DIAGRAMA DE FLUJO DE GESTIÓN DEL MÓDULO. ....	60
FIGURA 4.2 DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL MODULO.....	61
FIGURA 4.3 PLACA ELECTRÓNICA.....	62
FIGURA 4.4 BAQUELITA CON ELEMENTOS ELECTRÓNICOS.....	62
FIGURA 4.5 FUENTE REGULADORA DE VOLTAJE .....	63
FIGURA 4.6 BATERÍAS DE LIPO.....	63
FIGURA 4.7 SENSOR DE PRESIÓN.....	64
FIGURA 4.8 APLICACIÓN PARA VERIFICAR ESTADO DE LA BATERÍA .....	64
FIGURA 4.9 MODULO COMPLETO CIPA.....	65
FIGURA 4.10 MANÓMETRO DE CALIBRACIÓN. ....	65
FIGURA 4.11 PRESIÓN VS VOLTAJE .....	66
FIGURA 4.12 PANTALLA DE INICIO SOFTWARE CIPA .....	67
FIGURA 4.13 PANTALLA DE DIALOGO SOFTWARE CIPA .....	67
FIGURA 4.14 COMUNICACIÓN A TIEMPO REAL SOFTWARE Y MODULO CIPA .....	68
FIGURA 4.15 MANÓMETROS CONECTADOS EN BOMBA HIDRÁULICA. (FORMA CONVENCIONAL).....	69
FIGURA 4.16 CALIBRACIÓN DEL FLUJO HIDRÁULICO.....	70
FIGURA 4.17 CALIBRACIÓN PRESIÓN Y FLUJO DE LA SALIDA DE LA BOMBA.....	72
FIGURA 4.18 DIAGRAMA DE FLUJO OPERACIÓN FORMA TRADICIONAL. ....	73
FIGURA 4.19 SOFTWARE Y MODULO CIPA.....	75
FIGURA 4.20 MOVIMIENTO EN RALENTÍ.....	76
FIGURA 4.21 MOVIMIENTO DEL CUCHARON EN RALENTÍ.....	76
FIGURA 4.22 MOVIMIENTO SWING. ....	77
FIGURA 4.23 MOVIMIENTO DE BRAZO .....	77

<b>FIGURA 4.24 MOVIMIENTO BOOM CON CARGA.....</b>	<b>78</b>
<b>FIGURA 4.25 DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIÓN CON EL MÓDULO CIPA.....</b>	<b>79</b>

## PRESENTACIÓN

En el proyecto “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN ELECTRÓNICO PARA BOMBAS HIDRÁULICAS DE LA EXCAVADORA DAEWOO Y DOOSAN**” relaciona diversos conocimientos adquiridos a lo largo de nuestra carrera.

La Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga y la Carrera de Ingeniería Automotriz impulsan la investigación científica y la solución de problemas técnicos con el fin de mejorar los sistemas y herramientas automotrices existentes.

Es de ahí que nace la necesidad de crear una herramienta electrónica especializada en maquinaria pesada que nos sirve para tomar valores de presiones de las bombas hidráulicas de las excavadoras Daewoo y Doosan facilitando el trabajo y hacerlo de una forma más eficiente y siempre tendiendo a proteger el medio ambiente.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 ÁREA DE INFLUENCIA

- En excavadoras marca Daewoo y Doosan en todos sus modelos
- En talleres especializados en la reparación de equipos camineros.
- Empresas propietarias de excavadoras en el campo agrícola, de construcción y minera.
- En capacitación para el aprendizaje del comportamientos del funcionamiento del sistema hidráulico de excavadoras.

### 1.2 ANTECEDENTES

La mecánica de maquinaria pesada es una de las más amplias actividades a nivel mundial, el continuo cambio tecnológico en la industria requiere que el Ingeniero Automotriz continúe aprendiendo y actualizando sus conocimientos y sus habilidades, de aquí que muchas industrias tienden a ser eficaces al resolver los diferentes problemas que existen en la optimización de tiempo y recursos al reparar o calibrar sistemas hidráulicos de diferentes tipos de excavadoras.

Tomando en cuenta las necesidades de mecánicos en el área de calibración y reparación de excavadoras hemos buscado la forma de realizar este trabajo de forma óptima, en la actualidad este trabajo se lo realizaba de forma compleja debido que para calibrar la maquina esta debe estar encendida y por ende a altas temperaturas y en lugares en los cuales la maquina se encuentra trabajando por

lo que es difícil el acceso de varias herramientas y el con el riesgos de contaminar el lugar donde se encuentra la maquina operando.

Para calibrar en la actualidad todo tipo de excavadoras es necesario manómetros de varias escalas, mangueras, racords y acoples y un sinfín de herramientas necesarios para el desmontaje de sensores y mangueras. Por medio de nuestro sistema convertimos las unidades que nos entregan los sensores en unidades de presión y revoluciones con las cuales podemos llegar a calibrar de forma exacta las bombas hidráulicas de las excavadoras Daewoo y Doosan.

### **1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Trabajar a altas temperaturas es uno de los principales inconvenientes que tienen los técnicos especializados al momento de calibrar las bombas hidráulicas de las excavadoras presentándose un riesgo de sufrir quemaduras de segundo o tercer grado al realizar este trabajo, pues la maquina se encuentra encendida y a su temperatura de trabajo.

Para poder conectar racord o neplos siempre existe perdida de aceite pues cuando se desconecta tapones, mangueras y sensores que se encuentran presurizados. Las cuales ocasionan contaminación al medio donde se encuentre la maquina operando.

El realizar esta calibración mediante varias escalas de manómetros y utilizando varios tipos de herramientas es un trabajo que ocupa mucho tiempo y recursos, y por ende perdida económicas innecesarias para el personal de mantenimiento y el dueño de la maquinaria.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

Es una herramienta adecuada a las nuevas normas de seguridad ambiental que existen en los campos mineros y forestales pues mediante la calibración con nuestra herramienta no es necesario el desconectar néplos y racords, mangueras, lo cual produce derrame de aceite.

Con nuestra herramienta podemos trabajar en cualquier lugar sin necesidad de transportarla la excavadora a talleres así disminuyendo el costo de transporte y tiempo en la calibración.

Debido a que es una herramienta electrónica es de bajo peso y de pequeñas dimensiones logrando una herramienta de fácil transportación logrando solucionar el problema sin tener que ir al lugar donde se encuentre la maquinaria operando.

## **1.5 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS**

### **1.5.1 OBJETIVO GENERAL**

DISEÑAR Y CONSTRUIR UN SISTEMA DE MEDICIÓN PARA BOMBAS HIDRÁULICAS DE EXCAVADORAS DAEWOO Y DOOSAN.

### **1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estudiar el diseño y elección de elementos electrónicos adecuados para la elaboración de sistemas electrónico de medición.
- Diseñar el sistema de medición electrónico de bombas hidráulicas de las excavadoras Daewoo y Doosan.
- Construir e implementar el sistema de medición electrónico de bombas hidráulicas de las excavadoras Daewoo y Doosan un manual de funcionamiento para el fácil manejo de la herramienta de medición de bombas hidráulicas.

### **1.6 METAS**

- Disponer de un sistema de medición electrónico para bombas hidráulicas de las excavadoras Daewoo y Doosan en un periodo de seis meses.
- Disponer de un estudio el funcionamiento de los sistemas hidráulicos de las excavadoras en el periodo de un mes.
- Disponer de un sistema de medición electrónico para la calibración de bombas hidráulicas en un periodo de 2 meses.
- Disponer de una herramienta electrónica para la medición de presión de las bombas y de una excavadora Daewoo y Doosan en un periodo de 3 meses.

## **1.7 HIPÓTESIS**

Con esta herramienta electrónica de medición para bombas hidráulicas de excavadoras Daewoo y Doosan se podrá calibrar las bombas de una forma eficiente, con datos reales y con disminución de recursos, pensando siempre en precautelar los riesgos laborales y conservando el medio ambiente.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 HIDRÁULICA EN EL SECTOR MOVIL Y MAQUINARIA PESADA

El empleo de la energía proporcionada por el aire y aceite a presión, puede aplicarse para transportar, excavar, levantar, perforar, manipular materiales, controlar e impulsar vehículos móviles tales como:

Tractores

Grúas

Retroexcavadoras

camiones recolectores de basura.

Cargadores frontales

Frenos y suspensiones de camiones

Vehículos para la construcción y mantención de carreteras

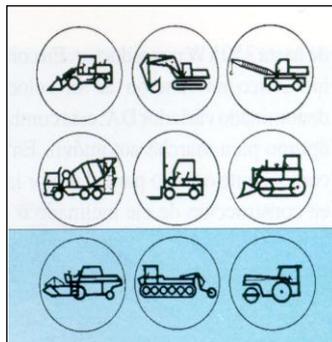
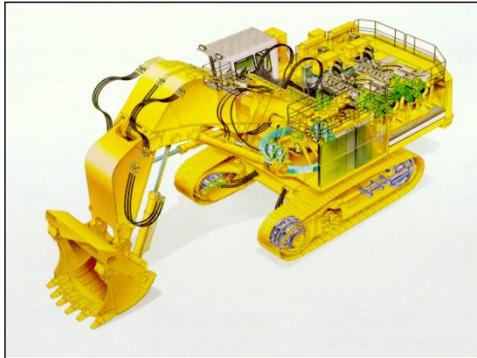


Figura 2.1 Hidráulica en el Sector Móvil<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Fuente Riq. Mannesman rexroth, 2005.



**Figura 2.2 Drive and Control Systems for Excavador<sup>2</sup>.**



**Figura 2.3 Drive and Control Systems for Excavador<sup>3</sup>**

### **2.1.1 SIMBOLIGÍA HIDRÁULICA**

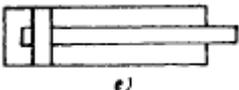
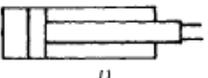
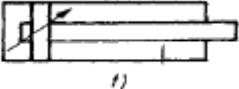
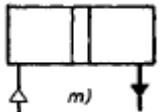
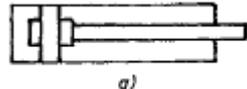
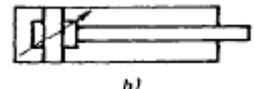
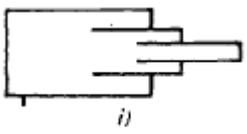
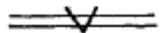
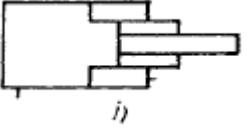
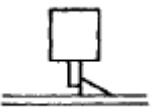
La simbología aplicada a la hidráulica utilizada en nuestro capítulo la mostramos a continuación:

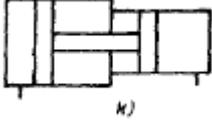
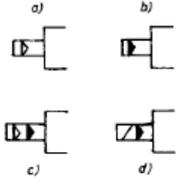
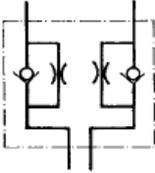
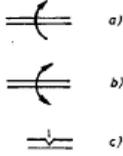
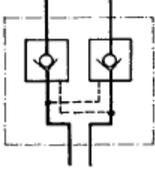
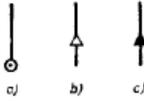
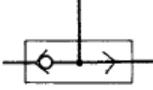
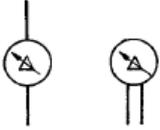
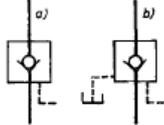
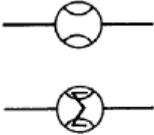
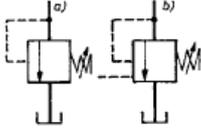
---

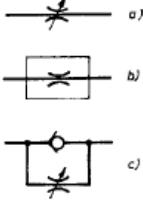
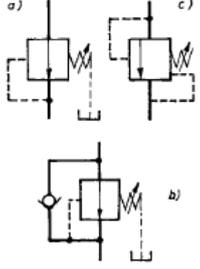
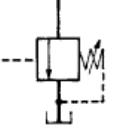
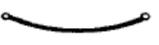
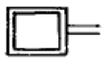
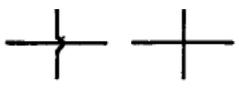
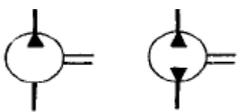
<sup>2</sup> Fuente Engineering Mannesman Rexroth Rexroth; Rexroth; 2005

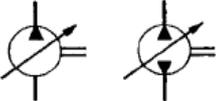
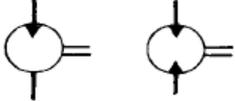
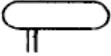
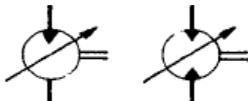
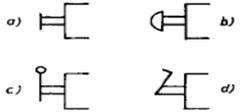
<sup>3</sup> Fuente Engineering Mannesman Rexroth Rexroth; Rexroth; 2005

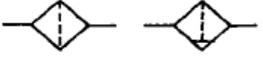
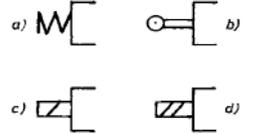
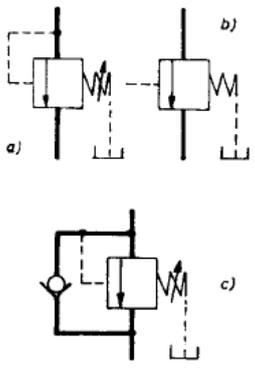
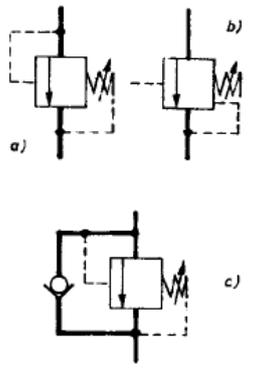
Tabla 2.1 Simbología Hidráulica.

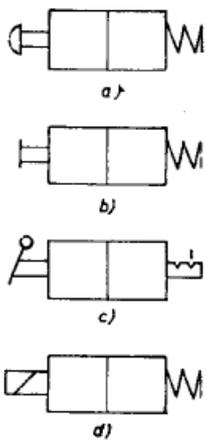
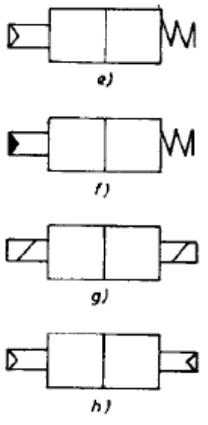
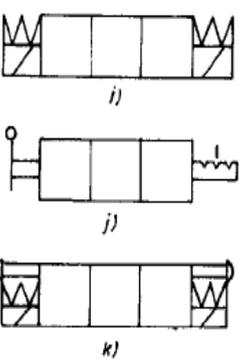
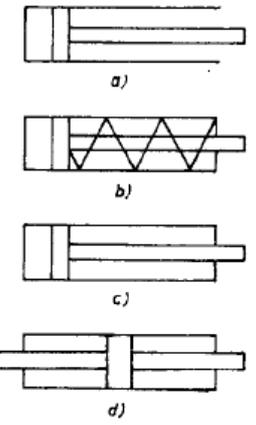
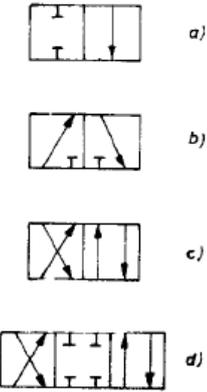
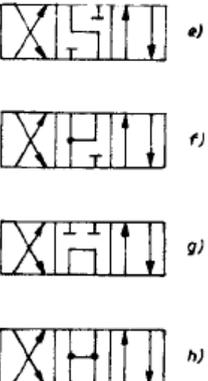
SÍMBOLO	DENOMINACIÓN	SÍMBOLO	DENOMINACIÓN
	e) Cilindro. Freno en lado izquierdo		i) Cilindro en diferencial
	f) De doble efecto. Freno en lado izquierdo, regulable.		m) Convertidor de presión aire-aceite.
	g) De doble efecto. Freno regulable en ambas carreras.		Mecanismos articulados.
	h) De doble efecto. Freno regulable en ambas carreras.		Conexiones rotativas. 1 vía; 3 vías.
	i) Cilindro Telescópico de simple efecto		Dispositivo de paro brusco.
	j) Cilindro telescópico de doble efecto.		Dispositivo de enclavamiento.

	<p>k) Multiplicador de presión</p>		<p>Termómetro.</p>
	<p>Accionamientos: a) Neumático; b) Hidráulico; c) Neumático-Hidráulico; d) Electro-Hidráulico.</p>		<p>Válvula doble de control y reguladora de caudal. Para regular los dos sentidos de circulación del fluido hidráulico.</p>
	<p>a) Eje con un sentido de giro; b) Eje con doble sentido de giro; c) Enclavamiento mecánico.</p>		<p>Válvula doble de retención con accionamiento pilotado por la presión del circuito.</p>
	<p>a) Inicio de la instalación; b) No hay flujo hidráulico; c) Hay flujo hidráulico.</p>		<p>Selector de circuitos.</p>
	<p>Manómetro diferencial. Señala máximo y mínimo.</p>		<p>Válvulas anti retorno. A) Pilotada a la apertura; b) Pilotada a la apertura con drenaje.</p>
	<p>Caudalímetro. Contador - totalizador.</p>		<p>Válvulas limitadoras de presión (seguridad). A) Pilotaje interno; b) Pilotaje exterior a distancia.</p>

	<p>a) Válvula reguladora (variable); b) Válvula reguladora de caudal en un sentido. C) Conjunto regulador más anti retorno.</p>		<p>Válvula de reducción de presión. A) Reductora; b) Reductora con retención; c) Reductora diferencial con drenaje.</p>
	<p>a) Válvula anti retorno; b) Válvula anti retorno con apertura pilotada.</p>		<p>Válvula de exclusión.</p>
	<p>Tubería de carga rígida.</p>		<p>Motor monofásico de corriente alterna.</p>
	<p>Tubería flexible.</p>		<p>Motor trifásico de corriente alterna.</p>
	<p>Cruce de tuberías con unión.</p>		<p>Motor térmico.</p>
	<p>Cruce de tuberías sin unión.</p>		<p>Bomba de caudal constante. a) Un sentido de flujo; b) Doble sentido de flujo.</p>

	<p>Tubería de maniobra. (Pilotaje).</p>		<p>Bomba de caudal variable. A) Un sentido de flujo; b) doble sentido de flujo.</p>
	<p>Derivación tapada (cerrada).</p>		<p>Bomba de accionamiento manual.</p>
	<p>Recipiente para fluido hidráulico.</p>		<p>Motor hidráulico. A) Un sentido de flujo; b) Doble sentido de flujo.</p>
	<p>Recipiente para fluido hidráulico a presión.</p>		<p>Motor hidráulico de caudal variable. A) un sentido de flujo; b) doble sentido de flujo.</p>
	<p>Escape al aire.</p>		<p>Motor hidráulico oscilante con ángulo de rotación limitado.</p>
	<p>Acumulador hidráulico.</p>		<p>Accionamientos. A) Mecánico; b) Pulsador; c) Leva; d) Pedal.</p>

	<p>Filtro (símbolo general). Filtro con purga.</p>		<p>Accionamientos. A) Resorte; b) Roldana; c) Eléctrico a bobina; d) Eléctrico a doble bobina.</p>
	<p>Manómetro.</p>		<p>Llave de paso.</p>
	<p>Intercambiador de calor. Calentador.</p>		<p>Intercambiador de calor. Refrigerador.</p>
	<p>Intercambiador de calor. Refrigerador líquido.</p>		<p>Presostato.</p>
	<p>Válvulas de secuencia. Permiten e impiden el paso de caudal entre dos puentes del circuito mediante pilotaje interno o externo. A) Pilotaje interno; b) Pilotaje externo; c) Con retención.</p>		<p>Válvulas de contrapresión. Estas válvulas originan una contrapresión a la salida de un actuador, que deberá ser vencida para que este pueda moverse. A) Pilotaje Interno; b) Pilotaje externo; c) Con retención.</p>

 <p>a) b) c) d)</p>	<p>Accionamiento o pilotaje de válvulas distribuidoras. A) Por pulsador en un sentido y retorno por resorte; b) Por accionamiento mecánico y retorno por resorte; c) Por palanca manual y enclavamiento mecánico; d) Por electroimán y retorno por resorte.</p>	 <p>e) f) g) h)</p>	<p>e) Por aire y retorno por resorte; f) por fluido hidráulico y retorno por resorte; g) Por electroimán para las dos posiciones. Queda en el último pilotaje (biestable); h) por aire para las dos posiciones.</p>
 <p>i) j) k)</p>	<p>i) Por electroimán para las dos posiciones extremas. Al faltar pilotaje vuelve al centro; j) Por palanca manual. Representado en posición centro; k) Por electroimán y manualmente. En reposo posición centro.</p>	 <p>a) b) c) d)</p>	<p>Cilindros hidráulicos. A) De simple efecto; b) De simple efecto retorno por resorte; c) De doble efecto; d) De doble efecto. Doble vástago.</p>
 <p>a) b) c) d)</p>	<p>Válvulas distribuidoras. A) 2 posiciones 2p y 2 vías 2v.; b) 2p - 3v; c) 2p - 4v; d) 3p - 4v.</p>	 <p>e) f) g) h)</p>	<p>e) 3p - 4v; f) 3p - 4v; g) 3p - 4v; h) 3p - 4v</p>

## 2.2 SISTEMAS HIDRÁULICOS

### 2.2.1 SISTEMAS HIDRÁULICOS DE ACCIONAMIENTO MANUAL

La oleohidráulica es una rama de la hidráulica , el prefijo "oleo" se refiere a los fluidos en base a derivados del petróleo, como el aceite mineral por ejemplo. En esencia, la oleohidráulica es la técnica aplicada a la transmisión de potencia mediante fluidos confinados.

Veamos que elementos conforman un circuito oleohidráulico elemental de accionamiento manual pero de uso muy común:

Multiplicador de fuerzas Hidráulico.

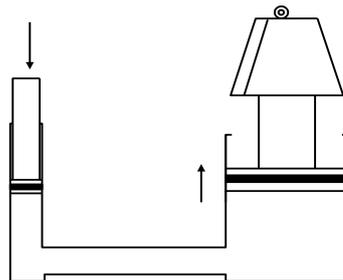


Figura 2.4 Sistema Básico<sup>4</sup>.

Multiplicador de fuerzas mecánicas y multiplicadoras de fuerzas hidráulico.

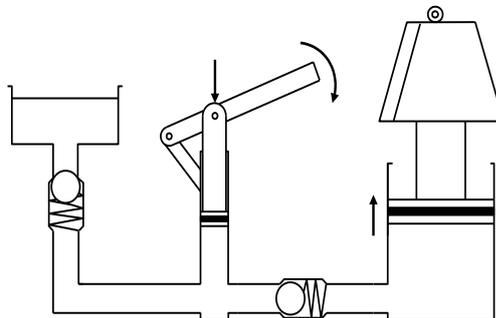
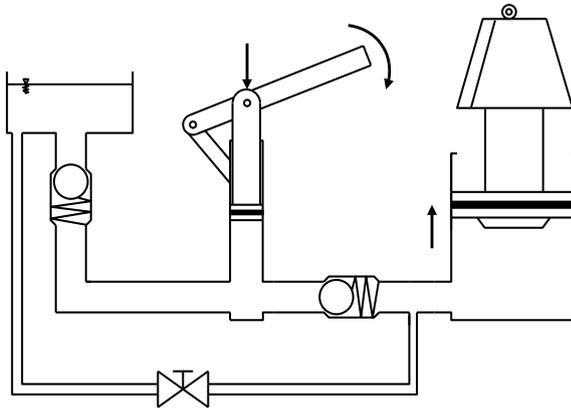


Figura 2.5 Sistema para Sostener la Carga y Desplazarse en Forma Continua<sup>5</sup>.

<sup>4</sup> Fuente BBF. Hidráulica Curso para la Formación Profesional 1995.

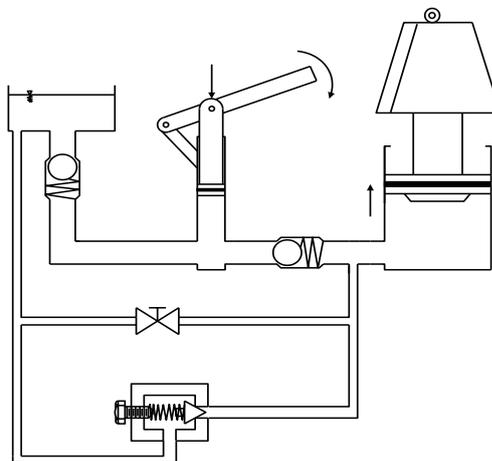
<sup>5</sup> Fuente BBF. Hidráulica Curso para la Formación Profesional 1995.

Permite el retorno del pistón de simple efecto debido a su propio peso o a una fuerza externa. Este es el esquema típico de una gata hidráulica.



**Figura 2.6 Sistema con Válvula de Descarga<sup>6</sup>.**

Sistema muy frecuente, con válvula limitadora de presión o válvula de seguridad. Se utiliza en prensas, montacargas, etc.



**Figura 2.7 Sistema con Válvula Limitadora de Presión<sup>7</sup>.**

La carga asciende tanto con la carrera de arriba hacia abajo como con la carrera de abajo hacia arriba de la bomba manual.

<sup>6</sup> Fuente BBF. Hidráulica Curso para la Formación Profesional 1995.

<sup>7</sup> Fuente BBF. Hidráulica Curso para la Formación Profesional 1995.

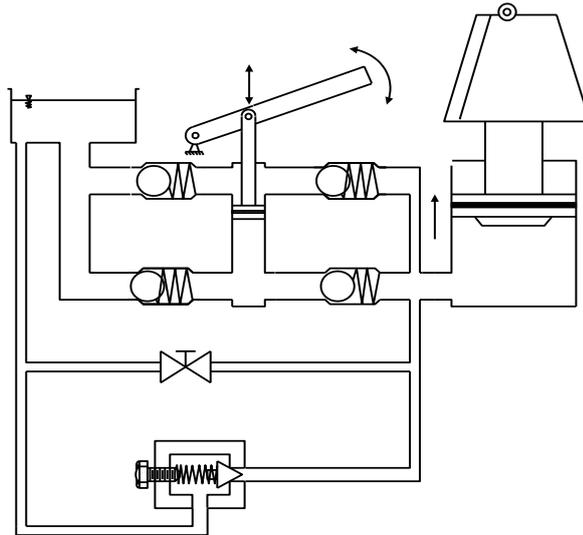


Figura 2.8 Sistema con Bomba de Pistón de Doble Efecto<sup>8</sup>.

El **SISTEMA HIDRÁULICO**, tiene:

- Bomba de un pistón de accionamiento manual de doble efecto.
- Válvula de control de máxima presión (válvula limitadora de presión).
- Válvula de distribución de caudal 4/3 de accionamiento manual y centrado por muelles.
- Actuador: pistón de doble efecto.

Veamos como debe actuar la válvula distribuidora para que **salga el pistón**:

<sup>8</sup> Fuente BBF. Hidráulica Curso para la Formación Profesional 1995.

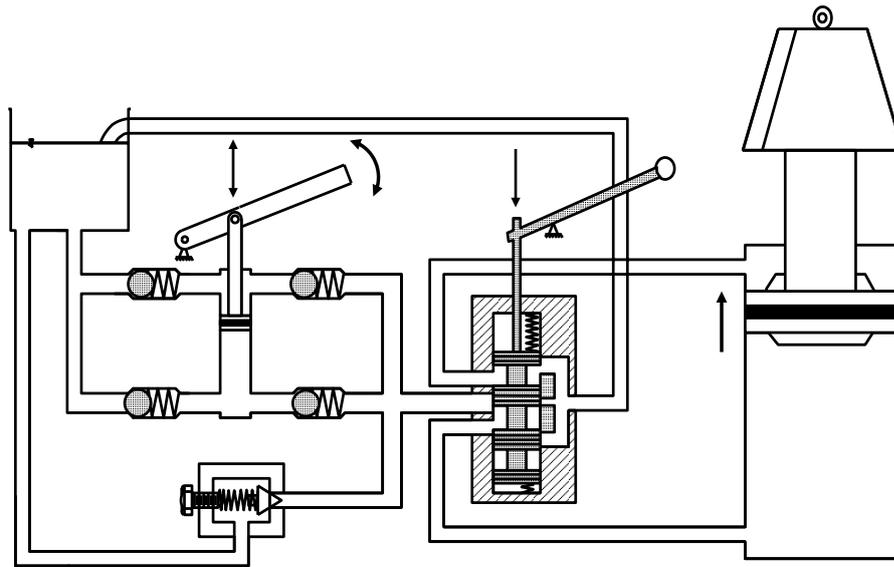


Figura 2.9 Sistema con Bomba de Pistón de Doble Efecto (Válvula Distribuidora)<sup>9</sup>.

## 2.3 SISTEMA HIDRÁULICO DE ACCIONAMIENTO POR MOTOR ELÉCTRICO

Si reemplazamos la bomba de accionamiento manual por una bomba accionada por un motor eléctrico o un motor de combustión interna (motores gasolineros o petroleros) para obtener un “flujo continuo” de caudal tendremos un sistema hidráulico básico como el que se muestra a continuación:

<sup>9</sup> Fuente BBF. Hidráulica Curso para la Formación Profesional 1995.

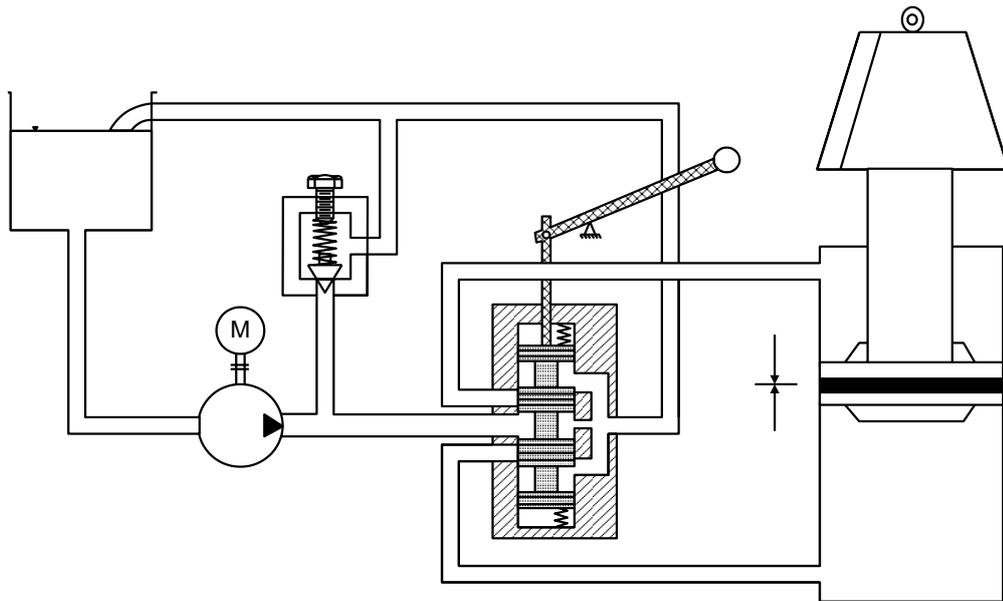


Figura 2.10 Sistema Hidráulico Básico<sup>10</sup>.

## 2.4 PARTES DE UN SISTEMA HIDRÁULICO

Un sistema hidráulico tiene las siguientes partes:

### 2.4.1 BOMBA

Una bomba hidráulica es una máquina generadora que transforma la energía (generalmente energía mecánica) con la que es accionada en energía hidráulica del fluido incompresible que mueve. El fluido incompresible puede ser líquido o una mezcla de líquidos y sólidos como puede ser el hormigón antes de fraguar o la pasta de papel. Al incrementar la energía del fluido, se aumenta su presión, su velocidad o su altura, todas ellas relacionadas según el principio de Bernoulli. En general, una bomba se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema hidráulico, para mover el fluido de una zona de menor presión o altitud a otra de mayor presión o altitud.

<sup>10</sup> Fuente BBF. Hidráulica Curso para la Formación Profesional 1995.

Existe una ambigüedad en la utilización del término **bomba**, ya que generalmente es utilizado para referirse a las máquinas de fluido que transfieren energía, o *bombean* fluidos, y por lo tanto no alteran la densidad de su fluido de trabajo, a diferencia de otras máquinas como lo son los compresores, cuyo campo de aplicación es la neumática y no la hidráulica. Pero también es común encontrar el término **bomba** para referirse a máquinas que *bombean* otro tipo de fluidos, así como lo son las bombas de vacío o las bombas de aire.



**Figura 2.11 Bomba Hidráulica Serie K3V**

## **2.4.2 CONTROL DE PRESIÓN Y CAUDAL**

Constituido en este caso por las válvulas limitadora de presión y la válvula distribuidora 4/3. La válvula de estrangulamiento y la válvula check.

## **2.4.3 ACTUADOR**

Constituido por el cilindro el cual es un conversor de energía de fluido en energía mecánica (movimiento lineal que desplaza una fuerza, es decir que realiza un trabajo).



Figura 2.12 Actuadores Excavadora dosaan.

#### 2.4.4 TANQUE DE ACEITE HIDRÁULICO

El depósito, o más comúnmente llamado tanque, cumple diferentes funciones. En primer término es el depósito de aspiración e impulsión del sistema de bombeo, además sirve de almacén y reserva de aceite. Por otra parte tiene como misiones la separación, en lo posible, del aire del líquido hidráulico, la refrigeración del aceite por simple transmisión de calor por sus paredes al exterior, la toma de contacto del aceite con la presión atmosférica y, por último, su estructura sirve de soporte de la bomba, del motor de accionamiento y de otros elementos auxiliares.

#### 2.5.5 FILTROS DE ACEITE HIDRÁULICO

Un **filtro hidráulico** es el componente principal del sistema de filtración de una máquina hidráulica, de lubricación o de engrase. Estos sistemas se emplean para el control de la contaminación por partículas sólidas de origen externo y las generadas internamente por procesos de desgaste o de erosión de las superficies de la maquinaria, permitiendo preservar la vida útil tanto de los componentes del equipo como del fluido hidráulico.

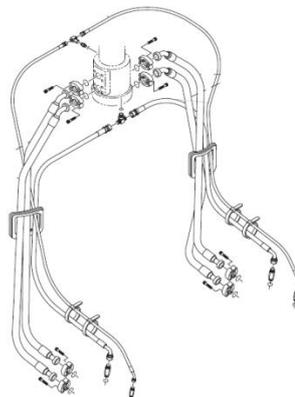


**Figura 2.13 Filtro Hidráulico Excavadora Daewoo.**

## **2.5 CONSIDERACIONES GENERALES**

El sistema hidráulico presenta varias mejoras sobre otros sistemas convencionales, como por ejemplo el control cruzado de potencia total a fin de maximizar la potencia de salida. Cuenta con un sistema de optimización de salida controlado electrónicamente, lo que permite que el operador elija entre dos modalidades de potencia claramente diferenciadas: la modalidad de potencia a máxima velocidad, de salida alta y ciclo rápido y la modalidad de potencia normal para la mayor parte de los tipos de funcionamiento genera.

El manejo electrónico de las válvulas de control hidráulico ayuda a optimizar la velocidad de aplicación y el control general que tiene el operario de los actuadores hidráulicos y sus funciones.



**Figura 2.14 Válvulas de Control Hidráulico<sup>11</sup>.**

---

<sup>11</sup> Fuente Manual Daewoo Solar 225LCV código 023-00058E.

## 2.6 ESQUEMA HIDRÁULICO

### 2.6.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Al referirse al esquema, refiérase a los siguientes elementos: (ver anexo A)

Como se muestra en el esquema, el conjunto de bombas principales es accionado por el motor.

La energía mecánica se convierte en potencia hidráulica, generando el flujo hidráulico necesario que hace funcionar el sistema. Dos bombas principales (una lateral derecha y otra lateral izquierda) conforman el conjunto fundamental de bombeo.

- La salida hidráulica de la bomba lateral derecha se transmite al lado derecho de la válvula de control. La salida de la bomba lateral izquierda se transmite a los carretes del lado izquierdo de la válvula de control. La salida hidráulica de la bomba piloto se utiliza para controlar la bomba y para operar las válvulas piloto y solenoide.
- La mitad derecha de la válvula de control hidráulico, abastecida por la bomba derecha del conjunto de bombeo, opera los carretes de la válvula para el desplazamiento hacia la derecha, giro, elevación de la pluma y funciones del brazo. La cantidad de flujo de aceite hacia los actuadores en el extremo de salida de cada uno de esos circuitos se regula a través del movimiento de cada carrete individual de válvula.
- La mitad izquierda de la válvula de control hidráulico, alimentada por la bomba izquierda del conjunto de bombeo, tiene carretes de control para el desplazamiento hacia la izquierda y el funcionamiento del tacho, pluma y brazo.
- El funcionamiento en dos etapas es una característica de la función de la pluma y del brazo.

Todos estos circuitos pueden operarse utilizando la salida de solamente una mitad del conjunto de bombeo hidráulico (una bomba u otra), o -ya que ambas

mitades de la válvula de control tienen un carrete y cuentan con circuitos para estas funciones- es posible combinar la salida de ambas bombas, lo que permitirá un funcionamiento a velocidad más alta. Las funciones de elevación de la pluma y de carga y descarga del brazo pueden llevarse a cabo en cualquiera de las dos modalidades de potencia disponibles: la normal o de trabajo general o la de alta velocidad y ciclo rápido.

- Cuando se cambia la velocidad de los carretes de control de desplazamiento derecho o izquierdo, la salida del conjunto de bombeo principal fluye a través del eje central hacia uno o ambos motores de pistones axiales que accionan las orugas laterales. Una válvula piloto conectada a la platina oscilante de cada motor de desplazamiento cambia la capacidad del motor (y salida) en proporción directa a la posición de la llave de desplazamiento seleccionada por el operador.
- Tanto la línea de retorno del depósito hidráulico como el circuito piloto tienen filtros de flujo completo de 10 micrones. Los elementos descartables en estos dos filtros atrapan y eliminan impurezas del aceite del sistema. Un tamizador de toma de depósito, de malla de 80 y 177 micrones, también ayuda a mantener la limpieza del sistema y debe limpiarse cada vez que se descargue y remplace el fluido hidráulico.

Un refrigerador de aceite en el sistema hidráulico ayuda a mantener la temperatura de funcionamiento en aproximadamente 50° C (122° F).

- El circuito de funcionamiento del pistón del brazo incluye válvulas anti vacío que protegen el sistema hidráulico del vacío que puede ocasionarse a raíz de choques externos u otras condiciones inusuales. Los circuitos de tacho, brazo y pluma también son protegidos por válvulas de escape de sobrecarga. Siempre que se genere alta presión como resultado de un choque o sobrecarga, se eliminará el exceso de presión hacia el circuito de retorno del depósito a través de la válvula de escape.

Es posible usar una válvula de selección en el circuito de desplazamiento para obtener un desplazamiento de alto par/baja velocidad constante o una salida de velocidad variable/par variable. Para evitar deslizamientos durante el desplazamiento y funcionamiento simultáneos de la pluma, brazo y tacho, seleccione la posición de alto par/ baja velocidad.

## 2.7 BOMBA HIDRÁULICA KAWASAKY SERIE K3V



Figura 2.15 Bomba Hidráulica Kawasaki Serie K3Y.

Las bombas de la serie K3V son muy populares por su fuente de energía fiable para maquinas de la construcción principalmente excavadoras.

Varios diseños de grupo rotativo están disponibles para responder a las aplicaciones necesarias para este modelo de bomba.

Tipo en Tandem con toma de fuerza y tipo paralelo se han unido a la serie. Es decir esta bomba de dos cuerpos cada uno genera caudal y presión independientes.

### 2.7.1 ESPECIFICACIONES

- Velocidad Mínima (según modelo) de 1.650 a 2.200
- Velocidad Máxima (según modelo) de 2.000 a 2500
- Desplazamiento entre 63 y 280 Rev./min (según modelo)
- Presión nominal 34,3 (350) y pico de 39.2 (400).

## 2.7.2 CARACTERISTICAS PRINCIPALES

- Potencia constante
- Eficacia alta y capacidad de la uno mismo-succión
- Larga vida, de poco ruido.
- Modos de control múltiples

## 2.7.3 PARTE DE UNA BOMBA KAWASAKY K3V

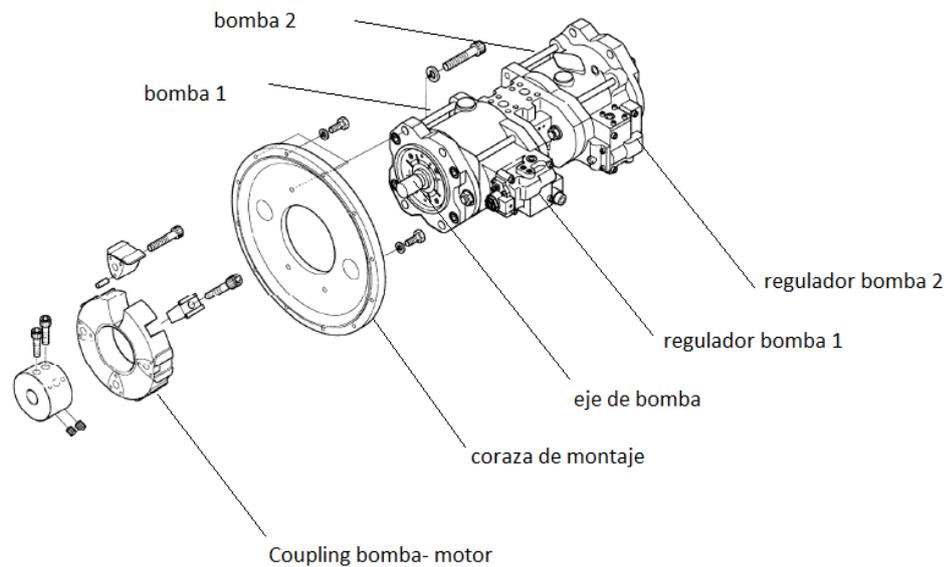


Figura 2.16 Despiece de la Bomba Kawasaki. <sup>12</sup>

## 2.7.4 REGULADORES

El regulador es un conjunto de válvulas en las que restringen el paso de caudal hidráulico en estos a la ves se puede modificar la presión de salida de la bomba.

---

<sup>12</sup> Fuente Manual de bombas Kawasaki 2009

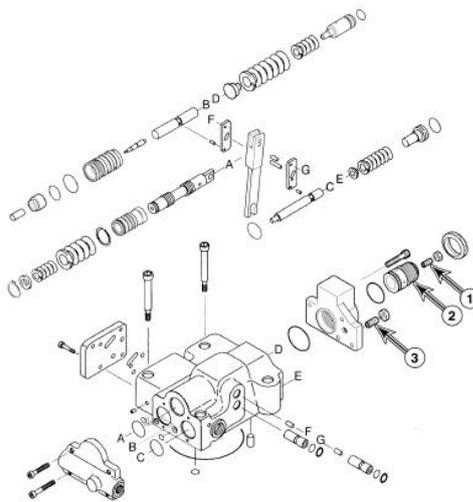


Figura 2.17 Reguladores<sup>13</sup>.

### 2.7.5 GRUPO ROTATIVO DE LA BOMBA

Es un grupo conformado por un block y varios pistones axiales, es aquí donde se genera toda la presión de la bomba.

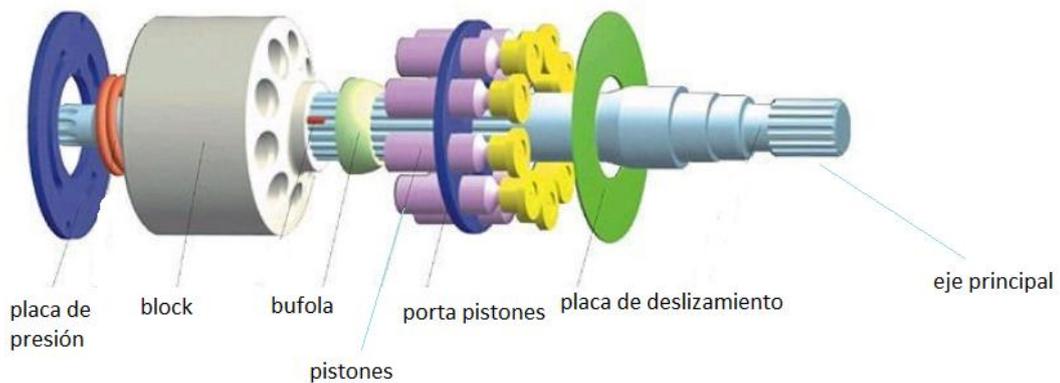


Figura 2.18 Despiece del Grupo Rotativo de la bomba<sup>14</sup>.

<sup>13</sup> Fuente Manual de bombas Kawasaki 2009

<sup>14</sup> Fuente Manual de bombas Kawasaki 2009

## 2.8 FUNCIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES

### 2.8.1 CIRCUITO DE ELEVACIÓN DE LA PLUMA

Cuando se mueve la palanca de control de la pluma hacia atrás, el lado derecho de la válvula piloto genera una presión piloto secundaria de la pluma en dirección ascendente que se transmite simultáneamente a los carretes BOOM1 y BOOM2 (pluma1 y pluma2) de la válvula de control.

Cuando la presión piloto secundaria alcanza entre 7 y 9 kg/cm<sup>2</sup> (100 - 130 psi), los carretes de la válvula de control de la pluma se abren y el aceite de ambas bombas va al pistón de la pluma.

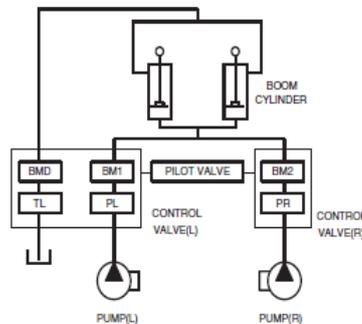
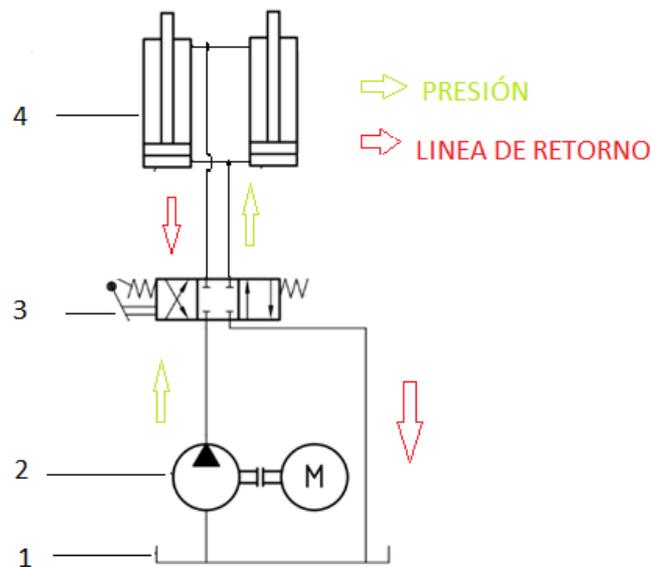


Figura 2.19 Circuito de Elevación de la Pluma<sup>15</sup>.

<sup>15</sup> Fuente Manual Daewoo Solar 225LCV código 023-00058E



**Figura 2.20 Esquema Hidráulico de Elevación de la Pluma.**

1. Tanque hidráulico
2. Bomba hidráulica
3. Mando distribuidora 3puertos-4vías
4. Cilindros hidráulicos gemelos de brazo doble efecto

### **2.8.2 CIRCUITO DE DESCENSO DE LA PLUMA**

Cuando se mueve la palanca de control de la pluma hacia delante, el lado derecho de la válvula piloto genera una presión piloto secundaria de la pluma con dirección descendente que se transmite únicamente al carrete BOOM1 de la válvula de control. Cuando la presión piloto secundaria alcanza entre 7 y 9 kg/cm<sup>2</sup> (100 – 130 psi), el carrete BOOM1 del lado izquierdo de la válvula de control se abre de manera que el aceite de solamente un conjunto de bombeo (PUMP(L)) vaya al pistón de la pluma para su descenso.

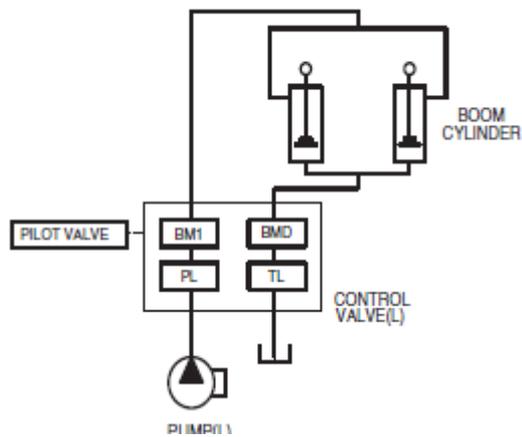


Figura 2.21 Circuito de Descenso de la Pluma<sup>16</sup>.

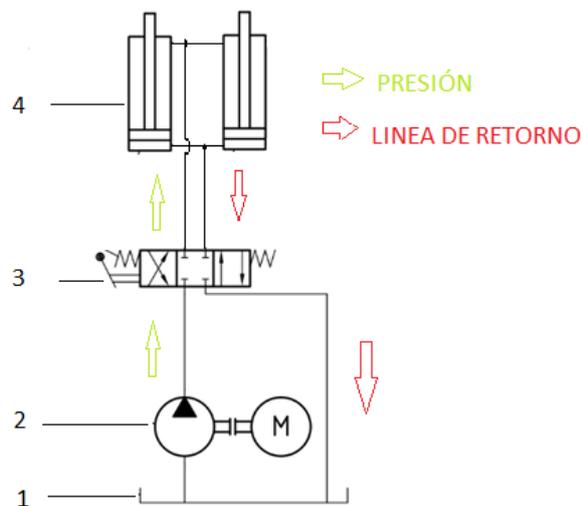


Figura 2.22 Esquema Hidráulico de Descenso de la Pluma.

1. Tanque hidráulico
2. Bomba hidráulica
3. Mando distribuidora 3puertos-4vías
4. Cilindros hidráulicos gemelos de brazo doble efecto

<sup>16</sup> Fuente Manual Daewoo Solar 225LCV código 023-00058E

### 2.8.3 CIRCUITO DE CARGA DEL BRAZO

Cuando se coloca la palanca de control del brazo en modalidad de carga, el lado izquierdo de la válvula piloto genera presión secundaria que se transmite simultáneamente a los carretes AM1 y AM2 de la válvula de control. Cuando la presión piloto secundaria alcanza de 7 a 9 kg/cm<sup>2</sup> (100 - 130 psi), se abren los carretes AM1 y AM2 de la válvula de control del brazo. El flujo de salida de ambas mitades del conjunto de bombeo es dirigido al pistón del brazo.

Cuando se trabaja en modalidad de carga del brazo, bajo ciertas condiciones, es posible que, repentinamente, el peso del brazo y del tacho fuerce a salir al aceite que está en el pistón del brazo. Un flujo insuficiente de aceite al pistón podría llevar a su cavitación, así como pulsaciones o movimientos irregulares. Esto se evita agregando una válvula de regeneración a la válvula de control, que mantiene el equilibrio entre el aceite que fluye hacia el pistón y el que fluye hacia afuera.

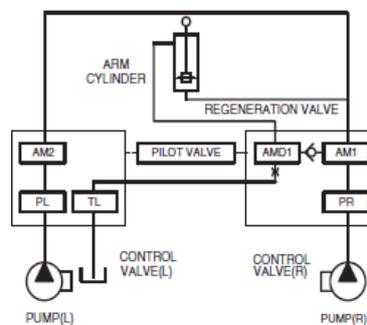
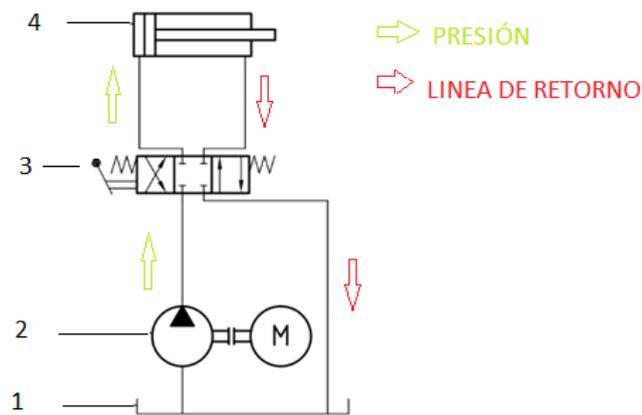


Figura 2.23 Circuito de Carga del Brazo<sup>17</sup>.

<sup>17</sup> Fuente Manual Daewoo Solar 225LCV código 023-00058



**Figura 2.24 Esquema Hidráulico de Carga del Brazo.**

1. Tanque hidráulico
2. Bomba hidráulica
3. Mando distribuidora 3puertos-4vías
4. Cilindro hidráulico de brazo doble efecto

#### **2.8.4 CIRCUITO DE DESCARGA DEL BRAZO**

Cuando se coloca la palanca de control del brazo en modalidad de descarga, el lado izquierdo de la válvula piloto genera presión piloto secundaria que va simultáneamente a los dos carretes, AM1 y AM2, de la válvula de control.

Cuando la presión piloto alcanza entre 7 y 9 kg/cm<sup>2</sup> (100 –130 psi), se abren los carretes de control permitiendo que el aceite de la bomba de la izquierda (PUMP (L)) y de la derecha (PUMP (R)) fluya al pistón del brazo.

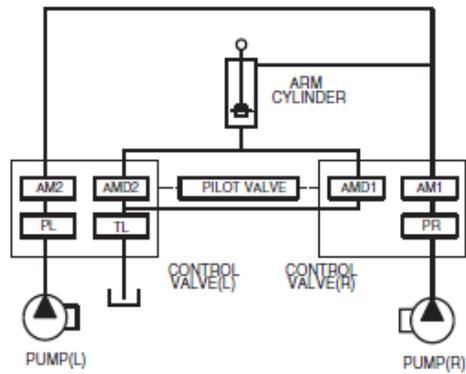


Figura 2.25 Circuito de Descarga del Brazo<sup>18</sup>.

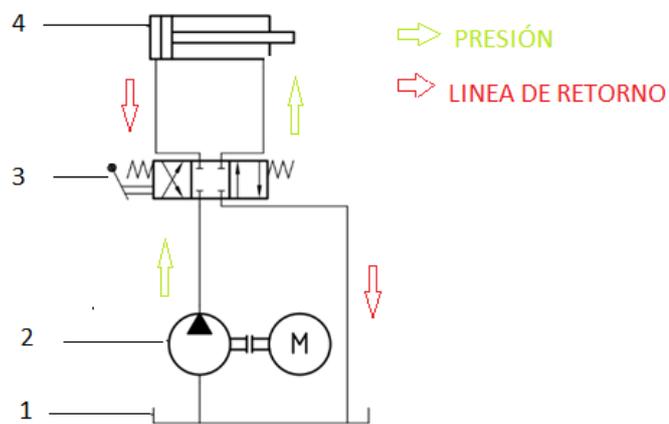


Figura 2.26 Esquema Hidráulico de Descarga del Brazo

1. Tanque hidráulico
2. Bomba hidráulica
3. Mando distribuidora 3puertos-4vías
4. Cilindro hidráulico de brazo doble efecto

<sup>18</sup> Fuente Manual Daewoo Solar 225LCV código 023-00058E

## 2.8.5 CIRCUITO DE OPERACIÓN DE GIRO A LA DERECHA

Cuando se mueve la palanca de control de giro a la posición derecha, la presión piloto del lado izquierdo de la válvula piloto se dirige al regulador del lado derecho de la bomba y a la mitad derecha de la válvula de control. Luego, el flujo de salida de la bomba derecha es dirigido a través de los puertos PR y SWR de la válvula de control hacia el motor de giro.

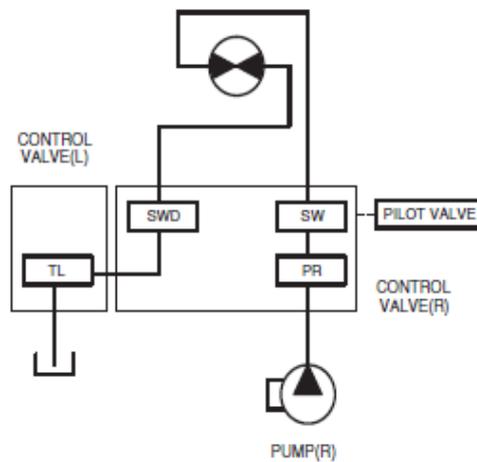
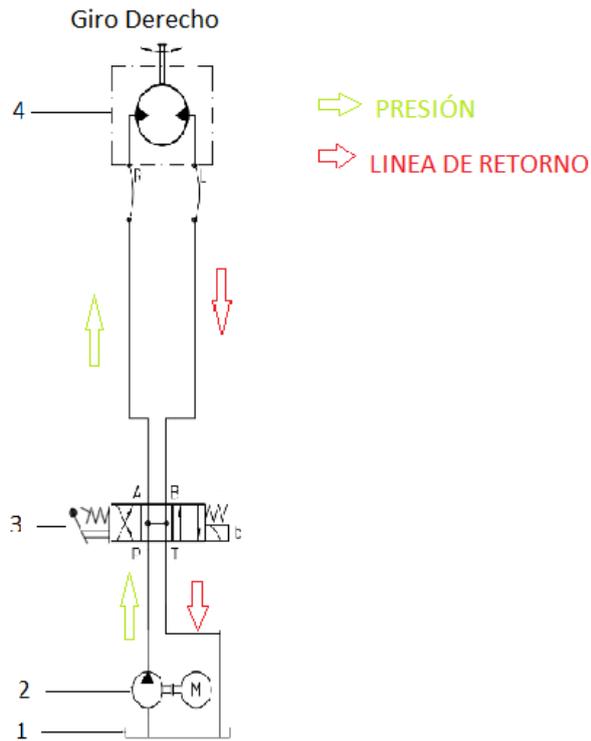


Figura 2.27 Circuito de Operación de Giro a la Derecha<sup>19</sup>.

<sup>19</sup> Fuente Manual Daewoo Solar 225LCV código 023-00058E



**Figura 2.28 Esquema Hidráulico de Giro a la Derecha.**

1. Tanque hidráulico
2. Bomba hidráulica
3. Mando distribuidora 3puertos-4vías
4. Motor hidráulico

### 2.8.6 CIRCUITO DE OPERACIÓN DE GIRO A LA IZQUIERDA

Cuando se mueve la palanca de control de giro a la posición izquierda, el carrete de la válvula de control del lado derecho de la misma se mueve en dirección opuesta y el flujo de salida desde la bomba derecha es dirigido a través de los puertos PR y SWL de la válvula de control al motor de giro.

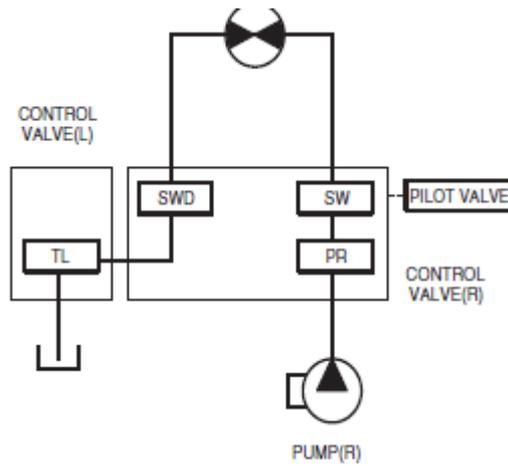


Figura 2.29 Circuito de Operación de Giro a la Izquierda.

20

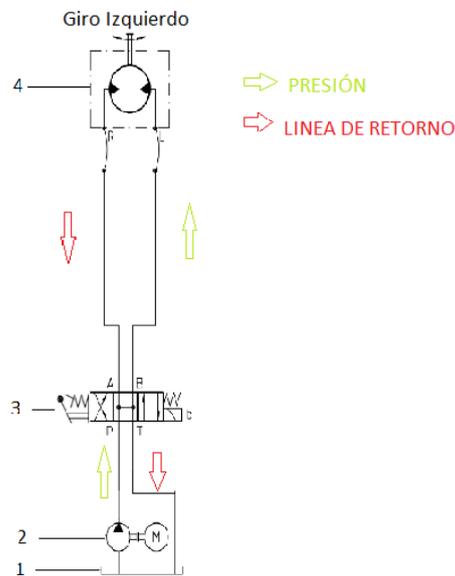


Figura 2.30 Esquema Hidráulico de Giro a la Izquierda.

1. Tanque hidráulico
2. Bomba hidráulica
3. Mando distribuidora 3puertos-4vías
4. Motor hidráulico

<sup>20</sup> . Fuente Manual Daewoo Solar 225LCV código 023-00058E

### 2.8.7 CIRCUITO DE DESPLAZAMIENTO HACIA ADELANTE

Cuando se mueven las palancas izquierda y derecha de control de desplazamiento hacia adelante, la salida de las dos bombas principales es dirigida a través de los puertos PR, PL, TRRF, y TRLF de la válvula de control, por el eje central de la parte superior del equipo, hasta los motores de desplazamiento de cada lado de la máquina.

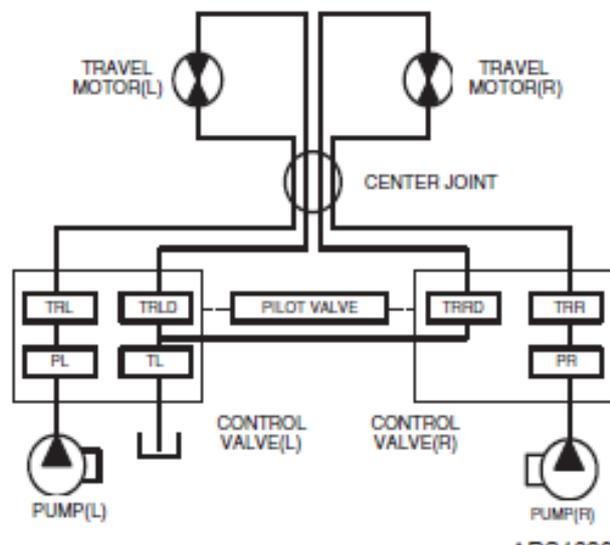
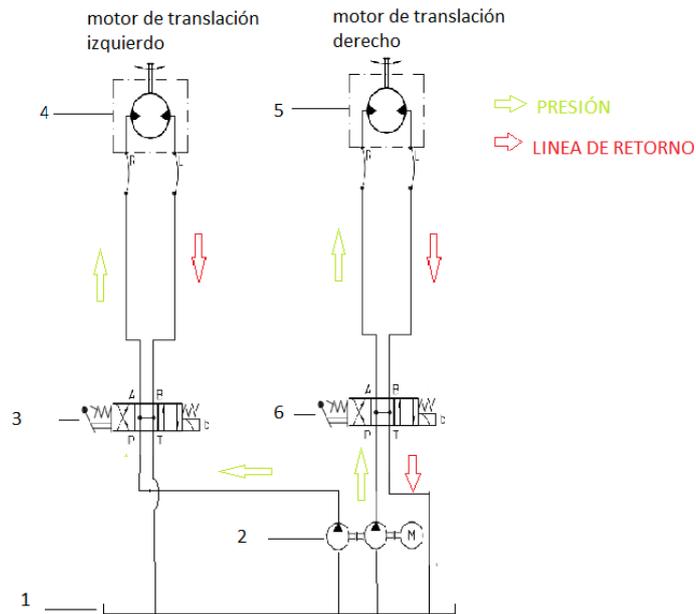


Figura 2.31 Circuito de Desplazamiento hacia Adelante.<sup>21</sup>

<sup>21</sup> . Fuente Manual Daewoo Solar 225LCV código 023-00058E



**Figura 2.32 Esquema Hidráulico Desplazamiento Hacia Adelante.**

1. Tanque hidráulico
2. Bomba hidráulica doble
3. Mando distribuidora 3puertos-4vías
4. Motor hidráulico izquierdo
5. Motor hidráulico derecho
6. Mando distribuidora 3puertos-4vías

### **2.8.8 CIRCUITO DE DESPLAZAMIENTO EN REVERSA**

Cuando se mueven las palancas izquierda y derecha de control de desplazamiento hacia atrás, la salida de las dos bombas principales es dirigida a través de los puertos PR, PL, TRRR, y TRLR de la válvula de control, por el eje central de la parte superior del equipo, hasta los motores de desplazamientos.

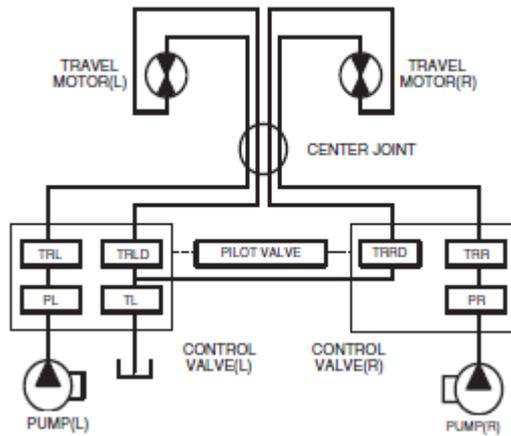


Figura 2.33 Circuito de Desplazamiento en Reversa<sup>22</sup>.

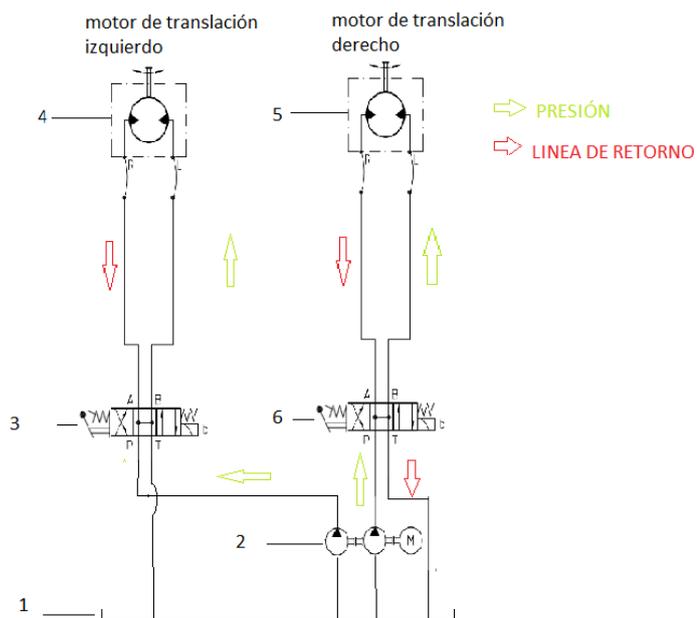


Figura 2.34 Esquema Hidráulico de Desplazamiento en Reversa.

<sup>22</sup> Fuente Manual Daewoo Solar 225LCV código 023-00058E

1. Tanque hidráulico
2. Bomba hidráulica doble
3. Mando distribuidora 3puertos-4vías
4. Motor hidráulico izquierdo
5. Motor hidráulico derecho
6. Mando distribuidora 3puertos-4vías

## **CAPÍTULO III**

### **DISEÑO DE LA HERRAMIENTA ELECTRÓNICA PARA MEDICIÓN DE BOMBAS HIDRÁULICAS**

En el presente capítulo se tratara sobre los elementos que intervienen en la construcción del sistema de medición de bombas hidráulicas, además del montaje de los elementos del sistema. También se detallan algunos de los inconvenientes en la utilización de ciertos elementos y las medidas correctivas que se tomaron para solucionarlos.

#### **3.1 ELEMENTOS SELECCIONADOS PARA EL SISTEMA**

Para los PIC utilizados en el proyecto es necesario dar una pequeña introducción sobre los Micro controladores en general. Comúnmente se habla de:

##### **3.1.1 MICROCONTROLADOR.**

Al estar dispuestos dentro de una capsula todos los Micro controladores son muy parecidos en su estructura. Es decir, todos tienen: procesador, memoria de datos e instrucciones, líneas de entrada y salida E/S, oscilador de reloj (Timer) y módulos controladores de periféricos.

### **3.1.1.1 ARQUITECTURA BÁSICA.**

En la actualidad se utiliza la arquitectura Harvard que posee dos memorias independientes una que se encarga del almacenamiento de los datos y la otra de las instrucciones, ambas memoria poseen sistemas de acceso únicos pudiendo tener acceso directo sobre ellas (lectura y escritura) simultáneamente.

### **3.1.1.2 MEMORIA.**

En los Micros la memoria de instrucciones y datos están integrados en el propio chip. Una parte debe ser no volátil o imborrable (ROM) y se encarga de guardar el programa de instrucciones que comanda toda la aplicación. Por otra parte es necesaria también una memoria volátil o reseteable (RAM) encargada en guardar los datos y variables que se van generando en el programa.

Según la memoria ROM que posean los microcontroladores se pueden distinguir cinco tipos de memorias ROM:

- ROM con mascara: memoria de solo lectura donde su contenido se graba durante la fabricación del chip, utilizada mayormente en la producción en masa por su gran costo.
- OTP: contiene una memoria no volátil que puede ser grabada una sola vez por el usuario mediante la utilización de un grabador controlado desde una PC. Se utiliza la encriptación<sup>23</sup> mediante fusibles para proteger el código contenido.

---

<sup>23</sup> Encriptar: es la utilización de un código impreso directamente en la información para poder leerla mediante la utilización previa de una clave.

- EPROM (ErasableProgrammableReadOnlyMemory): este tipo de memoria tiene la capacidad de ser grabada y borrada muchas veces mediante la utilización de un grabador controlado desde la PC. Posee una ventana de cristal en la que se hace actuar rayos ultravioletas durante varios minutos si se desea borrar el contenido.
- EEPROM (ElectricalErasableProgrammableReadOnlyMemory): son memorias tan solo de lectura en las que se puede grabar y borrar eléctricamente tantas veces como se desee, este tipo de memoria no tiene ventana de cristal en la parte superior. Puede ser programada y borrada en el propio circuito.
- FLASH: es una memoria de bajo consumo que puede funcionar como una ROM y una RAM, puede ser programada en el circuito, mayor capacidad que la EEPROM, es más veloz pero no soporta demasiados ciclos de escritura.

El microprocesador utilizado posee una memoria FLASH que es en la que se almacena toda la programación de la aplicación, ya que facilita guardar y borrar la programación creada para este sistema.

### 3.1.1.3 PIC 16F873.

El PIC16F873 es un Microcontrolador de microchip que funciona óptimamente bajo los siguientes parámetros como indica la tabla 2.1.

**Tabla 3.1 Datos técnicos para el PIC 16F873<sup>24</sup>.**

<b>CARACTERISTICAS.</b>	<b>DESCRIPCIÓN.</b>
Frecuencia de Operación	20 MHz
Memoria FLASH	4k
Memoria de Datos (bytes)	192

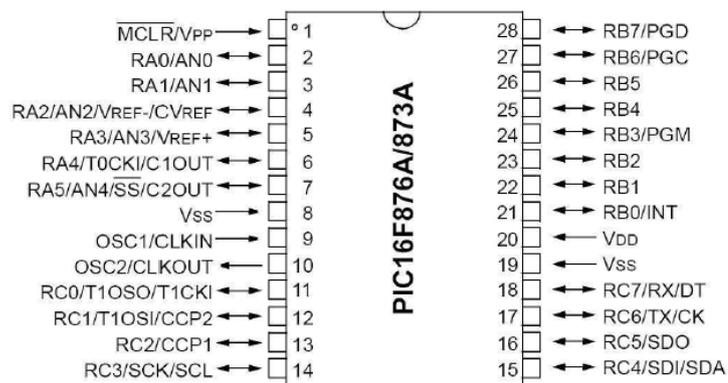
<sup>24</sup>Fuente VALENCIA Ramiro, Aplicaciones Electrónicas con Microcontroladores, Microtel, Ibarra – Ecuador, 2008.

Memoria de Datos EEPROM (bytes)	128
Interrupciones	13
Puertos E/S	Puertos A, B, C
Temporizadores	3
Módulos de Captura/Comparación/PWM	2
Comunicación serial tipo	MSSP, USART
Módulo Analógico-Digital (10 bits)	5 Canales de Entrada
Conjunto de Instrucciones	35

Las características anteriormente señaladas hacen de este microcontrolador eficaz en el procesamiento de señales digitales.

Este microcontrolador fue utilizado para la captación de la señal de los sensores de ultrasonido, ya que este procesa la señal analógica en señal digital, además se lo utiliza para el manejo del LCD y de los pulsadores y comanda a los micros del acelerador y el freno.

La figura a continuación muestra la disposición de los pines que posee el PIC.



**Figura 3.1 Disposición pines PIC 16F873<sup>25</sup>.**

<sup>25</sup>Fuente VALENCIA Ramiro, Aplicaciones Electrónicas con Microcontroladores, Microtel, Ibarra – Ecuador, 2008.

### 3.1.1.3.1 PINES DE ENTRADA

Tabla 3.2 Pines de entrada<sup>26</sup>.

Nombre	PIN #	Designación	Tipo	Función
RA0	2	Entrada	Analógico	Entrada del sensor ultrasónico izquierdo
RA1	3	Entrada	Analógico	Entrada del sensor ultrasónico derecho
RB0	21	Entrada	Digital	Pulsador, elección del set point de la distancia
RB1	22	Entrada	Digital	Pulsador, activación o desactivación del sistema
RB2	23	Entrada	Digital	Final de carrera en la palanca de las direccionales
RB3	24	Entrada	Digital	Final de carrera en la palanca de las direccionales

### 3.1.1.3.2 PINES DE SALIDA

Tabla 3.3 Pines de salida<sup>27</sup>.

RB4	25	Salida	Digital	Activa la fuentes de potencia para los servos
RB5	26	Salida	Digital	Activa la carga de la batería para el control
RB6	27	Salida	Digital	Buzzer de aviso de corta distancia
RB7	28	Salida	Digital	LED de aviso de activación del sistema
RC0	11	Salida	Digital	Pin de Control de activación del Freno
RC1	12	Salida	Digital	Pin de Control de Bloqueo del acelerador
RC2	13	Salida	Digital	Pin ENABLE LCD
RC3	14	Salida	Digital	Pin RS LCD
RC4	15	Salida	Digital	Pin de datos LCD
RC5	16	Salida	Digital	Pin de datos LCD
RC6	17	Salida	Digital	Pin de datos LCD
RC7	18	Salida	Digital	Pin de datos LCD

<sup>26</sup>Fuente VALENCIA Ramiro, Aplicaciones Electrónicas con Microcontroladores, Microtel, Ibarra – Ecuador, 2008.

<sup>27</sup>. Fuente VALENCIA Ramiro, Aplicaciones Electrónicas con Microcontroladores, Microtel, Ibarra – Ecuador, 2008.

### 3.1.1.3.3 CONEXIONES BÁSICAS

Tabla 3.4 Conexiones Básicas<sup>28</sup>.

MCLR	1	Entrada	Digital	Reset del Microcontrolador
VDD	20	Alimentación	-----	Alimentación Positiva 5v
VSS	19,8	Alimentación	-----	Referencia o Tierra
OSC1	9	Entrada	-----	Oscilador
OSC2	10	Entrada	-----	Oscilador

### 3.1.1.4.3 CONEXIONES BÁSICAS

Tabla 3.5 Conexiones Básicas<sup>29</sup>.

VDD	14	Alimentación	-----	Alimentación Positiva 5v
VSS	5	Alimentación	-----	Referencia o Tierra
OSC1	15	Entrada	-----	Oscilador
OSC2	16	Entrada	-----	Oscilador

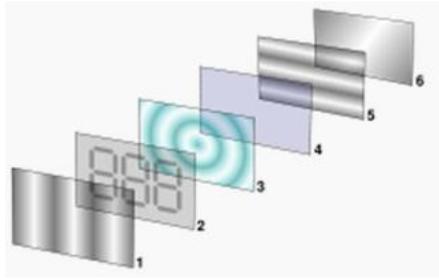
### 3.1.2 PANTALLA DE CRISTAL LÍQUIDO (LCD).

Está formada por un número de pixeles de color o monocromos colocados frente a una luz reflectora (Fig.3.3).

---

<sup>28</sup> Fuente VALENCIA Ramiro, Aplicaciones Electrónicas con Microcontroladores, Microtel, Ibarra – Ecuador, 2008.

<sup>29</sup> Fuente VALENCIA Ramiro, Aplicaciones Electrónicas con Microcontroladores, Microtel, Ibarra – Ecuador, 2008.



**Figura 3.2 Pantalla de cristal líquido<sup>30</sup>.**

Donde:

1. Film de filtro vertical para polarizar la luz que entra.
2. Sustrato de vidrio con [electrodos](#) de Óxido de Indio [ITO](#). Las formas de los electrodos determinan las formas negras que aparecen cuando la pantalla se enciende y apaga. Los cantos verticales de la superficie son suaves.
3. Cristales líquidos "TwistedNematic" (TN).
4. Sustrato de vidrio con film electrodo común (ITO) con los cantos horizontales para alinearse con el filtro horizontal.
5. Film de filtro horizontal para bloquear/permitir el paso de luz.
6. Superficie reflectante para enviar/devolver la luz al espectador. En un LCD retro iluminado, esta capa es remplazada por una fuente luminosa.

Cuando se aplica un voltaje a través de los electrodos, una fuerza de giro orienta las moléculas de cristal líquido paralelas al campo eléctrico, que distorsiona la estructura helicoidal (esto se puede resistir gracias a las fuerzas elásticas desde que las moléculas están limitadas a las superficies). Esto reduce la rotación de la polarización de la luz incidente, y el dispositivo aparece gris. Si la tensión aplicada es lo suficientemente grande, las moléculas de cristal líquido en el centro de la capa son casi completamente desenrolladas y la polarización de la luz incidente no es rotada ya que pasa a través de la capa de cristal líquido. Esta luz será principalmente polarizada perpendicular al segundo filtro, y por eso será bloqueada y el pixel aparecerá negro. Por el control de la tensión aplicada a

<sup>30</sup>Fuente VALENCIA Ramiro, Aplicaciones Electrónicas con Microcontroladores, Microtel, Ibarra – Ecuador, 2008.

través de la capa de cristal líquido en cada píxel, la luz se puede permitir pasar a través de distintas cantidades, constituyéndose los diferentes tonos de gris.

El elemento mencionado es utilizado para la visualización de los parámetros de lectura medida por los sensores de ultrasonido y el set point de distancia para la activación del sistema.

### 3.1.3 RESISTENCIAS.

Una resistencia ideal es un elemento pasivo que disipa energía en forma de calor según la [ley de Joule](#). También establece una relación de proporcionalidad entre la intensidad de corriente que la atraviesa y la tensión medida entre sus extremos, relación conocida como [ley de Ohm](#): Volt = Int x Resist.

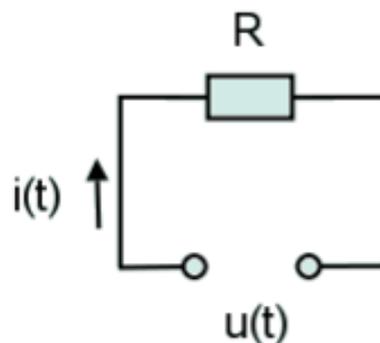


Figura 3.3 Esquema básico de circuito con resistencia<sup>31</sup>.

---

<sup>31</sup>Fuente VALENCIA Ramiro, Aplicaciones Electrónicas con Microcontroladores, Microtel, Ibarra – Ecuador, 2008.

En general, una resistencia real podrá tener diferente comportamiento en función del tipo de corriente que circule por ella.

Las resistencias utilizadas en el proyecto son

1. Resistencia de 1K $\Omega$ . (marrón, naranja, negro, oro)
2. Resistencia de 4.7K $\Omega$  (amarillo, violeta, rojo, oro)

### 3.1.3.1 CÓDIGO DE COLORES

Tabla. 3.6 Código de Colores de Resistencias.<sup>32</sup>

Color	1era y 2da banda	3ra banda	4ta banda	
	1era y 2da cifra significativa		Factor multiplicador	Tolerancia
plata		0.01		+/- 10
oro		0.1		+/- 5
negro	0	x 1	Sin color	+/- 20
marrón	1	x 10	Plateado	+/- 1
rojo	2	x 100	Dorado	+/- 2
naranja	3	x 1,000		+/- 3
amarillo	4	x 10,000		+/- 4
verde	5	x 100,000		
azul	6	x 1,000,000		
violeta	7			
gris	8	x 0.1		
blanco	9	x 0.01	<a href="http://www.unicrom.com">www.unicrom.com</a>	

<sup>32</sup> Fuente [www.unicrom.com](http://www.unicrom.com)

### 3.1.4 PULSADORES.

Es un elemento que permite o interrumpe el paso de corriente mientras esta accionado, cuando ya no actúa sobre el circuito regresa a su posición de reposo.

Un pulsador puede ser NA (Normalmente abierto) o NC (Normalmente cerrado).

Como se ve en la figura 3.5, un pulsador consta de un botón pulsador, una lámina conductora que establece el contacto entre los terminales y un muelle que hace recobrar la posición primaria del botón pulsador.

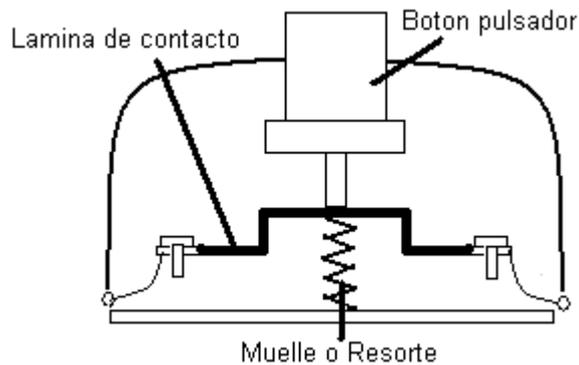


Figura 3.4 Partes de un pulsador<sup>33</sup>.

### 3.1.5 POTENCIÓMETRO.

El potenciómetro es un resistor cuyo valor de resistencia puede ser modificado, de esta manera se puede controlar el flujo de corriente que pasa por un circuito si se conecta el potenciómetro en paralelo, o la diferencia de potencial si se conecta en serie con el circuito. La siguiente figura muestra un modelo de potenciómetro.

<sup>33</sup>Fuente VALENCIA Ramiro, Aplicaciones Electrónicas con Microcontroladores, Microtel, Ibarra – Ecuador, 2008.



**Figura 3.5 Potenciómetro<sup>34</sup>.**

Normalmente los potenciómetros se utilizan en circuitos que consumen poca corriente, para circuitos que requieren mayor flujo de corriente se utilizan los reóstatos.

Este elemento fue utilizado para el control de luminosidad del LCD

### **3.1.6 BATERIAS DE LIPO**

Las baterías LiPo (LithiumPolymer) son una línea de evolución de las archiconocidas Li-Ion, en las que se ha sustituido el electrolito líquido orgánico por un compuesto sólido, abaratando costes de producción. Se fabrican en formato rectangular, en lugar de cilíndrico, por lo que al construir un pack de baterías se ahorra mucho espacio que con el formato cilíndrico se desaprovecha entre batería y batería, además de tener un peso considerablemente menor al de las baterías basadas en Níquel, lo que redundará en un mejor rendimiento en aplicaciones de aeromodelismo.

#### **3.1.6.1 FABRICACIÓN**

A diferencia de lo que algunos creen, las baterías LiPo se producen casi en su totalidad en China, y la diferencia entre unas y otras marcas reside

---

<sup>34</sup>Fuente VALENCIA Ramiro, Aplicaciones Electrónicas con Microcontroladores, Microtel, Ibarra – Ecuador, 2008.

fundamentalmente en la calidad y cantidades de los compuestos empleados en su fabricación, además de en los controles de calidad que el fabricante aplique a las mismas, pues algunas marcas requieren al fabricante que la batería permanezca durante varias semanas en estado de "tensión de almacenamiento" y que se compruebe tras dicho periodo si la tensión de cada celda permanece impasible o si por el contrario alguna celda es defectuosa, mientras que otras marcas admiten las baterías tal y como salen de la cadena de producción (siendo el consumidor quien se encuentra con la ingrata sorpresa de haber comprado una batería inservible ).

### **3.1.6.2 ¿SON REALMENTE PELIGROSOS?**

Existen muchos mitos y leyendas acerca de este tipo de baterías, y aunque no es tan fiero el león como lo pintan, sí que hay que tomar ciertas precauciones a la hora de manipularlas, y no olvidar nunca que están compuestas de materiales inflamables, luego no son elementos a manipular sin ningún tipo de precaución. En efecto pueden producir deflagraciones al entrar en contacto el interior de las mismas con el oxígeno, y una cantidad de humo importante, por lo que deben evitarse en la medida de lo posible los impactos que puedan perforarlas o dañarlas de algún modo. El almacenaje también es un factor a tener en cuenta, pues no deben exponerse a temperaturas elevadas, ni guardarse de forma prolongada con una tensión inadecuada en sus celdas. También es importante que se carguen y descarguen dentro de los límites establecidos por el fabricante, y en términos generales, por las características de toda batería LiPo, que veremos más adelante.

### **3.1.6.3 CAPACIDAD.**

Una batería Lipo tiene una capacidad de almacenamiento de energía generalmente directamente relacionada con las dimensiones de la misma (también depende de los materiales utilizados en la fabricación). La capacidad se

mide en miliamperios/hora, por lo que podremos encontrar en la pegatina de nuestras baterías este dato con un formato similar a "2200mAh", o "2.2A". En ambos casos se refiere a que el pack tiene una capacidad de 2200 miliamperios/hora, esto es, sería capaz de suministrar 2200 miliamperios (o 2.2 amperios) durante una hora completa.

#### **3.1.6.4 INTENSIDAD DE DESCARGA**

Un dato que aparece en todos los packs de baterías LiPo es la intensidad de descarga que admiten (las famosas "C's"). Siguiendo la explicación anterior, se dice que una batería que es capaz de suministrar 2200 mA durante una hora, lo hace a 1C (1C = "una vez" su capacidad). Una batería marcada como 2C permitiría descargarla a dos veces su capacidad, esto es, a 4400mAh (o 4.4Ah). Evidentemente se agotaría al pasar media hora, pues se ha descargado al doble de intensidad. Este es el motivo de que las baterías LiPo tengan una autonomía reducida en aplicaciones de aeromodelismo pues, por ejemplo, una batería de 2200mAh que entrega 40 amperios / hora (18 veces su capacidad, o 18C) de forma constante al motor de un aeromodelo tan sólo durará unos escasos 3 minutos.

#### **3.1.6.5 ¿PARA QUE DOS CONECTORES?**

Todas las baterías LiPo deberían incorporar dos conectores, el principal, mal llamado "de descarga", que está conectado a los bornes extremos del conjunto de elementos, y que permite medir la tensión total de la batería, y otro compuesto de varios cables (tantos como el número de elementos del pack, más uno) que están conectados a todos y cada uno de los elementos de la batería, y que permiten medir la tensión de los mismos de forma individual, bien con un multímetro, o con algún dispositivo especializado. A la hora de cargar la batería se deben utilizar ambos conectores, uno para la carga de energía, y el otro para el "balanceo" de las celdas. Para la descarga sólo es necesario el conector principal, aunque

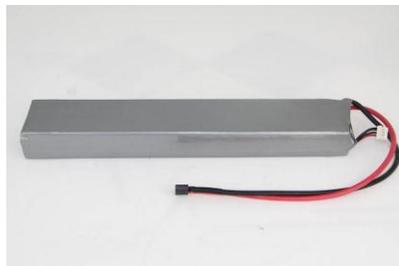
existen dispositivos de señalización óptica y acústica que se conectan al conector de balanceo durante el uso de la batería, y monitorizan los elementos por separado para avisar de la descarga excesiva de la misma.

#### **3.1.6.6 BALANCEAR LAS BATERÍAS.**

Es importante que no existan grandes diferencias de tensión entre los elementos de una batería, pues a la hora de descargarlas podemos llevarnos una incómoda sorpresa. Si una celda tiene menos tensión que las demás, durante la descarga esa celda podrá bajar por debajo de la tensión mínima, a partir de la cual la tensión cae en picado, llevando el pack completo a una tensión inadecuada para su aplicación, con lo que ello implica en pleno vuelo.

Para asegurarnos de que todos los elementos tienen la misma tensión, el cargador monitoriza la carga de la batería, y mientras carga el pack completo por el conector principal, descarga los elementos que tienen más carga con respecto a los demás por el conector de balanceo. Algunos cargadores realizan este proceso al final de la carga, en lugar de durante la misma.

#### **3.1.6.7 ELEGIR UNA BATERÍA.**



**Figura 3.6 Batería de Lipo<sup>35</sup>.**

---

<sup>35</sup>Fuente VALENCIA Ramiro, Aplicaciones Electrónicas con Microcontroladores, Microtel, Ibarra – Ecuador, 2008.

Como norma, siempre debemos elegir una batería con una capacidad de descarga igual o superior al máximo consumo que demande la motorización de nuestro modelo, de lo contrario se degradará con rapidez. Además, intentaremos siempre que la capacidad y el peso vayan acordes al tiempo de autonomía que deseemos para nuestro modelo, y sobre todo al peso final del mismo, que igualmente redundará en el tiempo de vuelo y consumo total. El cable y conector también son factores importantes, y es que el cable debe tener la sección necesaria (y el conector, el grosor requerido) para permitir pasar la intensidad que nuestra batería sea capaz de descargar.

### **3.1.6.8 USO CORRECTO DE LAS BATERÍAS LIPO.**

Nunca debemos descargar los elementos de una batería por debajo de 3.00v, pero debemos tener en cuenta que si una batería "baja" de nuestro modelo con esa tensión, en vuelo, sometida a descarga, probablemente haya bajado de dicha tensión, por lo que es recomendable que finalicen su trabajo con un mínimo de 3.60~3.80v.

Las baterías se degradan notablemente por el calor. Tienen un rango de temperaturas de uso, por debajo del cual no funcionan correctamente (aunque no se degradan), aunque por encima de él, la batería comenzará a envejecer de forma prematura. Siempre debemos intentar que las baterías bajen lo más frías que sea posible. Una batería que al terminar su trabajo está excesivamente caliente habrá sufrido en exceso, y sus elementos comenzarán a hincharse, lo que las vuelve todavía más inestables ante posibles accidentes. Si una batería baja excesivamente caliente puede ser que hayamos elegido una mala opción, tanto en intensidad de descarga, como en capacidad, o quizá nuestro modelo está sufriendo un consumo excesivo por algún otro motivo mecánico o de configuración.

La carga de las baterías LiPo es igualmente importante. Por lo general deben cargarse a 1C, es decir, cargaremos a 5A una batería de 5000mAh, aunque los modelos más actuales permiten cargas a intensidades superiores. En este caso

debemos seguir siempre las especificaciones máximas del fabricante. Además, en términos generales, la tensión máxima por celda debe ser de 4.20v.

### **3.1.6.9 ALMACENAMIENTO**

Si tenemos previsto no utilizar nuestras baterías durante un período prolongado (más de una o dos semanas puede servir como referencia) es recomendable mantenerlas en tensión de almacenaje, esto es, alrededor de 3.85v por celda. Las baterías que no se utilizan durante mucho tiempo y permanecen cargadas sufren a nivel interno la segregación de una sustancia que impide que posteriormente rindan como deben.

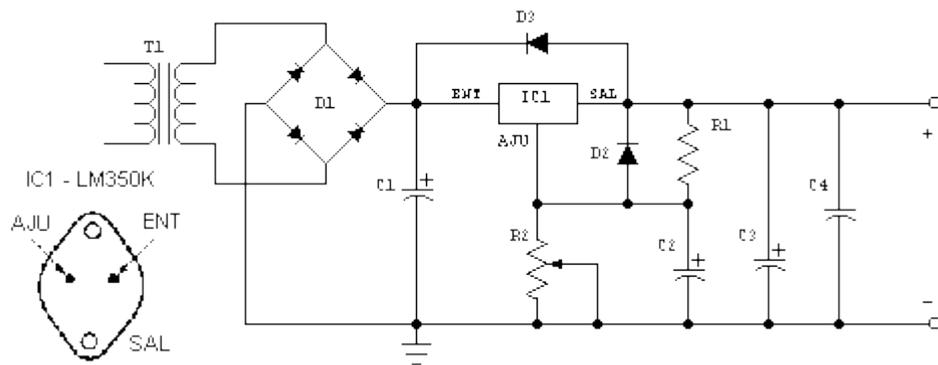
### **3.1.6.10 RECICLAJE**

Al estar compuestas de sustancias tóxicas, es recomendable que se desechen en un punto limpio, previa descarga completa de la batería. A tal efecto podemos sumergirla en agua con sal durante unas horas para que quede totalmente descargada. Para los modelos pequeños también podrían utilizarse los contenedores de pilas que pueden encontrarse en algunos municipios.

### **3.1.7 FUENTE REGULADA, VARIABLE DE 24 A 5 VDC**

Esta fuente utiliza el circuito integrado LM350K (encapsulado metálico TO-3) el cual permite variar la tensión de salida entre 1.2 y 33 Voltios con corrientes hasta 3 Amperios.

La única precaución que se debe tomar, es montar **IC1** en un buen disipador térmico debidamente aislado.



**Figura 3.7 Circuito de fuente regulada<sup>36</sup>.**

### 3.1.7.1 COMPONENTES:

**T1** - Transformador con primario adecuado para la red eléctrica (110 o 220V) y secundario de 24V (o 12+12) 3A.

**IC1** - Circuito Integrado LM350K (ECG970)

**D1** - Puente rectificador KBU4B o similar. Pueden usarse también 4 diodos rectificadores para 4A y tensiones de 100V o más.

**D2 y D3** - Diodos 1N4002 ~ 1N4007 o similar.

**C1** - Condensador electrolítico (filtro) 4700uF 50V

**C2** - Condensador electrolítico (filtro) 22uF 50V

**C3** - Condensador electrolítico (filtro) 100uF 50V

**C4** - Condensador 0.1uF 50V

**R1** - Resistencia de 270 ohms 1W

**R2** - Potenciómetro 5Kohms lineal (no logarítmico)

## 3.2 TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN DE SEÑALES.

La transmisión y recepción de señales se refiere a las variaciones de voltaje, emitidas por un sensor que son enviadas hacia un modulo de trabajo en donde

<sup>36</sup>Fuente VALENCIA Ramiro, Aplicaciones Electrónicas con Microcontroladores, Microtel, Ibarra – Ecuador, 2008.

serán tratadas y transformadas en un cierto código que pueda ser leído por el microcontrolador para poder tratar estas señales y puedan ser modificadas o leídas de forma física y entendible por el usuario.

La señal principal es tomada de un sensor tipo resistivo que va ubicado en cada bomba

### **3.2.1 SENSOR DE PRESION DE TIPO RESISTIVO**

Consiste en un elemento elástico (tubo Bourdon o cápsula) que varía la resistencia óhmica de un potenciómetro en función de la presión. El potenciómetro puede adoptar la forma de un solo hilo continuo o bien estar arrollado a una bobina siguiendo un valor lineal o no de resistencia. El movimiento del elemento de presión se transmite a un brazo móvil aislado que se apoya sobre el potenciómetro de presión. Éste está conectado a un circuito de Puente de Wheatstone.

El intervalo de medida de estos sensores/transmisores corresponden al elemento de presión que utilizan (tubo Bourdon, fuelle...) y varía en general de 0 a 300 Kg/cm<sup>2</sup>.

La precisión es del orden de 1-2%.

### **3.3 MONITOREO Y MEDIOS DE PROCESAMIENTO DE SEÑAL.**

Esta es un área de la Ingeniería Electrónica que se concentra en la representación, transformación y manipulación de señales, y de la información que ellas contienen. El primer tipo de procesamiento electrónico que se desarrolló y se aplicó extensivamente fue el procesamiento análogo, el cual se lleva a cabo mediante circuitos compuestos por resistores, capacitores, inductores, amplificadores operacionales, etc.

### **3.3.1 PROCESAMIENTO DE SEÑALES EN TIEMPO DISCRETO.**

Conocido con el nombre de Discrete-Time Signal Processing, se refiere al procesamiento de señales discretas en el tiempo o en el espacio. Esto implica que sólo se conoce el valor de la señal en instantes o en puntos específicos. Sin embargo, la amplitud de la señal es continua, es decir, puede tomar infinitos valores presión diferentes.

## **CAPITULO IV**

### **CONSTRUCCIÓN Y PRUEBA DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE PRUEBAS PARA BOMBAS HIDRÚLICAS**

#### **4.1 DESCRIPCION GENERAL GESTIÓN DEL MODULO CIPA.**

La herramienta de diagnostico electrónico CIPA toma señales análogas de voltaje de los sensores tipo resistivos que poseen las bomba hidráulicas, además de contar con baterías de 24V. que alimentan a los mismos. Esta señal es procesada en micro controlador el cual tiene señales de salida digitales las cuales son enviadas a un display lcd en el cual se muestra los valores censados en unidades de medida de presión. También el micro controlador toma señales de voltaje de la batería del CIPA y la muestra en el display esto con el objetivo que no se descargue completamente, también posee la opción de transformación de Bares a Psi. Esto se realice mediante la fórmula deducida en la calibración.

## 4.2 DIAGRAMA DE FLUJOS DE GESTIÓN DE MÓDULO CIPA.

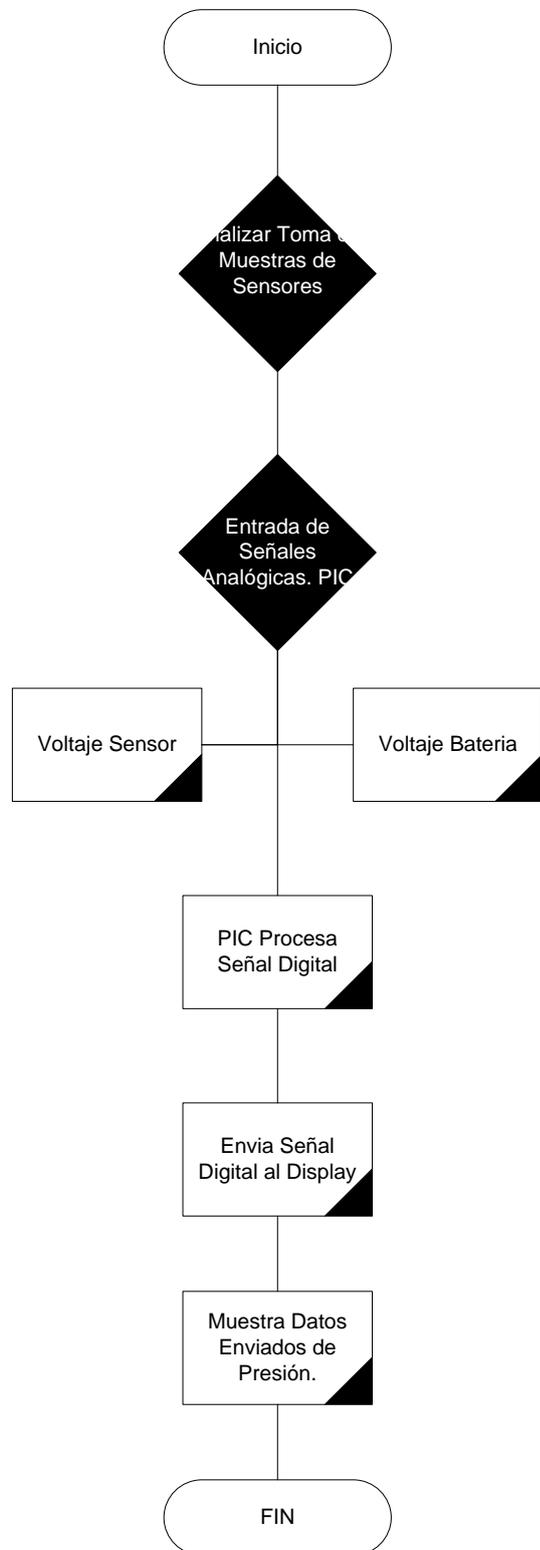


Figura 4.1 Diagrama de Flujo de Gestión del Módulo.

## 4.3 ENSAMBLAJE DEL MÓDULO.

### 4.3.1 DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL MÓDULO.

El diagrama nos muestra todos los elementos seleccionados y su forma de conexión para que el módulo funcione a nuestras especificaciones.

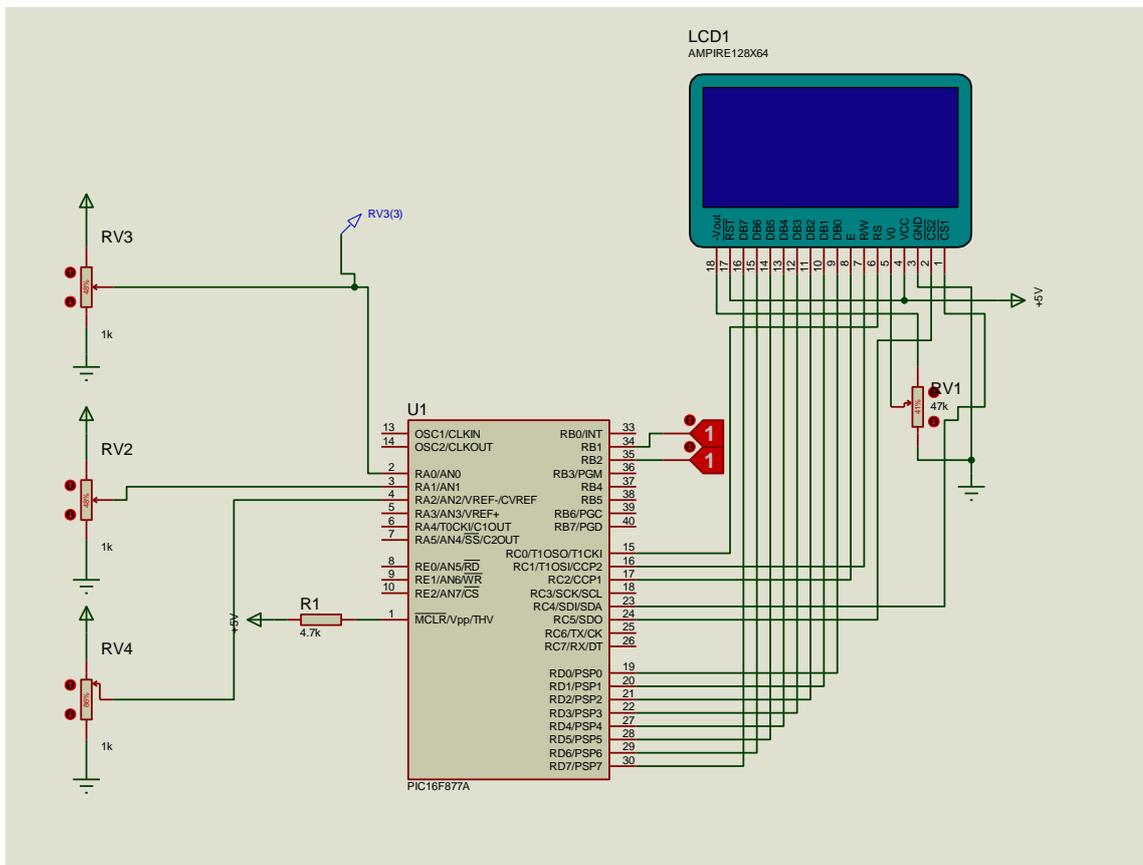


Figura 4.2 Diagrama Eléctrico del Módulo<sup>37</sup>.

<sup>37</sup>Fuente PARDUE Joe, *C Programming for Microcontrollers*, Smiley Micros, Knoxville TN 37909, USA, 2005.

### 4.3.2 CONSTRUCCIÓN DE PLACA ELECTRÓNICA Y ENSAMBLAJE DE PLACA ELECTRÓNICA.

El circuito electrónico esta plasmado en una placa de baquelita en la cual ensamblamos cada uno de los elementos de la herramienta.

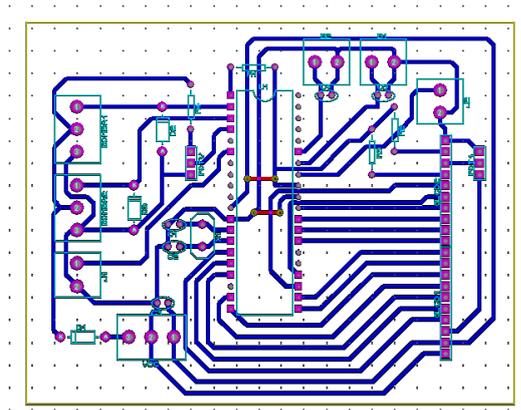


Figura 4.3 Placa Electrónica<sup>38</sup>.

Una vez fabricada la baquelita soldamos los elementos electrónicos en sus respectivas ubicaciones

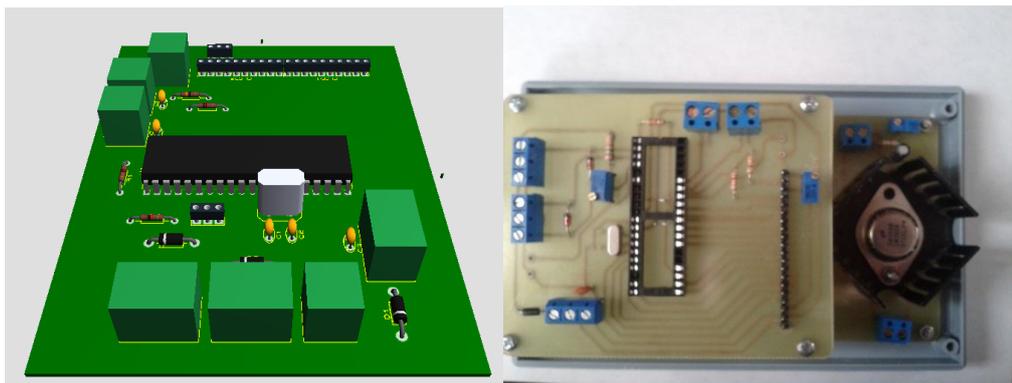
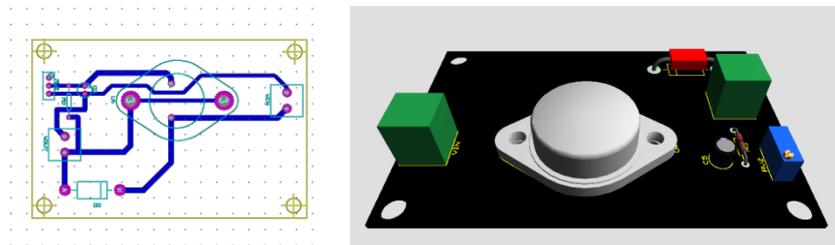


Figura 4.4 Baquelita con Elementos Electrónicos.

<sup>38</sup>Fuente PARDUE Joe, *C Programming for Microcontrollers*, Smiley Micros, Knoxville TN 37909, USA, 2005.

También fabricamos una fuente reguladora de voltaje 5 VDC. Para poder alimentar al PIC.



**Figura 4.5 Fuente Reguladora de Voltaje**

El modulo esta alimentado por dos baterías de lipo de 12VDC. Cada una.



**Figura 4.6 Baterías de Lipo**

El modulo de medición tiene dos sockets los cuales se conectan directamente a los sensores de la bomba hidráulica, cada sensor toma muestra de cada cuerpo de la bomba los cuales actúan de forma independiente.



**Figura 4.7 Sensor de Presión.**

Para facilitar las mediciones se programo en el Pico la conversión de toma de muestras en unidades de medidas de presión BARES o PSI, esto para facilitar el manejo y para mayor comodidad del usuario.

El cambio de BARES a PSI se lo realiza de con una señal de entrada, producida por un pulsador.

Además tenemos una aplicación para verificar el estado de las baterías.



**Figura 4.8 Aplicación para Verificar Estado de la Batería**

El modulo también posee un interface USB para conexión a un servidor en el cual desarrollamos un software para análisis de resultados mediante curvas de comportamientos de cada cuerpo de la bomba.



**Figura 4.9 Modulo Completo CIPA**

## **4.4 CALIBRACIÓN DE MÓDULO CIPA**

Para poder tomar las señales de los sensores tenemos que alimentar con una señal a cada uno con un voltaje de 24VDC. Para que la medida sea exacta procedemos a calibrar mediante un pequeño banco de prueba tomando en cuenta los principios básicos de la hidráulica.

Así presurizamos un sistema con una bomba manual y con un manómetro de alta precisión analógico y comparamos las medidas entregadas por el modulo y el manómetro.

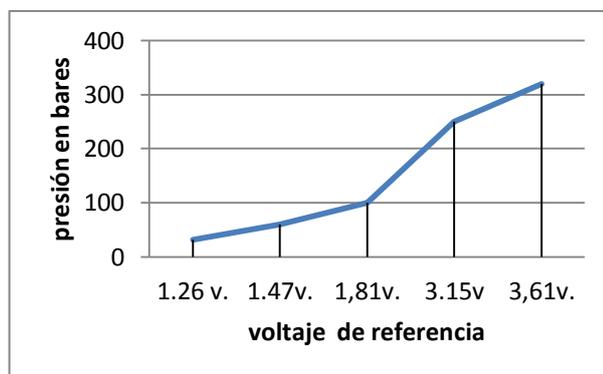


**Figura 4.10 Manómetro de Calibración.**

El sensor de presión de tipo resistivo así que para obtener una constante para transformar el voltaje de salida en unidades de presión realizamos varias muestra.

**Tabla 4.1 Valores de Voltaje y Presión.**

<b>Voltaje de referencia</b>	<b>Presión en Bares</b>
1.26 v.	32
1.47v.	60
1.816	100
3.15v	250
3.611	320



**Figura 4.11 Presión vs Voltaje**

Analizando los resultados deducimos la siguiente formula

$$P = (V/0.00816) - 1 \text{ bares.}$$

#### **4.5 CONFIGURACIÓN Y ADAPTACIÓN DE SOFTWARE AL MÓDULO.**

El software desarrollado es de fácil manejo, además de didáctico facilitando lecturas y a la vez comparando comportamientos de los dos cuerpos de la bomba hidráulica. Posee una comunicación Serial USB que permite alta velocidad de transmisión de datos, es decir en un tiempo real.

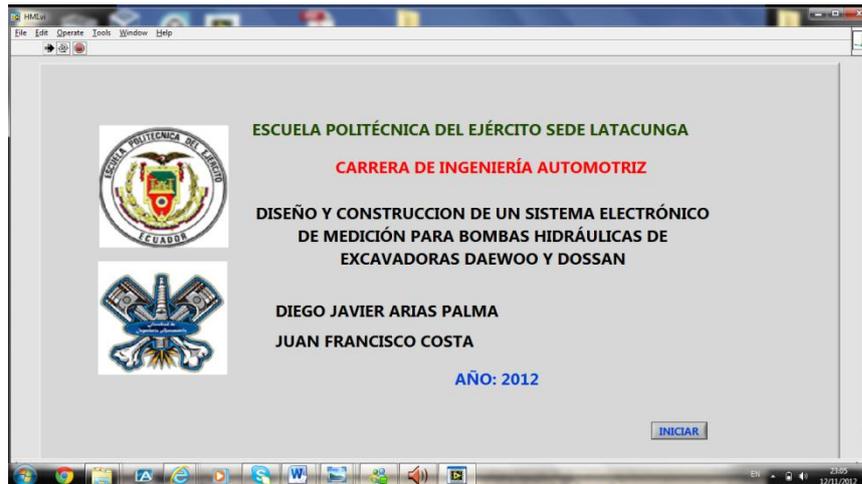
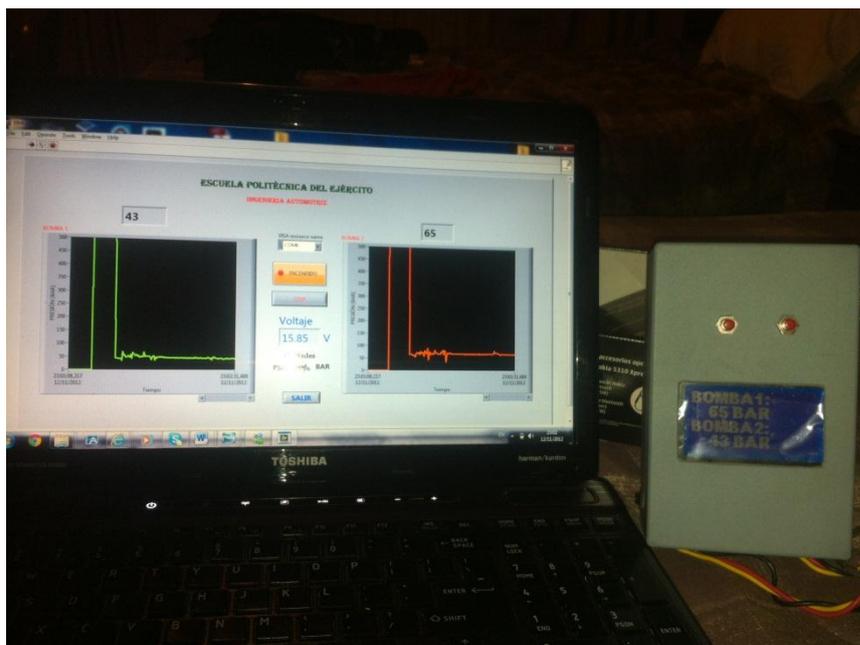


Figura 4.12 Pantalla de Inicio Software CIPA



Figura 4.13 Pantalla de Dialogo Software CIPA



**Figura 4.14 Comunicación a Tiempo Real Software y Modulo CIPA**

El software desarrollado posee la opción de exportar datos, tanto como en grafico como en valores para poder almacenarlos y tener un respaldo.

#### **4.6 EVALUACIÓN DE FORMA TRADICIONAL.**

En la actualidad la calibración de bombas hidráulicas de excavadoras Doosan y Daewoo es algo complejo, y nos demorado pues es necesario desconectar y conectar varios elementos.

Para realizar este procedimiento necesitamos los siguientes elementos

- Un manómetro de 0 a 1000PSI para realizar la calibración en ralenti
- Un manómetro de 0 10000 PSI para realizar la calibración a altas revoluciones y realizando movimientos de trabajo de la máquina
- Racords y acoles para conectar los manómetros a la bomba
- Llave inglesa para desconectar los sensores

- Recipientes para recoger el aceite hidráulico q se desperdicia al desconectar los sensores.



**Figura 4.15 Manómetros Conectados en Bomba Hidráulica. (Forma convencional)**

**Tabla 4.2 Valores en PSI de la Bomba Hidráulica**

	<b>Ralentí 900rpm</b>		<b>1800rpm</b>	
	<b>Bomba 1</b>	<b>Bomba2</b>	<b>Bomba 1</b>	<b>Bomba2</b>
<b>Sin movimientos</b>	500 psi	500psi	700 psi	700psi
<b>Moviendo cucharon</b>	1200 psi	500psi	3900 psi	700psi
<b>Moviendo swing</b>	500 psi	1360psi	700 psi	4200psi
<b>Moviendo brazo</b>	500psi	1380psi	700 psi	4250psi
<b>Moviendo Boom sin carga</b>	1350 psi	500psi	4250 psi	700psi
<b>Moviendo Boom con carga</b>	1480 psi	1475psi	4300 psi	4300psi

Estos datos nos muestran un claro equilibrio entre las dos bombas por lo que el procedimiento fue solo de comprobación del comportamiento de la máquina.

#### 4.6.1 RESUMEN DE EVALUACIÓN

Cuando una excavadora no cumple con el desempeño para el cual fue diseñada, se deberá verificar lo siguiente:

Flujo hidráulico, en primer lugar, y presión hidráulica a continuación, en un orden determinado de prioridad en diferentes puntos del sistema.

El tornillo de ajuste (1, Figura 4.14) afecta el ritmo de suministro (Q) de la bomba. Al apretar el tornillo de ajuste, se disminuye el flujo máximo de corte (como se muestra en la Figura 4.15), y al aflojar el tornillo, se aumenta el ritmo de suministro del flujo de corte.

Equilibrar ambas bombas para lograr una salida balanceada.

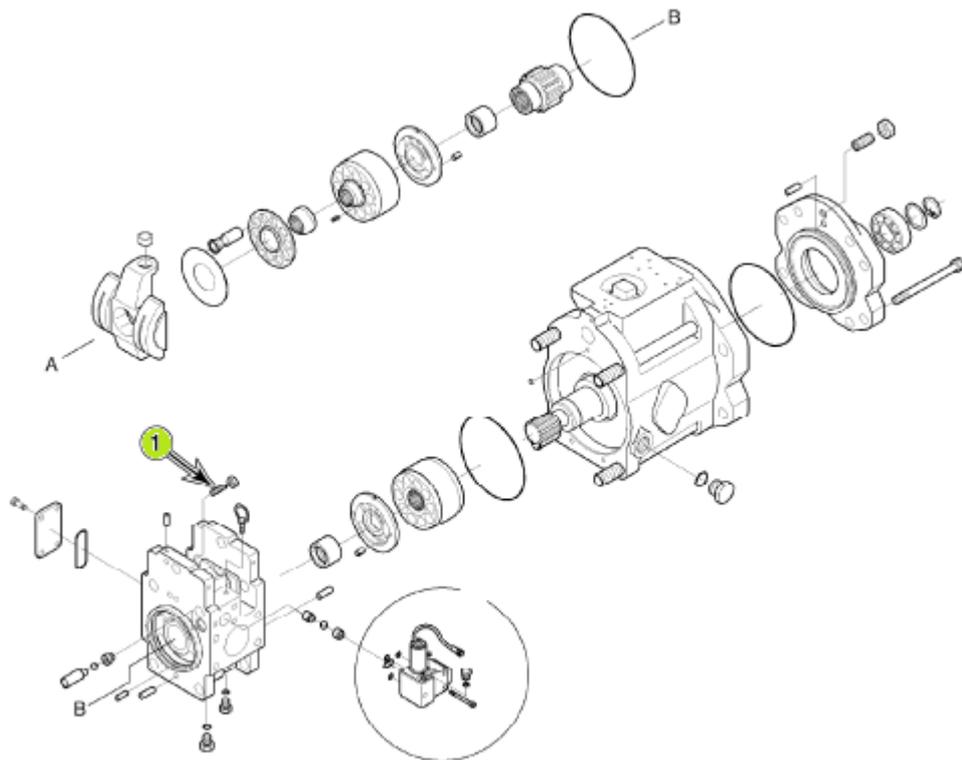


Figura 4.16 Calibración del Flujo Hidráulico<sup>39</sup>.

<sup>39</sup>Fuente Manual Daewoo Solar 225LCV código 023-00058E

La regulación de la bomba (Figura 4.15) para ver la ubicación de los tornillos de ajuste (1, 2 y 3). Hay dos ajustes diferentes, conjuntamente con control negativo y tornillo de ajuste (3, directamente debajo de 1 y 2). Cada uno de los procedimientos de ajuste puede afectar la regulación de los otros.

Verifique y registre la prueba de rendimiento de velocidad de descarga del brazo antes y después del ajuste de potencia de entrada, independientemente de que se use un medidor de flujo.

*No es necesario ajustar ambos reguladores al mismo tiempo, pero después de verificar o ajustar uno, la otra unidad también deberá revisarse.*

Encienda el motor y regule el dial de velocidad al máximo. Al alcanzarse la temperatura normal de funcionamiento, afloje la contratuerca de mayor diámetro enroscada en el tornillo de ajuste (2) correspondiente al resorte del regulador externo. Al apretar el tornillo se lleva la curva de control de P/Q (Presión/flujo) a la derecha y se aumenta la presión de control de compensación. Por otro lado, si la causa persistente de problemas de rendimiento es la sobrecarga del motor, disminuir el ajuste el tornillo de ajuste de mayor diámetro (2) hacia afuera reducirá la potencia de entrada de la bomba.  $\frac{1}{4}$  de giro al tornillo de ajuste equivale a aproximadamente 17 hp

*Para cada giro completo de ajuste en el tornillo de mayor diámetro (2), el tornillo de ajuste de punta chata debe girarse 2,2 giros en dirección opuesta para evitar cambiar el ajuste del resorte interno .Normalmente, los ajustes de potencia de entrada de las bombas se realizan en pequeños incrementos, de a  $\frac{1}{4}$  devuelta (90°), o menos, por vez. Al girar el tornillo de menor diámetro (1) de punta chata en sentido horario, la curva del flujo sube, aumentando el flujo y luego la potencia de entrada.*

Debido a que el cambio de la posición del tornillo de ajuste (2) también afecta la regulación del resorte interno, el tornillo de menor diámetro (1), gire el tornillo interno 198° (un poco más de medio giro, 180°) antes de retroceder el tornillo (2)  $\frac{1}{4}$  de vuelta (90°).

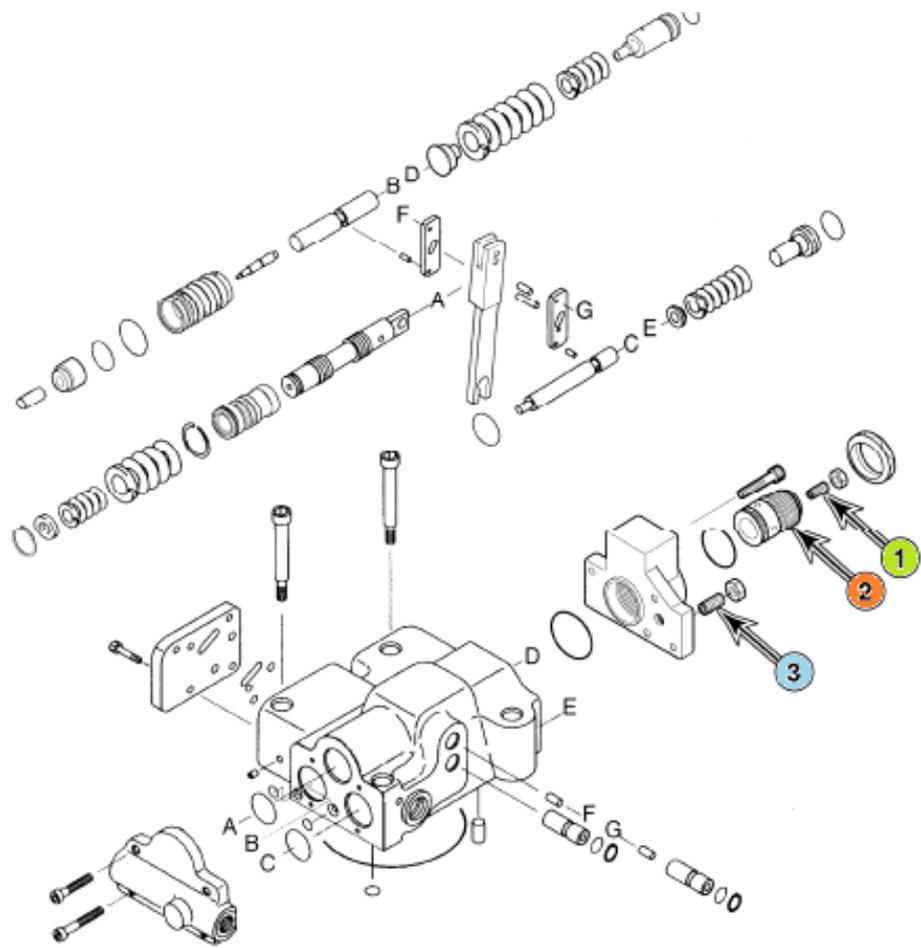


Figura 4.17 Calibración Presión y Flujo de la Salida de la Bomba<sup>40</sup>.

<sup>40</sup> Fuente Manual Daewoo Solar 225LCV código 023-00058E

#### 4.6.2 DIAGRAMA DE FLUJO OPERACIÓN FORMA TRADICIONAL.

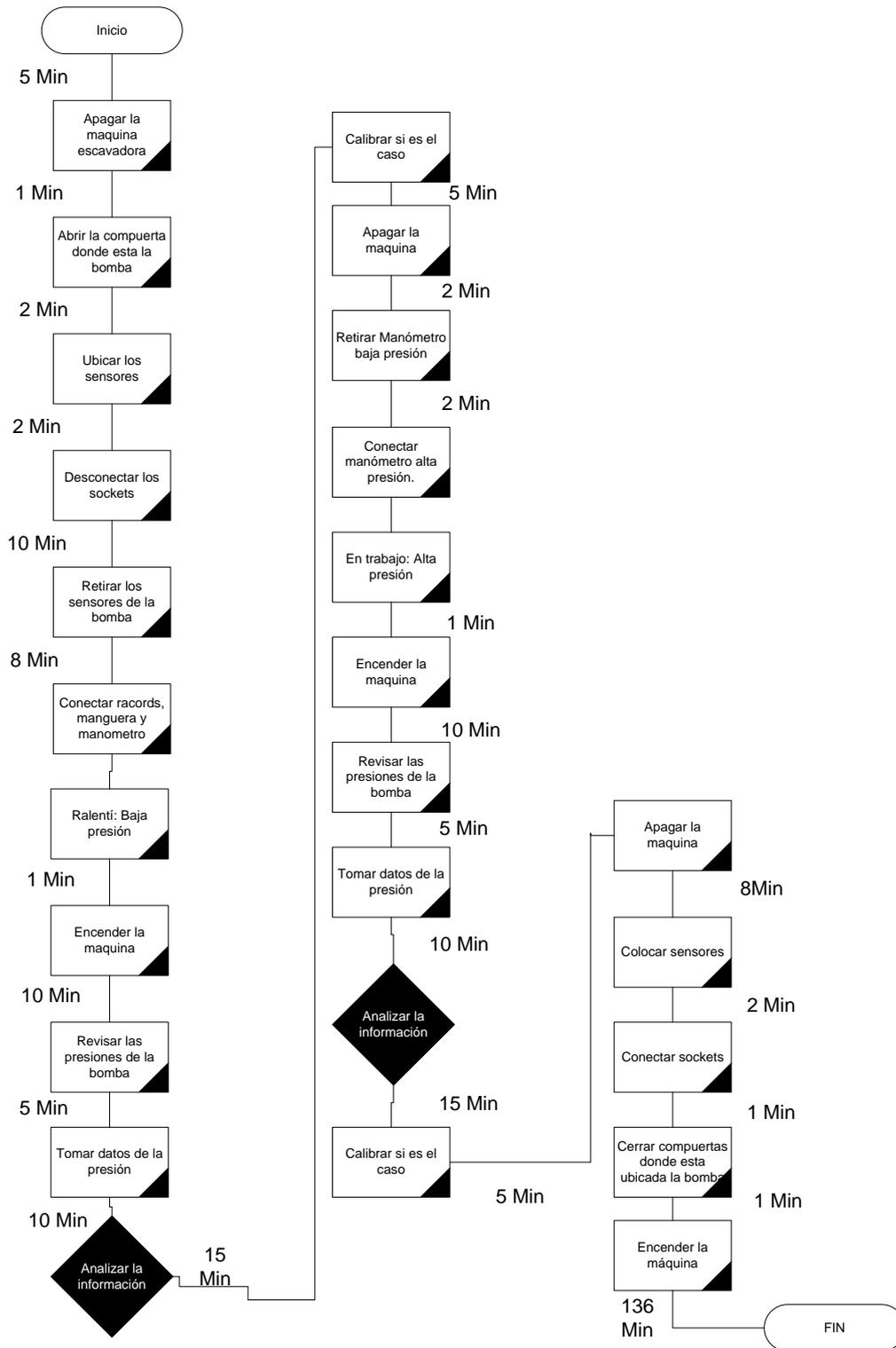


Figura 4.18 Diagrama de Flujo Operación Forma Tradicional.

### **4.6.3 VENTAJAS**

- El procedimiento es seguro y los datos son confiables.

### **4.6.4 DESVENTAJAS.**

- Existe contaminación por derrame de aceite.
- Dificil operación pues toca desconectar sensores con la maquina apagada y se corre el riesgo de que exista fisura en los sensores.
- Utilizamos muchos materiales para realizar dicha operación.
- Tiempo de trabajo aproximadamente de 1 hora 45 minutos.
- Existe riesgo laboral.

## **4.7 EVALUACIÓN CON MÓDULO DE MEDICIÓN**

El modulo de medición es una herramienta muy fácil de usar además que no necesitamos herramientas extras para su conexión pues lo único que debemos hacer es desconectar los sockets de los sensores y conectar los sensores del módulo.

Para realizar las pruebas se necesita una computadora para instalar el software y el modulo de medición.

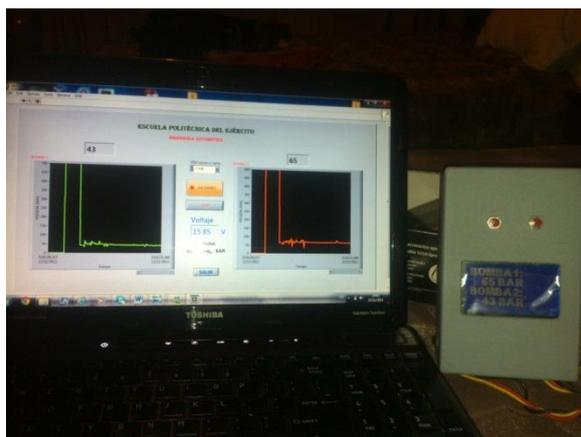


Figura 4.19 Software y Modulo CIPA

Tabla 4.3 Valores en PSI de la Bomba Hidráulica

	Ralentí 900 rpm		1800 rpm	
	Bomba 1	Bomba2	Bomba 1	Bomba2
<b>Sin movimientos</b>	500 psi	500 psi	700 psi	700 psi
<b>Moviendo cucharon</b>	1200 psi	500 psi	3900 psi	700 psi
<b>Moviendo swing</b>	500 psi	1360 psi	700 psi	4200 psi
<b>Moviendo brazo</b>	500 psi	1380 psi	700 psi	4250 psi
<b>Moviendo Boom sin carga</b>	1350 psi	500 psi	4250 psi	700 psi
<b>Moviendo Boom con carga</b>	1480 psi	1475 psi	4300 psi	4300 psi

A continuación se muestra las graficas arrojadas por el software CIPA después de haber obtenido los datos en la excavadora por el modulo



Figura 4.20 Movimiento en Ralentí

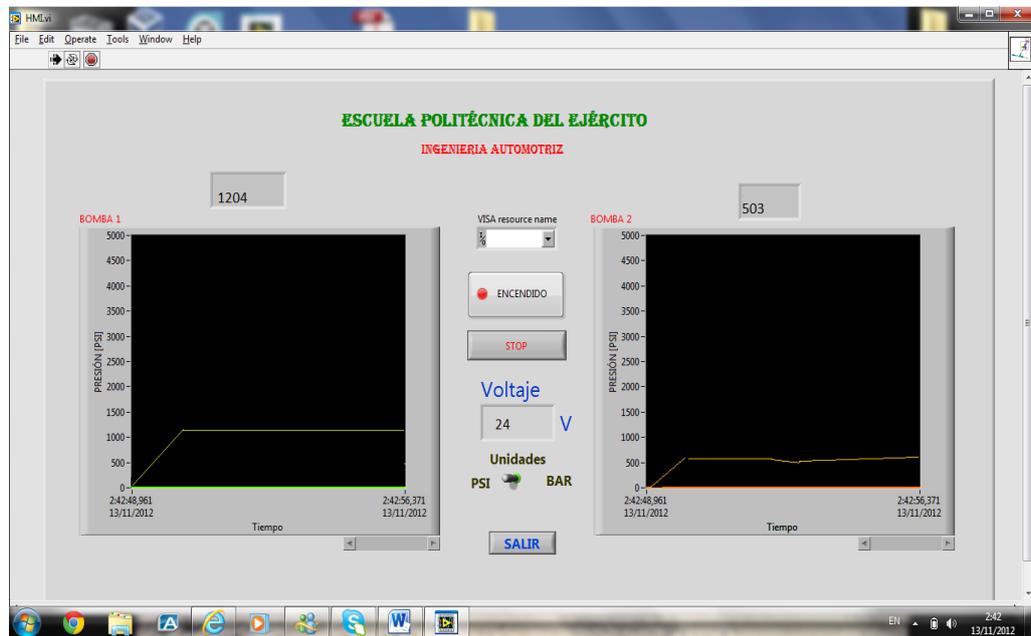


Figura 4.21 Movimiento del Cucharón en Ralentí



Figura 4.22 Movimiento Swing.



Figura 4.23 Movimiento de Brazo



**Figura 4.24 Movimiento Boom con Carga.**

Hay que tomar en cuenta que estas mediciones son efectuadas con el joystick accionado totalmente.

#### 4.7.1 DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIÓN CON EL MODULO CIPA

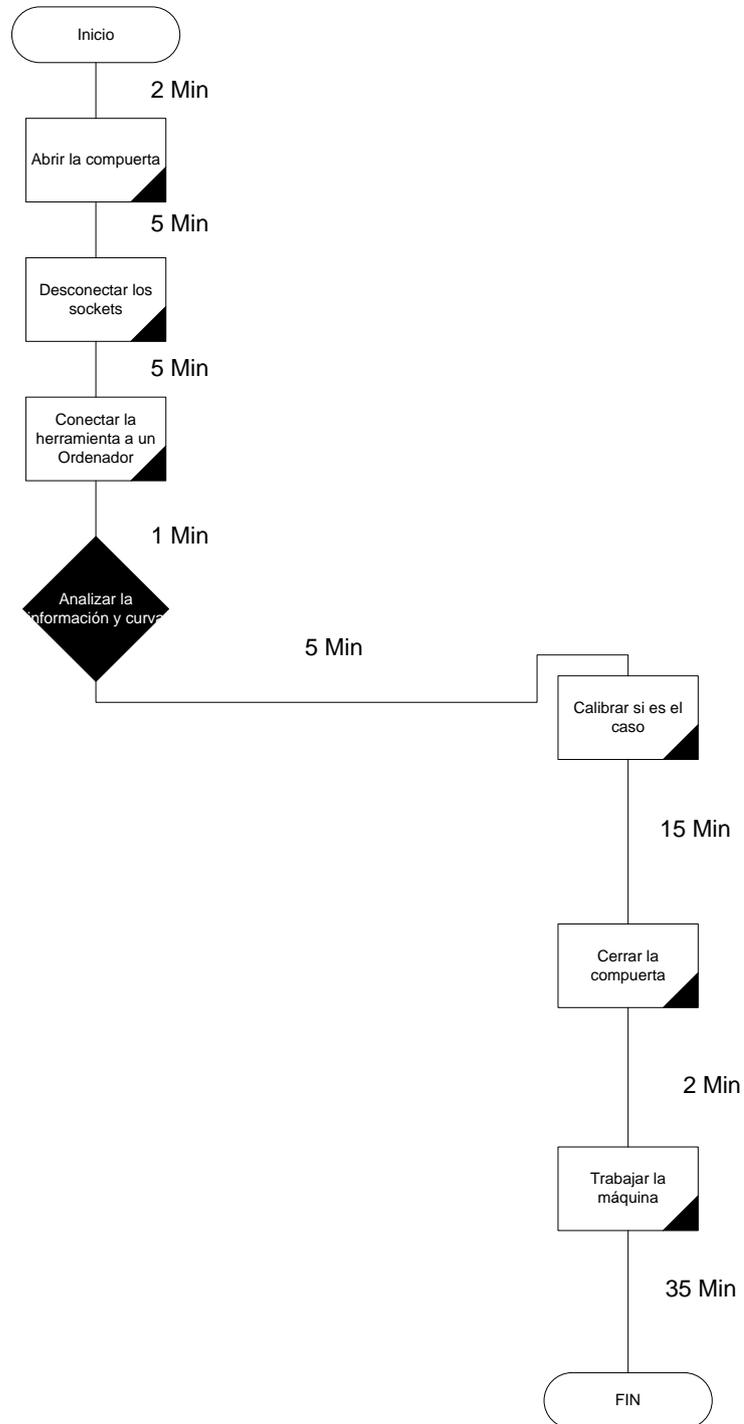


Figura 4.25 Diagrama de Flujo de Operación con el Módulo CIPA.

#### **4.5.1 VENTAJAS**

- El procedimiento es seguro y los datos son confiables.
- No existes derrame de aceite
- El tiempo para realizar la calibración es aproximadamente 10 minutos.
- No se debe apagar la máquina para poder conectar el módulo.
- No existe ningún tipo de riesgo laboral.
- La trasportación de la herramienta es simple.

#### **4.5.2 DESVENTAJAS.**

- Las baterías de lipo son de larga duración pero al dejarlas descargar completamente corren el riesgo de dañarse. Tiempo de vida útil 2 horas tiempo en el cual podemos calibrar 2 máquinas antes de volver a recargarlas.

### **4.6 COSTO BENEFICIO**

#### **4.6.1 COSTOS DE CALIBRACIÓN DE UNA EXCAVADORA FORMA CONVENCIONAL**

La inversión inicial para la calibración de las bombas de las excavadoras de la forma convencional se detalla a continuación:

**Tabla 4.4 Inversión Inicial para Calibrar una Excavadora Modo Convencional**

<b>Herramientas necesarios para calibrar una Excavadora Daewoo o Doosan</b>	<b>Valor en USD.</b>
Un manómetro analógico con escala de 0 a 1000psi	190
Un manómetro analógico con escala de 0 a 10000psi	260
Acoples y racords.	45
Llaves inglesas número 13, 27,32,46	180
Juego de llaves torxs	20
<b>Total de recursos invertidos</b>	<b>695</b>

Tomando en cuenta que las herramientas ocupadas son reutilizables para varios equipos.

Ahora analizaremos el valor comercial que el propietario de la maquina tiene que asumir de la forma convencional, hay que tomar en cuenta que los valores de producción son irre recuperables, es decir el tiempo que la maquina pierde por no estar en funcionamiento son tiempos de producción muerta. En esta tabla se detalla el valor de insumos y mano de obra utilizados para realizar este trabajo.

**Tabla 4.5 Costo del Proceso de Calibración Forma Tradicional**

<b>Elementos necesarios para calibrar una Excavadora Daewoo o Doosan</b>	<b>Valor en USD.</b>
Tiempo sin trabajar la máquina 2 horas	120
Aceite Derramado (aprox. 2 gal.)	45
Mano de Obra	250
<b>Total de recursos invertidos</b>	<b>415</b>

El tiempo necesario para una calibración según el modo tradicional es aproximadamente dos horas, tiempo en el cual la excavadora deja de trabajar, representando también un egreso.

Las excavadora son equipos apropiados para trabajos en construcción y minería, el derrame de aceite que se produce al retirar los sensores de la bomba causan daños irreparables al medio ambiente.

#### **4.6.2 COSTOS DE CALIBRACIÓN DE UNA EXCAVADORA UTILIZANDO EL MODULO CIPA**

La inversión inicial para la calibración de las bombas de las excavadoras utilizando en modulo cipa se detalla a continuación:

**Tabla 4.6 Costo del Proceso de Calibración utilizando el modulo CIPA**

<b>Elementos</b>	<b>Valor en usd.</b>
Elementos electrónicos	250
Baterías de lipo	150
Cargador de baterías	50
Sensores para calibración	250
Gastos Varios de fabricación	100
Utilidad y Mano de obra	300
<b>Valor total</b>	<b>1100</b>

El modulo CIPA sirve para la calibración de 2 maquinas después de este periodo se tiene que tomar un espacio para poder cargar las baterías.

Ahora analizaremos el valor comercial que el propietario tiene que asumir al utilizar esta herramienta.

Tabla 4.7 Costo Venta al Publico Modulo CIPA

<b>Elementos necesarios para calibrar una Excavadora Daewoo o Doosan con modulo.</b>	<b>Valor en USD.</b>
Tiempo sin trabajar la máquina 20 min	30
Mano de obra	250
<b>Total de recursos invertidos</b>	<b>280</b>

#### 4.6.3 ANALISIS

Para determinar el costo beneficio del módulo CIPA, frente al módulo tradicional de calibración debemos considerar lo siguiente:

Tabla 4.8 Información Costo Beneficio.

<b>INFORMACIÓN COSTO/BENEFICIO</b>	<b>VALORES</b>	<b>DESCRIPCION</b>
PROMEDIO DE TIEMPO EN LA CALIBRACIÓN POR MAQUINA	1000	Horas
VIDA UTIL DE HERRMIENTAS Y MODULA CIPA	3	Años
HORAS PROMEDIO DE TRABAJO POR MAQUINA AL AÑO	2496	
CALIBRACIONES A REALIZAR POR MAQUINA EN EL AÑO	2.50	Calibraciones
CALIBRACIONES A REALIZAR POR MAQUINA EN EL TIEMPO DE VIDA UTIL DE HERRAMIENTAS Y MODULO CIPA	7.00	Calibraciones
PARQUE AUTOMOTOR PROMEDIO (ESCAVADORAS)	70.00	Máquinas

A

A.- Se considera que una máquina trabaja 8 horas día y en la semana seis días.

Considerando la información técnica de calibraciones que se realizan por máquina tenemos que:

**Tabla 4.9 Cuadro de Costo Beneficio Forma Tradicional en el Periodo de 3 años. (7 calibraciones).**

AÑO	DESCRIPCION	Método tradicional		TOTAL COSTOS	Método CIPA		TOTAL COSTOS	COSTO BENEFICIO	COSTO BENEFICIO X AÑO
		Costo Inversión	Costo de Operación		Costo Inversión	Costo de Operación			
1	1ra calibración	695.00	415.00	1,110.00	1,100.00	280.00	1,380.00	-270.00	
	2da calibración		415.00	415.00		280.00	280.00	135.00	-135.00
2	3ra calibración		415.00	415.00		280.00	280.00	135.00	0.00
	4ta calibración		415.00	415.00		280.00	280.00	135.00	135.00
	5ta calibración		415.00	415.00		280.00	280.00	135.00	415.00
3	6ta calibración		415.00	415.00		280.00	280.00	135.00	405.00
	7ta calibración		415.00	415.00		280.00	280.00	135.00	540.00
<b>TOTAL COSTOS</b>		<b>695.00</b>	<b>2,905.00</b>	<b>3,600.00</b>	<b>1,100.00</b>	<b>1,960.00</b>	<b>3,060.00</b>	<b>540.00</b>	

Conforme el cálculo realizado podemos ver que en la primera calibración no existe costo beneficio, sin embargo al término de la vida útil de tanto de herramientas como de módulo CIPA existe un beneficio de \$ 540.00 si se utiliza el módulo CIPA en la calibración de las máquinas.

El beneficio se incrementa si el módulo CIPA es utilizado en una segunda máquina:

A continuación el detalle:

**Tabla 4.10 Cuadro de Costo Beneficio Método CIPA en el Periodo de 3 Años. (7 calibraciones)**

AÑO	DESCRIPCION	Método tradicional		TOTAL COSTOS	Método CIPA		TOTAL COSTOS	COSTO BENEFICIO X MAQUINA	COSTO BENEFICIO X AÑO
		Costo Inversión	Costo de Operación		Costo Inversión	Costo de Operación			
1	1ra calibración	0.00	415.00	415.00	0.00	280.00	280.00	135.00	135.00
	2da calibración		415.00	415.00		280.00	280.00	135.00	270.00
2	3ra calibración		415.00	415.00		280.00	280.00	135.00	405.00
	4ta calibración		415.00	415.00		280.00	280.00	135.00	540.00
	5ta calibración		415.00	415.00		280.00	280.00	135.00	820.00
3	6ta calibración		415.00	415.00		280.00	280.00	135.00	810.00
	7ta calibración		415.00	415.00		280.00	280.00	135.00	945.00
<b>TOTAL COSTOS</b>		<b>0.00</b>	<b>2,905.00</b>	<b>2,905.00</b>	<b>0.00</b>	<b>1,960.00</b>	<b>1,960.00</b>	<b>945.00</b>	

Como podemos apreciar en la utilización del módulo CIPA de la segunda máquina existe un mayor beneficio debido a que la inversión ya es considerada en la primera máquina. El beneficio es de \$ 945.00 que representa un 32.5% menos que el método tradicional.

Si el módulo CIPA es utilizado en todo el parque automotor el costo beneficio se incrementa ya que existe un mayor número de calibraciones. Ver detalle adjunto:

**Tabla 4.12 Costo Beneficio por Calibración.**

AÑO	DESCRIPCION	No. Máquinas	Costo-Beneficio en Maquina 1	Costo-beneficio en máquina 2 a la 70	Total Costo Beneficio x máquina 1	Total Costo Beneficio de la máquina 2 a la 70	Total Costo Beneficio x 70 máquinas
1	Inversión		0.00	0.00	0.00	0.00	-1,380.00
	1ra calibración	70	-270.00	135.00	-270.00	9,315.00	9,045.00
	2da calibración	70	135.00	135.00	135.00	9,315.00	9,450.00
2	3ra calibración	70	135.00	135.00	135.00	9,315.00	9,450.00
	4ta calibración	70	135.00	135.00	135.00	9,315.00	9,450.00
	5ta calibración	70	135.00	135.00	135.00	9,315.00	9,450.00
3	6ta calibración	70	135.00	135.00	135.00	9,315.00	9,450.00
	7ta calibración	70	135.00	135.00	135.00	9,315.00	9,450.00
<b>TOTAL COSTO-BENEFICIO</b>					<b>540.00</b>	<b>65,205.00</b>	<b>65,745.00</b>

**TIR= 659%**

**VAN= \$ 58,700.89**

El beneficio para las empresas al utilizar el módulo CIPA es de \$ 67.745 en el periodo de tres años y la inversión es de \$ 1.380,00. La tasa interna de retorno es del 659%, por lo que estamos se puede concluir el proyecto es viable. También podemos ver que los \$ 65.745,00 que se tendría de ahorro al término de 3 años y al aplicar un interés del 12% (interés promedio bancario) tenemos que el valor presente de este ahorro representaría \$ 58.700.89.

## CONCLUSIONES

- Se desarrollo exitosamente el sistema de medición para bombas hidráulicas de excavadoras Daewoo y Doosan arrojando los valores deseados para una optimización de tiempo y trabajo.
- Desarrollamos un sistema único y revolucionario en el mercado que facilitara el trabajo a los técnicos o propietarios de excavadoras Daewoo y Doosan, en la que verificamos operación de las bombas de este tipo de máquinas.
- Se determino el valor del costo beneficio siendo un valor de inversión más alta el modulo CIPA vs la forma tradicional, pero con una rentabilidad alta y recuperación de inversión en corto plazo, proyectándolo a un éxito para su venta al mercado directo.
- Se realizo un estudio minucioso de sistemas hidráulicos principalmente de excavadoras dejando un respaldo para ayuda en solución de problemas para técnico o interesados en el tema.
- Por primera vez en esta marca de excavadora se pudo realizar una curva de comportamiento de la bomba hidráulica tanto en ralentí como en funcionamiento de trabajo, con la ayuda del módulo y la interfaz gráfica desarrollada.
- Se obtuvo resultado favorables y de gran ayuda para técnicos, propietarios y estudiantes que deseen conocer más del campo de la maquinaria pesada en el sistema de potenciación desarrollado.

## RECOMENDACIONES

- El sistema hidráulico de una excavadora maneja presiones de hasta 6000psi, la cual sin poseer el equipo adecuado y precauciones correspondientes puede ser peligrosa al manipular reguladores o mangueras del sistema.
- El sistema creado a pesar de ser de fácil operación, se recomienda que solo lo utilice personas que tengan conocimientos básicos de hidráulica y técnicos especializados en la marca.
- La herramienta posee dos baterías de lipo las cuales son de larga duración es necesario recargarlas cada vez que se realice una prueba para conservarlas por largo tiempo.
- Analizar las curvas arrojadas por el modulo CIPA siempre teniendo en cuenta las tablas de funcionamiento emitidas por el fabricante de las excavadoras.
- Seguir el diagrama de proceso en el cual nos indica la forma correcta de operación del modulo CIPA.

## BIBLIOGRAFÍA

- BBF. Hidráulica Curso para la formación profesional 1995.
- Groote J.P., Técnica de los circuitos hidráulicos, Groote, I edición agosto del 2002
- MannesmannRexrothGmbH. Training Hidráulico Compendio I. fundamentos y Componentes de la Oleohidraulica.
- Manual Daewoo Solar 225LCV código 023-00058E
- PARDUE Joe, *C Programming for Microcontrollers*, Smiley Micros, Knoxville TN 37909, USA, 2005.
- Shop Manual Excavadora Doosan DX225 código K1015439E
- STALLINGS, W., *Comunicaciones y Redes de Computadores*, Prentice Hall, 1997.
- VALENCIA Ramiro, *Aplicaciones Electrónicas con Microcontroladores*, Microtel, Ibarra – Ecuador, 2008.
- Vickers. Manual de Oleohidráulica Industrial.

**ANEXO A**  
**ESQUEMA DEL CIRCUITO HIDRÁULICO DE UNA EXCAVADORA**  
**DAEWOO.**



|

**ANEXO B**  
**PROGRAMACIÓN DEL PIC**

```

Device = 16F877A
Config XT_OSC,WDT_OFF,PWRTE_ON,BODEN_ON,LVP_OFF,DEBUG_OFF,CP_ALL
Xtal= 20
TRISA=%000111
ADCON1 = %10000010
OPTION_REG.7=0
Adin_Res10
Adin_TadFRC
Adin_Stime50
TRISB=%00001111

LCD_DTPort= PORTD
LCD_RSPin= PORTC.0
LCD_ENPin= PORTC.2
LCD_RWPin= PORTC.1
LCD_CS1Pin = PORTC.5
LCD_CS2Pin = PORTC.4

LCD_Type= GRAPHIC
Declare GLCD_CS_InvertOn
Internal_Font= On
Font_Addr= 0
GLCD_EXTERNAL_PRINT = PPRINT

Dim ANALOGO1 As Word
Dim ANALOGO2 As Word
Dim ANALOGO3 As Word

Dim ANALOGO11 As Word
Dim ANALOGO22 As Word

Dim mbar1 As Word
Dim mbar2 As Word

Dim VOLTAJE As Float

Dim BAR1 As Float
Dim BAR2 As Float

Dim contaAs Byte

Dim PPRESION As Bit
Dim PVOLTAJE As Bit

Cls
DelayMS500

```

```

INICIO:
'Cls
ANALOGO11=0
For conta=1 To 10
DelayUS50
    ANALOGO1=ADIn0
    ANALOGO11 = analogo11+analogo1
Next

ANALOGO1=ANALOGO11/10

    ANALOGO22=0
Forconta=1 To10
DelayUS50
    ANALOGO2=ADIn1
    ANALOGO22 = analogo22+analogo2
Next

ANALOGO2=ANALOGO22/10

DelayUS50
    ANALOGO3=ADIn2

Print Font ArialK____12
'Print Font Arial____8

BAR1=((ANALOGO1 * 5) /1023)
If BAR1<=1.00 Then
BAR1=0
Else
BAR1=BAR1-1
    BAR1=(BAR1/0.00816)
EndIf

BAR2=((ANALOGO2 * 5) /1023)
If BAR2<=1.00 Then
BAR2=0
Else
BAR2=BAR2-1
    BAR2=(BAR2/0.00816)
EndIf

VOLTAJE= (ANALOGO3 * 24) /1023

If PORTB.1=0 Then DelayMS500 : PPRESION=PPRESION+1
If PORTB.2=0 Then DelayMS500 : PVOLTAJE=PVOLTAJE+1

If PVOLTAJE=0 Then
    If PPRESION=0 Then
mbar1=BAR1
    mbar2=BAR2
Print At 0,3,"BOMBA1 : "
Print At 15,20, Dec mbar1," BAR"
Print At 30,3,"BOMBA2:"

```

```

Print At 45,20, Dec mbar2 , " BAR"
Else
BAR1=BAR1*14.5
    BAR2=BAR2*14.5
    mbar1=BAR1
    mbar2=BAR2
Print At 0,3,"BOMBA1 : "
Print At 15,20,Decmbar1," PSI"
Print At 30,3,"BOMBA2:"
Print At 45,20, Dec mbar2 , " PSI"
EndIf
    Else
        Print At 15,0,"VOLTAJE:"
Print At 30,40,Dec2VOLTAJE , " V"
EndIf

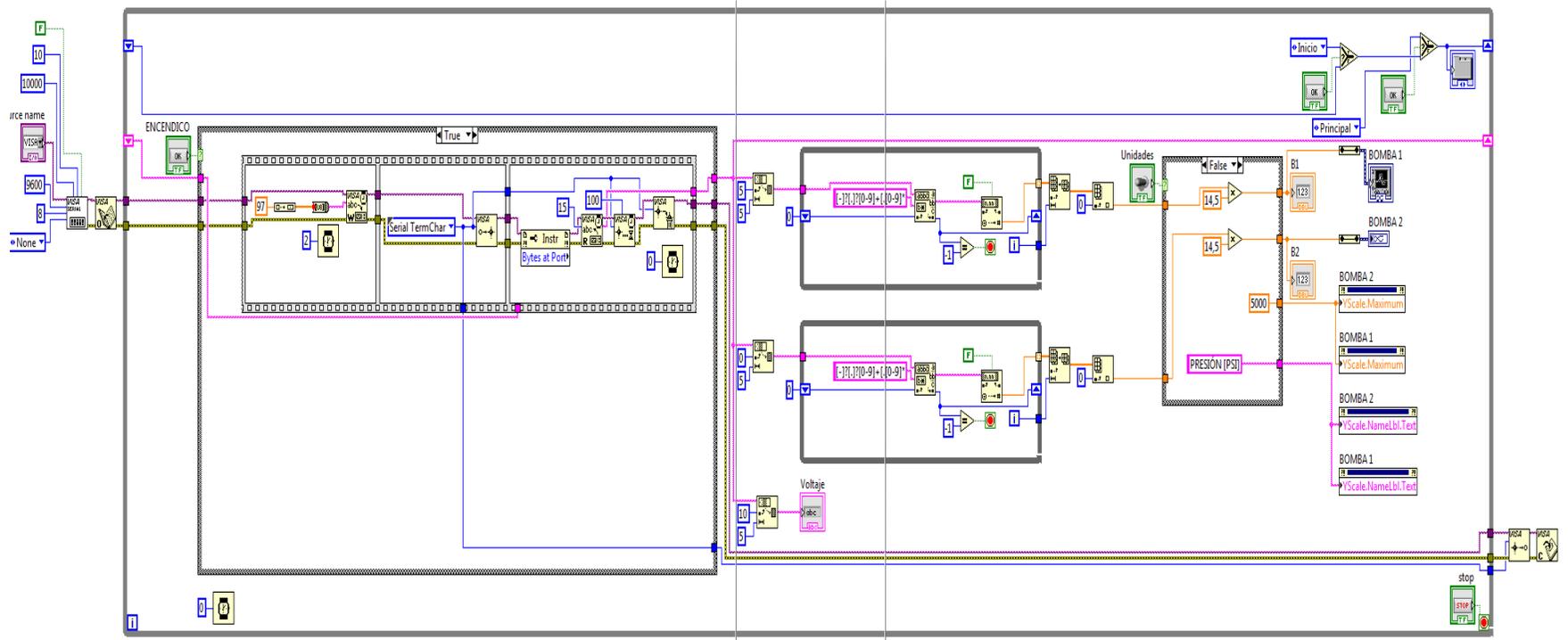
DelayMS300

GoToINICIO

Include "Arialk12.txt"
Include "ARIAL8.TXT"

```

**ANEXO C**  
**PROGRAMACIÓN**



**ANEXO D**  
**ARTICULO PROYECTO**

# “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN ELECTRÓNICO PARA BOMBAS HIDRÁULICAS DE LAS EXCAVADORAS DAEWOO Y DOOSAN”

Autores:

Director: Ing. Juan Rocha

Codirector: Ing. Leónidas Quiroz

Diego Javier Arias Palma

Juan Francisco Costa Izurieta

Dpto. De Energía y Mecánica. Escuela Politécnica del Ejército Extensión  
Latacunga

Quijano y Ordoñez y Marquez de Maenza S/N Latacunga - Ecuador

Email:

[Jhonroch23@yahoo.es](mailto:Jhonroch23@yahoo.es)

[leoantonioquiroz@yahoo.com](mailto:leoantonioquiroz@yahoo.com)

[j\\_avicho@hotmail.com](mailto:j_avicho@hotmail.com)

[Juanocost01@hotmail.com](mailto:Juanocost01@hotmail.com)

## RESUMEN.

La mecánica de maquinaria pesada es una de las más amplias actividades a nivel mundial, el continuo cambio tecnológico de la industria requiere que el ingeniero automotriz continúe actualizando sus conocimientos y habilidades. De aquí los diferentes técnicos y distribuidores de maquinaria deben ser eficaces al resolver los diferentes problemas que existen en la optimización de tiempo y recursos al reparar, calibrar, revisar diferentes tipos de equipos de maquinaria pesada.

Tomando en cuenta las dificultades que se encuentran en la calibración

de sistemas hidráulicos nos hemos centrado en una marca de excavadora específica para realizar una herramienta que facilite la calibración de bombas hidráulicas, este limitante se debe a los diferentes cuadros de diálogos electrónicos que existe para cada marca de maquina.

Es un sistema de fácil aplicación reduciendo tiempos y recursos para la calibración y comprobación de bombas hidráulicas, este sistema toma las señales de los sensores de presión de la bomba y los convierte en datos numéricos los cuales interpretamos en unidades de presión (Bares, Psi). El procedimiento

convencional tomo de mucho tiempo además de muchas incomodidades para el técnico, así como el riesgo laboral y el riesgo de contaminar el medio ambiente por derrames de aceite.

### **BOMBA HIDRÁULICA KAWASAKY SERIE K3V**



Figura. Bomba Hidráulica Kawasaki Serie K3Y

Las bombas de la serie K3V son muy populares por su fuente de energía fiable para maquinas de la construcción principalmente excavadoras.

Varios diseños de grupo rotativo están disponibles para responder a las aplicaciones necesarias para este modelo de bomba,

### **ELEMENTOS SELECCIONADOS PARA EL SISTEMA.**

### **MICROCONTROLADOR.**

Al estar dispuestos dentro de una capsula todos los Micro controladores son muy parecidos en su estructura. Es decir, todos tienen: procesador, memoria de datos e instrucciones, líneas de entrada y salida E/S, oscilador de reloj (Timer) y módulos controladores de periféricos.

### **MEMORIA.**

En los Micros la memoria de instrucciones y datos están integrados en el propio chip. Una parte debe ser no volátil o imborrable (ROM) y se encarga de guardar el programa de instrucciones que comanda toda la aplicación. Por otra parte es necesaria también una memoria volátil o reseteable (RAM) encargada en guardar los datos y variables que se van generando en el programa.

### **BATERIAS DE LIPO**

Las baterías LiPo (LithiumPolymer) son una línea de evolución de las archiconocidas Li-Ion, en las que se ha sustituido el electrolito líquido

orgánico por un compuesto sólido, abaratando costes de producción. Se fabrican en formato rectangular, en lugar de cilíndrico, por lo que al construir un pack de baterías se ahorra mucho espacio que con el formato cilíndrico se desaprovecha entre batería y batería, además de tener un peso considerablemente menor al de las baterías basadas en Níquel, lo que redunda en un mejor rendimiento en aplicaciones de aeromodelismo.

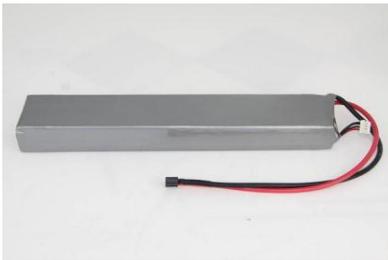
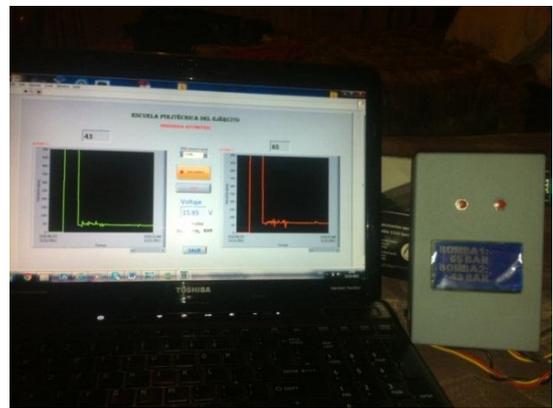


Figura. Batería de Lipo.

### **DESCRIPCION GENERAL GESTIÓN DEL MODULO CIPA.**

La herramienta de diagnóstico electrónico CIPA toma señales análogas de voltaje de los sensores tipo resistivos que poseen las bombas hidráulicas, además de contar con baterías de 24V. que alimentan a los mismos. Esta señal es procesada en micro controlador el cual tiene señales de salida digitales las cuales son enviadas a un display lcd en el

cual se muestra los valores censados en unidades de medida de presión. También el micro controlador toma señales de voltaje de la batería del CIPA y la muestra en el display esto con el objetivo que no se descargue completamente, también posee la opción de transformación de Bares a Psi. Esto se realice mediante la fórmula deducida en la calibración.



### **EVALUACIÓN DE FORMA TRADICIONAL.**

En la actualidad la calibración de bombas hidráulicas de excavadoras Doosan y Daewoo es algo complejo, y nos demorado pues es necesario desconectar y conectar varios elementos.

Para realizar este procedimiento necesitamos los siguientes elementos

- Un manómetro de 0 a 1000PSI para realizar la calibración en ralenti
- Un manómetro de 0 10000 PSI para realizar la calibración a altas revoluciones y realizando movimientos de trabajo de la máquina
- Racords y acoles para conectar los manómetros a la bomba
- Llave inglesa para desconectar los sensores
- Recipientes para recoger el aceite hidráulico q se desperdicia al desconectar los sensores.
- Tiempo de trabajo aproximadamente de 1 hora 45 minutos.
- Existe riesgo laboral

### **EVALUACIÓN CON MÓDULO DE MEDICIÓN.**

El modulo de medición es una herramienta muy fácil de usar además que no necesitamos herramientas extras para su conexión pues lo único que debemos hacer es desconectar los sockets de los sensores y conectar los sensores del módulo.

Para realizar las pruebas se necesita una computadora para instalar el software y el modulo de medición.

### **DESVENTAJAS.**

- Existe contaminación por derrame de aceite.
- Difícil operación pues toca desconectar sensores con la maquina apagada y se corre el riesgo de que exista fisura en los sensores.
- Utilizamos muchos materiales para realizar dicha operación.

### **VENTAJAS.**

- El procedimiento es seguro y los datos son confiables.
- No existes derrame de aceite
- El tiempo para realizar la calibración es aproximadamente 10 minutos.
- No se debe apagar la máquina para poder conectar el módulo.

- No existe ningún tipo de riesgo laboral.
- La trasportación de la herramienta es simple.

### **COSTO BENEFICIO**

El beneficio para las empresas al utilizar el módulo CIPA es de \$ 67.745 en el periodo de tres años y la inversión es de \$ 1.380,00. La tasa

### **CONCLUSIONES**

- Desarrollamos un sistema único y revolucionario en el mercado que facilitara el trabajo a los técnicos o propietarios de excavadoras Daewoo y Doosan, en la que verificamos operación de las bombas de este tipo de máquinas.

### **RECOMENDACIONES**

- El sistema hidráulico de una excavadora maneja presiones de hasta 6000psi, la cual sin

interna de retorno es del 659%, por lo que estamos se puede concluir el proyecto es viable. También podemos ver que los \$ 65.745,00 que se tendría de ahorro al término de 3 años y al aplicar un interés del 12% (interés promedio bancario) tenemos que el valor presente de este ahorro representaría \$ 58.700.89.

poseer el equipo adecuado y precauciones correspondientes puede ser peligrosa al manipular reguladores o mangueras del sistema.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- GrooteJ.P., Técnica de los circuitos hidráulicos, Groote, I edición agosto del 2002
- MannesmannRexrothGmbH. Training Hidráulico Compendio I. fundamentos y Componentes de la Oleohidraulica.

**Latacunga, Noviembre de 2012.**

---

**Diego Javier Arias Palma**

---

**Juan Francisco Costa Izurieta**

---

**Director de la Carrera de Ingeniería Automotriz  
Ing. Juan Castro**

---

**Director de la Unidad de Admisión y Registro  
Dr. Rodrigo Vaca Corrales.**

