

# **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**

**SISTEMA DE EDUCACIÓN A DISTANCIA  
CARRERA TECNOLOGÍA EN PETRÓLEOS**



**“CONTROL AUTOMÁTICO PARA BOMBA  
QUINTUPLEX”**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
TECNÓLOGO EN PETRÓLEOS**

**NARVAEZ RAMIREZ FRANKLIN STALIN**

**DIRECTOR: ING. RAUL BALDEÓN**

**Quito - Ecuador**

**2011**

## **DECLARACIÓN**

Yo, NARVAEZ RAMIREZ FRANKLIN STALIN declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo todos los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Tecnológica Equinoccial, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

**FRANKLIN STALIN NARVAEZ RAMIREZ**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Franklin Stalin Narváez Ramírez, bajo mi supervisión.

**Ing. Raúl Baldeón**

**DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a la **Universidad Tecnológica Equinoccial** por la oportunidad que me brindó para culminar mi carrera.

A PETROPRODUCCIÓN y a sus funcionarios que colaboraron y me dieron las facilidades para obtener la información requerida en el desarrollo de todo el estudio.

Al Ing. Raúl Baldeón por su acertada dirección durante la elaboración del proyecto.

## **DEDICATORIA**

A mis padres:

**FAUSTO NARVAEZ E ISABEL RAMIREZ**

Por su muestra de amor infinito a través del apoyo incondicional, fortaleza y espíritu positivo en cada uno de los pasos de mi vida, por su ejemplo de trabajo y perseverancia ante la vida.

FRANKLIN

## INDICE

PORTADA .....	i
DECLARACIÓN .....	ii
CERTIFICACIÓN.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
DEDICATORIA.....	v
INDICE.....	vi
INDICE DE GRÁFICOS .....	x
RESUMEN .....	xiii
SUMMARY .....	xvi
CAPITULO I.....	2
1.1    GENERALIDADES.....	2
1.2    TEMA DEL PROYECTO.....	2
1.4.1 OBJETIVO GENERAL .....	2
1.4.2 OBJETIVO ESPECIFICO.....	3
1.5    FUNDAMENTACION TEORICA.....	3
1.6    METODOS Y TECNICAS DE LA INVESTIGACION.....	4
1.7    CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACION DE CAMPO .....	4
CAPÍTULO II.....	6
2. LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL. ....	6
2.1 METODOS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL.....	7
2.2.1 BOMBEO MECÁNICO.....	7
2.2.2 BOMBEO HIDRÁULICO.....	9
2.2.3 BOMBEO ELECTRO SUMERGIBLE.....	12

2.2.4	BOMBEO POR GAS LIFT.....	14
CAPÍTULO III .....		18
3.	SISTEMA DE BOMBEO HIDRÁULICO.....	18
3.1	EQUIPO DE FONDO. ....	23
3.1.1	TUBERÍA ANULAR. ....	24
3.1.2	TUBERÍA DE PRODUCCIÓN. ....	26
3.1.3	CAMISA.....	27
3.1.4	BOMBA TIPO CHORRO (JET).....	29
3.2	EQUIPO DE SUPERFICIE.....	33
3.2.1	TANQUE DE FLUIDO MOTRIZ. ....	34
3.2.2	BOMBAS BOOSTER. ....	34
3.2.3	BOMBA QUINTUPLEX. ....	36
CAPÍTULO IV .....		40
4.	CONJUNTO MOTOR – BOMBA.....	40
4.1	ACOPLAMIENTO MOTOR-BOMBA. ....	41
4.2	EMBRAGUE.....	43
CAPÍTULO V .....		46
5.	BOMBA QUINTUPLEX NATIONAL. ....	47
5.1	PARTES DE LA BOMBA.....	48
5.1.1	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO. ....	49
5.1.2	TIPOS DE BOMBAS.....	51
CAPÍTULO VI.....		53
6.	MOTOR CATERPILLAR MODELO 3406. ....	53
6.1	SISTEMA DE LUBRICACION. ....	54
6.2	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.....	57

6.3 SISTEMA DE COMBUSTIBLE .....	59
6.4 VALVULA DE COMBUSTIBLE SOLENOIDE.....	62
CAPÍTULO VII.....	66
7. SENSORES DEL MOTOR.....	66
7.1 SENSOR DE TEMPERATURA DE AGUA.....	68
7.1.1 SWITCH DE ALTA TEMPERATURA DE AGUA.....	71
7.2.1 SWITCH DE BAJA PRESIÓN DE ACEITE.....	73
CAPÍTULO VIII .....	77
8. SENSORES DE LA BOMBA.....	77
8.1 SWITCH DE BAJA NIVEL DE ACEITE.....	79
8.2 SWITCH DE ALTA Y BAJA PRESIÓN DE SUCCIÓN.....	80
8.3 SWITCH DE ALTA Y BAJA PRESIÓN DE DESCARGA .....	81
8.4 SWITCH DE ALTA VIBRACIÓN.....	82
CAPÍTULO IX .....	85
9. CONTROL DIGITAL DE 16 ENTRADAS.....	85
9.1 INTRODUCCIÓN AL TTDJ.....	87
9.2 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.....	89
9.3 APLICACIÓN A LA UNIDAD DE BOMBEO.....	90
CAPÍTULO X .....	92
10. DISEÑO DE DIAGRAMA DE CONTROL ELECTRICO.....	92
10.1 SIMBOLOGIA ELECTRICA.....	93
CAPÍTULO XI.....	95
11. FUNCIONAMIENTO.....	95
11.1 PROGRAMACIÓN DEL EQUIPO.....	96
11.2 ALARMAS DEL TTDJ.....	97



CONCLUSIONES.....	98
RECOMENDACIONES. ....	99
ANEXOS .....	100
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	141

## INDICE DE GRÁFICOS

FIGURA # 1. BOMBEO MECÁNICO.....	9
FIGURA # 2. BOMBEO HIDRÁULICO .....	12
FIGURA # 3. BOMBEO ELECTROSUMERGIBLE.....	14
FIGURA # 4. BOMBEO POR GAS LIFT FLUJO CONTINUO .....	16
FIGURA # 5. DIAGRAMA DE FLUJO .....	19
FIGURA # 6. SISTEMA FLUIDO MOTRIZ CERRADO .....	21
FIGURA # 7. SISTEMA DE FLUIDO MOTRIZ CERRADO.....	23
FIGURA # 8. VISTA DE PERFORACIÓN DEL POZO .....	26
FIGURA # 9. VISTA INTERNA DE UNA CAMISA .....	28
FIGURA # 10. BOMBA HIDRAULICA JET CLAW .....	33
FIGURA # 11. BOMBA BOOSTER .....	35
FIGURA # 12. VISTA INTERNA BOMBA CENTRIFUGA .....	36
FIGURA # 13. BOMBA TRIPLEX .....	37
FIGURA # 14. VISTA DE COMPONENTES INTERNOS DE UNA BOMBA TRIPLEX.....	38
FIGURA # 15. CONJUNTO MOTOR BOMBA .....	40
FIGURA # 16. ACOPLER MOTOR –BOMBA .....	42
FIGURA # 17. VISTA ACOPLER .....	43
FIGURA # 18. EMBRAGUE PARA MOTOR CATERPILLAR.....	44
FIGURA # 19. COMPONENTES INTERNOS .....	44
FIGURA # 20. VISTA UNIDAD DE BOMBEO .....	47
FIGURA # 21. PARTES DE BOMBA QUINTUPLEX.....	48

FIGURA # 22. BOMBA QUINTUPLEX .....	50
FIGURA # 23. PISTONES DE LA BOMBA .....	51
FIGURA # 24. PARTES INTERNAS DEL MOTOR .....	54
FIGURA # 25. ESQUEMA DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.....	59
FIGURA # 26. SISTEMA DE COMBUSTIBLE MOTOR CATERPILLAR.....	61
FIGURA # 27. MOTOR CATERPILLAR.....	61
FIGURA # 28. BOBINA DE ELECTROVÁLVULA DE COMBUSTIBLE.....	62
FIGURA # 29. SOLENOIDE.....	63
FIGURA # 30. SENSOR DE TEMPERATURA .....	69
FIGURA # 31. SENSOR E INDICADOR DE TEMPERATURA .....	69
FIGURA # 32. INDICADOR DE TEMPERATURA.....	70
FIGURA # 33. SWITCH DE TEMPERATURA .....	71
FIGURA # 34. SENSOR DE PRESION DE ACEITE .....	72
FIGURA # 35. SENSOR DE PRESIÓN DE ACEITE .....	72
FIGURA # 36. SWITCH DE PRESIÓN ACEITE.....	73
FIGURA # 37. DIAGRAMA DEL SENSOR DE VELOCIDAD DEL MOTOR .....	74
FIGURA # 38. SENSOR DE VELOCIDAD .....	75
FIGURA # 39. INSTRUMENTOS DE NIVEL .....	78
FIGURA # 40. INDICADORES DE NIVEL.....	79
FIGURA # 41. SWITCH DE ALTA Y BAJA SUCCIÓN DE PRESIÓN DE LA BOMBA .....	80
FIGURA # 42. SWITCH DE ALTA Y BAJA PRESIÓN DE DESCARGA .....	81
FIGURA # 43. SENSOR DE VIBRACIÓN .....	82
FIGURA # 44. MODULO TTDJ VISTA FRONTAL Y POSTERIOR .....	85
FIGURA # 45. DIAGRAMA ELECTRICO .....	92

FIGURA # 46. SIMBOLOGIA .....	93
FIGURA # 47. PROGRAMACIÓN DEL EQUIPO .....	96
FIGURA # 48. ALARMAS.....	97

## RESUMEN

El presente trabajo incorpora un estudio de los sistemas de control eléctrico de las bombas quintuplex para bombeo hidráulico utilizadas en las estaciones Cuyabeno y Tipishca, con el objetivo de extraer el crudo de los diferentes pozos.

El trabajo está desarrollado en diez capítulos que son: Levantamiento artificial, Sistema de bombeo hidráulico, conjunto motor bomba, motor 3406, sensores de la bomba, sensores del motor, control digital de 16 entradas, diseño de diagrama de control eléctrico, funcionamiento.

**CAPITULO 1.** Resume el trabajo de la investigación, la justificación de la investigación, los objetivos generales, los objetivos específicos, fundamentación teórica, métodos y técnicas de la investigación, conclusiones de la investigación de campo.

**CAPÍTULO 2.** Indica los tipos de levantamiento artificial, que incluye varios conceptos puntuales como composición, posición y las propiedades fundamentales.

Se resume las categorías más importantes de cada sistema de bombeo, ventajas, desventajas, beneficios.

**CAPÍTULO 3.** Resume el proceso de producción de levantamiento artificial por bombeo hidráulico. Equipo de fondo para el bombeo hidráulico como son tuberías anular, de producción, bombas jet. Además se trata sobre el equipo de superficie para bombeo hidráulico, teoría del sistema de bombeo hidráulico abierto y cerrado.

**CAPÍTULO 4.** Describe el conjunto motor-bomba, partes y teoría de funcionamiento del motor; partes y teoría de funcionamiento de la bomba. Se trata los diversos acoples que puede usar el conjunto motor bomba, el embrague que acopla la bomba al motor.

**CAPÍTULO 5.** Describe el funcionamiento de la bomba, los tipos de bombas existentes para este tipo de levantamiento, partes de la bomba y principio de funcionamiento.

**CAPÍTULO 6.** En este capítulo se realiza un estudio sobre los sistemas del motor, como son sistema de lubricación, sistema de refrigeración, sistema de combustible. Electroválvula de combustible apertura y cierre de la válvula, teoría de funcionamiento eléctrico de la electroválvula.

**CAPÍTULO 7.** En este capítulo se estudia las teorías fundamentales de los sensores del motor, que censan las variables de presión y temperatura del motor como son la presión del aceite y la temperatura del refrigerante,

**CAPÍTULO 8.** En este capítulo se describen los sensores de la bomba como son switch de alta y baja succión, switch de alta y baja descarga, switch de vibración, estos switch estarán directamente con las variables de presión de la bomba.

**CAPÍTULO 9.** En este capítulo se trata la introducción a modulo electrónico TTDJ, su aplicación en la unidad de bombeo hidráulico. Funcionamiento del modulo electrónico TTDJ.

**CAPÍTULO 10.** Se estudia el diseño eléctrico del modulo electrónico TTDJ, y los sensores del motor y la bomba hidráulica, Se trata de la simbología utilizada en este plano eléctrico.

**CAPÍTULO 11.** Se determina el funcionamiento del modulo electrónico TTDJ, la programación del modulo, las alarmas que controlara el modulo electrónico.

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.** Resume las conclusiones y recomendaciones, de modo cuantitativo y cualitativo, que posibilitan entender el trabajo de manera rápida.

**ANEXOS.** Se incluye documentación tomada de las bibliografías utilizadas para el desarrollo del presente trabajo presentado.

## SUMMARY

This work includes a study of control electrical control systems of pumps for pumping hydraulic quintuplex used in Cuyabeno and Tipishca stations, with the aim extracting the crude oil from different wells.

This work is developed in the eleven chapters which are: artificial lift system, hydraulic pump ,motor pump and motor 3406, pump sensors, engine sensors, digital control of 16 inputs, design electrical control diagram, operation.

**CHAPTER 1.** Resume the work of investigation, the justificación, general objetivs and specific objetivs, the theory fundamentation of the investigation, and thecnical of the investigación, the conclusions of the la investigación of field.

**CHAPTER 2.** Indicates the types of artificial lift including several specific concepts such as composition, position and the fundamental properties.

Summarizes the most important category of each pumping system, advantages, disadvantages, benefits.

**CHAPTER 3.** Summarizes the process of lifting production by pumping hydraulic artificial. Fund equipment such as hydraulic pump pipe ring,production, jet pumps. Is also on the surface equipment for pumping hydraulic, theory of hydraulic pumping system open and closed.



**CHAPTER 4.** Describe the motor pumps, parts and engine operating theory, parts and theory of operation of the motor, talk of various couplings that you can use the motor pump, clutch that couples the pump motor.

**CHAPTER 5.** Describes the operation of the pump, pump types available for this type of survey, pump parts and principles of her performance.

**CHAPTER 6.** In this chapter is a study of motor systems, such as lubrication system, cooling system, fuel system. Electro fuel valve while opening and closing the valve, electrical theory of operation of the solenoid valve.

**CHAPTER 7.** In this chapter examines the fundamental theories of the engine sensors, which sense the pressure and temperature variables such as engine oil pressure and coolant temperature.

**CHAPTER 8.** In this chapter describes the sensors switch the pump such as high and low suction, switch to low and high discharge, vibration switch, this switch will be directly with the variable pressure pump.

**CHAPTER 9.** In this chapter is the introduction to TTDJ electronic module, its application in hydraulic pumping unit TTDJ electronic module operation.

**CHAPTER 10.** Is the design of electronic module TTDJ electrical, and engine sensors and the hydraulic pump is the symbolism used in the electrical plan.

**CHAPTER 11.** It define the operation of TTDJ electronic module, module, programming, alarms that controlled the electrical module.

**CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS.** Summarizes the findings and recommendations, quatitatively and qualitatively, making it possible to understand the work so fast.

**ANNEXES.** Includes documentation taken from the references used for the development of this work presented.

# **CAPITULO I**

## **CAPITULO I**

### **1.1 GENERALIDADES.**

### **1.2 TEMA DEL PROYECTO.**

Control Automático para Bomba Quintuplex

### **1.3 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION.**

La justificación para este tema de tesis es realizar el diseño de control automático para bomba quintuplex que se encuentra en la estación EPF ( Early Production Facilities)

Del campo Tipishaca (ex City Oriente actualmente Petroproduccion, esta unidad de bombeo se usa como un equipo auxiliar para el sistema de bombeo hidráulico para los pozo que trabajan con este tipo de bombeo.

Este equipo auxiliar está constituido por una bomba de desplazamiento positivo national J275 acoplada a un motor de combustión interna Caterpillar 3406, la cual se encuentra actualmente con un sistema de alarmas motor bomba en malas condiciones al igual que el cableado y sus sensores no trabajan óptimamente por lo cual no dan la seguridad adecuada tanto para el proceso como para el personal que está involucrado en el equipo.

### **1.4 OBJETIVO GENERAL Y ESPECIFICOS.**

#### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL.**

El objetivo general es optimizar el trabajo del equipo en una forma segura, acondicionando un circuito eléctrico de control que de una respuesta rápida de apagado

de la unidad de bombeo ya sea por alta o baja presión o temperatura, para salvaguardar a l equipo y al personal.

#### **1.4.2 OBJETIVO ESPECIFICO.**

El objetivo específico de este trabajo es diseñar un control eléctrico mediante un anunciador de falla de 16 entradas digitales al cual van conectados todos los sensores de la unidad de bombeo motor bomba como son:

Sensor de alta temperatura de agua del motor

Sensor de baja presión de aceite del motor

Sensor de altas vibración de la bomba

Sensor de bajo nivel de aceite de la bomba

Sensor de baja presión de succión de la bomba

Sensor de alta presión de succión de la bomba

Sensor de baja presión de descarga de la bomba

Sensor de alta presión de descarga de la bomba

#### **1.5 FUNDAMENTACION TEORICA.**

La fundamentación teórica para este trabajo es la aplicación del control automático utilizando un anunciador de falla para el control de altas y bajas presiones y temperaturas de la unidad de bombeo.

El anunciador de falla de 16 entradas digitales anunciara la falla o el cambio de estado de un sensor, luego de transcurrido un tiempo se apagara la unidad de bombeo.

Este trabajo se realizara aplicando lo aprendido durante las materias de instrumentación y electrónica y la experiencia que se ha obtén ido en el campo.

## **1.6 METODOS Y TECNICAS DE LA INVESTIGACION.**

Para los métodos y técnicas de investigación se toman datos de campo donde se encuentra localizado el equipo de bombeo, datos de los equipos a través de manuales técnicos, tanto del motor como de la bomba, parte mecánica y parte eléctrica.

## **1.7 CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACION DE CAMPO.**

Una vez realizada la investigación de campo se procederá a diseñar el circuito eléctrico y planos listos para la ejecución del trabajo de campo de control para la unidad de bombeo hidráulico.

La conclusión de la investigación es desarrollada por los problemas que se han presentado anteriormente con la unidad de bombeo hidráulico, y para la obtención del Título en la carrera de Tecnología de Petróleos para lo cual al finalizar la investigación quedará el documento

# CAPÍTULO II

## CAPÍTULO II

### 2. LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL.

La estrategia de explotación de un yacimiento establece los niveles de producción en distintos pozos. Para obtener el máximo beneficio económico del yacimiento es necesario seleccionar el método de producción óptimo. Este es el que mantiene los niveles de producción de la manera más rentable posible.

La manera más conveniente y económica de producir un pozo es por flujo natural.

Gran parte de los pozos perforados son capaces de producir flujo natural en la primera etapa de su vida productiva. Una vez finalizada la producción por flujo natural, es necesario seleccionar un método de Levantamiento Artificial que permita seguir produciendo eficientemente al yacimiento.

En la selección de los métodos se deben considerar los siguientes factores:

- Disponibilidad de fuentes de energía en superficie: red de la fuerza eléctrica, plantas compresoras y otras.
- Característica del fluido a producir: viscosidad, °API, porcentaje de agua y sedimento, relación gas - líquido y otras.
- Profundidad y presión estática del yacimiento
- Índice de productividad del pozo

Cuando un pozo está listo para iniciar la producción de un yacimiento, el petróleo fluye al pozo debido a la diferencia de presión que existe entre la formación y el espacio dentro del pozo. Si la reducción de presión entre el yacimiento y las instalaciones de producción en superficie es suficientemente grande, el pozo fluirá naturalmente a la superficie aprovechando solamente la energía natural proporcionada por el yacimiento.



## **2.1 METODOS DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL.**

Cuando un pozo pierde la energía para levantar el fluido hacia la superficie, este necesita de un método artificial que ayude a llevar el fluido hacia la superficie, este método se conoce como Levantamiento Artificial.

Estos métodos se usan de acuerdo a las características del pozo como son profundidad, calidad del petróleo, cantidad de gas que posee el pozo entre otras.

Existen cinco tipos de levantamiento artificial conocidos que son:

- Levantamiento Mecánico
- Levantamiento Hidráulico
- Levantamiento Eléctrico Sumergible
- Levantamiento por Gas Lift
- Levantamiento por cavidades Progresivas

### **2.2.1 BOMBEO MECÁNICO.**

Este tipo de bombeo es el más antiguo en la industria del petróleo, es utilizado para pozos que alcanzan los 2500 m de profundidad, posee una bomba de pistón en el fondo, sujeta por una sarta de varillas, el conjunto bomba y varillas van internamente por la tubería de producción. Este tipo de bombeo succiona y transfiere continuamente el petróleo hasta la superficie. El balancín situado en la superficie realiza un movimiento

de sube y baja por medio de la biela las que se accionan a través de una caja reductora movida por un motor sea de combustión o eléctrico.

El Sistema de bombeo Mecánico está constituido principalmente por:

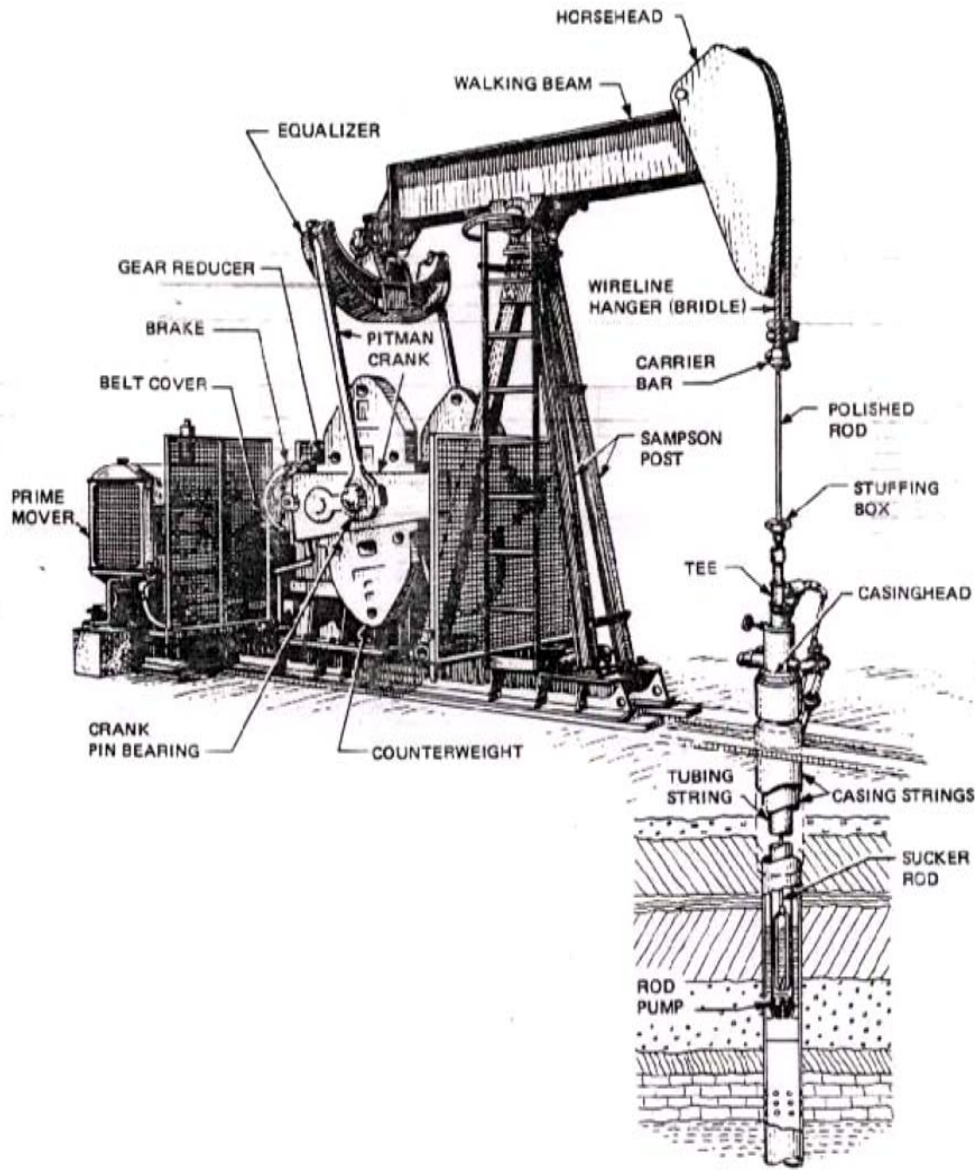
### **Equipo de subsuelo**

- Tubería de Producción
- Sarta de Varillas o Columna de Bombeo
- Bomba de Subsuelo
- Ancla de Gas
- Ancla de Tubería

### **Equipo de Superficie**

- Unidad de bombeo (Balancín)
- Motor de la Unidad
- Cabezal del Pozo
- Barra Pulida
- Caja reductora
- Sistemas de poleas
- Prensa estopa

**FIGURA # 1. BOMBEO MECÁNICO**



Fuente: Modulo de bombeo mecánico SED - UTE  
Elaborado por: Franklin Narváez

### 2.2.2 BOMBEO HIDRÁULICO.

Este tipo de bombeo utiliza un fluido motriz para llevar el petróleo a la superficie, se utiliza petróleo o agua como fluido motriz, este tipo de bombeo consta de una bomba en el fondo del pozo, en superficie posee un tanque de fluido motriz, una bomba de desplazamiento positivo, un separador y el cabezal pozo.

La bomba quintuplex proporciona la presión para bajar la bomba por la tubería de producción empujada por un fluido motriz este puede ser a petróleo o agua una vez que la bomba se aloja en la tubería se incrementa la presión de la bomba quintuplex para que empiece a trabajar la bomba, el fluido ingresa a la bomba donde se produce un efecto venturi, al pasar el fluido motriz por el área más pequeña de la boquilla produce una depresión en este punto y aumenta la velocidad lo que genera la succión del fluido de formación entre el espacio de la boquilla y la garganta.

Las ventajas que proporciona el bombeo hidráulico son:

- Funciona en pozos profundos, horizontales y verticales
- Maneja sólidos de formación
- Maneja grandes cantidades de gas

El principio operativo del bombeo hidráulico, y de todos los sistemas hidráulicos, se basa en la Ley de Pascal. Esta ley dice: **“si se ejerce una presión sobre una Superficie de un fluido contenido en un recipiente, ésta se transmite a todas las Superficies del mismo con igual intensidad”**.

### **Ventajas del Bombeo Hidráulico.**

El bombeo hidráulico tipo pistón ha tenido gran aceptación en los últimos años; ya que ofrecen ventajas que lo diferencian de otros sistemas artificiales, pueden alcanzar hasta profundidades de 18.000 pies y para sustituir o darle mantenimiento al mecanismo (motor-bomba) no se requiere disponer de un equipo de reparación, únicamente se

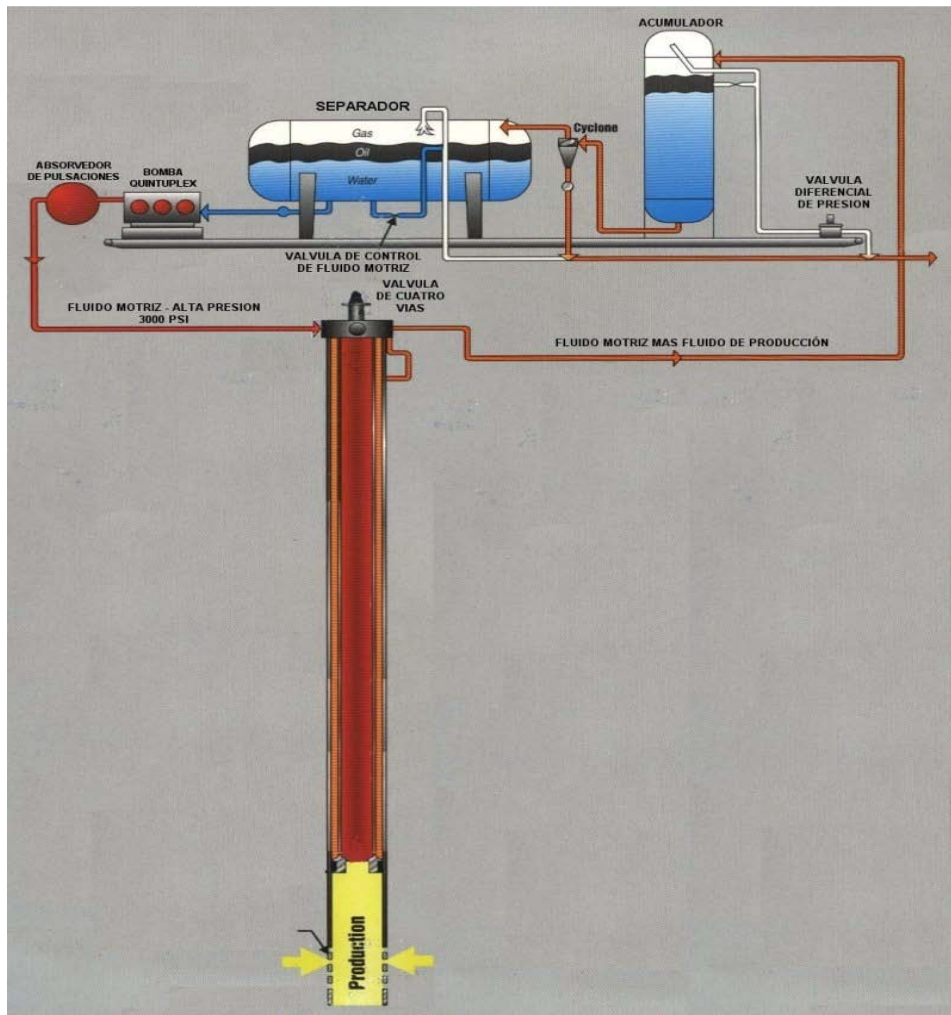
invierte el fluido motriz y es desacoplado el motor y la bomba, haciéndose llegar a la superficie por el desplazamiento del fluido motriz.

### **Desventajas del Bombeo Hidráulico.**

Entre las desventajas asociadas con el bombeo hidráulico están:

1. El bombeo hidráulico se aplica en forma poco apropiada en muchos casos.
2. Hay una falta generalizada de conocimientos sobre el sistema.
3. Es compleja la fabricación de bombas hidráulicas a pistón
4. El bombeo hidráulico requiere que el personal de operaciones tenga los conocimientos suficientes.

**FIGURA # 2. BOMBEO HIDRÁULICO**



Fuente: Sertepet  
Elaborado por: Franklin Narváez

### 2.2.3 BOMBEO ELECTRO SUMERGIBLE.

El bombeo eléctrico sumergible consiste en una bomba y un motor eléctrico acoplados entre sí que se introducen en el pozo y bombean el fluido a través de la tubería de producción que tiene acoplada. Es un sistema muy eficiente, que en caso de avería permite un rápido mantenimiento.

El sistema de bombeo electro sumergible es un sistema de levantamiento artificial, que extrae crudo de los pozos. Sus características respecto a otros sistemas de bombeo son:

- Maneja altos caudales de fluido.
- Su mantenimiento es rápido.
- Permite una pronta atención a los pozos caídos.
- Pronta recuperación de la inversión inicial de los equipos.

Los componentes del sistema de bombeo eléctrico sumergible pueden ser clasificados en dos partes, el equipo de superficie y el equipo de fondo.

Los principales componentes de superficie son:

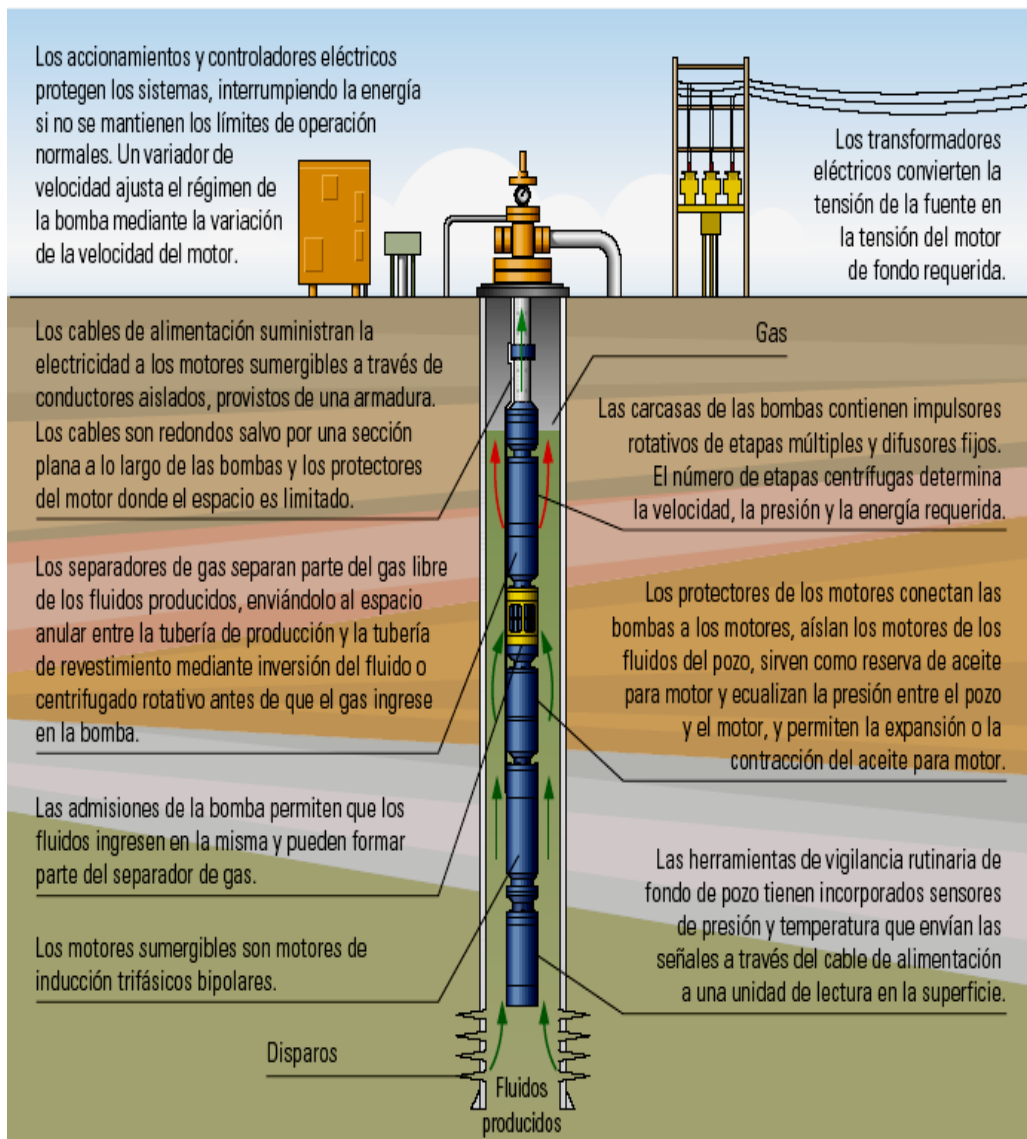
- Cabezal del pozo
- Caja de venteo
- Variador de frecuencia
- Transformadores

El equipo de fondo cuelga de la tubería de producción y cumple la función de levantar la columna de fluido necesaria para que el pozo produzca sus principales componentes son:

- Motor eléctrico
- Sello
- Separador de gas
- Bomba electro centrífuga
- Cables

Un cable de potencia transmite la energía eléctrica desde la boca del pozo hasta el motor.  
 El tablero o vareador de frecuencia de superficie provee de energía eléctrica al motor electro sumergible y controla su funcionamiento.

**FIGURA # 3. BOMBEO ELECTROSUMERGIBLE**



**Fuente:** Schlumberger  
**Elaborado por:** Franklin Narváez

**2.2.4 BOMBEO POR GAS LIFT.**



El levantamiento a gas se define como un proceso que consiste en levantar fluidos de un pozo mediante la introducción de un gas a presión alta en la columna de fluido en el subsuelo.

El gas inyectado levanta el petróleo a la superficie por medio de uno o varios de los siguientes procesos:

- Reducción de los gradientes de fluido.
- Expansión del gas inyectado.
- Desplazamiento del fluido por el gas comprimido.

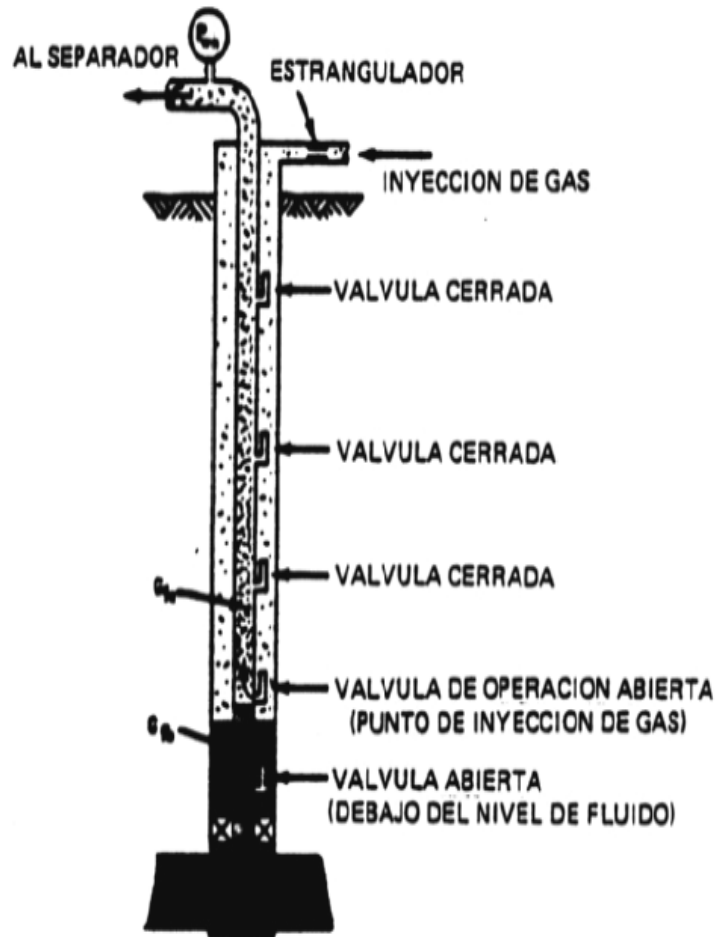
El levantamiento a gas de flujo continuo es ideal para pozos con altos niveles de fluido pero que no tienen suficiente presión de gas o suficiente volumen para fluir naturalmente.

Las ventajas del levantamiento a gas pueden resumirse de la manera siguiente:

1. El costo inicial de los equipos de subsuelo es generalmente menor que en los otros métodos de levantamiento artificial.
2. Su flexibilidad es superior a la de las otras formas de levantamiento. Las instalaciones pueden ser diseñadas para levantar inicialmente desde cerca de la superficie y para levantar desde casi la profundidad total en el momento del agotamiento del yacimiento. Las instalaciones de levantamiento a gas pueden ser diseñadas para levantar desde uno hasta varios miles de barriles diarios.
3. La producción de arena en el fluido producido no afecta a los equipos de levantamiento a gas en la mayoría de las instalaciones.

4. El levantamiento a gas no es afectado adversamente por la desviación del hoyo.

**FIGURA # 4. BOMBEO POR GAS LIFT FLUJO CONTINUO**



**Fuente:** Modulo de Bombeo Hidráulico SED - UTE

**Elaborado por:** Franklin Narváez

# CAPÍTULO III

## CAPÍTULO III

### 3. SISTEMA DE BOMBEO HIDRÁULICO.

La unidad de bombeo consta fundamentalmente de dos pistones unidos entre sí por medio de una varilla, uno superior denominado “pistón motriz”, que es impulsado por el fluido motriz y que arrastra el pistón inferior o “pistón producción”, el cual a su vez, impulsa el aceite producido. Si resta de las áreas de cada uno de estos pistones el área correspondiente a la varilla que los une, se tienen las áreas efectivas sobre las que actúa

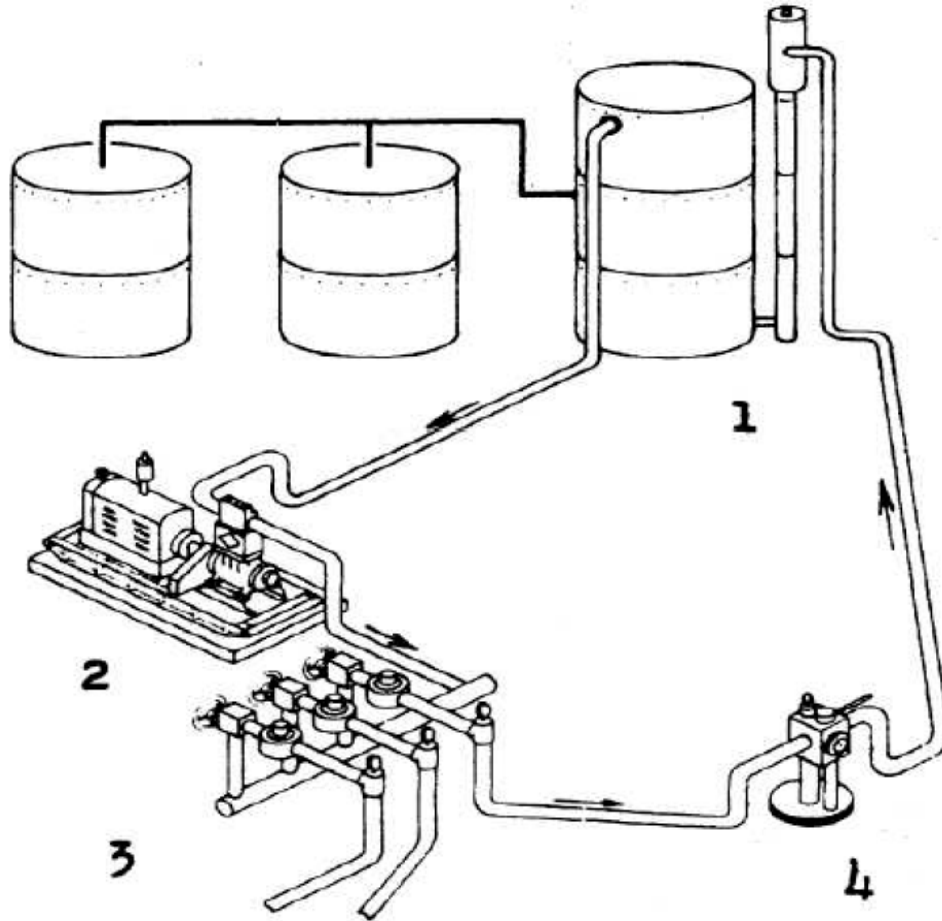
la fuerza hidráulica proporcionada. Así, lo tanto, si el área del pistón motriz, es igual a la mitad del área del pistón producción, se tiene que la fuerza hidráulica que actúa sobre el pistón producción es el doble de la que actúa sobre el pistón motriz.

El fluido motriz a ser utilizado debe ser de muy buena calidad y estar libremente limpio para lo cual se requiere un minucioso control de su calidad.

Los elementos principales de un sistema de bombeo hidráulico o power oil están compuestos de:

1. Tanque de fluido motriz
2. Bomba Triplex, Quintuplex o HPS
3. Central de control
4. Cabezal de pozo
5. Líneas de alta presión y baja presión.

**FIGURA # 5. DIAGRAMA DE FLUJO**



Fuente: Modulo de Bombeo Hidráulico SED - UTE  
Elaborado por: Franklin Narváez

Existen dos tipos básicos de sistemas de fluido motriz que son:

**Sistema de fluido motriz cerrado (FMC)**, este sistema no permite que los fluidos de producción se mezclen con los fluidos motrices de operación dentro de ninguna parte del sistema

**Sistema de fluido motriz abierto (FMA)**, en este sistema el fluido de operación se mezcla con el fluido producido del pozo y regresa a la superficie en este estado, mezclado.

El (FMC) es el método más completo que existe en la actualidad, el fluido motriz retorna a la superficie independientemente del petróleo de producción, direccionándose nuevamente hasta el tanque de almacenamiento y formándose así un circuito cerrado; esto se logra por medio de una tubería extra que va alojada en un dispositivo mecánico llamado Cámara de Fondo instalada en el fondo del pozo. En el FMC se utiliza un empaque en la unidad de bombeo, que permite aislar el fluido motriz del fluido de producción. Las ventajas del FMC son: la medición exacta de los fluidos producidos por el pozo y la determinación del desgaste sufrido por la unidad al incrementarse el volumen de fluido motriz utilizado en la lubricación de los pistones, todo lo cual facilita la programación del mantenimiento de estas unidades. Esta exigencia de una sarta adicional de tubería, más la complejidad asociada del diseño en el fondo, hace que el sistema cerrado sea más costoso que el abierto.

Por esta razón, el sistema cerrado es menos popular y se utiliza menos que la configuración abierta de fluido motriz.

Generalmente este sistema usa agua como fluido motriz porque es menos peligroso y presentan menos problemas ecológicos que el petróleo a alta presión.

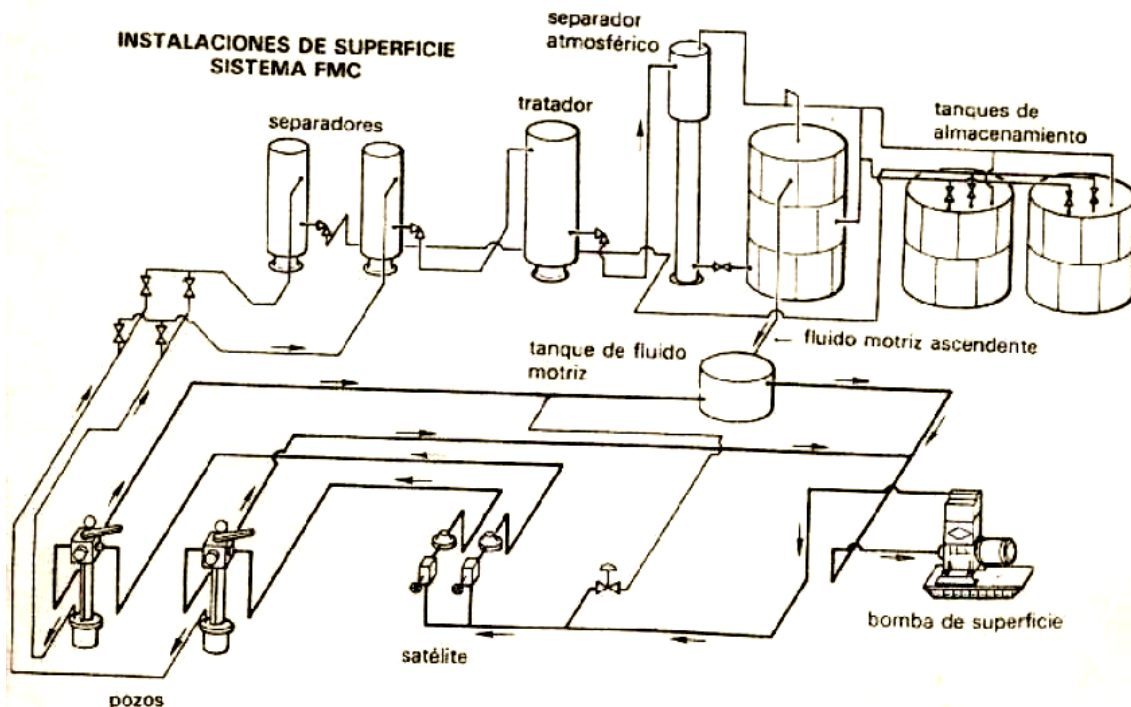
Al agua no obstante, se le debe agregar un lubricante, inhibirla contra la corrosión y quitarle el oxígeno, consideraciones éstas que se suman a los costos de operación e inversión inicial.

En la mayoría de las bombas de subsuelo diseñadas para utilizarse en un sistema cerrado de fluido motriz, la sección motriz se lubrica con el fluido motriz.

Alrededor del 10% del fluido motriz se pierde al mezclarse con el fluido producido. Así, incluso en un sistema cerrado, es necesario aumentar fluido de la línea de producción para continuar completando el volumen de fluido motriz, y hay que contar con un tanque de fluido motriz suficientemente grande para que se asienten las partículas sólidas en este fluido agregado.

También hay que comprender que, aun en un sistema completamente cerrado, el fluido motriz no seguiría limpio indefinidamente, aunque todas las tuberías, acoples, bombas, tanques, etc. estuvieran libres de materiales contaminantes.

**FIGURA # 6. SISTEMA FLUIDO MOTRIZ CERRADO**



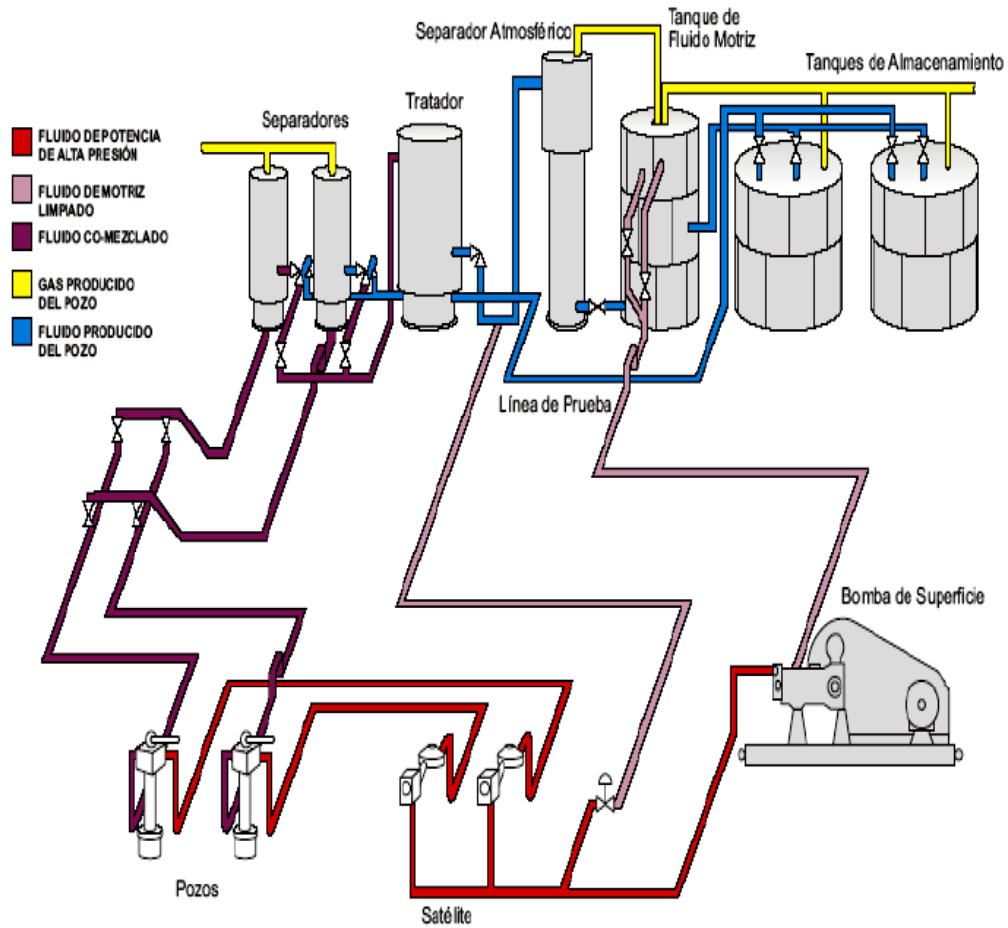
Fuente: Modulo de Bombeo Hidráulico SED - UTE  
Elaborado por: Franklin Narváez

El **Sistema Fluido Motriz Abierto** (FMA) fue el primero que se utilizó y su aplicación es la más sencilla y económica. En este sistema, el fluido motriz retorna a la superficie mezclado con el aceite producido, ya sea a través de la tubería de descarga o por el espacio anular de las tuberías de revestimiento, producción o inyección, dependiendo del equipo de subsuelo que este instalado. La aplicación de este sistema presenta varias ventajas como son: la adición de fluido motriz limpio en pozos que contienen alto porcentaje de agua salada, con que se reduce dicho porcentaje y por consiguiente disminuye el efecto de corrosión; de la misma manera, la adición de aceite ligero puede reducir la viscosidad en pozos productores de aceite pesado. La principal desventaja de este sistema es el incremento de volumen bruto que debe ser tratado en la superficie para obtener el aceite limpio necesario y continuar la operación

Cuando se usa agua como fluido motriz en este sistema, los productos químicos agregados (para lubricación, inhibición de corrosión y eliminación de oxígeno) son, en gran parte, generalmente perdidos cuando se mezclan con la producción y consecuentemente deben ser repuestos continuamente. Las líneas gruesas de la Figura muestran las instalaciones de superficie para un sistema FMA.



**FIGURA # 7. SISTEMA DE FLUIDO MOTRIZ CERRADO**



**Fuente:** Módulo de Bombeo Hidráulico SED - UTE

**Elaborado por:** Franklin Narváez

### 3.1 EQUIPO DE FONDO.

El equipo de fondo del sistema de bombeo hidráulico consta de las siguientes partes que son:

- Tubería anular
- Tubería de producción

- Camisa
- Bomba Jet

De acuerdo con los diseños desarrollados por cada una de las compañías fabricantes, todos los elementos mecánicos que constituyen el sistema de bombeo hidráulico varían en sus condiciones generales; sin embargo, el principio básico de operación es el mismo, por lo que en este capítulo se describirá el equipo de subsuelo refiriéndose únicamente a un tipo en particular, descripción que puede ser aplicada a cualquier otro tipo.

La bomba de profundidad del sistema de bombeo hidráulico, se denomina **BOMBA HIDRAULICA**.

Existen dos tipos de bombas por su estructura:

- Bombas hidráulicas de pistón y
- Bombas hidráulicas tipo jet

### **3.1.1 TUBERÍA ANULAR.**

Son tuberías especiales que se introducen en el hoyo perforado y que luego son cementadas para lograr la protección del hoyo y permitir posteriormente el flujo de fluidos desde el yacimiento hasta superficie. También son conocidas como: Revestidores, Tubulares, Casing.

Entre las funciones más importantes de las tuberías de revestimiento están:

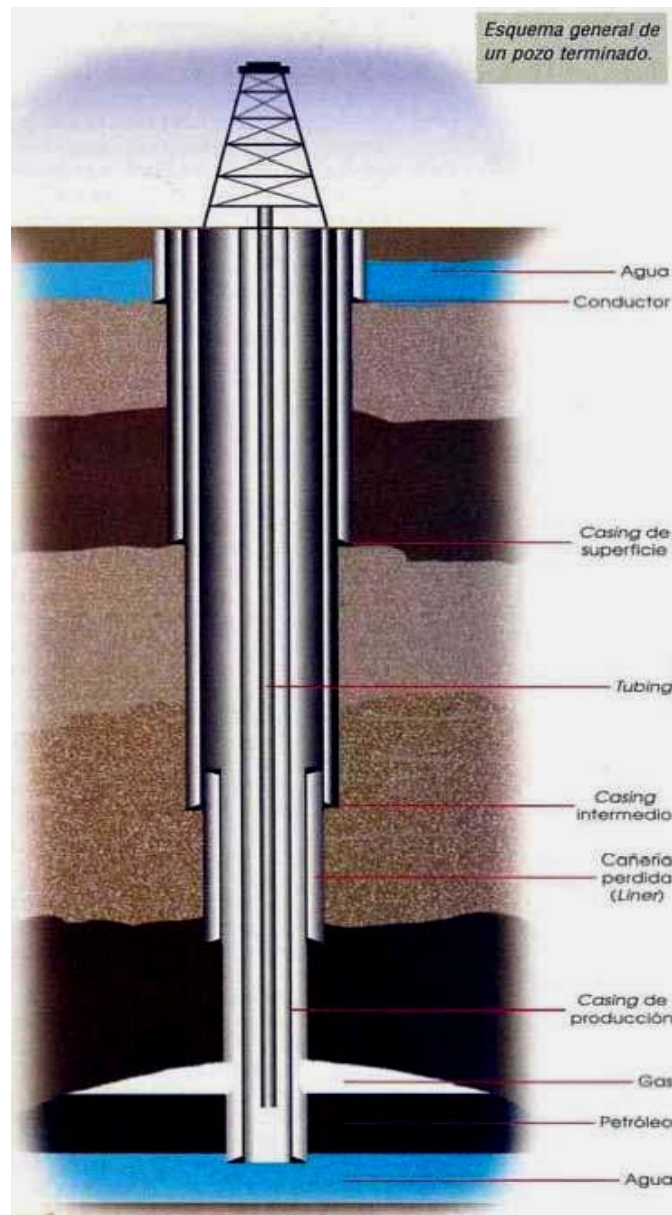
- Evitar derrumbes en el pozo durante la perforación.
- Evitar contaminaciones de aguas superficiales.
- Suministrar un control de las presiones de formación.
- Prevenir la contaminación de las zonas productoras con fluidos extraños.
- Al cementarlo, se puede aislar la comunicación de las formaciones de interés.
- Confinar la producción del pozo a determinados intervalos.
- Facilitar la instalación del equipo de superficie y de producción.

La tubería anular o casing es la tubería de revestimiento del pozo es decir donde se alojara la tubería de producción y los diferentes componentes de fondo o subsuelo de los diferentes sistemas de levantamiento.

En el caso del método de levantamiento hidráulico el casing o tubería anular es usado para descargar hacia la superficie el fluido motriz mezclado con el petróleo.

Cuando se realiza una perforación el tipo de tubería instalada se limita a poder unir entre esas y que puedan aceptar suficiente fuerzas tensionales axiales que permita ser jaladas a través del hueco del pozo. La tubería de acero es el tipo más común de tubería que se usa en la actualidad. Sin embargo, la tubería de polietileno de densidad alta también puede usarse.

**FIGURA # 8. VISTA DE PERFORACIÓN DEL POZO**



Fuente:  
Elaborado por: Franklin Narváez

### 3.1.2 TUBERÍA DE PRODUCCIÓN.

Es la sarta en la cual se completa, produce y controla el pozo durante toda su vida productiva y en la cual se pueden llevar a cabo reparaciones y completaciones. Esta tubería se coloca hasta llegar a la zona productiva.

Las principales funciones son:

- Aislar las formaciones o yacimientos para producir selectivamente.
- Evitar la migración de fluido entre zonas.
- Servir de aislamiento al equipo de control (cabezal) que se instalará para manejar la producción del pozo.

La tubería de producción es la tubería principal de un sistema de levantamiento ya que a través de esta se descargara el petróleo hacia la superficie en los casos del levantamiento mecánico, levantamiento electro sumergible y el caso de levantamiento por gas.

No siendo el caso en el método del levantamiento hidráulico donde el petróleo acompañado del fluido motriz se descargara a través de la tubería anular o casing hacia la superficie, el fluido motriz ingresara desde la bomba quintuplex desde la superficie por la tubería de producción o comúnmente conocida como casing.

### **3.1.3 CAMISA.**

Las camisas protectoras son sarta que no se extienden hasta la superficie y se cuelgan de la anterior sarta de revestimiento. El propósito de esta sarta es prevenir problemas de pérdida de circulación cuando se requieren altos pesos de lodo.

Proporciona la misma protección que el revestidor intermedio.

#### **Camisa de Producción**

Conocida también como liner de producción. Este tipo de tubería se coloca en la sección intermedio del revestidor de producción. Su uso principal es en pozos exploratorios debido a que se pueden probar las zonas de interés sin el gasto de una sarta completa. Luego si

existe una producción comercial de hidrocarburo, se puede conectar la sarta hasta superficie. En la mayoría de los casos se corre con una herramienta especial en el tope del mismo que permite conectar la tubería y extenderla hasta la superficie si se requiere. Normalmente, va colgado a unos 500' por encima del último revestidor cementado hasta la profundidad final del pozo. Los liners de producción generalmente se conectan hasta superficie (en el cabezal del pozo) usando una sarta de revestimiento “tie back” cuando el pozo es completado. Esta sarta se conecta al tope del liner con un conector especial. El tie back aísla el revestidor usado que no puede resistir las posibles cargas de presión si continúa la perforación, proporcionando integridad de presión desde el tope del liner al cabezal del pozo. También permite aislar un revestimiento gastado que no puede resistir incrementos de presión o aislar revestimientos intermedios en casos de incrementos de producción.

**FIGURA # 9. VISTA INTERNA DE UNA CAMISA**



Esquema de una Conexión Premium

Fuente:  
Elaborado por: Franklin Narváez

### **3.1.4 BOMBA TIPO CHORRO (JET).**

Los sistemas de bombeo hidráulico se dividen en dos clases de acuerdo al tipo de bomba de subsuelo: bombas hidráulicas de pistón y las bombas hidráulicas tipo jet. Aunque la bomba hidráulica de pistón es un dispositivo de alta eficiencia volumétrica, sus debilidades operacionales en términos de calidad del fluido motriz, no la hace una solución versátil y por el contrario es muy limitada su aplicación. Hydrolifting ha optado por implementar y recomendar a sus clientes las bombas hidráulicas tipo jet como la mejor bomba hidráulica de subsuelo para la producción de pozos petroleros.

El bombeo hidráulico tipo Jet, es un mecanismo de producción de pozos petroleros, que actúa mediante la transferencia de potencia a una bomba de subsuelo con un fluido presurizado que es bombeado a través de la tubería de producción. La bomba de subsuelo actúa como un transformador convirtiendo la energía del fluido motriz en energía potencial o presión sobre los fluidos producidos.

Esta clase de equipo no tiene partes móviles, lo que la hace resistente a los fluidos corrosivos y abrasivos. Además, se adapta a todos los ensamblajes de fondo del bombeo hidráulico tiene alta capacidad y puede manejar el gas libre del pozo, pero requiere mayores presiones a su entrada que las bombas convencionales, para evitar la cavitación. Su eficiencia es menor que la de los equipos de desplazamiento positivo, por lo cual necesita mayor potencia.

Es un equipo hidrodinámico y opera, principalmente, a través de la transferencia de momento entre dos corrientes de fluido adyacentes. El fluido de potencia de alta presión pasa a través de la boquilla, donde la energía potencial del fluido (energía de presión) se transforma en energía cinética.

Esto hace que el chorro de fluido adquiera altas velocidades. La mezcla del fluido del pozo con el fluido de potencia, en un área constante del conducto o tubo de mezcla, hace que se transfiera cierta cantidad de movimiento al fluido del pozo.

Los fluidos son conducidos a un difusor de área expandida, que convierte la energía cinética remanente en presiones estáticas suficiente para levantar los fluidos hasta la superficie.

Los tamaños físicos de la boquilla y el conducto de mezcla determinan las tasas de flujo; mientras que la relación de sus áreas de flujo establece la relación entre el cabezal producido y la tasa de flujo.

La bomba de subsuelo tipo Jet, logra su acción de bombeo mediante la transferencia de energía entre dos corrientes de fluidos. La alta presión del fluido motriz enviado desde la superficie pasa a través de una boquilla donde su energía potencial o presión es convertida en energía cinética en la forma de chorro de fluido a gran velocidad. El fluido a producir es succionado y mezclado con el fluido motriz en la garganta de la bomba y llevado a superficie.

### **CARACTERISTICAS DEL BOMBEO HIDRAULICO TIPO JET.**

No requiere de varillas o cables eléctricos para la transmisión de potencia a la bomba de subsuelo. Es un sistema con dos bombas una en superficie que proporciona el fluido motriz y una en el fondo que trabaja para producir los fluidos de los pozos. La bomba de subsuelo puede ser instalada y recuperada hidráulicamente o con unidades de cable. Los fluidos producidos pueden ser utilizados como fluido motriz. Su mantenimiento es de bajo costo y de fácil implementación.



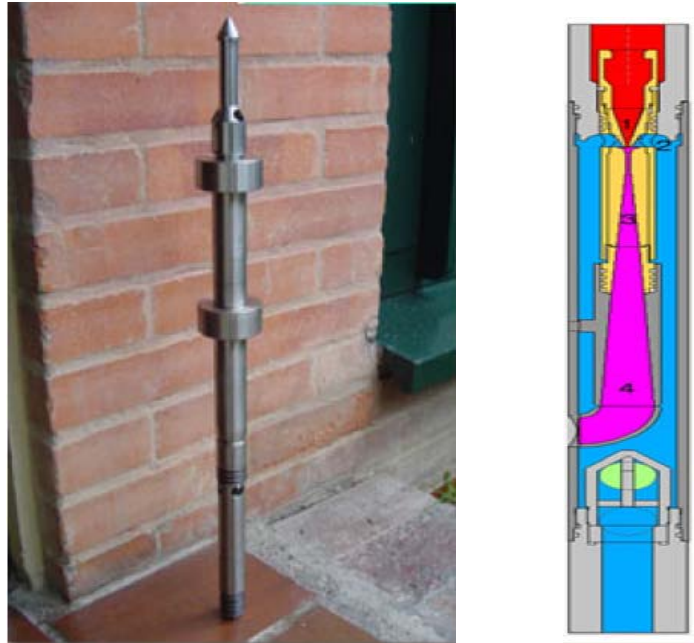
## VENTAJAS

- Son muchas las ventajas del bombeo hidráulico tipo jet, mencionamos entre otras:
- Flexibilidad en la rata de producción.
- Cálculo de la Pwf en condiciones fluyentes por el programa de diseño.
- La bomba Jet no tiene partes móviles lo que significa alta duración y menor tiempo en tareas de mantenimiento.
- Puede ser instalada en pozos desviados.
- Pueden ser fácilmente operadas a control remoto.
- Puede bombear todo tipo de crudos, inclusive crudos pesados.
- Las bombas de subsuelo pueden ser circuladas o recuperadas hidráulicamente. Esta ventaja es muy importante por que reduce los requerimientos de los equipos de reacondicionamiento (workover) para hacer el mantenimiento a los equipos de subsuelo.
- La bomba Jet es fácilmente optimizada cambiando el tamaño de la boquilla y la garganta.
- Muy apropiadas para instalación de medidores de presión debido a su baja vibración.
- Muy apropiadas para zonas urbanas o cerca de zonas urbanas, plataformas costa afuera y zonas ambientalmente sensibles.
- Puede manejar fluidos contaminados con CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, gas y arena.

## **BENEFICIOS.**

- Bajos costos de equipos de subsuelo comparado con otros sistemas de levantamiento artificial.
- Con las nuevas tecnologías en sistemas de bombeo en superficie, se pueden lograr paquetes de bajos costos de inversión, bajos costos de mantenimiento y máximo desempeño.
- Se pueden instalar sistemas centralizados de bombeo donde un grupo de equipos de bombeo en superficie suministra el fluido motriz a varios pozos simultáneamente.
- El concepto es similar a los sistemas de disposición de agua o a sistemas de bombeo neumático. .
- No se requiere taladros de workover para atender el mantenimiento del pozo reduciendo de manera sustancial el OPEX.
- Menos pérdida de tiempo durante el servicio al pozo, reduciendo las pérdidas de producción.
- El mantenimiento de los equipos es muy bajo y por lo tanto se requiere de un inventario mínimo de partes de repuesto.

**FIGURA # 10. BOMBA HIDRAULICA JET CLAW**



Fuente:  
Elaborado por: Franklin Narváez

### **3.2 EQUIPO DE SUPERFICIE.**

El equipo de superficie usado en el método de levantamiento hidráulico, esta conformado por:

- Cabezal de pozo
- Bomba quintuplex
- Tanque de fluido motriz
- Separador

En la actualidad se están usando bombas horizontales para el bombeo hidráulico, esta bombas funcionan con un variador de frecuencia, que proporciona un arranque suave al motor eléctrico, el cual favorece al tiempo de vida del motor y se puede controlar y

optimizar el proceso de mejor manera, también se utilizan módulos, es decir un separador y un vessel o tanque, este conjunto está montado en un mismo sky o base para ser transportados con facilidad.

### 3.2.1 TANQUE DE FLUIDO MOTRIZ.

Los tanques de fluido motriz son aquellos que suministran el fluido motriz hacia la bomba que se encuentra en el fondo del pozo

El fluido motriz es succionado por la bomba quintuplex a través de la línea de succión que se encuentra a una presión entre 30 y 40 psi, este fluido es descargado a través de la línea de descarga de la bomba a una presión elevada que se encuentra entre 2500 y 3500 psi, siendo enviado el fluido motriz a través del pozo por la alineación de producción hacia el fondo del pozo, esta presión varía de acuerdo a la necesidad de la bomba jet instalada en el fondo del pozo.

En la actualidad los tanques y oleoductos tiene un sistema para proteger contra la corrosión conocido como PROTECCION CATODICA.

La protección catódica es un bajo voltaje DC impreso a través de ánodos de sacrificio ya sea este para el tanque u oleoducto; este sistema de protección catódica protege contra la corrosión de los fluidos al tanque prolongando así la vida útil del equipo.

### 3.2.2 BOMBAS BOOSTER.

Una bomba es un dispositivo que transfiere energía mecánica a un fluido. La energía que se imprime al fluido es usada generalmente para transportarlo a lugares más elevados o para aumentar la presión a éste de manera indirecta.

Las bombas centrífugas se usan para presurizar fluidos poco viscosos, como el agua o el crudo. Consisten de un impulsor (hélice con alabes o paletas) y una cavidad (carcaza) que bombean el fluido al aumentarle la velocidad. Las bombas booster son equipos que ayudan a mantener la presión de succión de la bomba quintuplex.

Las bombas booster utilizadas en el método de levantamiento hidráulico, estas bombas están conectadas directamente la succión hacia el tanque de fluido motriz para mantener la presión en la línea de succión de la bomba quintuplex

**FIGURA # 11. BOMBA BOOSTER**



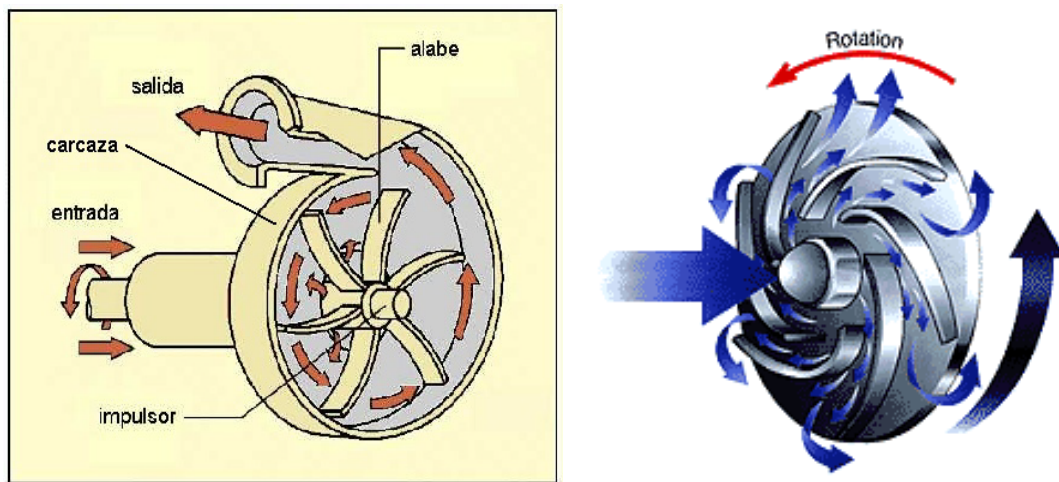
**Fuente:**  
**Elaborado por:** Franklin Narváez

El fluido ingresa por la succión entrada al impulsor y la acción rotativa lo hace girar dentro de la carcaza.

Los alabes expulsan el fluido hacia fuera por la descarga debido a su forma y rotación (**acción centrífuga**). De ahí el nombre de las bombas.

El extremo del impulsor es más rápido que el centro, por lo que se desaloja fluido en el extremo y succiona en el centro.

**FIGURA # 12. VISTA INTERNA BOMBA CENTRIFUGA**



Fuente:  
Elaborado por: Franklin Narváez

### 3.2.3 BOMBA QUINTUPLEX.

El objetivo de una bomba es de proveer fluido a un sistema hidráulico. La bomba no crea la presión directamente sino que entrega un flujo; la presión se genera según la resistencia al flujo de la tubería.

Así, la bomba entrega un flujo, el flujo encuentra resistencia en las tuberías o tanques y esa resistencia es la que finalmente genera la presión, pero en términos prácticos se dice que la bomba es la que presuriza el fluido.

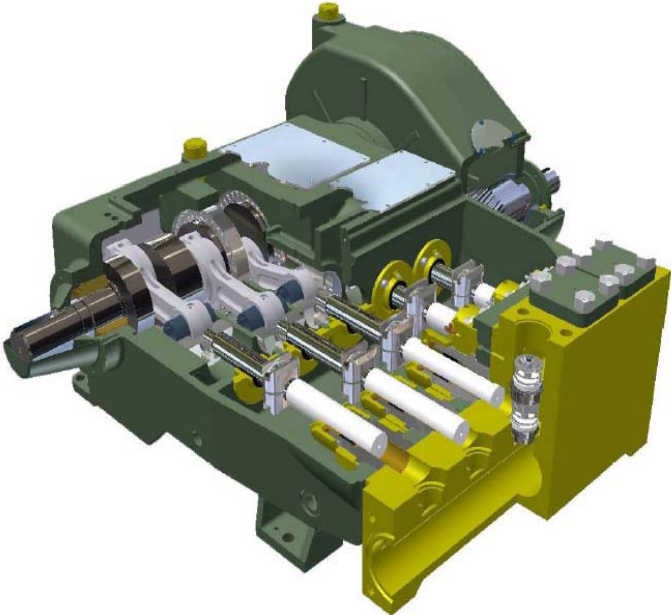
**FIGURA # 13. BOMBA TRIPLEX**



**Fuente:** Petroproduccion-Foto  
**Elaborado por:** Franklin Narváez

**FIGURA # 14. VISTA DE COMPONENTES INTERNOS DE UNA BOMBA**

**TRIPLEX**



**Fuente:**  
**Elaborado por:** Franklin Narváez



# CAPÍTULO IV

## CAPÍTULO IV

### 4. CONJUNTO MOTOR – BOMBA.

El conjunto motor – bomba conforman la bomba quintuplex la cual proveerá la presión requerida por la bomba jet en el subsuelo.

El motor Caterpillar 3406 proveerá la energía mecánica a la bomba para que esta pueda poner en funcionamiento sus componentes internos como son pistones, camisas y así generar la presión requerida en el pozo.

**FIGURA # 15. CONJUNTO MOTOR BOMBA**



**Fuente:** Petroproducción – Foto  
**Elaborado por:** Franklin Narváez

## 4.1 ACOPLAMIENTO MOTOR-BOMBA.

Los acoplamientos tienen por función prolongar líneas de transmisión de ejes o conectar tramos de diferentes ejes, estén o no alineados entre sí. Para llevar a cabo tales funciones se disponen de diferentes tipos de acoplamientos mecánicos.

Los acoplamientos se clasifican en los siguientes tipos:

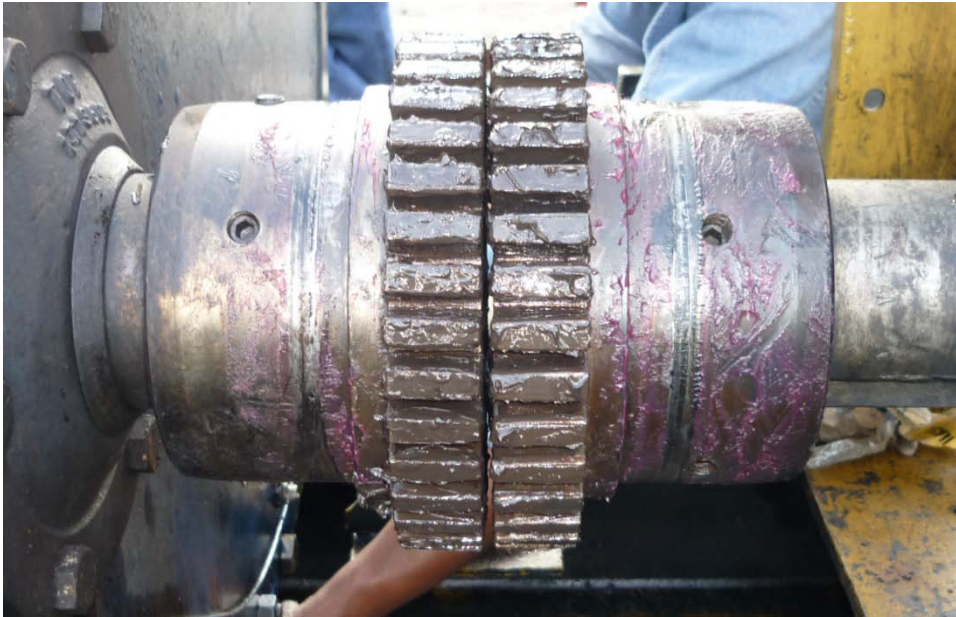
- Acoplamientos Rígidos
  - Acoplamientos Rígidos de manguito o con prisionero
  - Acoplamientos Rígidos de platillos
  - Acoplamientos Rígidos por sujeción cónica
  
- Acoplamientos flexibles
  - Acoplamientos flexibles de Manguitos de goma
  - Acoplamientos flexibles de Disco Flexible
  - Acoplamientos flexibles de fuelle Helicoidales
  - Acoplamientos flexibles de Quijadas de Goma
  - Acoplamientos flexibles Direccionales de tipo Falk
  - Acoplamientos flexibles de Cadenas
  - Acoplamientos flexibles de Engrane
  - Acoplamientos flexibles de fuelle metálico
  
- Acoplamientos especiales o articulados
  - Junta eslabonada de desplazamiento lateral.
  - Junta universal.

**FIGURA # 16. ACOPLER MOTOR –BOMBA**



**Fuente:**  
**Elaborado por:** Franklin Narváez

**FIGURA # 17. VISTA ACOUPLE**



**Fuente: Petroproduccion - Foto**  
**Elaborado por: Franklin Narváez**

#### **4.2 EMBRAGUE.**

El embrague es un dispositivo que es usado para conectar o engranar la bomba con respecto al motor, el embrague internamente está constituido de engranes correctamente sincronizados y lubricados.

El embrague es un dispositivo de gran importancia entre el motor 3406 y la bomba hidráulica, a través de este se da la energía o el movimiento a la bomba para que esta pueda succionar y descargar el fluido.

Este dispositivo es de gran ayuda tanto para operación como mantenimiento, ya que cuando existe algún problema mecánico con la bomba, esta se la puede desacoplar, accionándola hacia atrás para que la bomba deje de trabajar y poder revisarla mecánicamente.

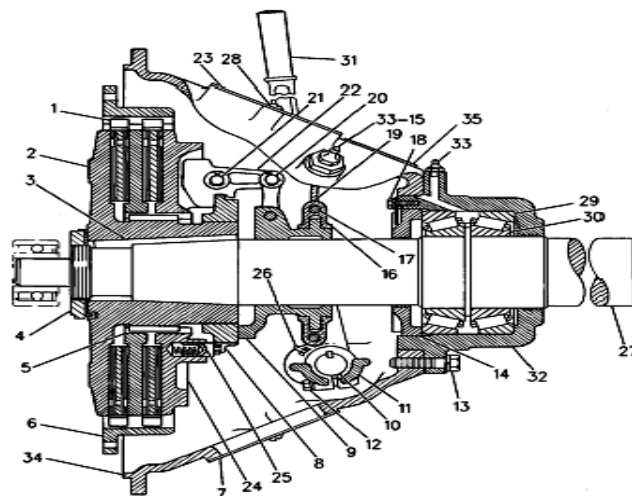
Para realizar un control de las protecciones eléctricas del conjunto motor bomba también se desacopla la bomba para no tener riesgo de trabajar con altas presiones.

**FIGURA # 18. EMBRAGUE PARA MOTOR CATERPILLAR**



Fuente: Petroproduccion – Foto  
Elaborado por: Franklin Narvaez

**FIGURA # 19. COMPONENTES INTERNOS**



Fuente: Manual Caterpillar  
Elaborado por: Franklin Narvaez



## BASIC ENGINE

### 4P-3073 CLUTCH GP PART OF 4P-3074 POWER TAKE-OFF GP AN ATTACHMENT

SMCS-1007

i01721660

NOTE	REF NO	GRAPHIC REF	PART NUMBER	QTY	PART NAME						SEE PAGE
					1	2	3	4	5	6 (PRODUCT LEVEL)	
	1	1	4L-3527	2	PLATE-CLUTCH DRIVING						
	2	1	5L-9652	1	HUB						
	3	1	8B-7987	1	KEY						
	4	1	5L-9653	1	NUT						
		1	5L-9654	1	LOCK						
	5	1	3H-9571	1	PLATE-CENTER						
	6	1	5N-9317	1	RING-DRIVE						
	7	1	7F-8897	1	PLATE						
	8	1	3H-9572	1	RING-ADJUSTMENT						
	9	1	3H-9574	1	SLEEVE						
	10	1	4B-4754	1	SHAFT-GOVERNOR CONTROL						
		1	6L-5151	2	KEY-WOODRUFF						
	11	1	4B-4792	1	YOKE AS						
	12	1	0S-1591	2	BOLT (3/8-16X1.5 IN)						
		1	3B-4506	2	LOCKWASHER						
	13	1	1A-1460	6	BOLT (1/2-13X2 IN)						
		1	5P-8245	6	WASHER-HARD (13.5X25.5X3MM THK)						
	14	1	5L-9655	1	RETAINER-BEARING						
	15	1	9S-1354	1	NUT (5/8-18 THD)						
		1	6F-0253	1	LOCKWASHER						
	16	1	4B-4716	1	COLLAR AS-SLEEVE						
	17	1	0L-0639	2	BOLT (3/8-24X2.25IN)						
		1	2L-6267	2	LOCKNUT						
B		1	4B-4758	2	SHIM						
	18	1	0S-1617	1	BOLT (5/16-18X0.75 IN)						
		1	3F-9556	1	LOCKWASHER						
		1	5B-2407	1	LOCK						
	19	1	5B-2410	1	HOSE AS (38.1CM)						
	20	1	4B-4721	8	LINK						
		1	6L-3967	8	PIN						
		1	3B-5301	8	PIN-COTTER						
	21	1	6L-3972	4	PIN						
		1	3B-4627	4	PIN-COTTER						
		1	1L-4863	8	WASHER-SPRING						
	22	1	4H-0002	4	LEVER						
	23	1	108-3561	1	PLATE-INSTRUCTION (PTO)						
	24	1	3N-8125	1	PLATE AS-PRESSURE						
	25	1	3N-8124	1	SPRING						
		1	3N-8123	1	LOCK PIN						
	26	1	8B-7121	2	FITTING-HYDRAULIC						
	27	1	3N-4896	1	SHAFT-CLUTCH						
	28	1	1S-7443	4	SCREW-MACHINE						
		1	1H-3338	4	LOCKWASHER						
	29	1	6B-3223	2	CUP-BEARING						
	30	1	4B-7270	2	CONE-BEARING						
	31	1	4B-4810	1	LEVER AS-HAND						
	32	1	7F-8916	1	CARRIER-BEARING						
	33	1	3B-8489	2	FITTING-GREASE (1/8-27 THD)						
C	34	1	7W-7155	1	HOUSING-CLUTCH						
	35	1	108-3560	1	PLATE-WARNING						

B- USE AS REQUIRED  
C- CHANGE FROM PREVIOUS TYPE

Fuente: Manual Caterpillar  
Elaborado por: Franklin Narvaez

# CAPÍTULO V



## CAPÍTULO V

### 5. BOMBA QUINTUPLEX NATIONAL.

Las bombas quintuplex son unidades de desplazamiento positivo descargan una cantidad definida de líquido durante el movimiento del pistón o émbolo a través de la distancia de carrera. Sin embargo, no todo el líquido llega necesariamente al tubo de descarga debido a escapes o arreglo de pasos de alivio que puedan evitarlo.

Las bombas de acción directa horizontales simplex y dúplex, han sido por mucho tiempo muy apreciadas para diferentes servicios, incluyendo alimentación de calderas en presiones de bajas a medianas, manejo de lodos, bombeo de aceite y agua, y muchos otros. Se caracterizan por la facilidad de ajuste de columna, velocidad y capacidad. Tienen buena eficiencia a lo largo de una extensa región de capacidades

**FIGURA # 20. VISTA UNIDAD DE BOMBEO**



**Fuente:** Petroproduccion - Foto  
**Elaborado por:** Franklin Narvaez

## 5.1 PARTES DE LA BOMBA.

**FIGURA # 21. PARTES DE BOMBA QUINTUPLEX**



**Fuente:** Petroproducción  
**Elaborado por:** Franklin Narvaez



**Fuente:** Petroproducción  
**Elaborado por:** Franklin Narvaez

### 5.1.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.

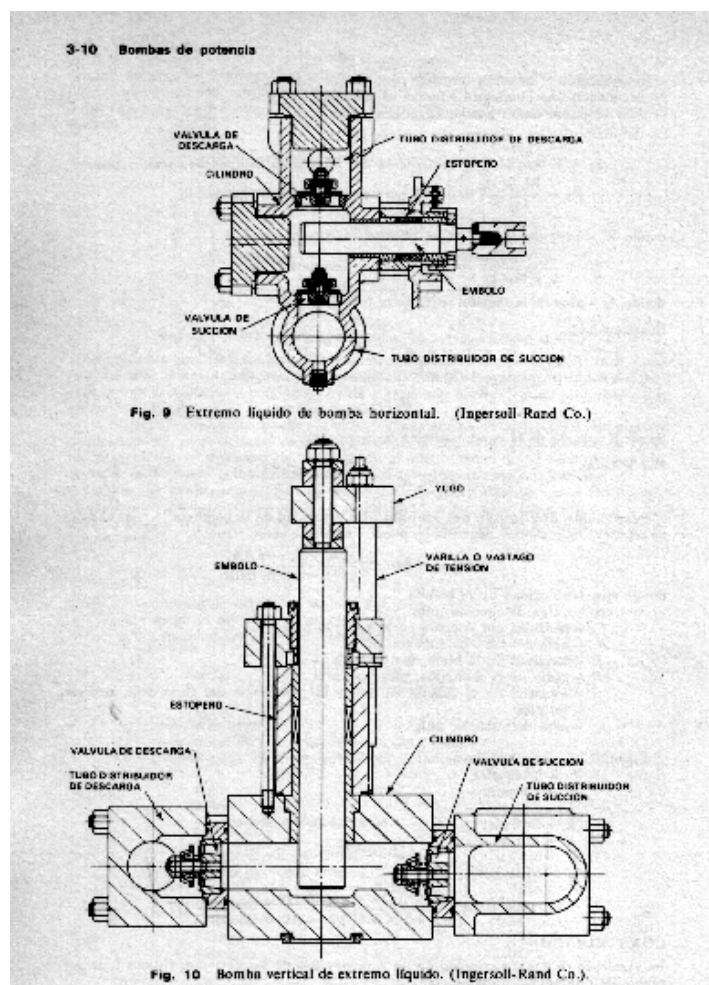
Una bomba de potencia es una máquina alternativa de velocidad constante, par motor constante y capacidad casi constante, cuyos émbolos o pistones se mueven por medio de un cigüeñal, a través de una fuente motriz externa.

La capacidad de la bomba varía con el número de émbolos o pistones. En general, mientras mayor sea el número, menor es la variación en capacidad, a un número dado de rpm. La bomba se diseña para una velocidad, presión, capacidad y potencia específicas. La bomba puede aplicarse a condiciones de potencia menores que las del punto específico de diseño, pero con sacrificio de la condición más económica de operación.

Las Bombas se construyen en versiones tanto verticales como horizontales. La construcción horizontal se utiliza en bombas de émbolo de hasta 200 HP. Esta construcción es generalmente abajo del nivel de cintura y proporciona facilidad en el ensamble y mantenimiento. Se construyen con tres o cinco émbolos. Las bombas horizontales de pistón llegan hasta los 2.000 HP y normalmente tienen dos o tres pistones, que son de acción simple o doble. La construcción vertical se usa en bombas de émbolo hasta 1.500 HP, con el extremo de fluido sobre el extremo motriz. Esta construcción elimina el peso del émbolo sobre los bujes, empaques y la cruceta y tiene un dispositivo de alineamiento del émbolo con el empaque. Se requiere un arreglo especial de sellado para evitar que el líquido del extremo del fluido se mezcle con el aceite del extremo motriz. Puede haber de tres a nueve émbolos.

Los émbolos son aplicables a bombas con presiones desde 1.000 hasta 30.000 [lb/pulg<sup>2</sup>]. La presión máxima desarrollada con un pistón es de alrededor de 1.000 [lb/pulg<sup>2</sup>]. La presión desarrollada por la bomba es proporcional a la potencia disponible en el cigüeñal. Esta presión puede ser mayor que el rango del sistema de descarga o bomba. Cuando la presión desarrollada es mayor que estos rangos se puede originar una falla mecánica. Para evitar esto debe instalarse un dispositivo de alivio de presión entre la brida de descarga de la bomba y la primera válvula en el sistema de descarga.

**FIGURA # 22. BOMBA QUINTUPLEX**



Fuente: Manual Bomba National  
 Elaborado por: Franklin Narvaez

### 5.1.2 TIPOS DE BOMBAS.

Existen bombas para diferentes presiones es decir de acuerdo a la presión que se requiera inyectar el fluido motriz al pozo, las bombas de desplazamiento positivo que existen son:

- Bomba triplex
- Bomba Quintuplex

**FIGURA # 23. PISTONES DE LA BOMBA**



**Fuente:** Petroproducción  
**Elaborado por:** Franklin Narvaez

# CAPÍTULO VI

## CAPÍTULO VI

### 6. MOTOR CATERPILLAR MODELO 3406.

El motor de combustión interna Caterpillar es el que provee la energía necesaria para que la bomba quintuplex trabaje y entregue la presión requerida por el sistema de bombeo hidráulico.

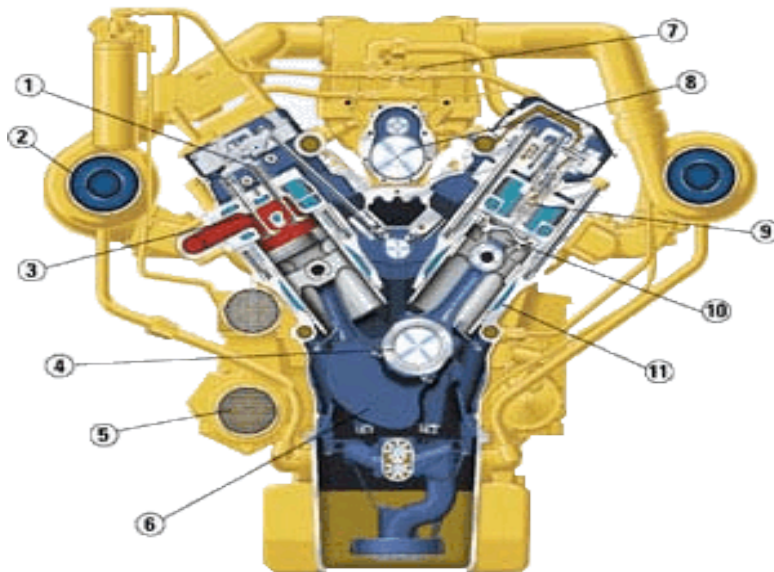
El motor esta constituido por un conjunto de varios elementos que son:

- Carter
- Block
- Cabezote
- Radiador

Estos elemento que comprende el motor está controlado por interruptores y sensores los cuales controlaran presiones y temperaturas de aceite y agua que circula dentro del motor tanto para lubricación y enfriamiento estos sensores estarán comandados por el controlador digital de 16 entradas instalado en el tableo de control.



**FIGURA # 24. PARTES INTERNAS DEL MOTOR**



**Fuente:** Caterpillar  
**Elaborado por:** Franklin Narvaez

### **6.1 SISTEMA DE LUBRICACION.**

Este sistema es el que mantiene lubricadas todas las partes móviles del motor, a la vez que sirve como medio refrigerante.

El funcionamiento es el siguiente: una bomba, generalmente de engranajes, toma el aceite del depósito del motor, usualmente el carter, y lo envía al filtro a una presión regulada, se distribuye a través de conductos interiores y exteriores del motor a las partes móviles que va a lubricar y/o enfriar, luego pasa por el radiador donde se extrae parte del calor absorbido y retorna al depósito o Carter del motor, para reiniciar el ciclo.

Para el correcto funcionamiento de este sistema se debe inspeccionar visualmente para detectar fugas, presiones y temperaturas anormales de fluido (aceite) de lubricación.



Los controles al sistema pueden realizarse visualmente midiendo con la varilla de medición el nivel de aceite para controlar el consumo o detectar pérdidas y mediante instrumentos como son los manómetros de presión y los termómetros controlar las condiciones del aceite y del circuito y a la vez el funcionamiento del motor.

Las fallas del sistema básicamente son falta de nivel de aceite por pérdidas o consumos elevados, alta temperatura del aceite por mal estado del sistema de refrigeración del aceite o mal funcionamiento del motor, baja presión de aceite por bajo nivel o degradación del aceite, falla de la bomba de circulación, falla del regulador de presión y partes móviles del motor por desgaste.

Para la lubricación de un motor se deben tener en cuenta dos factores importantes:

- Temperatura del motor.
- Distribución adecuada del aceite.

Lo que hace fluir el aceite es la bomba, la cual es de engranajes. Se pueden mencionar varias partes:

- **Rejilla de succión.** Es el lugar por donde la bomba aspira el aceite del cárter. Lleva una rejilla metálica que impide que entren en la bomba restos o impurezas que arrastre el aceite.
- **Eje motriz.** Va unido por un piñón al sistema de distribución del motor que hace funcionar la bomba. Arrastra una bomba de piñones que aspira por el colador de succión y envía el aceite por la tubería de presión.
- **Tubería de presión.** Es la que lleva la presión de aceite al motor.
- **Válvula reguladora de presión.** Su misión es limitar la presión máxima de aceite en el motor. Cuando el aceite está muy frío y viscoso, se puede producir una

sobrepresión en las líneas de aceite que podría afectar algún componente del motor.

- **Válvula del enfriador.** Cuando se arranca un motor en frío el enfriador de aceite, debido a la cantidad de aceite que contiene, provoca un aumento del tiempo necesario para que el circuito consiga su presión nominal, con esta válvula conseguimos que el aceite no pase por el enfriador mientras el aceite no alcanza una cierta temperatura.
- **Filtro de aceite.** Es e encargado de quitar las impurezas que el aceite arrastra en su recorrido a través del motor.
- **Válvula de derivación del filtro.** Cuando el filtro esta muy sucio provoca una restricción de aceite en el circuito que podría dar lugar a una falta de lubricación en el motor. Esta válvula evita el paso de aceite por el filtro en el caso de que este se ensucie demasiado.
- **Válvula de lubricación del turbo.** El turbo necesita lubricación de aceite cuando el motor comienza a girar por lo que, para que no se deteriore, la válvula de derivación que lleva en su circuito le da prioridad en el sistema de lubricación.
- **Engrase del cigüeñal.** El cigüeñal recibe aceite por los cojinetes de bancada que viene de las líneas de aceite de la bomba a través del bloque del motor, parte de este aceite lubrica los cojinetes de bancada y luego se cae al cárter y otra parte se va por el interior del cigüeñal al cojinete de biela para lubricarlo.
- **Engrase de pistones y camisas.**
- **Engrase del árbol de levas y eje balancines.** Pueden ser lubricados por salpicadura de aceite o bien tener un conducto interno que va repartiendo el aceite en cada uno de los cojinetes de apoyo.

- **Respiradero del cárter.** Es un filtro que deja escapar al exterior una pequeña cantidad de gases de combustión que se fuga a través de los pistones.
- **Varilla de nivel.** Sirve para comprobar el nivel de aceite en el cárter del motor.

## 6.2 SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.

Consta de una bomba de circulación, el fluido refrigerante, por lo general agua o agua más producto químico (refrigerante) para cambiar ciertas propiedades del agua pura, un termostato, un radiador o intercambiador de calor según el motor, un ventilador o u otro medio de circulación de aire y conductos rígidos y flexibles para efectuar las conexiones de los componentes.

La bomba de recirculación de agua toma el refrigerante del radiador, que repone su nivel del depósito auxiliar, y lo impulsa al interior del motor refrigerando todas aquellas partes más expuestas al calor, puede incluir refrigerar el múltiple de admisión, camisas, culatas o tapa de cilindro, radiador de aceite, pasa a través de uno o varios termostatos y regresa al radiador donde se enfría al circular por tubos pequeños de gran superficie de disipación, el intercambio de calor generalmente se realiza con el aire circundante el cual es forzado a través del radiador utilizando un ventilador que es accionado por el mismo motor.

Este sistema generalmente utiliza también un circuito auxiliar con otro fluido activo, por ejemplo el aceite del motor, el cual consta de otro radiador que intercambia calor con el

aire exterior y refrigera sobre todo aquellas partes internas del motor donde es difícil o imposible que pueda alcanzar otro fluido refrigerante (agua o aire).

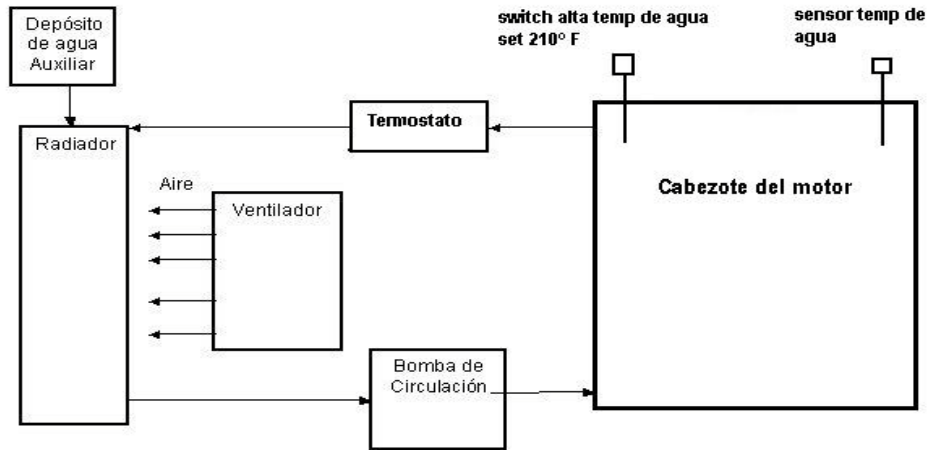
Para verificar que el sistema funciona bien, los motores disponen de uno o varios termómetros que indican en cada instante la temperatura del refrigerante en la parte del motor que se desea medir. La temperatura medida por los termómetros deben encontrarse en el rango de temperatura aceptado por el fabricante para las condiciones de funcionamiento del motor. Temperaturas anormales pueden indicar dos cosas:

- Hay una falla en el sistema de refrigeración, por ejemplo falta de fluido refrigerante
- Hay una falla o defecto en una parte o en todo el motor.

Para que este sistema funcione es primordial controlar periódicamente el correcto nivel del fluido refrigerante; controlar que los termostatos abran a la temperatura indicada por el fabricante; que el radiador esté libre de suciedad que se acumula y que obturen los canales de circulación de fluido y del aire por el exterior; que el accionamiento de la bomba de circulación esté en buen estado y esté funcionando correctamente.

Las fallas se detectan a tiempo si observamos los indicadores de temperatura, estando atentos a incrementos inusuales de la misma; por eso es aconsejable **instalar protecciones y/o alarmas que paren el motor por alta temperatura.**

**FIGURA # 25. ESQUEMA DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO**



**Fuente:** Franklin Narvaez  
**Elaborado por:** Franklin Narvaez

### 6.3 SISTEMA DE COMBUSTIBLE.

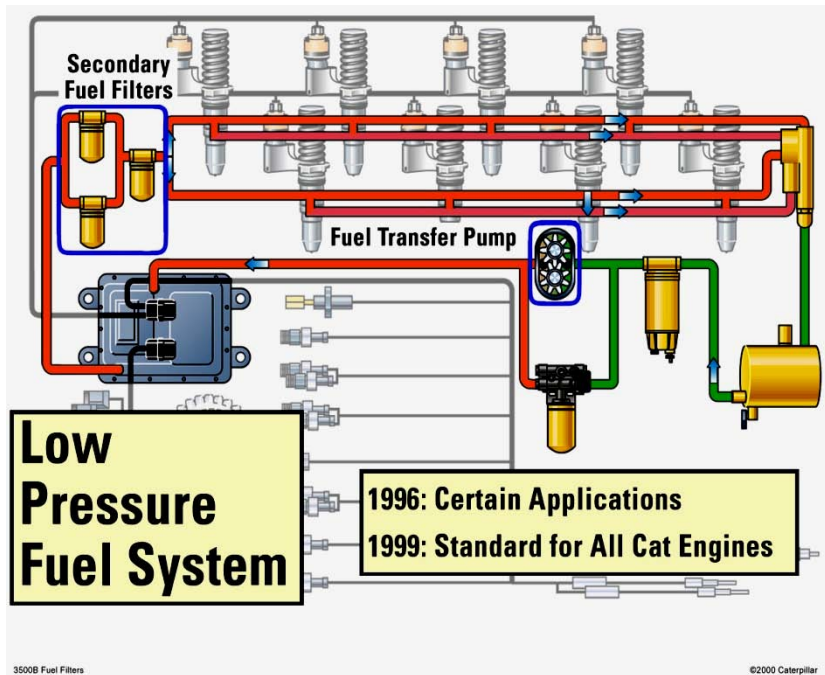
El sistema de combustible de un motor diesel tiene como misión el entregar la cantidad correcta de combustible limpio a su debido tiempo en la cámara de combustión del motor.

Los elementos que constituyen este sistema son:

- **Tanque de combustible:** Es el elemento donde se guarda el combustible para el gasto habitual del motor.
- **Líneas o cañerías de combustible.** Son las tuberías por donde circula el combustible en todo el circuito.

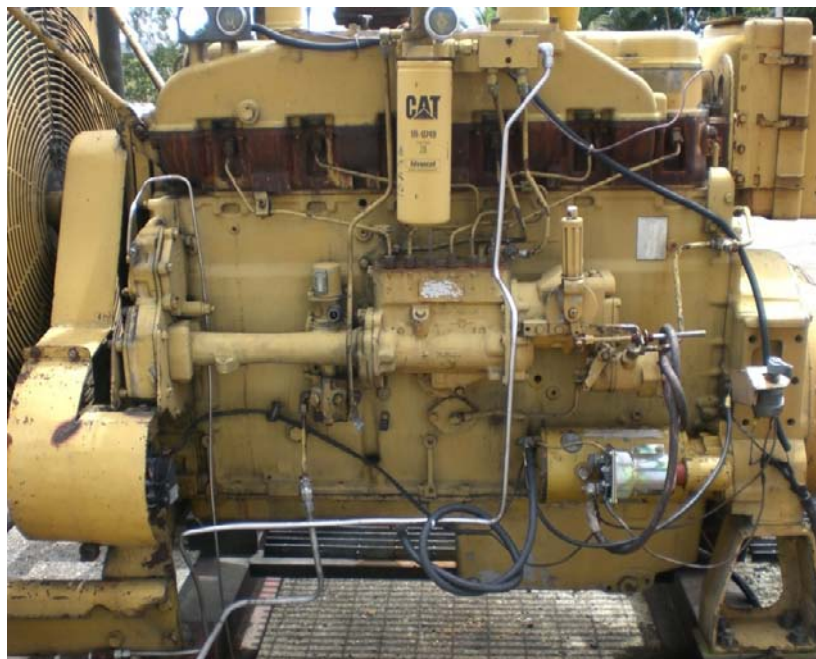
- **Filtro primario:** Generalmente se encuentra a la salida del depósito de combustible, suele ser de rejilla y solamente filtra impurezas gruesas.
- **Bomba de transferencia:** Movida por el motor, es la que presuriza el sistema hasta la bomba de inyección, puede ir montada en lugares distintos dependiendo del fabricante del motor.
- **Filtro primario:** Se puede usar generalmente como decantador de agua e impurezas más gruesas.
- **Bomba de cebado:** Sirve para purgar el sistema cuando se cambian los filtros o se desceban las tuberías. El cebado es manual.
- **Filtro secundario:** Es el principal filtro de combustible, tiene el paso más fino, por lo que generalmente es el que se tiene que cambiar más habitualmente.
- **Válvula de purga:** Va situada generalmente en el filtro secundario y sirve para purgar el sistema, es decir, expulsar el aire cuando se esta actuando sobre la bomba de cebado.
- **Válvula de derivación o retorno:** Sirve para hacer retornar al tanque de combustible el sobrante del mismo,
- **Bomba de inyección:** Es la que impulsa el combustible a cada cilindro con la presión adecuada para su pulverización en el cilindro. Hay muchos modelos y marcas de bombas de inyección.
- **Colector de la bomba de inyección:** Es la tubería que devuelve el sobrante de la bomba de inyección.
- **Inyectores:** Son los elementos que pulverizan el combustible en la pre cámara o cámara de combustión.

**FIGURA # 26. SISTEMA DE COMBUSTIBLE MOTOR CATERPILLAR**



Fuente: Caterpillar  
Elaborado por: Franklin Narvaez

**FIGURA # 27. MOTOR CATERPILLAR**



Fuente: Petroproducción  
Elaborado por: Franklin Narvaez

#### 6.4 VALVULA DE COMBUSTIBLE SOLENOIDE.

FIGURA # 28. BOBINA DE ELECTROVÁLVULA DE COMBUSTIBLE



Fuente: Petroproducción  
Elaborado por: Franklin Narvaez



## FIGURA # 29. SOLENOIDE



**Fuente:** Petroproducción  
**Elaborado por:** Franklin Narvaez

Esta electroválvula se encuentra montada en el regulador o governor de velocidad del motor. Esta constituido de un electroimán y un embolo que abre y cierra el paso de combustible del motor.

Conocida como SOLENOIDE, esta conformada por dos piezas principales que son:

- Bobina o Electroimán
- Embolo

La bobina trabaja con un voltaje de 24 VDC, cada vez que la bobina recibe el voltaje se energiza accionando el embolo hacia adentro de la bobina o electroimán.

Este componente corta el paso de combustible hacia la cámara de inyección del motor.

Esta válvula será el componente esencial o primordial dentro del sistema del conjunto motor-bomba, cuando ocurra un cambio en las variables de temperatura y presión y/o vibración los sensores correspondientes a cada variable enviarán una señal hacia el módulo TTDJ Ubicado en el tablero de control este a su vez envía la señal interna al relé de control de la válvula de combustible, el cual enviará una señal a la solenoide para que cierre el paso de combustible.

# CAPÍTULO VII

## CAPÍTULO VII

### 7. SENSORES DEL MOTOR.

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

- Parte mando y
- Parte operativa

**La Parte Operativa** es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores y los captadores como fotodiodos, finales de carrera.

**La Parte de Mando** suele ser un autómata programable (tecnología programada), aunque en años anteriores utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación automatizado el autómata programable está en el centro del sistema.

#### **Objetivos de la automatización**

- Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costos de operación y mejorando la calidad del producto.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos pesados e incrementando la seguridad.
- Mejorar la disponibilidad del producto, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.

- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- Integrar la gestión y producción.

Dentro del equipo de bombeo hidráulico vamos a encontrar sensores tanto en la bomba como en el motor los cuales sensaran la presión y temperatura de aceite y refrigerante (agua), estos sensores trabajaran automáticamente de acuerdo al cambio que sufran las variables de temperatura y presión durante el proceso para precautelar al personal y al equipo.

## **PRESIÓN**

La presión es una de las variables de proceso que más se utiliza en la industria en general y esta definida como la fuerza ejercida sobre una unidad de área,

$$\mathbf{P = F \times A}$$

Donde

P = presión

F = Fuerza

A = Área

Cuando se vierte un líquido en un tanque, este tomará la forma del recipiente y ejercerá una presión, la misma que estará determinada por la altura que tenga el nivel del líquido, la gravedad específica del líquido y la temperatura del líquido.

Un diafragma es un transductor mecánico de presión que se usa para detectar leves cambios en presión. Un diafragma es un disco que se expone a un proceso. Entonces se ejerce presión del proceso sobre una área grande relativamente, este instrumento es más

sensible a pequeños cambios de presión. Se basa este principio en la ecuación de la presión básica,  $P= F/A$ . Si se ejerce una presión pequeña encima de un área grande, la fuerza será relativamente grande, y causará la flexibilidad del diafragma. Un aparato mecánico, tal como un pasador, varilla o barra, se conecta usualmente al diafragma para que la cantidad de flexibilidad se pueda medir para determinar la cantidad de presión ejercida.

Los transductores electromecánicos convierten el movimiento producido por sensores mecánicos en señales eléctricas. Hay muchos diseños diferentes de transductores eléctricos de presión. Estos aparatos son usados extensamente para supervisar y controlar la presión de los procesos.

### **7.1 SENSOR DE TEMPERATURA DE AGUA.**

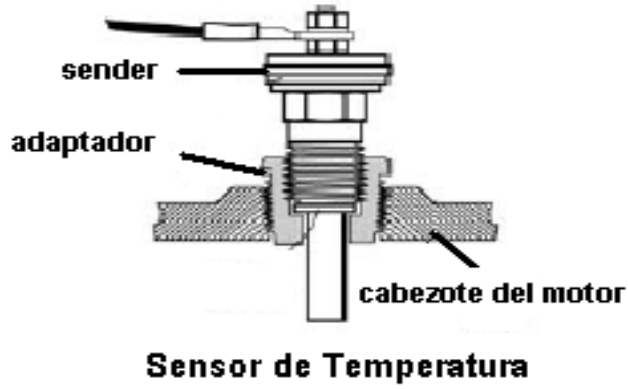
Este sensor se encuentra instalado en el cabezote del motor se encuentra en contacto directo con el refrigerante que circula en el cabezote del motor, es un sensor del tipo resistivo su resistencia interna varía según cambia la temperatura del refrigerante. Este sensor trabaja en conjunto con un manómetro el cual se encuentra instalado en la parte frontal del tablero de control de control, este manómetro registra los cambios de temperatura de refrigerante del motor.

La temperatura de refrigerante debe ser de 185F con el motor a plena carga.

De igual manera este manómetro posee un contacto normalmente abierto internamente, el cual se cierra cuando la temperatura de refrigerante se eleva a 225F, enviando una señal eléctrica a un relé el cual a su vez envía una señal a la válvula solenoide la cual energiza la bobina de la válvula y corta el paso de combustible.

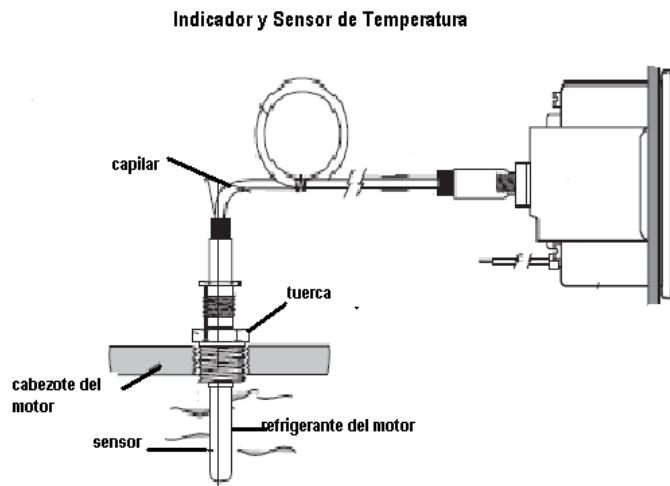
De esta manera el motor se apaga protegiendo la integridad del personal y del equipo.

**FIGURA # 30. SENSOR DE TEMPERATURA**



Fuente: Manual Murphy  
Elaborado por: Franklin Narvaez

**FIGURA # 31. SENSOR E INDICADOR DE TEMPERATURA**

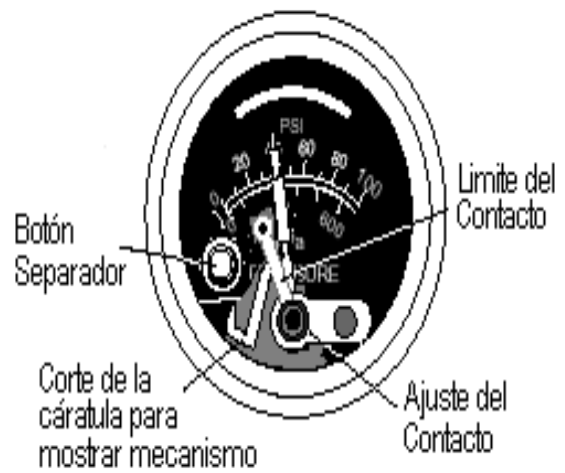
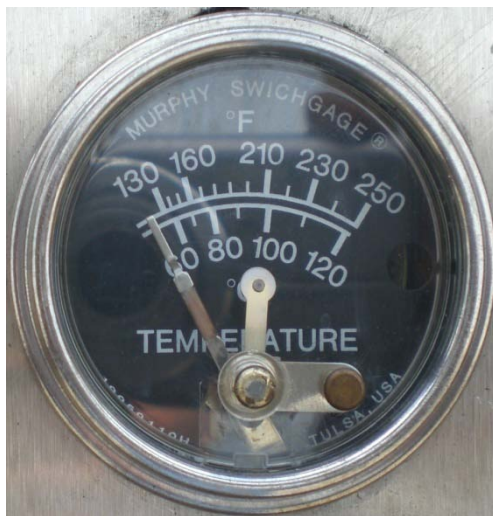


Fuente: Manual Murphy  
Elaborado por: Franklin Narvaez

El contacto bajo de limite SWICHGAGE puede ser desviado en arranque presionando este botón opcional de cierre. Este botón mantiene lejos la aguja del contacto de paro

mientras el motor arranca. El cierre se desengancha automáticamente en presión ascendente

**FIGURA # 32. INDICADOR DE TEMPERATURA**



**Fuente:** Manual Murphy - Petroproduccion  
**Elaborado por:** Franklin Narvaez



### 7.1.1 SWITCH DE ALTA TEMPERATURA DE AGUA.

**FIGURA # 33. SWITCH DE TEMPERATURA**



**Fuente:** Petroproduccion  
**Elaborado por:** Franklin Narvaez

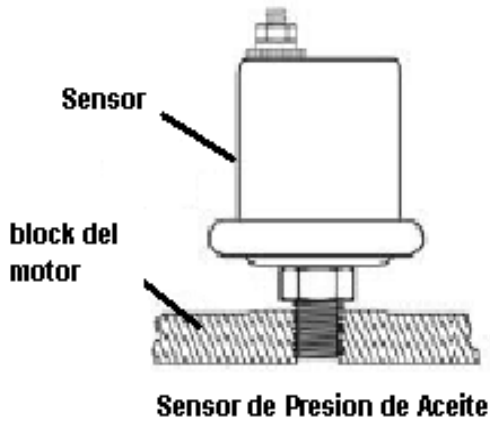
Este switch está instalado en el cabezote o culata del motor, es el encargado de cerrar el contacto eléctrico, cuando la variable de temperatura de refrigerante del motor cambie.

Este contacto envía una señal eléctrica hacia el el modulo TTDJ que esta ubicado en el tablero de control del operador, una vez que recibe la señal internamente en el modulo TTDJ se activa un relé el cual envía una señal a la válvula de combustible o solenoide para que corte el paso de combustible del motor.

Cabe señalar que esta acción ocurrirá cuando la temperatura del refrigerante del motor alcanza 225F, ya que el sensor viene calibrado de fábrica con este ajuste.

La punta o la parte que está en contacto con el refrigerante es un bimetetal que cambia de estado cuando la temperatura aumenta.

**FIGURA # 34. SENSOR DE PRESION DE ACEITE**



Fuente: Manual murphy  
Elaborado por: Franklin Narvaez

---

Este sensor se encuentra ubicado en el block del motor, es el encargado de sensar la presión de aceite constantemente en el motor, envía la señal al tablero de control del operador don de se encuentra un manómetro de aceite, el manómetro y el aceite trabajan en conjunto para verificar la presión de aceite del motor.

---

Cabe señalar que este dispositivo solamente envía la señal de presión como visualización del operador pero no actuara como un

**FIGURA # 35. SENSOR DE PRESIÓN DE ACEITE**



Fuente: Petroproduccion  
Elaborado por: Franklin Narvaez

---

El switch de presión de aceite, es un dispositivo que posee internamente un interruptor con dos contactos, uno NORMALMENTE ABIERTO Y UNO NORMALMENTE CERRADO Y COMUN.

---

Estos contactos cambiaran de estado eléctrico según actúa la variable de aceite del motor. La presión normal del sistema de refrigeración es de 60 a -70 psi, este switch cambiara de estado eléctrico cuando la presión baje a 30 psi, cerrara el contacto normalmente abierto, para enviar la señal hacia el modulo TTDJ que se encuentra en el tablero del operador, para luego enviar la señal o la orden para energizar la electroválvula de combustible

---

Solenoide y así apagar el motor por baja

## 7.2.1 SWITCH DE BAJA PRESIÓN DE ACEITE.

FIGURA # 36. SWITCH DE PRESIÓN ACEITE



### Pressure Switches

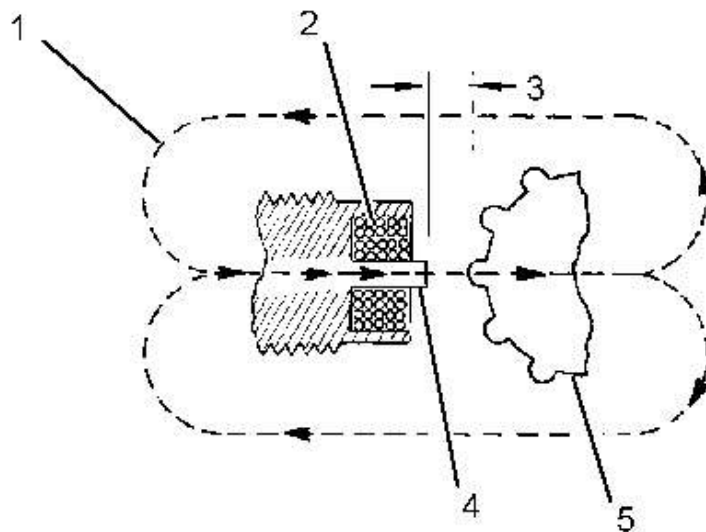
For use with engine oil pressure sensing or any application requiring setting switches.

ITEM	SWITCHING POINT		CONTACTS AT 0 kPa	PORT FITTING	ELECTRICAL CONNECTOR	PART NUMBER
	(psi)	(kPa)				
Pressure Switch	5.5 ± 3	37.9 ± 21	Open	1/4 NPTF	#8 Screws	3E-2025
Pressure Switch	10.0 ± 3	68.9 ± 21	Open	1/8 NPTF	#8 Screws	107-0611
Pressure Switch	10.0 ± 3	68.9 ± 21	Closed	1/8 NPTF	#8 Screws	107-0616
Pressure Switch	10.0 ± 3	68.9 ± 21	Open	1/4 NPTF	#8 Screws	107-0612
Pressure Switch	10.0 ± 3	68.9 ± 21	Open	3/16 UNF	Sure Seal	6T-4849
Pressure Switch	18.0 ± 3	124.0 ± 21	Open and Closed	3/16 UNF	Sure Seal	6T-6652
Pressure Switch	30.0 ± 4	207.0 ± 28	Open and Closed	3/16 UNF	Sure Seal	6T-6651
Pressure Switch	40.0 ± 4	276.0 ± 28	Open and Closed	3/16 UNF	Sure Seal	6T-6653

Fuente: Caterpillar

Elaborado por: Franklin Narvaez

**FIGURA # 37. DIAGRAMA DEL SENSOR DE VELOCIDAD DEL MOTOR**



**Fuente:** Caterpillar  
**Elaborado por:** Franklin Narvaez

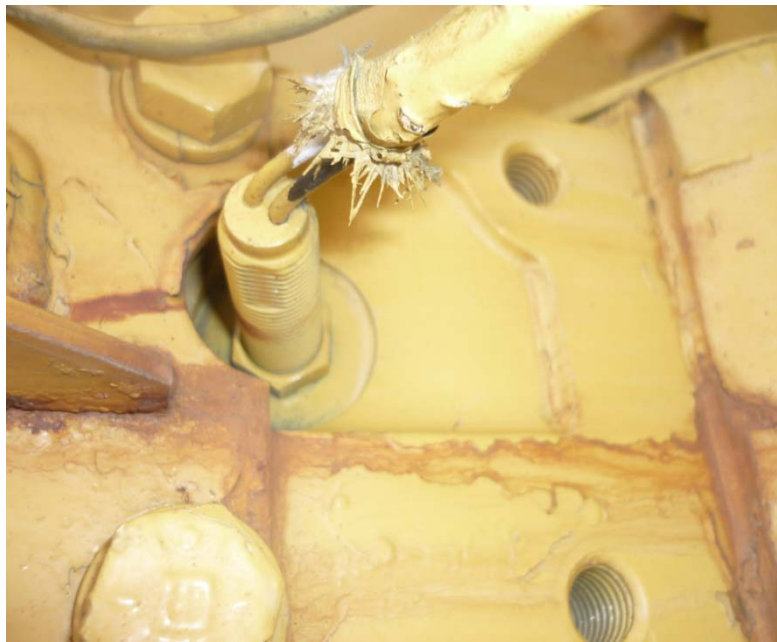
- (1) Líneas de fuerza magnética
- (2) Bobinas
- (3) Entrehierro
- (4) Pieza polar
- (5) Corona del volante

El sensor de velocidad del motor es un generador de imán permanente. Este sensor tiene un solo polo. El sensor de velocidad del motor está compuesto por bobinas (2). Las bobinas están arrolladas en una pieza polar del imán permanente (4).

A medida que los dientes de la corona del volante (5) cortan las líneas de fuerza magnética (1) generadas por el imán permanente, se genera un voltaje de corriente

alterna en las bobinas (2). La frecuencia de este voltaje es directamente proporcional a la velocidad del motor.

**FIGURA # 38. SENSOR DE VELOCIDAD**



**Fuente:** Petroproduccion  
**Elaborado por:** Franklin Narvaez

# CAPÍTULO VIII

## **CAPÍTULO VIII**

### **8. SENSORES DE LA BOMBA.**

Se controlan electrónicamente las alarmas y las paradas. La operación de todas las alarmas y las paradas utilizan componentes accionados por una unidad sensora. Las alarmas y las paradas se fijan a temperaturas, presiones o velocidades fundamentales de operación para proteger el motor contra daños.

Las alarmas funcionan para advertir al operador de que está ocurriendo una situación anormal de operación. Las paradas funcionan para apagar el motor cuando ocurre una situación anormal importante de operación. Las paradas evitan que se dañe el equipo.

Nivel es la posición donde varios productos o fluidos hacen contacto y presentan una fase de contacto, que pueden ser, la fase líquido - gas, sólido - gas o líquido – líquido.

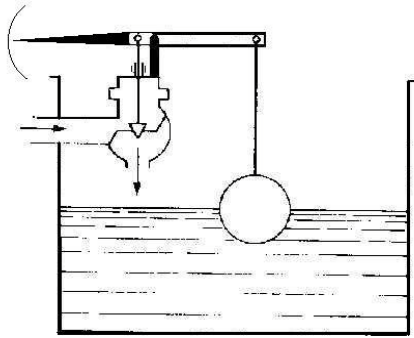
Nivel es simplemente una medida de altura y define la posición de la interfase.

### **MEDICIÓN DIRECTA DE NIVEL.**

Este método emplea propiedades físicas como el burbujeo, fluidos en movimiento y flotación.

Para medir directamente el nivel se supervisa la posición de la interfase visualmente a través de un vidrio, flotadores. No se requiere compensadores de la temperatura y presentan siempre el nivel real de la interfase.

### FIGURA # 39. INSTRUMENTOS DE NIVEL



MEDICION DE NIVEL DIRECTA

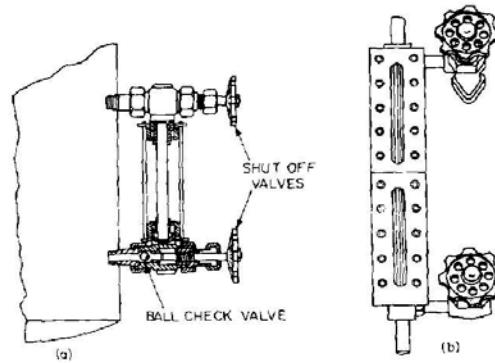


Fig. 11. Gauge glasses: (a) Detail of a typical type of column, (b) reflex type.

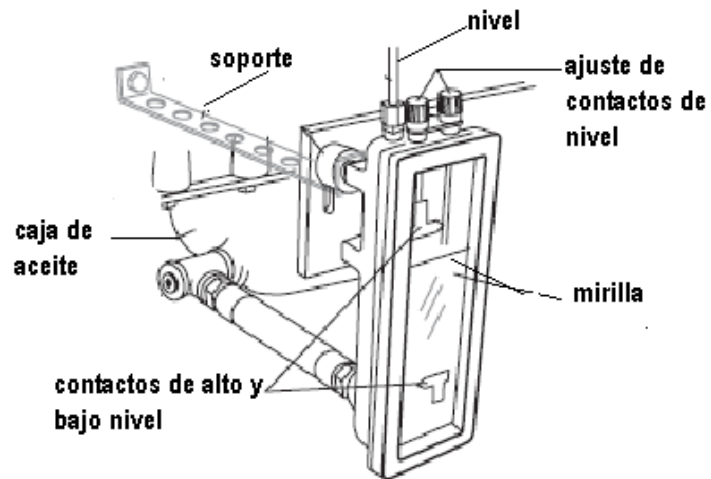
Fuente: ITSICA  
Elaborado por: Franklin Narvaez

La medida de nivel es posible por su simplicidad relativa comparada con otros sistemas de medición. El nivel es simplemente la altura, mientras que la temperatura es la medida de la actividad molecular del fluido y casi siempre requiere de otras medidas adicionales. La presión en una medida de fuerza por área, el flujo volumen por unidad de tiempo. El nivel medido en forma directa solo muestra la interfase real.



## 8.1 SWITCH DE BAJA NIVEL DE ACEITE.

FIGURA # 40. INDICADORES DE NIVEL



Fuente:Manual Murphy  
Elaborado por: Franklin Narvaez

## 8.2 SWITCH DE ALTA Y BAJA PRESIÓN DE SUCCIÓN.

**FIGURA # 41. SWITCH DE ALTA Y BAJA SUCCIÓN DE PRESIÓN DE LA BOMBA**



**Fuente:** Petroproduccion  
**Elaborado por:** Franklin Narvaez

Este switch está instalado en tablero de control del operador, este indicador y a la vez switch de alta y baja presión de succión de la bomba quintuplex, es el encargado de registrar la presión de sección de la bomba quintuplex, es decir registrara el fluido motriz que ingresa a la bomba.

La presión normal de operación está entre los 30 a 60 psi, el fluido que ingresa a la bomba es agua proveniente del separador de producción, estas presiones son críticas ya que determinan el desempeño de la bomba para la extracción del crudo.

A su vez este indicador posee dos contactos eléctricos **uno de alta presión y uno de baja presión** que pueden ser calibrados por el operador, estos contactos cuando se cierran envían una señal eléctrica hacia el modulo TTDJ que se encuentra en el tablero del operador, esta señal es procesada o interpretada por el TTDJ el cual cierra internamente un contacto eléctrico el cual enviara un voltaje de 24 VDC para que la electroválvula se energice y corte el paso de combustible y apagara el motor por una baja o alta succión de presión de la bomba quintuplex, de esta manera se salvaguarda el equipo y al personal.

### 8.3 SWITCH DE ALTA Y BAJA PRESIÓN DE DESCARGA.

**FIGURA # 42. SWITCH DE ALTA Y BAJA PRESIÓN DE DESCARGA**



**Fuente:**Petroproduccion  
**Elaborado por:** Franklin Narvaez

Es el instrumento de mayor importancia dentro del conjunto motor-bomba, ya que este controlara e indicara la mayor presión que se presenta en la bomba, la presión de descarga la presión de operación oscila entre los 2500 -4000 psi, vemos que es una presión importante.

Esta es la presión de descarga que entrega la bomba quimultiplex a la bomba jet en el fondo para extraer el crudo o petróleo.

Este switch al igual que el de presión de succión que vimos anteriormente, posee dos contactos eléctricos normalmente abiertos los cuales son calibrados por el operador tanto para baja presión de descarga como para alta presión de descarga.

Cuando la presión de descarga se eleva o baja del parámetro de operación, se cierra bien sea el contacto de alta presión o baja presión de descarga enviando una señal al TTDJ el cual se encuentra en el panel del operador, el TTDJ analiza la señal y envía a cerrar un contacto interno para enviar 24VDC a la electroválvula de combustible y así apagar el equipo.

#### 8.4 SWITCH DE ALTA VIBRACIÓN.

**FIGURA # 43. SENSOR DE VIBRACIÓN**



**Fuente:** Manual Murphy  
**Elaborado por:** Franklin Narvaez

Este dispositivo está ubicado tanto en el motor como en la bomba, será el encargado de indicar que el motor o la bomba tienen alta vibración, su funcionamiento se basa en un imán que tiene sensibilidad la cual puede ser calibrada.

Cuando existe una alta vibración ya sea del motor o de la bomba, el imán cierra un contacto normalmente abierto, este a su vez envía la señal al TTDJ ubicado en el tablero de control del operador, el cual capta la señal, y a su vez este envía una señal de voltaje para que se energice la electroválvula y cierre el paso de combustible para que se apague el motor.

De esta manera se precautela al equipo, mientras los técnicos especialistas de análisis de vibraciones hagan mediciones y corrijan la falla de vibración del equipo.

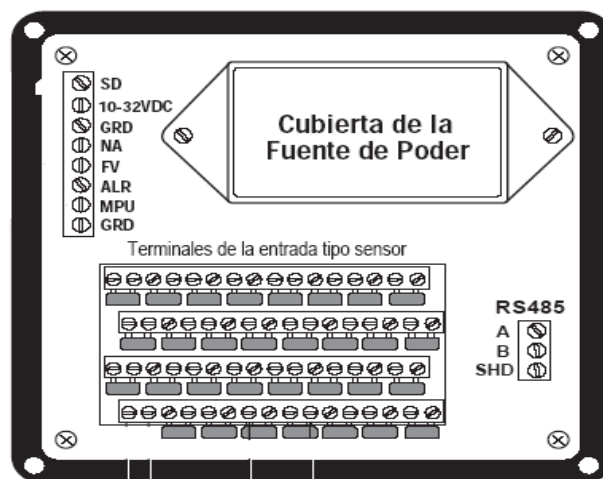
**“Cabe señalar que la electroválvula de combustible se energiza por 20 segundos mediante un timer interno del TTADJ, después de este tiempo la electroválvula se desenergiza, pero el motor ya se encuentra apagado”**

# CAPÍTULO IX

## CAPÍTULO IX

### 9. CONTROL DIGITAL DE 16 ENTRADAS.

FIGURA # 44. MODULO TTDJ VISTA FRONTAL Y POSTERIOR



Fuente: Manual TTDJ

Elaborado por: Franklin Narvaez

**Modelo TTDJ-DC:** 10- 32VCD, 500 mW máx.

**Entradas Sensoras:** 32 interruptores pasivos N.A. o N.C.

**Entradas 1-16:** Configurables como Paro o Alarma antes del Paro Clase “A”, “B1”, “B2” o “C”.

**Entradas 17-28:** Dedicadas para Paros Clase “A”.

**Entrada 29:** Configurable como Clase “A” o Clase “ESD”:

**Entrada 30:** Seleccionable como Restablecimiento Remoto o Clase “A”.

**Entrada 31:** Bloqueo Remoto o Clase “A”; inhibe a los Temporizadores de Bloqueo Clase “B1 y B2”.

**Entrada 32:** Clase “ESD” anula el Temporizador de Prueba, usado típicamente para paro de emergencia.

**Salidas:** 0.5 A @ 350 VCD.

**Selección de Salidas:** Aterrizar ignición inmediatamente o disparo de la válvula de combustible y aterrizar ignición después de un retardo de tiempo.

**Comunicaciones:** Puerto serial RS485, Modbus RTU esclavo (mod. TTDJ-DC).

**Temperatura de Operación:** -40 a 185°F (-40 a 85°C).

**Temperatura de Almacenaje:** -40 a 185°F (-40 a 85°C).

**Rango de Monitoreo del Sensor:** Dentro de 1 segundo.

**Temporizador B1 de Arranque/Operación:** Ajustable, 0 - 5 minutos.

**Temporizador B2 de Arranque/Operación:** Ajustable, 0 - 9:59 minutos.

**Ajuste de Sobrevelocidad:** 0 - 9999 rpm.

**Ajuste de Baja Velocidad:** 0 - 5000 rpm.

**Sensor Magnético:** 5 - 120 Vrms, 0-10 kHz.

**Energía de Respaldo 00005125 (solo versiones -IGN):** 6 VCD, 1300 mAh, batería de litio.

**Exactitud del Tacómetro:** +0.5% de la lectura de la pantalla o +1 RPM, lo que sea más grande.



**Rango del Horómetro:** 0 a 65535 hrs.

**Exactitud del Horómetro:** +15 minutos por año.

## **9.1 INTRODUCCIÓN AL TTDJ.**

### **Descripción**

El TTDJ es un anunciador de falla de estado sólido y un sistema de control de paro, diseñado para proteger equipos de motores y compresores.

El **TTDJ-D** esta energizado por sistemas de 12 o 24 VCD sin tacómetro y sensor de sobre velocidad. Incluye puerto serial RS485.

El TTDJ acepta 32 entradas de sensor desde sensores normalmente abiertos y/o cerrados. Cada una de las primeras 16 entradas puede ser configuradas para Paro o Alarma antes del Paro, y pueden ser bloqueadas por uno de los dos Temporizadores de Arranque Marcha (B1:0-5 min.; B2:0-9:59 min.), o configuradas como Clase C. El anunciador proveerá el cierre de la válvula de combustible y aterrizado de la ignición después de un retardo de tiempo.

El TTDJ tiene Medidores de Tiempo Transcurrido. Las Horas trabajadas y ajustes del Tacómetro se almacenan en una memoria no volátil, así como los últimos 4 paros y una alarma (la alarma solo se almacena si está activa al momento del paro)

La pantalla de cristal líquido del TTDJ anuncia cualquier falla de las entradas de los sensores, despliega la velocidad y el tiempo transcurrido del motor.

Otra característica del TTDJ es el Modo de Prueba para probar los circuitos sensores sin parar, batería de respaldo para retener desplegada la falla después de un paro y un

historial de los últimos 4 paros con sus respectivas horas de operación, también almacenadas en una memoria no volátil.

La pantalla de cristal líquido provee secuencialmente una condición de paro/alarma, horas trabajadas, rpm's e información del temporizador. Una condición de paro o alarma es indicada por medio del número del sensor apropiado en los dos primeros dígitos izquierdos. El despliegue de las horas usa todos los dígitos. El despliegue de las RPM se muestra en los dígitos de la derecha con un indicador de marcha en el primer dígito.

La pantalla del temporizador muestra el número del temporizador en el primer dígito y el tiempo en los últimos tres dígitos.

Los temporizadores activos se indican por el número del temporizador en el primer dígito de la pantalla y el tiempo restante en los últimos tres dígitos.

Temporizador 1= Clase "B1", Temporizador 2= Clase "B2", Temporizador 3= Prueba, Temporizador 4= Retardo de aterrizado de la Ignición.

Las entradas y salidas de control y energía del TTDJ están conectadas al block de terminales de entradas de energía en la parte posterior del TTDJ.

En el TTDJ-IGN y TTDJ-IGN-T la salida FV+ es una salida no-conmutada que suministra energía almacenada desde un capacitor interno. Las salidas -FV y de ALARMA son salidas no reversible conmutadas (conmutadas OFF para una operación normal, conmutadas ON para alarma y paro).

Cuando se detecta un paro, las salidas -FV y ALARMA se encienden y después de un retardo de tiempo, la entrada IGN se conecta a tierra.

En los modelos TTDJ-DC y TTDJ-DC-T las salidas IGN, FV, y ALARMA están programadas para conmutar a ON para una operación normal.

Se puede conectar hasta 32 entradas de sensores tipo contacto seco o salidas tipo transistor de dispositivos Murphy a la parte posterior del TTDJ por medio de un block de terminales (32 pares, tipo tornillo, cada una con un puente). Las entradas de sensores 1 al 16 son configurables como funciones de Clase "A", Clase "B1", Clase "B2" o Clase "C", para Paro o Alarma Antes del Paro \*.

Los temporizadores de la Clase "B" permiten a la entrada del sensor bloquearse en el arranque. Las entradas de sensores configuradas para Alarma Únicamente provocarán que se active la Salida de Alarma cuando se dispare, y el número de sensor se anunciará mientras la unidad continua en marcha. Las entradas de sensores del 17 al 28 del TTDJ están dedicadas como

Paro únicamente Clase "A". La entrada del sensor 29 puede ser configurada como entrada Clase "A" o Clase "ESD".

La entrada del sensor 32 esta dedicada como Clase "ESD". Las entradas de los sensores 30 & 31 pueden tener funciones especiales o ser Clase "A". Cualquier sensor disparado es detectado 1 segundo después de la falla.

## **9.2 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.**

El TTDJ es un modulo electrónico que es usado en maquinarias como motores, bombas, compresores en la industria.

El principio de funcionamiento del TTDJ se basa en la captación señales que recibe el modulo, es decir los sensores instalados en este caso en el motor recibirán cambios de las variables de temperatura, presión, velocidad, nivel este modulo compara las señales

recibidas con los setpoints, si una variable se desvía hacia el setpoint este enviara una señal hacia la electroválvula de combustible, la cual se energizara para cortar el paso de combustible y posteriormente apagar el motor.

Cabe señalar que, internamente el modulo TTDJ posee relés de tiempo para cada señal que maneja. Los tiempos de los relés van de 0 a 25 segundos que se pueden setiar.

Las alarmas y dispositivos de parada deben funcionar apropiadamente. Las alarmas proporcionan una advertencia al operador. Los dispositivos de parada ayudan a evitar daño al motor. Es imposible determinar si los dispositivos de protección del motor están en buen estado de funcionamiento durante la operación normal. Para probar los dispositivos de protección del motor los desperfectos se deben simular. Una comprobación de la calibración de los dispositivos de protección del motor asegurará que las alarmas y dispositivos de parada se activen en los puntos establecidos.

### **9.3 APLICACIÓN A LA UNIDAD DE BOMBEO.**

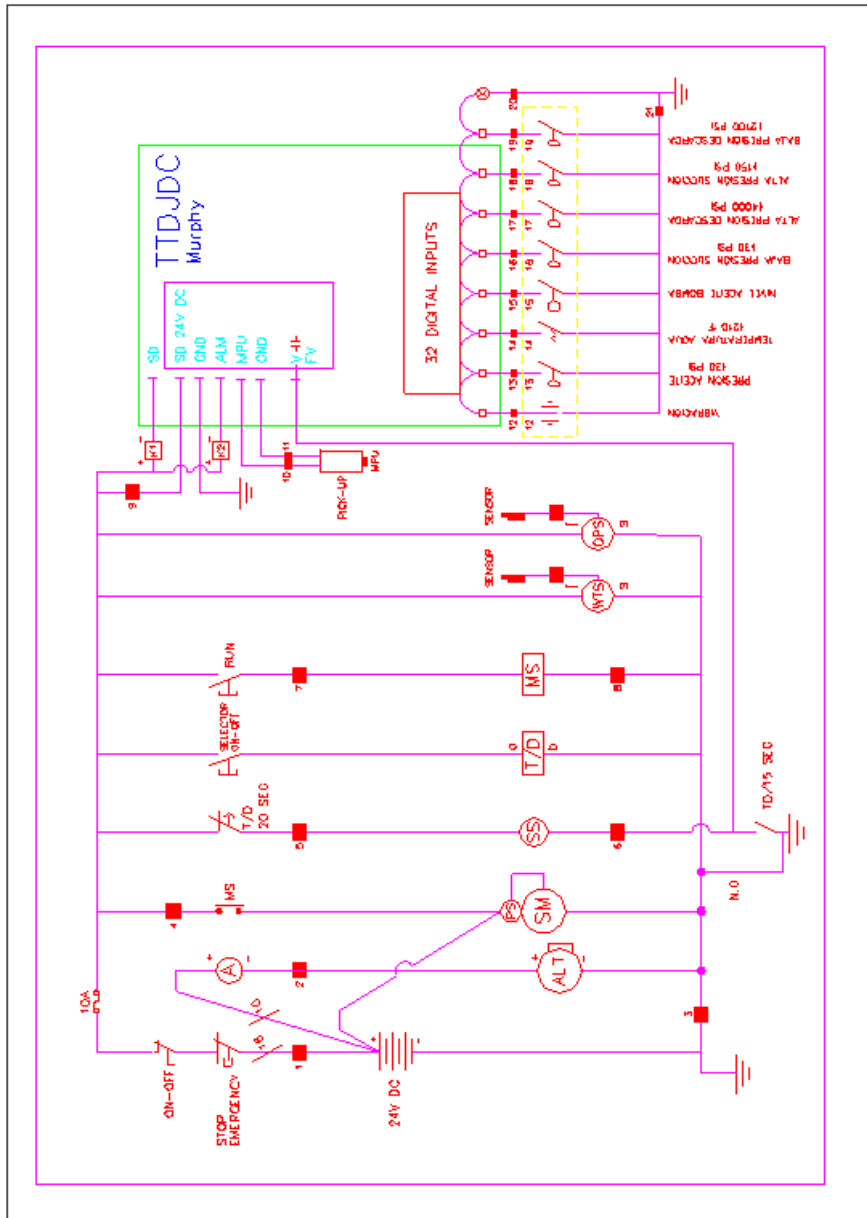
El TTDJ es aplicado a la unidad de bombeo hidráulico en conjunto, tanto al motor como a la bomba para protección del personal involucrado en la operación del equipo, para precautelar el equipo por alta presión de descarga, baja succión, alta temperatura del refrigerante del motor, baja presión de aceite del motor, sobre velocidad del motor.

# CAPÍTULO X

## CAPÍTULO X

### 10. DISEÑO DE DIAGRAMA DE CONTROL ELECTRICO.

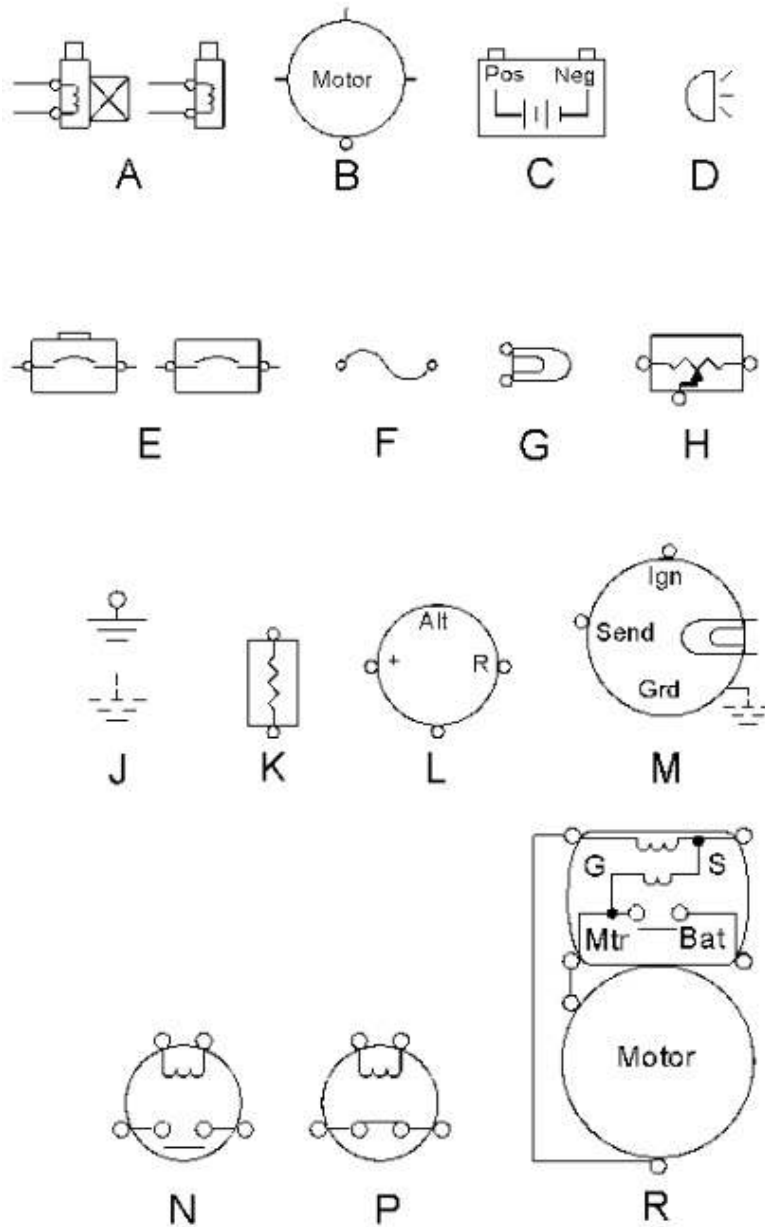
**FIGURA # 45. DIAGRAMA ELECTRICO**



**Fuente:** Franklin Narvaez  
**Elaborado por:** Franklin Narvaez

## 10.1 SIMBOLOGIA ELECTRICA.

FIGURA # 46. SIMBOLOGIA



Fuente: Caterpillar  
 Elaborado por: Franklin Narvaez

# CAPÍTULO XI



## CAPÍTULO XI

### 11. FUNCIONAMIENTO.

El modulo electrónico TTDJ está diseñado para trabajar con un voltaje de 24VDC, suministrado por las baterías, todas las señales tanto del motor como de la bomba ingresan al TTDJ, el sensor de presión de aceite del motor, el sensor de temperatura del refrigerante del motor, el sensor de velocidad del motor. De la bomba el switch de alta vibración de la bomba, switch de alta y baja presión de succión, switch de alta y baja presión de descarga, nivel de aceite del a bomba.

Todas estas señales estarán o llegaran al modulo TTDJ cuando exista una variación en las variables de presión o temperatura.

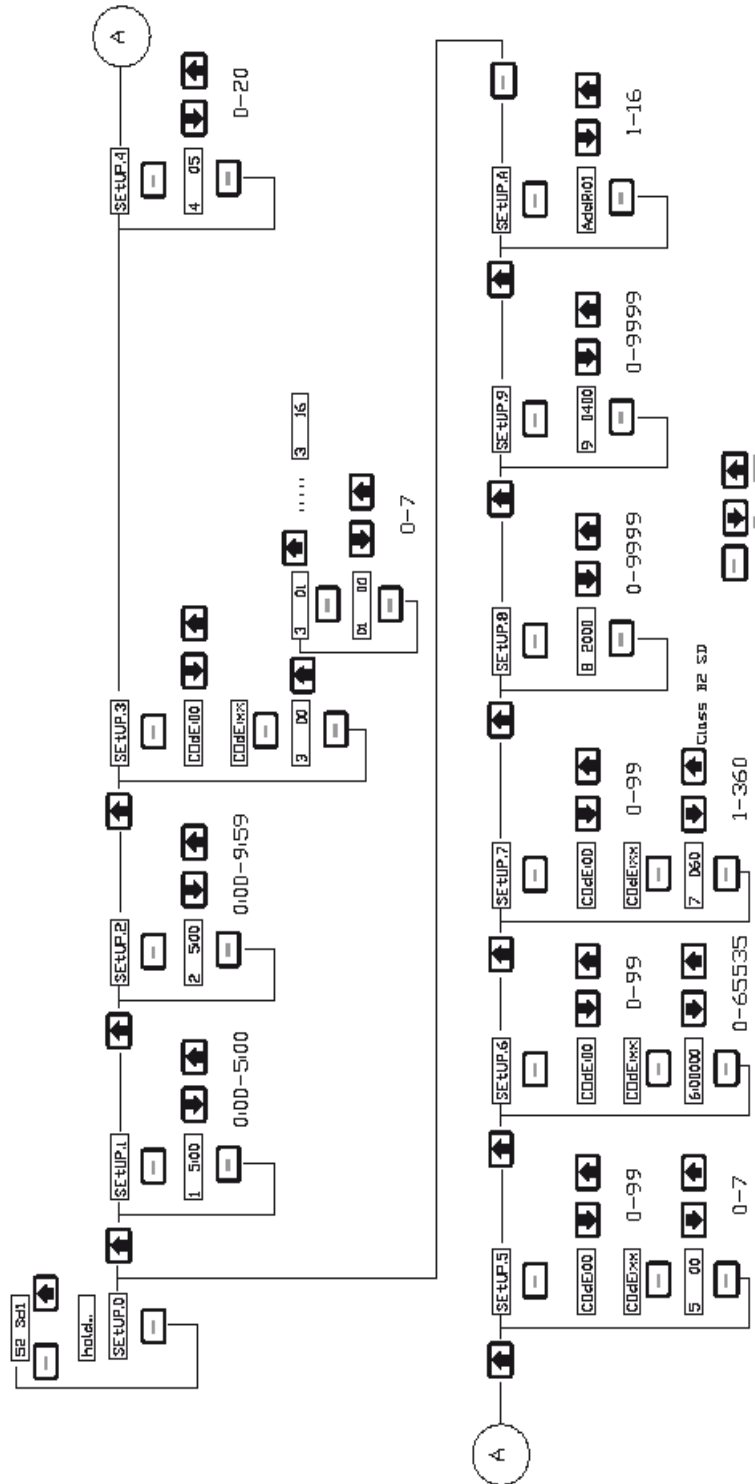
A su vez el modulo electrónico TTDJ comandara la electroválvula de combustible es decir cortara o suministrara el paso de voltaje cuando se presente un cambio drástico en las variables ya sea de presión o de temperatura registrados por los sensores de la unidad de bombeo hidráulico.

Cabe mencionar que el TTDJ posee unos contadores internos para cada entrada o señal, al igual que para la salida de la bobina de combustible.

El módulo de control electrónico TTDJ es un equipo que se puede utilizar en diversas aplicaciones, posee un reloj interno, donde se registran las horas de funcionamiento de la máquina para poder realizar los mantenimientos periódicos.

## 11.1 PROGRAMACIÓN DEL EQUIPO.

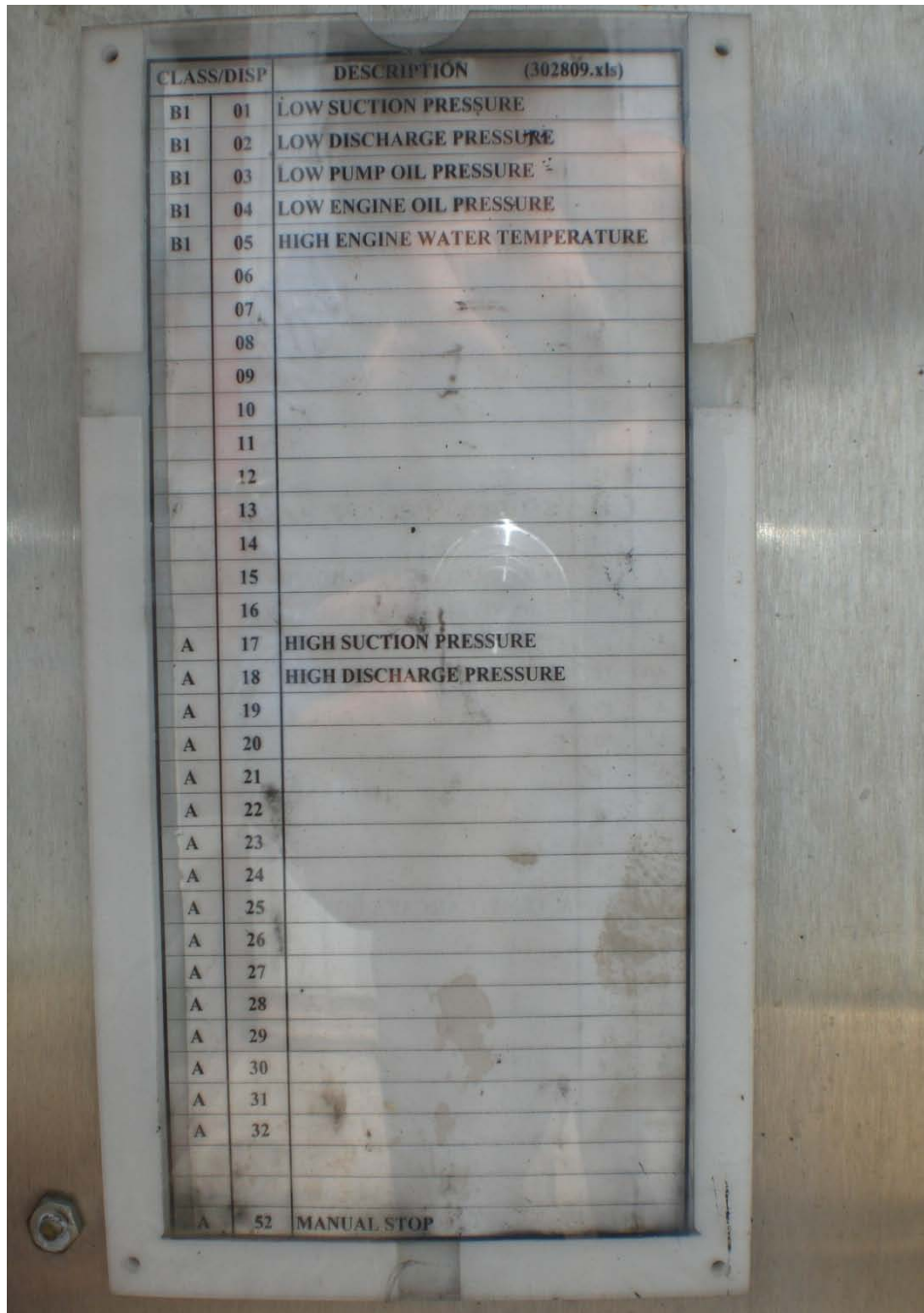
FIGURA # 47. PROGRAMACIÓN DEL EQUIPO



Fuente: Manual TTDJ  
 Elaborado por: Franklin Narvaez

## 11.2 ALARMAS DEL TTDJ.

FIGURA # 48. ALARMAS



CLASS/DISP		DESCRIPTION (302809.xls)
B1	01	LOW SUCTION PRESSURE
B1	02	LOW DISCHARGE PRESSURE
B1	03	LOW PUMP OIL PRESSURE
B1	04	LOW ENGINE OIL PRESSURE
B1	05	HIGH ENGINE WATER TEMPERATURE
	06	
	07	
	08	
	09	
	10	
	11	
	12	
	13	
	14	
	15	
	16	
A	17	HIGH SUCTION PRESSURE
A	18	HIGH DISCHARGE PRESSURE
A	19	
A	20	
A	21	
A	22	
A	23	
A	24	
A	25	
A	26	
A	27	
A	28	
A	29	
A	30	
A	31	
A	32	
A	52	MANUAL STOP

Fuente: Petroproduccion  
Elaborado por: Franklin Narvaez

## **CONCLUSIONES.**

- ✓ Los equipos de superficie para bombeo hidráulico conforman un 20% de todos los sistemas de bombeo en el campo Tipishca.
- ✓ El sistema de bombeo hidráulico es altamente utilizado para la extracción de crudo en esta zona, por la empresa Estatal de Petróleos (Petroecuador)
- ✓ Actualmente se posee en la estación Cuyabeno 7 bombas quintuplex, acopladas a motores Caterpillar.
- ✓ Las bombas según fabricante poseen un tiempo de vida útil de 30 años, aquí en Cuyabeno las bombas poseen un poco mas allá de los 30 años.
- ✓ Las facilidades de producción de los campos Cuyabeno – Tipishca no poseen facilidades con los suficientes elementos que hagan posible la utilización de un sistema centralizado automatizado para operaciones.
- ✓ Las bombas hidráulicas quintuples pueden ser reemplazadas con bombas horizontales, de mayor eficiencia, acopladas a motor eléctrico, pero las facilidades de generación no abastecen la potencia eléctrica requerida para montar este sistema.

## **RECOMENDACIONES.**

- ✓ Poner en marcha proyectos que permitan la optimización de otros sistemas de bombeo hidráulico en el campo Cuyabeno – Tipishca,
- ✓ Poner en marcha el sistema de protecciones para bombas hidráulicas de alta presión, con modulo electrónico TTDJ en el campo Cuyabeno –Tipishca.
- ✓ Ejecutar programas de automatización en las facilidades del Campo Cuyabeno- Tipishca, para una calidad en las operaciones.

# **ANEXOS**

# **ANEXO 1**

# Instructions for Installation and Maintenance

## For all 2 in. (51 mm) and 2-1/2 in. (64 mm) Dial

### Temperature Murphygage® and Swichgag® Instruments

00-02-0168  
Revised 01-07  
Section 10



Please read the following information before installing. A visual inspection of this product for damage during shipping is recommended before mounting. General information and these installation instructions are intended for all 20T, 25T, A20T, and A25T series models.

#### GENERAL INFORMATION

## WARNING

BEFORE BEGINNING INSTALLATION OF THIS MURPHY PRODUCT

- ✓ Disconnect all electrical power to the machine.
- ✓ Make sure the machine cannot operate during installation.
- ✓ Follow all safety warnings of the machine manufacturer.
- ✓ Read and follow all installation instructions.



#### Description

Murphy 2 in. (51 mm) and 2-1/2 in. (64 mm) Murphygage and Swichgag instruments have a remote sensing bulb connected to the gauge head by a sealed capillary system. **DO NOT CUT THIS CAPILLARY OR BEND AT A SHARP ANGLE.** The sensing bulb and capillary are filled with a liquid. When heat is applied to the sensing bulb the liquid turns to vapor which exerts pressure against the diaphragm movement of the gauge. This movement is read on the dial face as temperature.

Models having face adjustable contact(s) are rated for 2 A @ 30 V (pilot duty). If the case is steel (models 20T, 20SD, 25T, etc.), the ground path for the contact circuit is through the case. Therefore, the case must be installed in the ground plane of the electrical power supply.

If the case is polycarbonate (models A20T, A25T), the ground path is isolated and is made through the "C" or "P" terminal on the back of the case.

Models 20TE, A20TE, 25TE and A25TE have a snap-acting switch instead of the face adjusted pointer type contact. Electrical rating is 3 A @ 30 VDC, 4 A @ 125 VAC. Reset differential for the switch is approximately 10% of the scale below the trip point. Trip point is factory set and must be special ordered for field adjustable.

#### Swichgag models with Alarm Before Shut-down

The 20TABS, A20TABS, 25TABS and A25TABS feature a front limit contact for high temperature equipment shut-down and an internal SPDT snap switch for Alarm Before Shut-Down (see Wiring Diagram, page 3). When the high side (preset high temperature point) of the snap switch trips, the N.O. terminal completes a circuit to activate an alarm. A continued increase in temperature will complete the shutdown circuit. A decrease in temperature of approximately 10% of scale is necessary before the snap-switch (alarm) will RESET and open the circuit.

**NOTE:** The front contact shut-down limit setting (adjustable) and snap switch high point are preset at the factory; if settings other than standard are necessary, then specify when ordering.

#### Typical Tattletale® Magnetic Switch

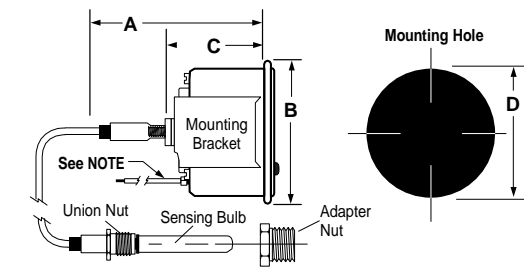
Murphy manufactures several, patented Magnetic Switches for protection of the light duty Swichgag contacts and to ensure positive shut-down of equipment. There are Magnetic Switches for Capacitor Discharge ignition, Magneto, or Battery systems, and models for electric motor driven equipment. Tattletale annunciators are indicators that show the cause of shut-down. Tattletale annunciators are used in conjunction with several different Swichgag instruments. Selected Tattletale models can be wired so that the first one to trip will lockout all other Tattletale instruments. Be sure the type of Magnetic Switch matches the power source used to trip it.

**NOTE:** At equipment start-up, the Magnetic Switch reset button must be held in until normal operation occurs, or an external time delay may be used. See examples of typical wiring and instructions packed with each Magnetic Switch.

**CAUTION:** Certain dangers to human safety and to equipment may occur if some equipment is stopped without pre-warning. It is recommended that monitored functions be limited to alarm-only or to alarm before shutdown.

**IMPORTANT:** Swichgag instruments, Magnetic Switches and shutdown or alarm devices, properly used, are effective tools in any preventive maintenance program. For optimum performance, check these tools periodically: look for frozen pointers, kinked/worn tubing, broken wiring or loose connections; operate the contacts and watch for expected results. Replace damaged/worn parts; clean/repair as necessary. Check for correct/complete wiring, unbroken insulation and no accidental grounds. **DO NOT run shut-down wires with ignition wiring.** Check all tubing and connections for leaks. Mount Magnetic Switches and valves upright, to prevent moisture collection.

#### MOUNTING DIMENSIONS



**NOTE:** 20 and 25 Series have 18 AWG pigtails. A20 series has #4 screws. A25 series has #6 screws.

For All 20, 25, A20, and A25 Series Temperature Murphygage and Swichgag instruments

	20 Series	A20 Series	25 Series	A25 Series
<b>A</b>	2-7/32 (56)	2-9/64 (54)	2-1/8 (54)	1-51/64 (46)
<b>B</b>	2-15/64 (57)	2-1/4 (57)	3-1/8 (79)	2-29/32 (74)
<b>C</b>	1-5/16 (33)	1-27/64 (36)	1-3/8 (35)	1-27/64 (36)
<b>D</b>	2-1/16 (53)	2-1/16 (53)	2-11/16 (68)	2-11/16 (68)

**NOTE:** The dimensions above are in inches and (millimeters).

\* Products covered by this literature comply with EMC Council directive 89/336/EEC regarding electromagnetic compatibility except as noted.



## INSTALLATION



**WARNING:** DISCONNECT THE BATTERY OR POWER SOURCE BEFORE BEGINNING THE INSTALLATION. DO NOT OPEN RADIATOR CAP OR FITTINGS ON A HOT ENGINE. DANGEROUS BURNS CAN OCCUR.

### Panel Mounting

The 20, 25, A20 and A25 series models can be installed in a panel from 0.032 in. (1 mm) to 0.250 in. (6 mm) thick. See Mounting Dimensions, page 1. Remove the mounting bracket completely and insert the Murphygag/Swichgag instrument from the front side of the panel. Replace the bracket and secure it in place. **IMPORTANT:** Do NOT overtighten the mounting bracket. Shockmount the panel as necessary.

### LIQUID COOLED ENGINES:

1. Drain engine coolant to a level below the temperature sensing connection/plug. This connection is on the engine side of the thermostat generally near thermostat housing. *Consult your engine manual.*
2. Remove adapter nut from temperature sensing bulb and union nut.
3. Apply a non-hardening thread sealant to the adapter nut and screw securely into the water jacket opening in the engine.
4. Route the temperature capillary AWAY from hot surfaces such as exhaust manifolds.
5. Place the sensing bulb into the adapter nut and observe that the sensing bulb does not "bottom" in the water jacket nor are there other obstructions in the water jacket opening. Secure sensing bulb into the adapter nut with the 5/8-18 union nut. See Figure 2.



**CAUTION:** Do NOT cut or bend the temperature capillary at a sharp angle. The minimum bending radius should not be less than 1 inch at any point on the capillary. Excess capillary must be carefully coiled and secured. The temperature sensing bulb must be immersed directly into the water jacket flow to sense coolant temperature. Do NOT install into a tee or other fitting. Use only Murphy adapter nuts.

6. Coil excess temperature capillary into a 2 in. (51 mm) diameter minimum coil. Tie the coil to prevent excessive movement.
7. Allow the engine to warm up and the thermostat to open. Slightly loosen the 5/8-18 union nut on the temperature sensing bulb to allow trapped air to escape from the cooling system. Retighten the nut.



**WARNING:** Perform this operation using appropriate protection. Trapped air and coolant may cause burns.

### AIR COOLED ENGINES:

Temperature for air cooled engine can be measured in the cylinder head or in the lubricating oil. Oil temperature will give a more uniform reading than cylinder head since the oil circulates throughout the engine. Refer to specific instructions supplied, if any, for your specific application.

1. *Oil Temperature*
  - a. The SWICHGAGE® sensing probe must be fully immersed in the oil pan, oil filter housing, oil cooler, etc. depending on engine model and configuration.
  - b. Observe all precautions for liquid cooled engines.
2. *Cylinder Head Temperature*
  - a. Generally the cylinder head must already have a hole drilled and tapped for insertion of the temperature sensing probe.
  - b. If a hole is not provided in the cylinder head and no provision is made to drill and tap one, it may be possible to install an external bolt on heat sink such as the Murphy HS7.
  - c. Coat the temperature sensing probe with a high temperature grease. A mixture of silicone and graphite flakes is recommended although grease alone can be used.



**CAUTION:** Do NOT apply too much grease. If grease is pushed out of the hole when temperature probe is inserted, remove some grease.

- d. Observe all precautions for liquid cooled engines.

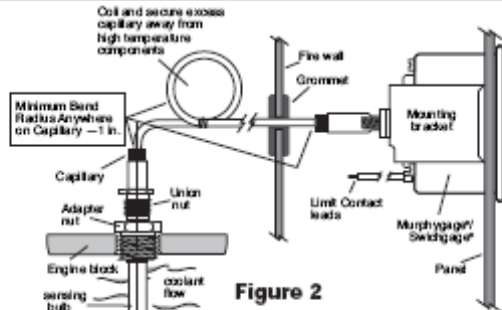


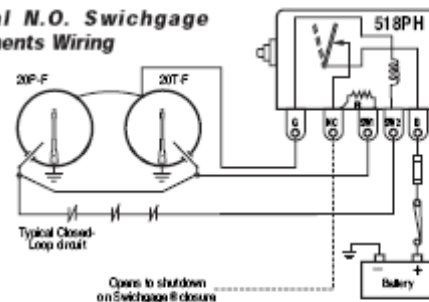
Figure 2

### Connecting the Tattletale Annunciator/Magnetic Switch

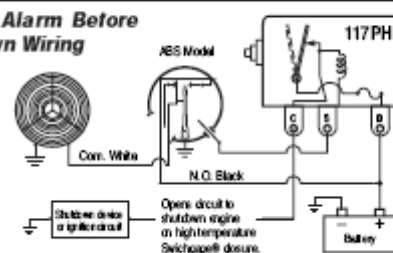
1. Mount with electrical hogs down. If necessary, drill the case and pilot-stud holes (template provided).
2. Clean away burrs and filings. Position the Magnetic Switch in the panel, making sure the pilot stud is in place.
3. Add decal, then washer, then nut and tighten.

**NOTE:** Murphy components are easily wired and maintained. Use good quality wire and terminals. The type of Magnetic Switch differs for various applications. See examples of typical wiring (below). Wiring and instructions are packed with each Magnetic Switch.

### Typical N.O. Swichgag Instruments Wiring



### Typical Alarm Before Shutdown Wiring



**IMPORTANT INFORMATION:** Do NOT clean Murphygag, Swichgag and Magnetic Switch with steam or high pressure washes. Many solvents and cleaners can haze and permanently damage the clear, polycarbonate. Clean your devices with: mild soap and water, mineral spirits, methyl/isopropyl/isobutyl alcohols, or 1 & 3 denatured alcohols.

**WARNING:** Do not clean the Murphygag, Swichgag or Magnetic Switch when equipment is running or very hot.

## INSTALLATION Continued

### Setting the Switchage contacts

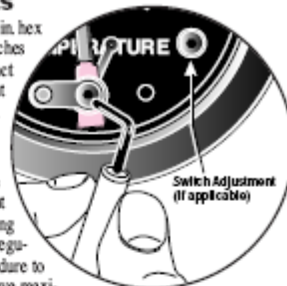


**IMPORTANT:** For 20TE, 25TE, A20TE and A25TE models the switch trip point **CANNOT** be set at either the lowest or the highest extremes of the scale. Trip point **MUST** allow for the switch reset differential. For adjustable switch versions, the switch point is adjustable **ONLY** over the upper half of the scale.

1. All contacts are set using a 1/16 in. hex wrench (Figure 3).
2. Some models such as A20TE, A25TE, etc. may not have field adjustment. *Consult the factory if in doubt.*
3. Observe the "normal operating" temperature readings. Set the contact slightly above maximum reading observed or slightly below maximum temperature recommended by equipment manufacturer.

### Testing the Contacts

1. With equipment running, use a 1/16 in. hex wrench to rotate contact until it touches the pointer. Do **NOT** force contact against the gage pointer. Equipment should shut down and/or alarm should operate. *Reset the contact (Figure 3).*
2. **VERY IMPORTANT** Each time you start the machine, observe that the Switchage instrument is indicating temperature. Visual inspection and regular testing should be normal procedure to ensure proper operation and to achieve maximum results from your Switchage instrument.



**Figure 3**

## TYPICAL WIRING DIAGRAMS



**WARNING: DISCONNECT ALL ELECTRICAL POWER BEFORE BEGINNING THE WIRING INSTALLATION**

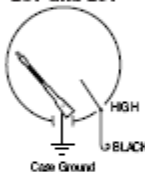
### 20 and 25 Series models

*These diagrams are shown with the pointer in the at rest (shelf) position.*

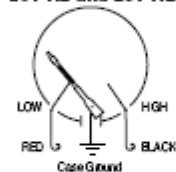
Pointer contact rating: pilot duty 2 A @ 30 VAC/DC.

Snap-switch rating: 3 A @ 30 VDC, 4 A @ 125 VAC.

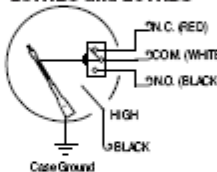
**20T and 25T**



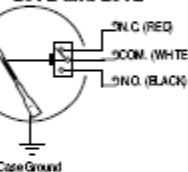
**20T-HL and 25T-HL**



**20TABS and 25TABS**



**20TE and 25TE**



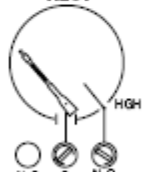
### A20 Series models

*These diagrams are shown with the pointer in the at rest (shelf) position.*

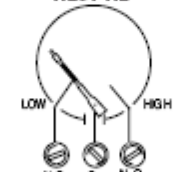
Pointer contact rating: pilot duty 2 A @ 30 VAC/DC.

Snap-switch rating: 3 A @ 30 VDC, 4 A @ 125 VAC.

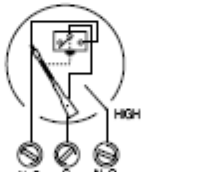
**A20T**



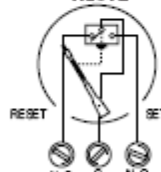
**A20T-HL**



**A20TABS\***



**A20TE**



\* CAUTION Pointer contact and ABS switch share the same "Common". Voltage source MUST be the same. Maximum voltage is 30 V. Consult factory for 120VAC applications.

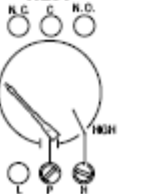
### A25 Series models

*These diagrams are shown with the pointer in the at rest (shelf) position.*

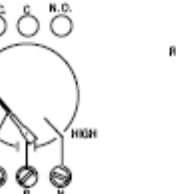
Pointer contact rating: pilot duty 2 A @ 30 VAC/DC.

Snap-switch rating: 3 A @ 30 VDC, 4 A @ 125 VAC.

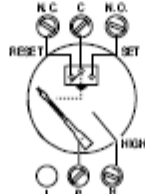
**A25T**



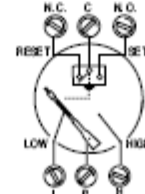
**A25T-HL**



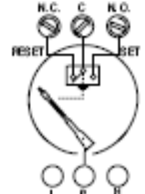
**A25TABS**



**A25TABS-HL**



**A25TE**



## TROUBLESHOOTING TIPS

### DO THIS FIRST:

- Verify that the Switchgauge instrument has not been damaged (hit or dropped).
- Look for broken wiring, frozen pointer, dirty contacts (will not make).
- Check for kinked or broken/worn capillary tubing.
- Verify that the sensing bulb is immersed in coolant flow.
- Verify that there is coolant or water flowing inside the engine.
- Reset Magnetic Switch and verify that it stays latched.

The following information will assist in the correction of most problems which you may encounter with the unit. If any problems persist after you have made these checks, consult your nearest Murphy facility.

SYMPTOM	CAUSE	TEST/REMEDY
Engine will not start.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Short or Open circuit, be sure that the Magnetic Switch latches and either puts out power to run device or removes ground (magneto or CD ignition). Check for power or ground at run device.</li> <li>Control circuit overloaded by accessories (blown fuse in Magnetic Switch).</li> <li>False ground in control circuit.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Reset Magnetic Switch and make sure it stays latched. For 518PH check battery voltage and place a jumper between SW1 and SW2. If switch latches, check Switchgauge wiring circuit and repair. If switch does not latch, repair or replace Magnetic Switch.</li> <li>Find the cause of the blown fuse and replace it (use a 14 A fuse). Reroute the accessories.</li> <li>Repair.</li> </ol>
False shutdown.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Switchgauge circuit has intermittent open or short.</li> <li>Vibration causes the Magnetic Switch to trip.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Check all wiring and replace as necessary.</li> <li>Repair and relocate the switch as needed.</li> </ol>
SWICHGAGE* closes but does not trip the magnetic switch or kill the engine.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Incomplete shutdown circuit.</li> <li>Dirty Switchgauge contacts.</li> <li>Magneto not providing power to primary terminal post.</li> <li>Switchgauge case may not be grounded.</li> <li>Incorrect Magnetic Switch for type of power.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Locate open circuit and repair.</li> <li>Clean and check that contacts make.</li> <li>Repair magneto.</li> <li>Ground case.</li> <li>Replace with correct Magnetic Switch.</li> </ol>
TATTLETALE* tripped but engine is still running (magneto or CD ignition)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Open circuit between the Tattletale annunciator and the shut down device.</li> <li>Lost ground to kill the engine.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Check wiring from Tattletale annunciator to shut down device, repair or replace.</li> <li>Check all wiring and connections and repair.</li> </ol>
Pointer will not operate properly. Inaccurate reading.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Frozen pointer</li> <li>Loose pointer spring (caused by hitting or dropping gauge).</li> <li>Bulb not inserted to full length or low coolant level.</li> <li>Kinked/crimped/broken capillary.</li> <li>Height difference between gage and bulb not taken in consideration.</li> <li>Over temperature.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Return for repair or replace.</li> <li>Return for repair or replace.</li> <li>Correct.</li> <li>Correct.</li> <li>Specify height difference (over 5 feet) when ordering gage.</li> <li>Return for repair or replace.</li> </ol>
Pointer or contact burned-in-two.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Without exception this condition is caused by incorrect wiring or a short circuit.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Refer to wiring diagram and recheck wiring; replace Switchgauge instrument or return for repair. Observe voltage and current ratings.</li> </ol>

### Warranty

A limited warranty on materials and workmanship is given with this FW Murphy product.

A copy of the warranty may be viewed or printed by going to [www.fwmurphy.com/support/warranty.htm](http://www.fwmurphy.com/support/warranty.htm)

#### FW MURPHY

P.O. Box 470248  
Tulsa, Oklahoma 74147 USA  
+1 918 317 4100 Fax: +1 918 317 4266  
E-mail: [sales@fwmurphy.com](mailto:sales@fwmurphy.com)

#### INDUSTRIAL PANEL DIVISION

Fax: +1 918 317 4124  
E-mail: [ipdsales@fwmurphy.com](mailto:ipdsales@fwmurphy.com)

#### MURPHY POWER IGNITION

Web site: [www.murphy-pi.com](http://www.murphy-pi.com)

[www.fwmurphy.com](http://www.fwmurphy.com)

#### CONTROL SYSTEMS & SERVICES DIVISION

P.O. Box 1819  
Rosenberg, Texas 77471 USA  
Phone: +1 281 633 4500 Fax: +1 281 633 4588  
E-mail: [sales@fwmurphy.com](mailto:sales@fwmurphy.com)

#### FRANK W. MURPHY, LTD

Church Rd Laverstock  
Salisbury SP1 1QZ UK  
Phone: +44 172 241 0055 Fax: +44 172 241 0088  
E-mail: [sales@fwmurphy.co.uk](mailto:sales@fwmurphy.co.uk)  
Web site: [www.fwmurphy.co.uk](http://www.fwmurphy.co.uk)

#### COMPUTRONIC CONTROLS, LTD

41 - 43 Railway Terrace Nicholls  
Birmingham B7 5NG UK  
Phone: +44 121 327 8500 Fax: +44 121 327 8501  
E-mail: [info@computroniccontrols.com](mailto:info@computroniccontrols.com)  
Web site: [www.computroniccontrols.com](http://www.computroniccontrols.com)

#### FW MURPHY INSTRUMENTS (HANGZHOU) CO. LTD

77 23rd Street  
Hangzhou Economic & Technological Development Area  
Hangzhou, Zhejiang 310018 China  
Phone: +86 571 8788 6060 Fax: +86 571 8684 8878



Printed in U.S.A.

# **ANEXO 2**

# Installation Instructions for L150, EL150K1, and EL150EX Level Swichgag<sup>®</sup> instruments for Engine Liquids



Please read the following instructions before installing. A visual inspection for damage during shipping is recommended before mounting. It is your responsibility to have a qualified person install the unit.

## GENERAL INFORMATION

WARNING

**BEFORE BEGINNING INSTALLATION OF THIS MURPHY PRODUCT**

- ✓ Disconnect all electrical power to the machine.
- ✓ Make sure the machine cannot operate during installation.
- ✓ Follow all safety warnings of the machine manufacturer.
- ✓ Read and follow all installation instructions.

**CAUTION:** *Certain danger to human and to equipment such as applied in a mobile or marine application may occur if some equipment is stopped without pre-warning. It is therefore, recommended that monitored functions be limited to alarm only or to alarm before shutdown in such applications.*



L150

### Description

The L150, EL150K1 and EL150EX Level Swichgag instruments are a combination liquid level gauge and low limit switch. Each unit includes a float chamber, an indicating pointer, a dial, and a low level contact. When properly installed and maintained, the float operates the pointer which, in turn, both indicates level during normal operation, and closes a switching circuit if the level falls to the low-limit set point.

### Applications

The primary use of these level Swichgag instruments is for engine cooling systems, surge or expansion tanks, condenser radiator or vapor phase systems, whether pressurized or atmospheric. These instruments can also be used to monitor lube oil, hydraulic fluid or diesel fuel reservoirs and activate alarms and/or shutdown at a predetermined minimum level. These instruments are built for low pressure systems.

### Cold Weather Warning

**BEFORE FREEZING WEATHER COMES, CHECK TO BE SURE YOUR L150 OR EL150 SERIES COOLANT LEVEL SWICHGAGE IS FILLED WITH ANTIFREEZE SOLUTION THE SAME AS YOUR ENGINE BLOCK AND RADIATOR.** On many engines, such as condenser radiator systems, the coolant in your level Swichgag remains static until the level falls to drain point. When 'winterizing' it's a good idea to make certain all water drains from your level Swichgag, to check against clogged connections, and then **BE SURE IT REFILLS WITH ANTIFREEZE. FAILURE TO OBSERVE THIS PRECAUTION COULD RESULT IN EQUIPMENT DAMAGE.**

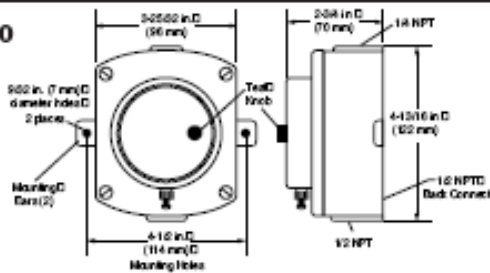
Specifications	L150	EL150K1	EL150EX
<b>Case</b>			
• Die cast aluminum, polyurethane coated	•	•	
• Sand cast aluminum, painted.			•
<b>Float</b>			
• Brass	•	•	
• Stainless Steel (AISI 304)			•
<b>Lens</b>			
• Polycarbonate	•	•	
• Tempered glass			•
<b>O-Rings:</b> Saturated Nitrile, suitable for coolant or hydrocarbons. Maximum temperature 250°F (120°C)	•	•	•
<b>Cover Gasket</b>			
• Nitrile	•	•	•
<b>Contact Rating</b>			
• Pilot duty 2 A @ 30 VAC/DC resistive SPST	•		
• SPDT rated 10 A @ 125 VAC; 0.5 A @ 125 VDC; 10 A @ 30 VDC		•	•
<b>Vent Tube:</b> 1/4 x 5 in. (6 x 127 mm) with fittings.	•	•	•
<b>Maximum Working Pressure:</b> 25 psi (172 kPa) [1.72 bar]	•	•	•
<b>Electrical Connection</b>			
• (1) 16 AWG x 24 in. (1.5 mm <sup>2</sup> x 610 mm) with terminals.	•		
• (3) 18 AWG x 14 in. (1.0 mm <sup>2</sup> x 356 mm)		•	
• Terminal Block			•
<b>CSA Listed for Hazardous Location:</b> Class I, Division 1, Groups C & D.			•

\*\*Products covered by this literature comply with EMC Council directive 89/336/EEC regarding electromagnetic compatibility except as noted.

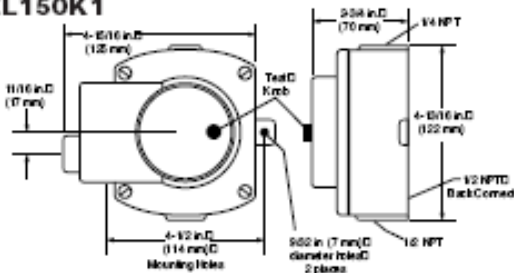


## DIMENSIONS

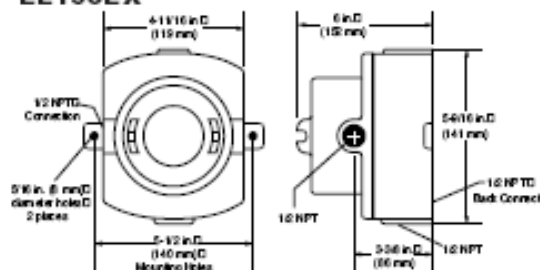
### L150



### EL150K1



### EL150EX

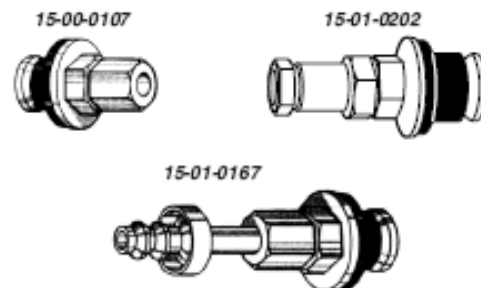


## PS FITTINGS INSTALLATION

A Murphy PS fitting is used when there is no threaded fitting in the top tank of the radiator to attach tubing for the L150/EL150 series level Switchgauge instrument.

- P/N 15-00-0107 (PS) Accepts 1/4 in. (6mm) O.D. copper tubing.
- P/N 15-01-0167 (PS Barbed) Barbed fitting accepts 1/4 in. (6mm) I.D. flexible tubing and hose clamp.
- P/N 15-01-0202 (PS-D) Accepts 1/2 in. (13 mm) I.D. hose; 1/4 in. (6 mm) copper tube.

1. Determine the entry point into the radiator top tank. See *Level Switchgauge Instrument Installation* for proper location. Drill 5/8 in. (16 mm) diameter hole in top tank of radiator. Be sure chips do not fall inside the tank. Remove any burrs on the hole wall.
2. Insert the rubber grommet of the PS Blind Hole Fitting. Tighten the jam nut while holding the fitting from turning in the hole. The jam nut will pull the tapered grommet into the hole from the inside of the top tank causing the grommet to expand and seal the hole.
3. Attach the appropriate tubing or hose for the PS Fitting.



## LEVEL SWITCHGAUGE INSTRUMENT INSTALLATION



**WARNING:** Perform all installations with the power source "OFF". Be sure engine and radiator have cooled and coolant pressure has been relieved. SEVERE BURNS can result. Never remove radiator cap on a hot

**IMPORTANT:** Operation of the L150/EL150K1 is different for a pressurized cooling system than for an atmospheric (non-pressurized) system. Installation of the L150/EL150K1 is only slightly different for each system. Connection of the top tube connection is the major difference. Differences will be noted in the installation instructions.

### Installation Notes

1. All top radiator connections must be away from the return hose turbulence.
2. All bottom radiator connections must be away from the suction hose.
3. The L150/EL150K1 must be attached to a mounting plate on the radiator or other framework.

**CAUTION:** If the L150/EL150K1 is NOT attached to the radiator, use high temperature quality flexible hose for the top and bottom connections to maintain the shock mounting protection for the radiator.

### Pressurized and Atmospheric Systems

1. Drain the cooling system.

2. For a PRESSURIZED COOLING SYSTEM (Figure 1) the shutdown point is determined by the entry point A of the tube connection into the top tank. The engine will shutdown when coolant level drops below this connection (see step 4).

If the radiator has a SHALLOW UPPER TANK, you can make entry from the top as illustrated in Figure 2. Insert the copper tube until it is slightly above the core. Secure the fitting.

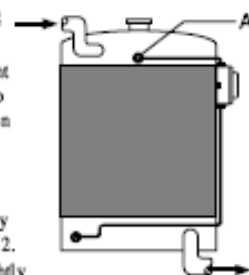
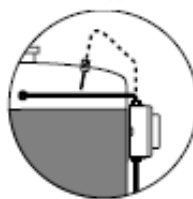


Figure 1: Pressurized System

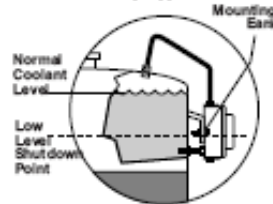
## LEVEL SWITCHGAGE INSTRUMENT INSTALLATION (continued)

Figure 2:  
Shallow Upper Tank



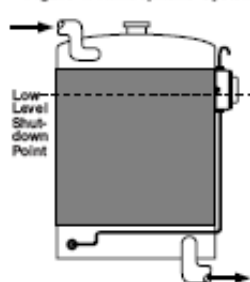
For a PRESSURIZED system the tip of the copper tube will be the shutdown level.

Figure 3:  
Deep Upper Tank



3. For ATMOSPHERIC (non-pressurized) and PRESSURIZED CROSS FLOW COOLING SYSTEMS the shutdown point is determined by the mounting position of the L150/EL150K1 relative to the top tank of the radiator (see step 5).

Figure 4: Atmospheric System



4. For a PRESSURIZED SYSTEM, determine the point of entry (tube connection) in the radiator top tank (away from the top hose connection). Many radiators have a pipe nipple provided. If a connection is not provided, you must either weld or solder a fitting or use one of the Murphy PS fittings (see *PS Fittings Installation* page 2). This connection should be as close to the radiator core as possible.
- For MARINE AND MOBILE EQUIPMENT installations, the top tank connection should be near the vertical centerline of the radiator. This will compensate for changing level due to roll and pitch of the machine during operation.

5. For an ATMOSPHERIC SYSTEM a tube connection in the top tank may not be required. Determine the lowest desired level of coolant in the top tank. Mount the L150/EL150K1 so that the mounting ears are approximately 1/4 in. (6 mm) above that level (Figure 3).

A back mounting option is available for the L150 and EL150K1 for radiators with fabricated steel top tank and/or for use with some condenser cooling systems.

For an ATMOSPHERIC system install a 1/4 in. (6 mm) diameter tube in the top fitting of the L150/EL150K1. This tube MUST EXTEND ABOVE the top tank. Form the tube into a cane so that the open end of the tube points down but still extends ABOVE the HIGHEST coolant level. The tube can be connected to the top tank if desired. Follow instructions for a PRESSURIZED SYSTEM.

6. For most applications, the bottom tube connection is made at the drain cock. Remove the drain cock and install a brass tee. Reinstall the drain cock into the tee. Attach a copper or other suitable tube to the remaining opening of the tee and to the bottom connection of the L150/EL150K1.

If a drain cock is not provided, you must attach a fitting or use a Murphy PS fitting the same as for the top tank instructions.

7. Wire according to appropriate alarm or shutdown circuits (see *Standard Electrical Diagrams* on page 4).

8. Refill the cooling system according to manufacturer's instructions.

9. Start the engine and allow it to run until the thermostat opens. Increase engine speed to the FULL operating speed and observe that the indicating pointer remains at or near the full position. If the pointer drops to the LOW position shutdown or alarm will occur due to coolant flow through the L150/EL150K1. If alarm or shutdown occurs, drain the coolant - or clamp off the upper and lower hoses.

**CAUTION: BE SURE SYSTEM PRESSURE IS RELIEVED AND HOT COOLANT CANNOT ESCAPE.** Remove the four (4) mounting screws holding the cover assembly. Invert the float chamber so that the 1/2 NPT connection is on top and the 1/4 NPT connection is on bottom. Reinstall the float and cover assembly in the upright position. Install larger I.D. tubing from the top of the float chamber (1/2 NPT) to the radiator top tank. The smaller 1/4 NPT connection on the bottom will restrict coolant outflow from the L150/EL150K1. Check for unrestricted float movement by rotating the switch test knob. Refill the cooling system and repeat step 9.

10. Place a catch basin under the drain cock. Open the drain cock and observe that coolant is leaving the radiator.

For a PRESSURIZED cooling system, shutdown will occur when coolant drops below the entry point of the top tank tube connection.

For an ATMOSPHERIC OR CROSS FLOW PRESSURIZED COOLING SYSTEM, shutdown will occur when coolant drops approximately 1/4 in. (6 mm) below the level of the case mounting ears. If shutdown does not occur, adjust the L150/EL150K1 mounting as described above.

**CAUTION: DO NOT ALLOW ENGINE TO RUN WHEN COOLANT DRAINS BELOW THE UPPER TANK. ENGINE DAMAGE CAN OCCUR.**

11. Periodically test switch operation by rotating the test knob on the face of the L150/EL150K1. Rotating the knob forces the pointer mechanism against the contact screw (L150) or the snap switch actuator (EL150K1).

### Condensor/Radiator System

1. Mount the L150/EL150K1 so that the horizontal center line of the L150/EL150K1 is approximately 1/4 in. (6 mm) above the minimum coolant level in the engine head.

NOTE: On some engines it is possible to use the back connection option and attach the L150/EL150K1 directly to the engine cylinder. Kits are also available for some engines.

2. Attach a copper tube from the top connection of the L150/EL150K1 to the radiator top tank.

3. Wire and test the system according to above instructions for Pressurized and Atmospheric systems.

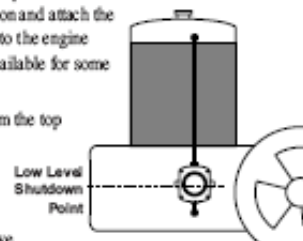
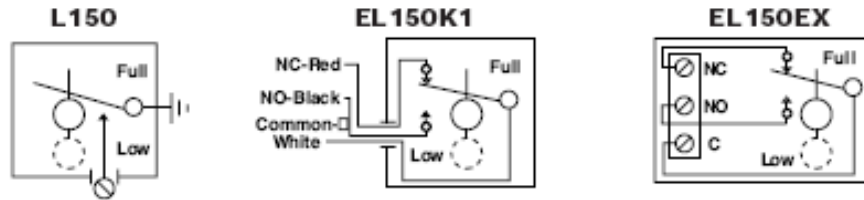


Figure 5:  
Condensor/Radiator System

## STANDARD ELECTRICAL DIAGRAMS



**WARNING: PERFORM THE WIRING OPERATION WITH THE POWER SOURCE "OFF!"**



NOTE: All models shown with pointer in full position.

## REPAIR KITS

Repair kits are available for the L150, EL150K1 and EL150EX models. When ordering a repair kit specify model repair kit number from chart below:

Model	Components	Repair Kit No.
L150	All parts except casebody	15-00-0138
	Case/body assembly	15-00-0101
EL150K1	All parts except casebody	15-00-0139
	Lens and switch assembly	15-00-0100
	Case/body assembly	15-00-0101
EL150EX	Cover and float assembly	15-00-0110
	Lid assembly	15-00-0108
	Switch/Terminal assembly	15-00-0109

### Replacing the Float and Cover Assembly for the L150 and EL150K1



**WARNING:** Perform the following operation with the power source "OFF". Be sure engine and radiator have cooled and coolant pressure has been relieved. SEVERE BURNS can result. Never remove radiator cap on a hot engine.

1. As applicable, shut off liquid to the Switchgag instrument or drain the system level below the Switchgag instrument.
2. Disconnect electrical lead(s), one at a time and tag for reinstallation.
3. Disconnect conduit on EL150K1.

4. Remove the four screws that secure the float and glass assembly to the case.
5. Remove and discard the old float and cover assembly.
6. Remove and discard the old gasket.
7. Install the new gasket.
8. Install the new float and cover assembly and secure it with four screws.
9. Re-connect the conduit on EL150K1.
10. Re-connect the electrical lead(s).
11. As applicable, open valves to the Switchgag instrument or refill the system to proper level.
12. Check the Switchgag instrument for proper operation at the full indicating position. (Alarm not operated/engine continues to operate.)
13. Check the Switchgag instrument, alarm/shutdown circuit, by rotating the test knob toward the low level point of the dial: alarm is operated/engine shuts down.
14. Check for unrestricted float movement by rotating the switch test knob.
15. Replacement of the float and cover assembly is complete.



**CAUTION:** On some high voltage CD ignition systems, it may be necessary to coat the L150 contact screw head with RTV to prevent "tracking" and false contact operation during wet or high humidity conditions. Use of the EL150K1 is recommended in these cases.

## Warranty

A limited warranty on materials and workmanship is given with this FW Murphy product. A copy of the warranty may be viewed or printed by going to [www.fwmurphy.com/support/warranty.htm](http://www.fwmurphy.com/support/warranty.htm).

**MURPHY**  
www.fwmurphy.com  
918.317.4100 Email: sales@fwmurphy.com

MURPHY, the Murphy logo, and Switchgag® are registered and/or common law trademarks of Murphy Industries, Inc. This document, including textual matter and illustrations, is copyright protected by Murphy Industries, Inc., with all rights reserved. (c) 2006 Murphy Industries, Inc. Other third party product or trade names referenced herein are the property of their respective owners and are used for identification purposes only.



# **ANEXO 3**

# Installation Instructions for L129 Series Level Switchgag<sup>®</sup> instrument

L-95006N  
Revised 06-06  
Section 15  
00-02-0174



Please read the following information before installing. A visual inspection of this product for damage during shipping is recommended before mounting.

## GENERAL INFORMATION

# WARNING

**BEFORE BEGINNING INSTALLATION OF THIS MURPHY PRODUCT**

- ✓ Disconnect all electrical power to the machine.
- ✓ Make sure the machine cannot operate during installation.
- ✓ Follow all safety warnings of the machine manufacturer.
- ✓ Read and follow all installation instructions.

**CAUTION:** *Certain danger to human and to equipment such as applied in a mobile or marine application may occur if some equipment is stopped without pre-warning. It is therefore, recommended that monitored functions be limited to alarm only or to alarm before shutdown in such applications.*

### Description

The L129 Series Lube Level Switchgag instrument is a combination lube level indicating gauge with adjustable low and high limit switches. It provides protection against low oil level or high level caused by overfill or fuel or water seepage into the crankcase. A 6-3/4 inch (171 mm) deep sight gauge allows you to check the condition and level of your oil without shutting down the equipment.

Fingertip adjustable limit switch contacts are adjustable thru 4-7/8 inch (122 mm) range. When the float touches the high or low limit contact, a normally open circuit will close which can activate alarms and/or shutdown the equipment.

There are two models in the L129 Series: L129 and L129CK1. The L129 model is designed for grounded, low voltage electrical systems. It features a one-wire-to-ground electrical circuit. The L129CK1 is designed for applications requiring a three-wire, above ground electrical circuit. It features ungrounded contacts and a conduit hub for electrical wiring connection.



### Specifications

**Case:** Die Cast Aluminum.

**Lens:** Tempered Glass.

**Maximum Working Pressure:** 10 psi (68.9 kPa) [0.69 bar].

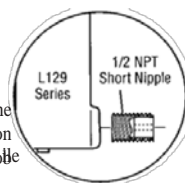
**Process Connection:** 1/2 NPT.

**Float Material:** Brass.

**Contact Rating:** 2 A @ 30 VAC/DC, pilot duty.

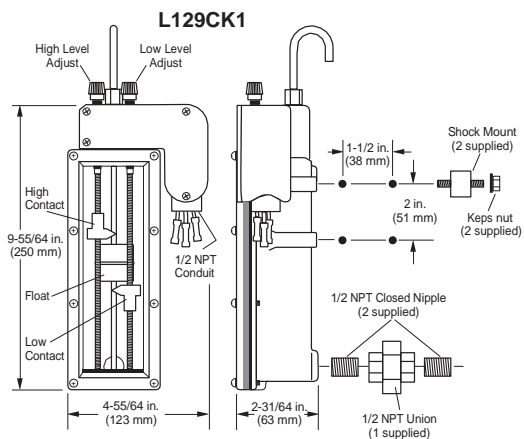
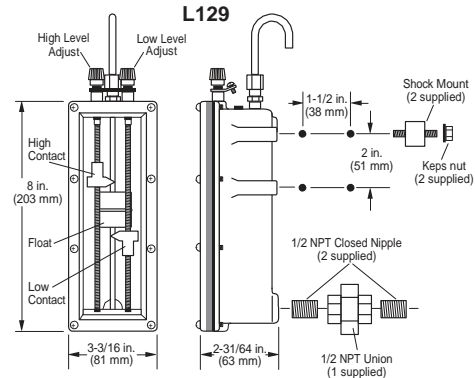
### Flow Restrictor Plug Order Separately

Flow Restrictor Plug restricts oil flow between the crankcase and the L129 Series. It is typically used on some mobile applications such as marine and mobile equipment. **Part no. 15050241.**



\*Complete with EMC Council directive 89/336/EEC regarding electromagnetic compatibility.

### Dimensions



### Repair Kits

Specify part number.

#### L129

<b>15000888</b>	Full Repair Kit (less castings and glass assembly) for date code T2 and later.
<b>15000480</b>	Bezel, Glass and Gasket Set for date code W7 and later
<b>15000485</b>	Glass and Gasket Set for all date codes
<b>15050241</b>	Restrictor plug for all date codes

#### L129CK1

<b>15000480</b>	Bezel, Glass and Gasket Set for date code W7 and later
<b>15000485</b>	Glass and Gasket Set for all date codes
<b>15050241</b>	Restrictor plug for all date codes

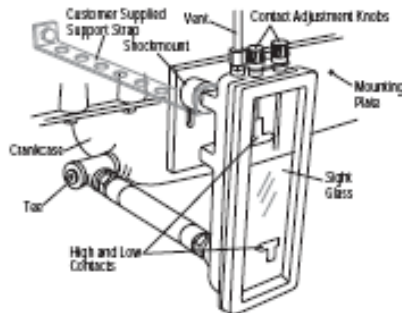
## INSTALLATION and OPERATION

**NOTE:** Read all instructions before beginning installation.

### Mounting

1. Determine which side of the engine to mount the L129. This will normally be the side of the engine from which it is started. Weld a slotted mounting plate to the engine skid or attach the mounting plate to the crankcase. If a mounting plate is not used, a support strap is recommended (see *Typical Installation* below).
2. Install the shockmounts in the threaded holes provided in the mounting bosses on the rear of the L129. **NOTE:** We recommend using the shockmounts provided to minimize "contact bounce" resulting in improper operation.
3. Attach the L129 to the mounting plate as shown below but do not tighten **TOO TIGHT** since you will have to adjust the L129 later in the installation process.

#### Typical Installation



### Connecting Hoses and Fittings

1. **DRAIN THE CRANKCASE.** If the crankcase does not have an auxiliary plug or connection, connect the L129 to the crankcase drain plug connection. This connection will normally be a straight (parallel) thread which seals with a copper or fiber washer. **NOTE:** If the drain plug on the crankcase is used for the connection, we recommend installation of a tee to allow draining of the crankcase for service.
2. Flexible hose or rigid pipe can be used to attach the L129 to the engine crankcase. Flexible hose is to be 1/2 in. (13 mm) I.D. minimum and made of quality material. Use of flexible hose will allow you to adjust the height of the L129 to properly reflect the oil level in the crankcase. Also, a swivel connection on one end of the hose will assist in properly aligning the L129.

**WARNING:** If both flexible hose and shockmounts are used, a ground wire must be added between the L129 and the engine.

Rigid pipe is to be 1/2 inch pipe. If the length of the pipe is relatively short, no additional support for the L129 may be needed, although it is recommended. A pipe union is provided in the installation kit.

Attach the hose or pipe from the L129 process connection (1/2 NPT) to the crankcase.

3. For vented crankcases, install the tube fitting and copper cane provided in the installation kit into the top of the L129. Venting to atmosphere will allow the oil level to rise in the L129 to the same level as in the crankcase, (the pressure/vacuum in the L129 and the crankcase must be equal). If the crankcase develops a positive (pressure) or negative (vacuum) pressure, you **MUST** connect the

L129 vent back to the crankcase. If you do not do this, the L129 will indicate high level with a pressurized crankcase and a low level with a vacuum crankcase. In extreme cases a pressurized system will blow oil out the vent tube or in vacuum crankcases can suck oil out of the L129.

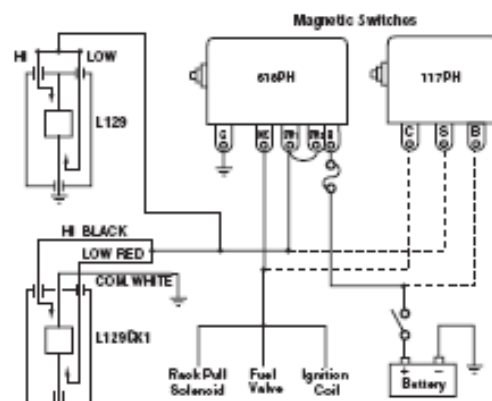
To vent the L129 back to the crankcase, install a 1/4 inch (6 mm) O.D. or larger tubing (copper or flexible) from the L129 vent fitting to a point in the crankcase above the full oil level or in the fill pipe that is not restricted by baffles, filters or other obstructions. If connecting directly into the crankcase, be sure the entry point is clear of oil splash that can plug the tube opening.

4. Refill the crankcase to proper oil level. With the engine running and warm, loosen the L129 from the mounting bracket and adjust the L129 so that the oil level shows approximately midway or above in the sight glass. Tighten shockmount nuts.

### Wiring

Follow appropriate wiring for the alarm or engine shutdown system you are using. Diagrams below are shown with the float in the "full" position.

**CAUTION:** Perform all wiring connections with the battery disconnected. Observe all contact ratings and voltages.



Contact Rating: 2 A @ 30 VAC/DC, pilot duty.

### Operation Test

The following test is to be performed after the L129 has been installed and the crankcase has been filled to the proper oil level.

1. With equipment running, turn the high and low adjust knobs one at a time until they "make" contact with the float. When contact is made the alarm or shutdown circuit should actuate.
2. Return high and low adjustment knobs to the proper contact position before operating equipment.

### Warranty

A limited warranty on materials and workmanship is given with this FW Murphy product. A copy of the warranty may be viewed or printed by going to [www.fwmurphy.com/support/warranty.htm](http://www.fwmurphy.com/support/warranty.htm)

**MURPHY**  
www.fwmurphy.com  
918.317.4100 Email sales@fwmurphy.com

MURPHY, the Murphy logo, and Switchpage® are registered and/or common law trademarks of Murphy Industries, Inc. This document, including textual matter and illustrations, is copyright protected by Murphy Industries, Inc., with all rights reserved. © 2006 Murphy Industries, Inc. Other third party product or trade names referenced herein are the property of their respective owners and are used for identification purposes only.

# **ANEXO 4**



In order to consistently bring you the highest quality, full featured products, we reserve the right to change our specifications and designs at any time. The latest version of this manual can be found at [www.fwmurphy.com](http://www.fwmurphy.com).

**Warranty** A limited warranty on materials and workmanship for one year is given with this FW Murphy product. A copy of the warranty may be viewed or printed by going to [www.fwmurphy.com/support/warranty.htm](http://www.fwmurphy.com/support/warranty.htm)



Please read the following information before installing the EVS.

- This installation information is intended for all EVS models. A visual inspection of this product before installation for any damage during shipping is recommended.
- Disconnect all power and be sure machine is inoperative before beginning installation.
- Installation is to be done only by qualified technician according to the National Electrical Code.
- Observe all Warnings and Cautions at each section in these instructions.
- Please contact FW MURPHY immediately if you have any questions.

FW MURPHY has made efforts to ensure the reliability of the Electronic Vibration Switch (EVS) and to recommend safe usage practices in system applications. Please note that in any application, operations and device failures can occur. These failures may result in full control outputs or other outputs which may cause damage to or unsafe conditions in the equipment or process connected to the EVS.

Good engineering practices, electrical codes, and insurance regulations require that you use independent external protective devices to prevent potentially dangerous or unsafe conditions. Assume that the Murphy EVS system can fail with outputs full on, outputs full off, or that other unexpected conditions can occur.

## Table of Contents

<b>Product Information</b> .....	<b>1</b>
Murphy EVS Overview .....	1
EVS Characteristic and Orientation.....	2
<b>Installation</b> .....	<b>4</b>
Mounting .....	5
Wiring.....	11
<b>Settings</b> .....	<b>16</b>
Setting the Set-point in Inches Per Second (IPS) Peak .....	16
Setting of Alarms.....	18
Vibration Limits Based on Class of Equipment Based on ISO 10816-3 .....	19
Equipment Manufacturer Recommended Settings.....	21
<b>Specifications</b> .....	<b>22</b>
Environmental .....	22
External DC Power Requirement .....	22
Sensor Accuracy / Noise .....	22
Trigger Level Feature.....	22
Time Delay Feature.....	22
Output .....	22
LED Outputs.....	23
4-20mA output (option) .....	23
Reset.....	23
Approvals (applied for).....	23

## Product Information

### Murphy EVS Overview

The Murphy Electronic Vibration Switch (EVS) protects against equipment failure by monitoring velocity-based vibration levels and providing an early warning or shutdown when abnormal vibration is detected. The EVS can be connected to Murphy's TTD™ annunciator, Centurion™ or Millennium™ controllers for increased functionality.

**NOTE:** The Murphy EVS complements Murphy's VS2™ shock and excessive vibration switch, which is designed to detect an abnormal shock due to equipment failure and to shutdown other equipment in a system to prevent further damage.

### Features

- Piezoelectric-crystal internal sensor with built-in microelectronics for reduced noise sensitivity
- Electronically integrated output signal that measures and trips on velocity (ips peak)
- Adjustable calibrated set-point controls
- Shutdown setpoint measured in velocity (ips peak)
- Optional 4-20 mA output for continuous monitoring capability
- Solid-state outputs for setpoint trip
- Adjustable time delay to prevent false tripping on high-vibration start-ups or non-repetitive transient events
- Self-test and calibration

### Applications

The Murphy EVS can be used on any equipment where abnormal vibration could lead to equipment damage, including:

- Cooling fans
- Engines
- Pumps
- Compressors
- Gear boxes
- Motors
- Generator sets

The Murphy EVS can monitor and alert the operator of abnormal vibration caused by a variety of possible factors, including:

- Imbalance
- Misalignments
- Worn sleeve bearings
- Broken tie down bolts
- Worn ball or roller bearings
- Gear mesh
- Blade pass frequencies
- Detonation
- Broken parts

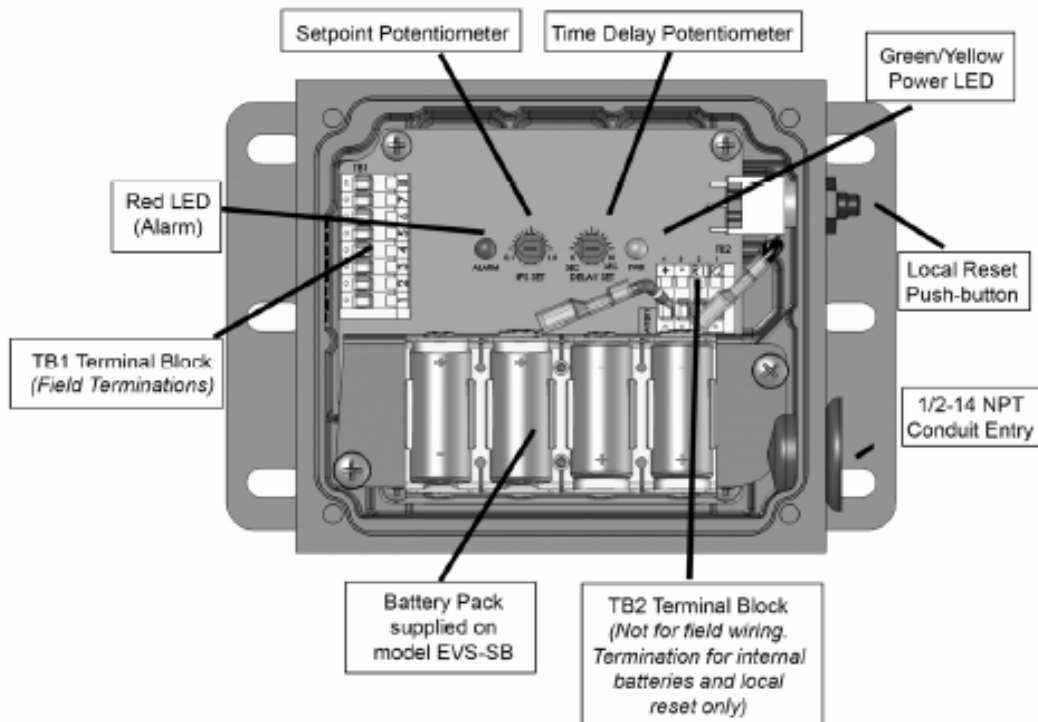


Upon detection of abnormal vibration, the operator can decide if there is an obvious problem or if additional troubleshooting is needed. A vibration spectrum analysis can be performed to determine the exact source of abnormal vibrations.

## **EVS Characteristic and Orientation**

### **LED Indicators**

- Red LED** Illuminates during alarm activation, flashing twice per second for five minutes or until Reset is actuated. After five minutes, it will flash once every six seconds until Reset is actuated or vibration level returns below set point (in unlatched configuration).
- Green LED** Flashes once every six seconds to indicate unit is powered and operational. When monitoring battery power, the power LED will turn from green to yellow and flash every six seconds when battery needs to be replaced.



*Figure 1 – Inside view of Murphy EVS components*

## Replacement Parts

20-00-0300	Replacement Batteries (4-pack)
20-00-0378	Gasket Kit (weatherproof boot, cover gasket)
20-00-0377	Cover Kit

## Battery Powered Unit

When the battery pack is used, the system will monitor the battery voltage level. Life expectancy of the battery pack is approximately 1.2 – 1.5 years in normal operation. Normal battery voltage is above 6.4 VDC. If the voltage drops below 6.4 VDC, the Green LED power indicator will turn to yellow and continue to flash every six seconds indicating that the battery pack needs to be replaced. Should the battery voltage drop below 5 VDC, the unit will switch to a shut-down state, changing the contact output to a fault state.

**TIP:** If the unit is allowed to remain in a fault state for an extended period of time, the battery life will greatly be shortened. If the unit will be out of operation, Murphy recommends disconnecting or removing the battery to preserve battery life.



**NOTE:** The analog option is not available on battery powered unit.

**NOTE:** The Murphy EVS switch output is activated for both alarm indication and loss of battery power.

## Latching/Non-Latching Modes

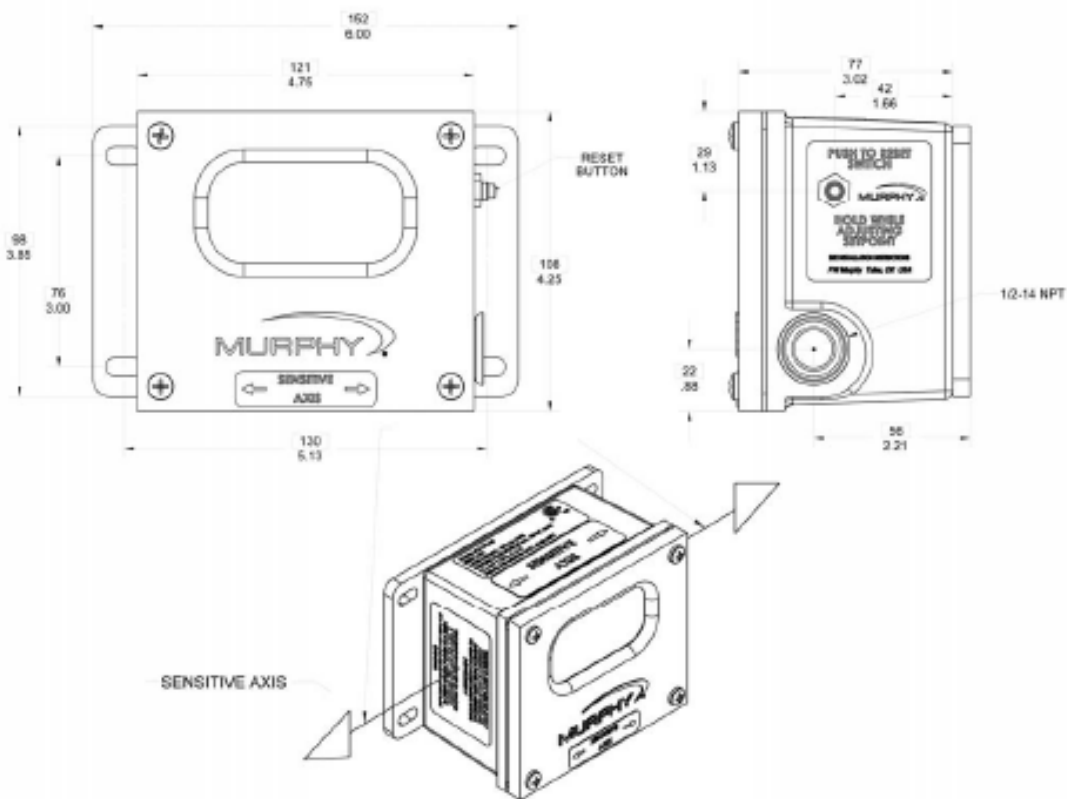
The alarm outputs can be configured to operate in a latching or non-latching mode.

- **Latching Mode (factory standard)** - When an alarm or shut-down condition is reached, the output remains in the alarm condition until it is reset. A manual reset pushbutton is mounted on the right hand side of the Murphy EVS. A remote reset dry contact can be wired into terminals 3 and 4 of TB1 terminal block.
- **Non-Latching Mode** - The output is automatically reset when the alarm condition no longer exists. In this mode, the alarm LED and output stay on while the vibration level is above setpoint. To wire, place a jumper between terminals 8 & 3 on TB1 terminal block.

## Installation

**NOTE:** The Murphy EVS must be mounted and set in accordance with the guidelines in this manual to obtain the desired and specified performance and equipment protection.

**NOTE:** Some of the steps in this section call for a slotted, narrow-head screwdriver. The recommended dimensions are .0157 thick x .098 wide blade x 2.95 in. long (0.4 x 2.5 x 75 mm). A screwdriver with these dimensions is included with each unit.



*Figure 2 – Product Dimensions and Sensitivity Axis*

## Mounting

---

The sensitive vibration "measuring" axis is parallel to the base of the unit. Always mount the unit so that the desired vibration of the equipment being monitored will occur along this axis (see "Sensitivity Axis" graphic).

In addition, the surface to which the base of the unit is attached must be flat. If the surface of the machinery housing to which you are mounting the switch is not flat, you need to grind or machine a flat surface or use a bracket according to guidelines illustrated on the following two pages. (Figures 2 and 5 thru 9)

Choose or fabricate a solid (rigid) surface (on the equipment being monitored) for mounting the vibration switch. This will ensure transfer of the vibration to the vibration transducer, while not introducing other vibrations caused by mounting.

Use two (2) 1/4 x 20 Hex Bolts to the required length if you are going to bolt the switch to the surface. Murphy recommends that you apply Loctite® #242 to the bolt threads prior to installation.

### **MOUNTING AND BRACKET NOTES:**

1. Unit must be mounted firmly to the monitored device via smooth flat surface.
2. Unit is to be mounted with the sensitive axis in-line with the vibration of the monitored equipment, or perpendicular to the axis of rotation. See "Typical Mounting Locations" for examples.
3. All mounting brackets should be made of welded construction and should be bolted securely to the monitored device. **DO NOT WELD BRACKET WITH MURPHY EVS INSTALLED.**
4. Recommended material and thickness for brackets is to be 3/8 inch (min) thick 6061-T6 aluminum or 3/8 inch (min) thick mild carbon steel.
5. Unit can be mounted in any orientation without affecting performance.
6. The most effective monitoring point is normally found on the bearing housing. If that point is impractical, the Murphy EVS should be mounted close to the centerline of the crankshaft, coupling, or other monitored parameter.

### Features of a Good Bracket

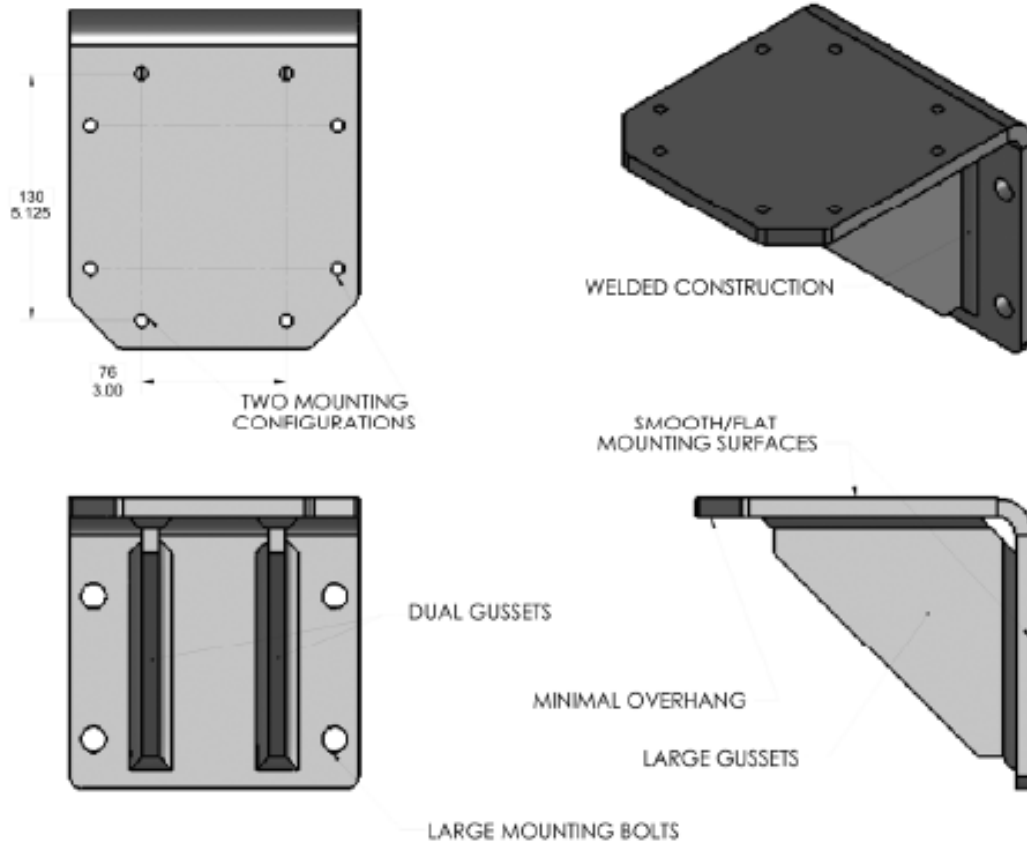
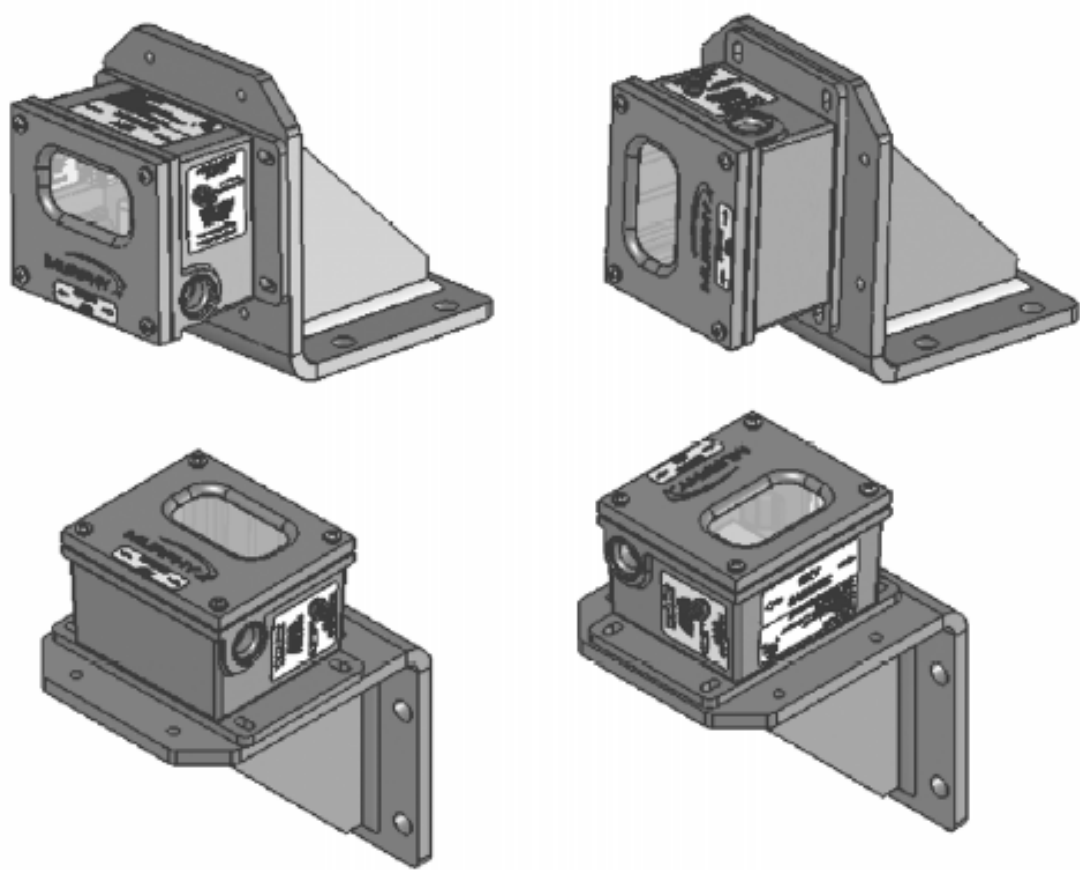


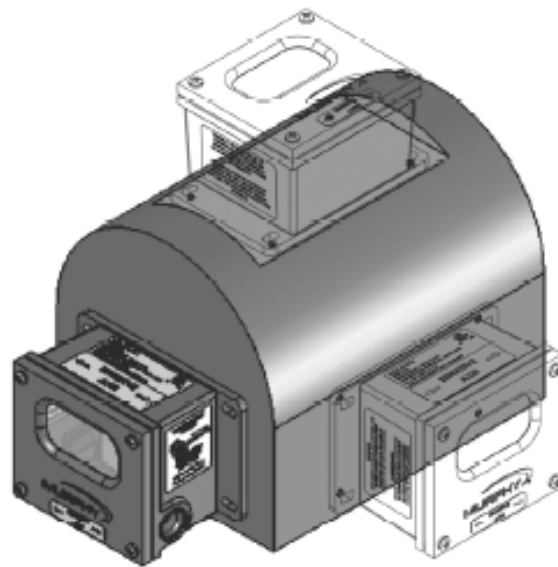
Figure 3 – Bracket Example

### Examples of Typical "L" Bracket Mounting

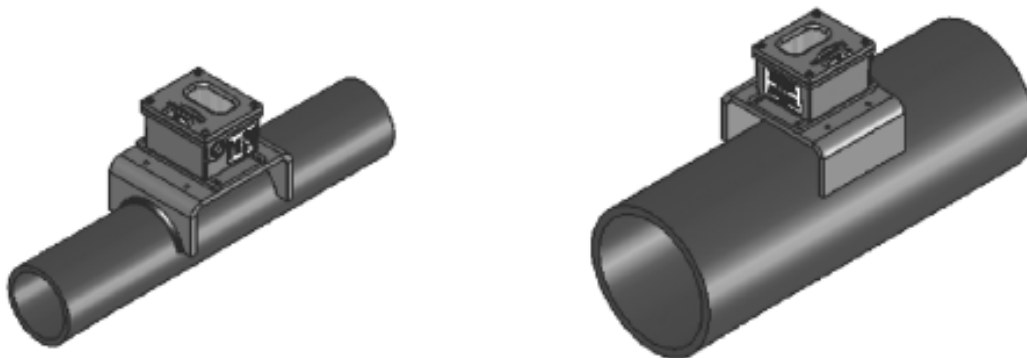


*Figure 4 – Typical "L" Bracket Mounting*

## Examples of Typical Bearing Housing or Pipe Mounting



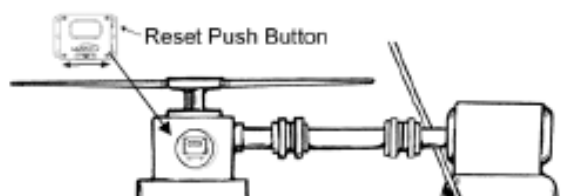
EXAMPLES OF TYPICAL BEARING HOUSING OR PIPE MOUNTING



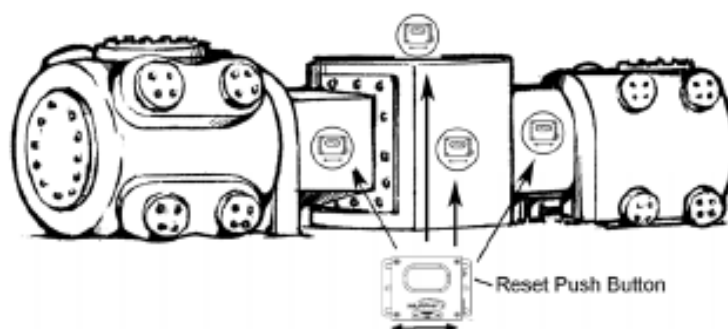
*Figure 5 – Typical Bearing Housing or Pipe Mounting*

## Typical Mounting Locations

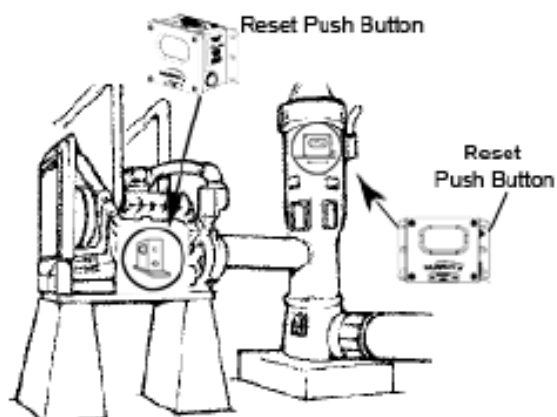
**NOTE:** These are typical mounting locations for best operation. Other mountings are possible.



*Figure 6 - Cooling Tower Fan or Heat Exchanger*

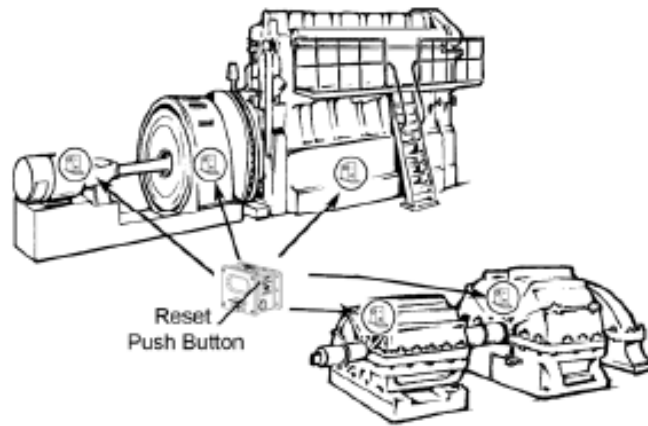


*Figure 7 - Two-Throw Balance-Opposed Compressor*

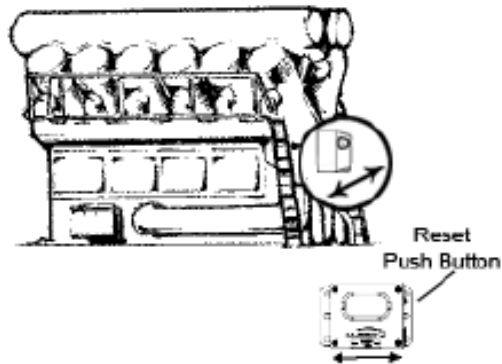


*Figure 8 - Engine and Vertical Shaft Pump*





*Figure 9 - Generator Sets*



*Figure 10 - Engine Compressor*

## Wiring

---

The method chosen to electrically connect to the switch should be mechanically flexible to eliminate the measurement of vibration induced from conduit and to provide a moisture barrier as well. Although Sealtite™ and other flexible conduit have been used successfully, in areas of extreme humidity or moisture Murphy recommends using an "SO" type cable along with a Div. 2 suitable rain-tight CGB Gland/Strain relief fitting. No stress should be possible on the wiring to the terminal block. If such protection is not provided by the conduit system, some form of stress relief must be installed.

To assure compatibility with EMI compliance standards, any signal level wiring such as transducer, reset, lockout alarm output, or 4-20 mA wiring should utilize shielded cable in EMI proof conduit, separate from any power wiring except the DC power for the EVS.

AWG 16-26 wire can be used. Terminals will accept one AWG 16 conductor or two AWG 20, or four AWG 22 wires can be used per terminal.

## Sealing

It is important that the cover plate, glass and gaskets be evenly and firmly fastened down with the four screws provided. Although the switch enclosures are sealed, it will be ineffective if proper sealing measures of both cover and wiring entrances are not followed. Electrical conduit may conduct moisture.

**IMPORTANT! To avoid compromising the weatherproof integrity of the unit, the Weatherproof Boot for the Reset Push Button and the Cover Gasket should be replaced if either becomes torn. Replacement part number 20-00-0378 provides the Weatherproof Boot and Cover Gasket.**



**IMPORTANT! Do not direct power-washing nozzle at the EVS.**

## Electrical Installation

Follow the steps below to wire TB1 and TB2 terminal blocks.

<b>Step 1</b>	Use a slotted, narrow-head screwdriver blade to release the spring cage.	
<b>Step 2</b>	Place the screwdriver blade into the spring cage. (See "Wiring Detail" illustration).	
<b>Step 3</b>	Push the screwdriver straight down into the spring cage until it touches the bottom.	
<b>Step 4</b>	Release the spring cage by pushing the screwdriver away from the wire terminal and holding it in place. (See "TB1 Detail" illustration).	
<b>Step 5</b>	Insert the wire lead into the wire terminal.	
<b>Step 6</b>	Release the tension on the screw driver and remove it from the cage.	
<b>Step 7</b>	Gently pull on the installed wire to make sure the connection is reliable.	

Figure 11 - Wiring Detail

Field Wiring for TB1 (See Figure 11 - TB1 Detail and Wiring Diagram schematic and Figure 13 – EVS Hook-up)

<b>Pin 8</b>	Short to Pin-7 or ground for Non-Latching mode	
<b>Pin 7</b>	Common Ground	
<b>Pin 6</b>	Normally Open Alarm Output (closes to ground on fault)	
<b>Pin 5</b>	Normally Closed to ground Alarm Output (opens from ground on fault)	
<b>Pin 4</b>	External Reset Input	
<b>Pin 3</b>	Common Ground	
<b>Pin 2</b>	DC Power 8-32 VDC Positive	
<b>Pin 1</b>	4-20 Current Output (if supplied w/ analog option)	

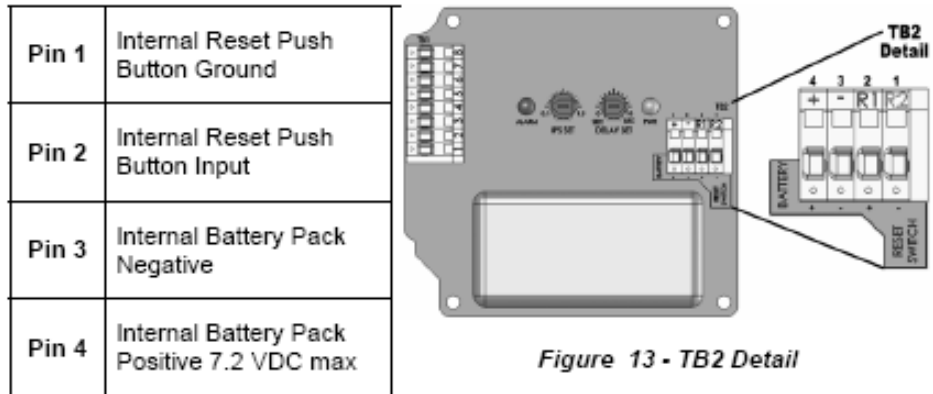
Figure 12 – TB1 Wiring Diagram

Field Wiring for TB2

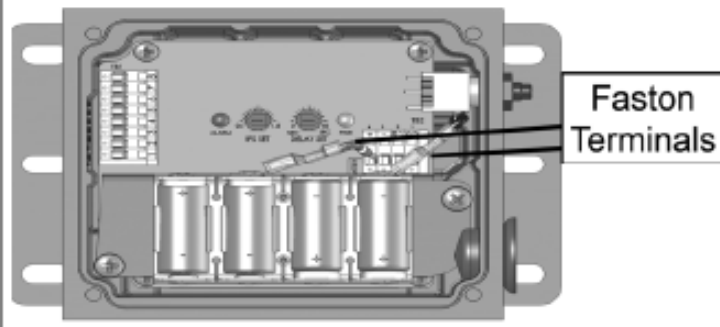


**WARNING! DO NOT CONNECT FIELD WIRING FOR TB1 TO THE TB2 TERMINAL BLOCK.**

The TB2 Terminal Block is intended for wiring the Internal Battery Pack and the Local Reset Switch.



**NOTE:** Once the Battery Pack has been installed and wired, unnecessary tampering may cause the Faston terminal to come loose, resulting in inaccurate analog/switch operation.



**WARNING! EXPLOSION HAZARD –**  
**Do not replace battery unless the area is known to be non-hazardous.**  
**Use only batteries made specifically for the Murphy EVS.**

Figure 14 - EVS Hook-up

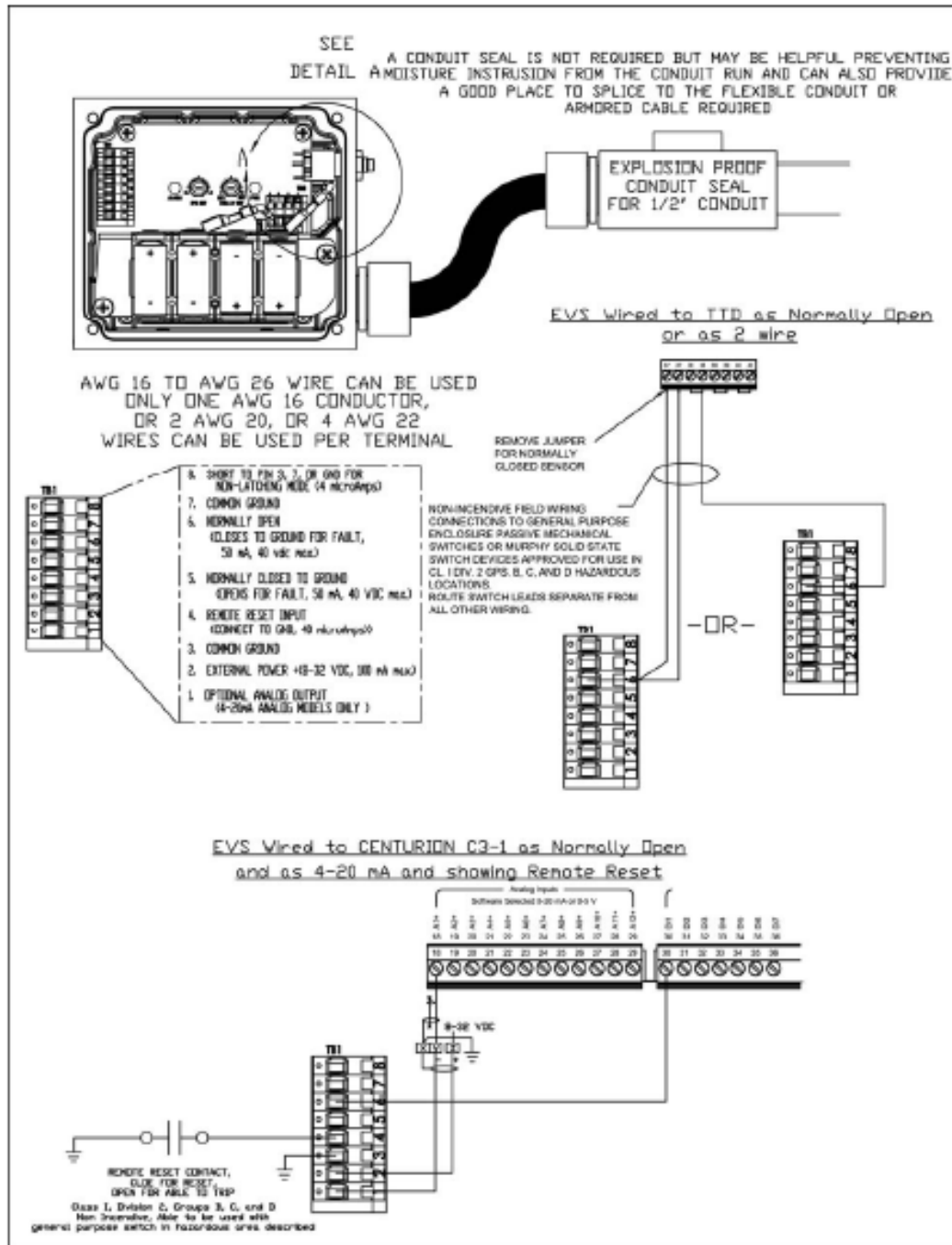
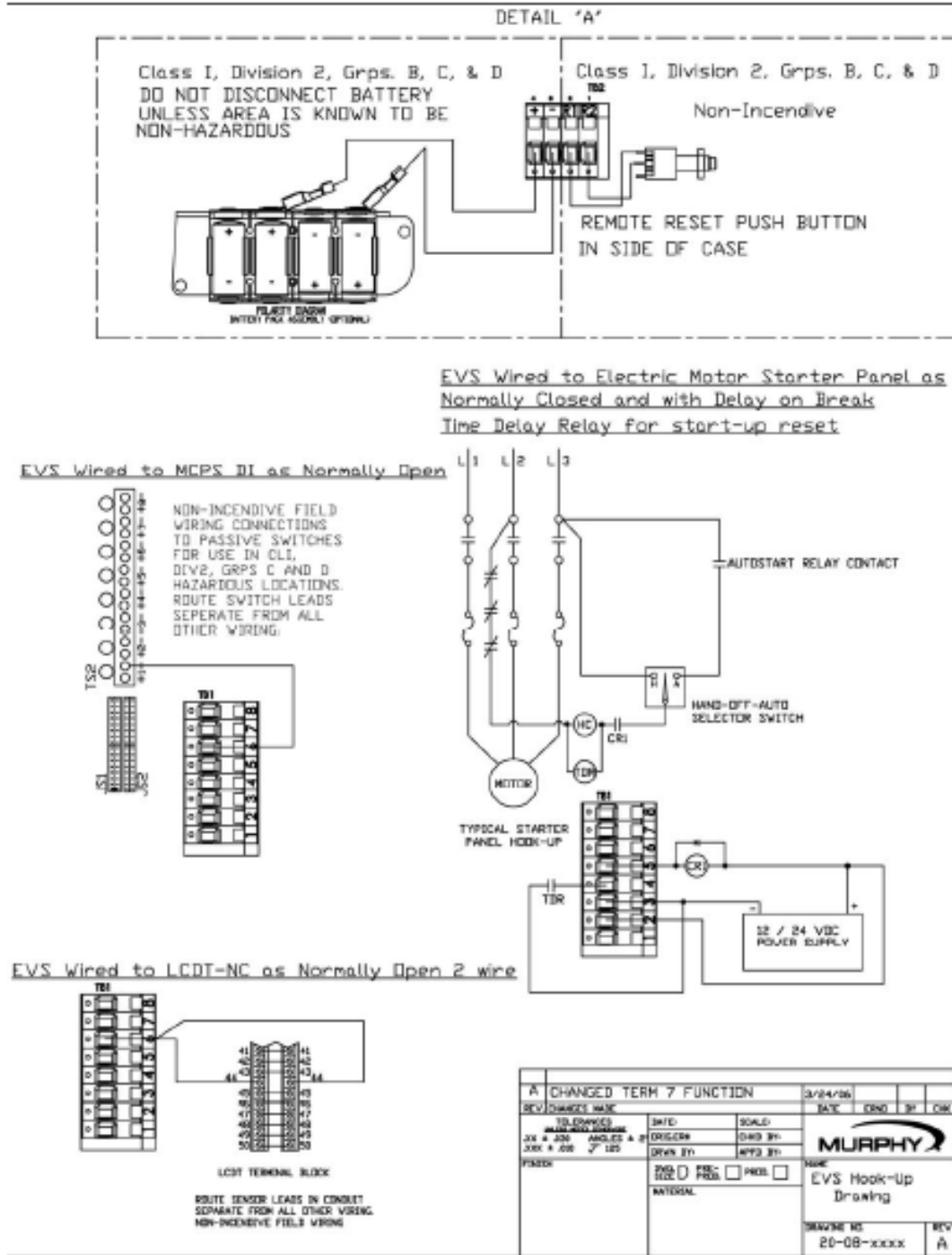


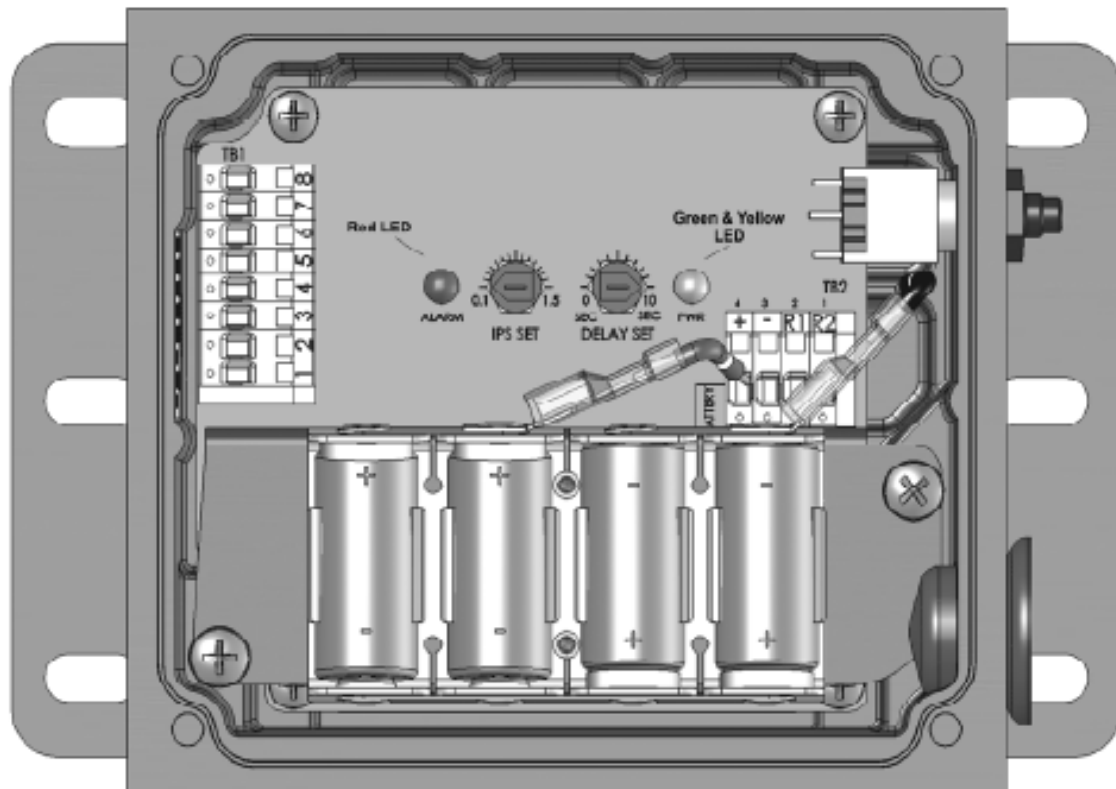
Figure 14 - EVS Hook-up (continued)



## Settings

### Setting the Set-point in Inches Per Second (IPS) Peak

**NOTE:** The unit must be set per the application upon installation.



*Figure 15 – EVS Detail for setting IPS and Delay Set-points*

## Method 1

Refer to the monitored machine recommended setting and mounting information and make appropriate adjustments. To adjust the setpoint, open the Murphy EVS cover and follow these steps:

1. Use a slotted, narrow-head screwdriver to adjust the IPS SET potentiometer.
2. To increase the IPS setting, turn the IPS SET potentiometer clock-wise. Tick marks in the EVS indicate 0.1 to 1.5 IPS range in 0.1 IPS increments.
3. To decrease the IPS setting, turn the IPS SET potentiometer counter clockwise.
4. Set the Delay (0-10 seconds, one tick mark per second) according to the tick marks in the EVS.

## Method 2

When placing the Murphy EVS on a unit where no available instruments or systems identify exactly what the actual vibration of a unit is in IPS Peak, use the following method to customize the setting to the installation, after determining the switch is functioning properly. (Note: This can be performed in Latch or Non-Latching modes.)

1. Make sure that the machine to be monitored is powered on and in normal operation.
2. Press and continue to hold the Local Reset button, located on the right hand side of the Murphy EVS. In this mode the output contact will not change status, only the alarm LED will light.
3. Using a slotted head, screw driver turn the "DELAY SET" potentiometer to zero.
4. Slowly turn the "IPS SET" potentiometer counterclockwise until the "Alarm LED" comes on.
5. Slowly turn the "IPS SET" potentiometer clockwise until the "Alarm LED" goes off.
6. Now turn the "IPS SET" potentiometer 1 or 2 tenths of an IPS higher than the observed trip point.
7. Release the Reset push button.

## Determining & Adjusting The Delay Set-point

The Delay Setpoint value can define the line between sensitivity and nuisance faults. A low delay allows a potentially catastrophic failure to be detected quickly. A higher delay helps prevent normal start-up vibrations from triggering an alarm. An evaluation of these two conditions should be made for each unique installation before setting the Delay Setpoint.



If start-up vibrations trigger the alarm at the desired delay set-point, the unit can be configured for an unlatched output and wired to a "Class B" input timer on a Murphy annunciator or controller. If used with a PLC system, the input can be timed out for startup. With the reset input active (pushbutton depressed) the Alarm LED will activate, but the alarm outputs will not change to the alarm state. If the reset pushbutton is released while the unit is in an alarm state, the unit will shut down if that input is active on the annunciator.

Optionally, a controller output can be used to hold the EVS in remote reset during startup.

To adjust the delay set-point follow these steps:

1. Use a slotted, narrow-head screwdriver to adjust the DELAY SET potentiometer.
2. To increase the delay setting, turn the potentiometer clockwise. Tick marks in the EVS indicate 0 to 10 second range in one (1) second increments.
3. To decrease the delay setting, turn the potentiometer counter clockwise.

### Useful Vibration Formulas

$V = \pi fD$	$g = 386.1 \text{ inches / second}^2$
$V = 6.144 \text{ g/f}$	$D = \text{inches peak-to-peak}$
$g = 0.0511 f^2 D$	$f = \text{RPM}/60$
$g = 0.0162 Vf$	$\text{rms} = 0.707 \times \text{peak}$
$D = 0.3183 V/f$	$\text{peak-to-peak} = 2 \times \text{peak}$
$D = 19.57 \text{ g/f}^2$	$\pi = 3.1416$
$V = \text{inches / second}$	

### Setting of Alarms

---

The alarm values may vary considerably, up or down, for different machines. The values chosen will normally be set relative to a baseline value determined from experience for the measurement position or direction for that particular machine.

In the following chart, it is recommended that the alarm value should be set higher than the baseline by an amount equal to 25% of the upper limit for Zone B. If the baseline is low, the alarm should be below Zone C.

Where there is no established baseline (for example with a new machine) the initial alarm setting should be based either on experience with other similar machines or relative to agreed acceptance values.

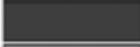
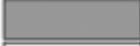


After a period of time, the steady-state baseline value will be established and the alarm setting should be adjusted accordingly.

## Recommended Alarm Settings













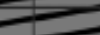































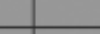





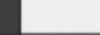

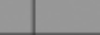



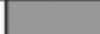
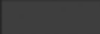
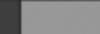
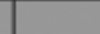




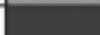
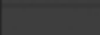

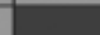
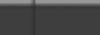



The following are guidelines based on industry standards. Actual settings will vary depending on mounting and unit installation. (Note: Refer to the Appendix for recommended settings by specific manufacturers.) Experience with a given installation should be the major factor in deciding the settings.

It is recommended that the alarm value should not normally exceed 1.25 times the upper limit of zone B.

## Vibration Limits Based on Class of Equipment Based on ISO 10816-3

	<b>ZONE A</b> = Newly commissioned machines normally fall into this zone.
	<b>ZONE B</b> = Normally considered acceptable for unrestricted long-term operation.
	<b>ZONE C</b> = Normally considered unsatisfactory for long-term continuous operation.
	<b>ZONE D</b> = Normally considered to be of sufficient severity to cause damage to the machine.

**RIGID/FLEXIBLE** = Categorizes the type of support and mounting.

Vibration ips RMS	CLASS 1		CLASS 2		CLASS 3		CLASS 4		Vibration ips Peak
	RIGID	FLEXIBLE	RIGID	FLEXIBLE	RIGID	FLEXIBLE	RIGID	FLEXIBLE	
0.58									0.82
0.43									0.61
0.28									0.40
0.18									0.25
0.14									0.20
0.11									0.16
0.09									0.13
0.06									0.08
0.03									0.04
<p><b>CLASS 1</b> = Large machines with rated power above 300 kW; electrical machines with shaft height H&gt; 12.4 in. These machines normally have sleeve bearings. The range of operation or nominal speed is relatively broad and ranges from 120 rpm to 15,000 rpm.</p> <p><b>CLASS 2</b> = Medium size machines with a rated power above 15 kW up to and including 30kW; electrical machines with shaft height 6.3 in &lt;H&lt; 12.4 in. These machines normally have rolling element bearings and operation speeds above 600 rpm.</p> <p><b>CLASS 3</b> = Pumps and multivane impeller and with separate driver (centrifugal, mixed flow or axial flow) with rated power above 15 kW. Machines of this group mostly have sleeve or rolling element bearings.</p> <p><b>CLASS 4</b> = Pumps and multivane impeller and with integrated driver (centrifugal, mixed flow or axial flow) with rated power above 15 kW. Machines of this group mostly have sleeve or rolling element bearings.</p>									

## Typical Vibration Alarm Settings of Various Installations

THE VALUES LISTED BELOW ARE GUIDELINES ONLY – Actual vibration limits must be related to stress levels, which can be measured with strain gage equipment. In general, if vibration levels are below the guidelines mentioned below, the stress levels are well below the fatigue level of the equipment. If vibration problem is perceived, a spectral analysis should be performed on the unit by a qualified specialist.

Type of Equipment	Velocity (IPS peak)	
	LOW	HIGH
Compressor, Centrifugal	0.2	0.4
Compressor, Reciprocating	0.5	0.7
Conveyors	0.3	0.5
Electric Motors	0.1	0.3
Engines	0.5	0.7
Fans, Blowers	0.2	0.4
Gear Boxes	0.1	0.3
Generator Sets, Electric Driven	0.2	0.3
Generator Sets, Engine Driven	0.5	0.7
Machine Tools (unloaded)	0.05	0.2
Pumps, Centrifugal	0.1	0.3
Pumps, Gear	0.1	0.3
Pumps, Reciprocating	0.5	0.7
Turbines	0.05	0.2

## Reciprocating Compressor Vibration Setting Guidelines

THE VALUES LISTED BELOW ARE GUIDELINES ONLY – Cyclical failures generally occur in the range of 10 to 100 cycles. High velocity at high frequency will result in failure at a much greater rate than high velocities at a low frequency. Experience should also be a guideline in determining acceptance limits for a particular compressor package.

Type of Equipment	Velocity (IPS peak)	
	(ips)	(mm/sec)
Motor Frame	0.3 – 0.5	8 – 12
Compressor Frame	0.2 – 0.3	5 – 8
Compressor Cylinder (outer end)	0.5 – 1.0	12 – 25
Pulsation bottles (outer center)	0.5 – 1.0	12 – 25
Skid Frame (top)	0.1 – 0.3	2.5 – 8
Scrubber (6'-6" elevation)	0.8 – 1.0	20 – 25
Piping (saddles and 12" spans)	0.5 – 0.8	12 – 20
PSV's (top of valves)	0.6 – 0.8	15 - 20

## Equipment Manufacturer Recommended Settings

### **ARIEL: SKID, FRAMES, CYLINDERS (provided by Ariel) MICROLOG CMVA60**

**SETUP:** Velocity ins/sec, zero to peak

If a vibration problem is perceived, a spectral analysis should be performed on the unit by a qualified vibration specialist.

The following chart indicates overall average limits for various models of Ariel equipment. **THESE VALUES ARE GUIDELINES ONLY** - Actual vibration limits must be related to stress levels, which can be measured with strain gage equipment. In general, if vibration levels are below the guidelines mentioned below, the stress levels are well below the fatigue level of the equipment.

Model	JG, A, M, N, P, Q, R, W	JGJ, H, E, T, K	JGC, D, B, V
Skid	<0.10 IPS	<0.15 IPS	<0.20 IPS
Compressor Frame	<0.20 IPS	<0.40 IPS	<0.20 IPS
Compressor Cylinder	<0.45 IPS	<0.80 IPS	<1.0 IPS

Chart effective 10/01/00, Check latest limits on Ariel Web Site.

Other manufacturer's data will be provided as authorized.

## Specifications

### Environmental

---

- Temperature: -40° and +85°C.
- Humidity: 0-95% non-condensing
- Vibration: 30 g's (Mechanical stability)

### External DC Power Requirement

---

- External power: 8 - 32 VDC.
- Input Current: 100mA Max

### Sensor Accuracy / Noise

---

- $\pm 5\%$  of full scale at 1.5 ips and 21 deg C.
- $\pm 5\%$  Variation over temperature from 21 deg C.
- Integration Stage End-to-End Noise: <0.01 ips RMS
- $\pm 5\%$ , at Bandwidth of 6 to 500 Hz
- $\pm 3\text{dB}$  at Bandwidth of 3 to 850 Hz, worst case

### Trigger Level Feature

---

- Adjustable single turn potentiometer between 0.1 and 1.5 inches per second (ips) Peak, in 0.1 increments.

### Time Delay Feature

---

- Adjustable single turn potentiometer from 0 to 10 seconds in 1 second intervals

### Output

---

- Normally-Open (close to ground) on fault
- Open-collector outputs
- 50 mA sink capability
- Input voltage: 40 VDC maximum
- Output is supplied latched. Provision is incorporated for non-latch operation. Reset accomplished by reset pushbutton or external contact closure.
- Output circuits based on fault sensitive operation. Alarm activated on power loss.

#### **LED Outputs**

---

- Red LED Alarm output: Flashes twice per second for the first 5 minutes when in Alarm mode. After 5 minutes it will flash once every second until reset.
- Green/Amber LED Power output: Green flash every 6 seconds: Battery status 'Normal'.
- Amber flash every 6 seconds: Battery in 'Low-Battery' range.

#### **4-20mA output (option)**

---

- Loop Resistance: 600 ohms max at 24 V and 20mA.
- Current loop accuracy  $\pm 5\%$ .
- 20 ma corresponds to 1.5 ips Peak
- 4 ma corresponds to 0 ips Peak

#### **Reset**

---

- Local reset switch w/momentary contact mounted to enclosure and connected to EVS PCB by means of a two wire connector TB2.
- Non-Incendive circuits for local Push Button and remote contact input
- External reset: Requires an external dry contact to activate the reset.
- Activation Period: Reset must be active for 0.5 sec. minimum to reset EVS

#### **Approvals (applied for)**

---

- Class 1 Div 2 Hazardous Area, Groups B,C,D.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

Jones, Larry D.; Chin, A. Foster. ELECTRONIC INSTRUMENTS AND MEASUREMENTS.

Prentice Hall. Englewood Cliffs, N.J., E.U.A., 1990.

Webster, J.G.; Tompkins, W.J.; INTERFACING SENSORS TO THE IBM PC.

Englewood Cliffs,NJ, Prentice Hall. E.U.A., 1988.

Johnson, Curtis D. PROCESS CONTROL INSTRUMENTATION TECHNOLOGY.

University ofHouston. John Wiley and Sons. E.U.A., 1982.

Cooper, William D.; Helfrick, Albert D. INSTRUMENTACION ELECTRONICA MODERNA Y TECNICAS DE MEDICION. Prentice Hall Hispanoamericana.

México, 1991

Ogata, Katsuhiko. INGENIERÍA DE CONTROL MODERNA. Prentice Hall. E.U.A., 1980.

Porras Criado, Alejandro; Montero Molina, Antonio Placido. AUTOMATAS PROGRAMABLES.McGraw-Hill, México, 1992.

Ohba, Ryoji editor. INTELLIGENT SENSOR TECHNOLOGY. John Wiley and Sons, England,1992.

Creus, Antonio. INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL. Alfaomega S.A. 6ª. edición,  
México, 1999.

Caterpillar, Inc. PART MANUAL 3406 GENERATOR SET. December 2005

Caterpillar, Inc. SYS MANUAL DE PARTES. September 2010

[www.fwmurphy.com](http://www.fwmurphy.com)

[www.natoil.com](http://www.natoil.com)

[www.tenarissiderca.com](http://www.tenarissiderca.com)

<http://www.hydrolifting.com/es>

<http://www.ccsdualsnap.co.uk>

<http://www.centelsa.com.co>

[www.transcat.com](http://www.transcat.com)

[www.dasiee.com](http://www.dasiee.com)

[www.omega.com](http://www.omega.com)

[www.omegadyne.com](http://www.omegadyne.com)

[www.redlion-controls.com](http://www.redlion-controls.com)