

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICIDAD**



**ESTUDIO DE FALLAS DE OPERACIÓN EN EL DRIVE HOUSE
DEL TOP DRIVE DEL TALADRO PETREX 1500 SITUADO EN
LA ZONA DE CAMPO MELONES ESTADO ANZOÁTEGUI.**

Realizado Por:

HENNER LEONARDO MORENO MATA

Trabajo de grado presentado ante la ilustre universidad de oriente como
requisito parcial para optar al título de:

INGENIERO ELECTRICISTA.

PUERTO LA CRUZ, 11 DE MARZO DE 2010.

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICIDAD**



**ESTUDIO DE FALLAS DE OPERACIÓN EN EL DRIVE HOUSE
DEL TOP DRIVE DEL TALADRO PETREX 1500 SITUADO EN
LA ZONA DE CAMPO MELONES ESTADO ANZOÁTEGUI.**

Realizado Por:

HENNER LEONARDO MORENO MATA

Revisada y aprobada por:

Prof. Hernán Parra
Asesor Académico

Ing. Luis Villarroel
Asesor Industrial

Trabajo de grado presentado ante la ilustre Universidad de Oriente como
requisito parcial para optar al título de:

INGENIERO ELECTRICISTA.

PUERTO LA CRUZ, 11 DE MARZO DE 2010.

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICIDAD**



**ESTUDIO DE FALLAS DE OPERACIÓN EN EL DRIVE HOUSE
DEL TOP DRIVE DEL TALADRO PETREX 1500 SITUADO EN
LA ZONA DE CAMPO MELONES ESTADO ANZOÁTEGUI.**

El Jurado hace constar que asignó a esta Tesis la calificación de:

A P R O B A D O

Prof. Manuel Maza
Jurado Principal

Prof. Santiago Escalante
Jurado Principal

PUERTO LA CRUZ, 11 DE MARZO DE 2010.

RESOLUCIÓN

De acuerdo al artículo 41 del reglamento de trabajo de grado:

“Los trabajos de grado son exclusividad de la Universidad y solo podrán ser utilizados a otros fines con consentimiento del consejo de núcleo respectivo, quien lo participará al consejo Universitario”.

DEDICATORIA

A mi Señor Jesucristo, Rey de Reyes y Señor de Señores, Por haberme dado sabiduría y entendimiento.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a Dios todo poderoso por haberme dado la vida y permitir hoy ser un Ingeniero Electricista.

A mis padres por servirme de ejemplo, de constancia, perseverancia, motivación y que no hay mayor herencia que los estudios, además de brindarme su apoyo y aliento incondicional cuando lo necesite, y por estar siempre pendiente de mis estudios para que fuera alguien en la vida.

A Indira por estar conmigo en todos los momentos difíciles que pase durante mi carrera, a mi hermana Ruth, que vivió esos momentos tan duros y me brindo su apoyo y ayuda cuando la necesite, a Isaell y Kelly por su presencia la cual me estimulo de ser un ejemplo para ellas.

A mi abuela, por sus oraciones, preocupación, motivación y aliento, aunque no vio cuando lo logre, se que estaría feliz de haberlo vivido conmigo. A mis primos y demás familiares por brindarme su apoyo y sus mejores deseos durante mi carrera.

A todos mis amigos, compañeros y profesores que me apoyaron durante mi carrera (La Injusta, Prof. Melquiádes Bermúdez, Prof. Luis Suarez, Prof. Hernán Parra, Prof. Santiago Escalante, Daniel Sulbaran, Romer, y todos los demás).

A Douglas Atías, por haberme dado la oportunidad de hacer mis pasantías, brindándome su apoyo y motivación. También a todo el personal que labora en Petrex por transmitirme sus conocimientos, en especial a (Oswaldo Canelón y Leonel Hidalgo).

A Glorimar, Glorivit, Vicente y a Gloria, por haberme ayudado a estudiar en la Universidad de Oriente.

CONTENIDO

RESOLUCIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABLAS	xiii
CAPÍTULO I	14
1.1 Reseña histórica de la empresa	14
1.2 Ubicación Geográfica.....	15
1.3 Visión	15
1.4 Misión	15
1.5 Objetivos.....	16
1.6 Áreas de Influencia u Operaciones.....	17
1.7 Estructura Organizativa	17
1.8 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	23
1.9 OBJETIVOS.....	25
1.9.1 Objetivo General	25
1.9.2 Objetivos Específicos	25
CAPÍTULO II	26
MARCO TEÓRICO	26
2.1 Inversor.....	26
2.1.1 Sección del inversor.....	27
2.2 Principio de Funcionamiento del PWM “Pulse Width Modulation” ...	27
2.3 Transistor IGBT	28
2.4 Control lógico programable.....	32
2.4.1 Estructura básica de un Control Lógico programable.....	33
2.5 PLC de Siemens	36

2.5.1	Profibus	36
2.6	Unidad de Procesamiento Central 315-2 DP	37
2.6.1	Selector de modo	37
2.6.2	Diodos Emisores de Luz (LED'S) de estado y fallas del equipo	38
2.6.3	Elementos de visualización para los LED'S de PROFIBUS.....	39
2.7	Módulo de salida del relé SM 322.....	40
2.8	Módulo de entrada digital SM 321	40
2.9	Salida análoga ET 200B	40
2.10	Entrada análoga ET 200B.....	41
2.11	Entrada/salida digital ET 200B.....	41
2.12	Módulo de suministro de energía PS 307 (5A)	41
2.13	Adaptador de PC en el sistema	41
2.14	Programación de PLC para el equipo "Step 7" de Siemens	42
2.15	Diagrama de Lógica de Escalera	42
2.16	Lista de Declaración	43
2.17	Entendiendo la lógica de escalera	44
2.18	Codificador rotativo o Encoder.....	46
2.19	Control de velocidad de los motores de Inducción	47
2.19.1	Devanados de estator múltiples.....	48
2.19.2	Control de velocidad por frecuencia	49
2.19.3	Control de la velocidad mediante relación voltaje/frecuencia	49
2.20	Características de los motores a considerar en la protección.....	50
2.21	El circuito equivalente del motor de inducción.....	51
2.22	Prueba de resistencia de aislamiento para cables de potencia	53
2.23	Pruebas de resistencia de aislamiento	55
2.24	El concepto de absorción dieléctrica	56
CAPÍTULO III		59
DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES.....		59

3.1	Torre o Cabria de perforación.....	59
3.1.1	Bloque Corona	59
3.1.2	Bloque viajero.	60
3.1.3	Encuelladero o Plataforma de trabajo	60
3.2	Sub-estructura	60
3.2.1	Planchada o Piso del Taladro	60
3.3	Sarta de perforación	63
3.3.1	Tubería de perforación	63
3.3.2	Mecha de perforación.....	64
3.4	Circuito o Ciclo de Lodo.....	65
3.5	Equipos de Circulación	66
3.6	Área de Acondicionamiento	67
3.7	Sistema de seguridad	68
3.8	Sistema de fuerza	70
3.9	Descripción de los componentes de la Cabina de Control ó Drive House.	70
3.9.1	Resistor de interrupción (Chopper)	72
3.9.2	Inversor Yaskawa VS-616G5.....	73
3.9.3	Modo de operación.....	74
3.9.4	PLC de Siemens	76
3.9.5	Puntos de Conexión a Tierra.....	76
3.9.6	Consola del perforador.....	77
3.9.7	Lazo de servicio	79
3.9.8	Unidad de aire acondicionado.....	81
3.9.9	Deshumecedor	81
3.10	Componentes del Top Drive TDS-9S Varco	81
3.10.1	Motores de perforación de AC	81
3.10.2	Interruptores	82
3.10.3	Transmisión del Top Drive	82

3.10.4	Soporte corredizo y viga guía.....	83
3.10.5	Sistema de control hidráulico	84
3.10.6	Unidad de Manejo de Tubería PH-50.....	86
CAPÍTULO IV.....		90
ANÁLISIS DE FALLA Y CONFIGURACIÓN DEL INVERSOR.....		90
4.1	Falla de operación de la cabina de control	90
4.1.1	Prueba de codificador rotativo (Encoder).....	90
4.1.2	Prueba de resistencia de aislamiento.....	92
4.1.3	Falla reincidente	93
4.2	Análisis de la falla	93
4.3	Revisión de la tensión de salida del inversor	94
4.3.1	Patrón de V/f	95
4.3.2	Descontrol en el patrón de V/f.....	96
CAPÍTULO V.....		99
REPROGRAMACIÓN Y PROTECCIONES ADICIONALES		99
5.1	Revisión de los parámetros del inversor	99
5.2	Cambio de nivel de acceso	100
5.3	Reprogramación	101
5.4	Propuestas de nuevas protecciones	101
CAPÍTULO VI.....		103
CONCLUSIONES		103
RECOMENDACIONES		104
BIBLIOGRAFÍA CITADA.....		105
ANEXOS		106

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1 CUENCAS PETROLÍFERAS	17
FIGURA 1.2 ORGANIGRAMA GENERAL DE LA EMPRESA PETREX.....	19
FIGURA 1.3 ORGANIGRAMA PETREX SUCURSAL DE VENEZUELA S.A.	20
FIGURA 2.1 ESQUEMA DE UN INVERSOR. [6]	27
FIGURA 2.2 SEÑAL CUADRADA [3].....	28
FIGURA 2.3 CORTE TRANSVERSAL Y CIRCUITO EQUIVALENTE DE UN IGBT. [3]	29
FIGURA 2.4 SÍMBOLO Y CIRCUITO DE UN IGBT. [3]	31
FIGURA 2.5 CARACTERÍSTICAS TÍPICAS DE SALIDA Y DE TRANSFERENCIA DE LOS IGBT. [3].....	31
FIGURA 2.6 BLOQUES DE UN CONTROL LÓGICO PROGRAMABLE. [1]	32
FIGURA 2.7 DIAGRAMA DE ESCALERA. [6]	43
FIGURA 2.8 DIAGRAMA 1. [6]	44
FIGURA 2.9 DIAGRAMA 2. [6]	45
FIGURA 2.10 DIAGRAMA 3. [6]	45
FIGURA 2.11 DIAGRAMA 4. [6]	46
FIGURA 2.12 DIAGRAMA 5. [6]	46
FIGURA 2.13 CURVA DE ARRANQUE. [4]	50
FIGURA 2.14 CIRCUITO EQUIVALENTE DE UN MOTOR DE INDUCCIÓN. [4]	52
FIGURA 2.15 CIRCUITO EQUIVALENTE. [4].....	52
FIGURA 2.16 PRUEBA DE AISLAMIENTO CON TERMINAL DE GUARDA. [2]	54
FIGURA 2.17 PRUEBA DE AISLAMIENTO SIN TERMINAL DE GUARDA. [2].....	55
FIGURA 2.18 MEGÓHMETRO. [2].....	56
FIGURA 2.19 PRUEBA DE ABSORCIÓN DIELECTRICA. [2]	58
FIGURA 3.1 BLOQUE CORONA DEL TALADRO PTX-1500	59
FIGURA 3.2 MALACATE DEL TALADRO PTX-1500	61
FIGURA 3.3 PLANCHADA Y MESA ROTARIA DEL TALADRO PTX-1500	62

FIGURA 3.4 ENCUELLADERO Y TUBERÍA DE PERFORACIÓN DEL TALADRO PTX-1500	64
FIGURA 3.5 MECHA DE PERFORACIÓN	65
FIGURA 3.6 CABINA DE CONTROL VARCO.....	72
FIGURA 3.7 RESISTOR DE INTERRUPCIÓN.	73
FIGURA 3.8 VOLTAJE DE SALIDA DE UN INVERSOR.	74
FIGURA 3.9 INSTALACIÓN TÍPICA DE CONEXIÓN A TIERRA.	76
FIGURA 3.10 CONEXIÓN A TIERRA DE 3 INVERSORES.....	77
FIGURA 3.11 CONSOLA VARCO.	79
FIGURA 3.12 INSTALACIÓN ELÉCTRICA TÍPICA.....	80

LISTA DE TABLAS

TABLA 2.1 LUCES DE ESTADO DEL PROFIBUS. [6]	39
TABLA 2.2 DECLARACIÓN DE INSTRUCCIONES. [6]	43
TABLA 2.3 VOLTAJES DE REFERENCIA PARA LAS PRUEBAS DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO. [2]	55
TABLA 4.1 PASOS PARA CAMBIAR EL MÉTODO DE CONTROL	91
TABLA 4.2 PARÁMETROS DEL PATRÓN DE V/F EN EL INVERSOR.	96
TABLA 5.1 PASOS PARA CAMBIAR EL NIVEL DE ACCESO.....	100

CAPÍTULO I

1.1 Reseña histórica de la empresa

Petrex Sudamérica nace en Venezuela en el año 2002 como sucursal de Perú, la cual fue creada el 07 de febrero de 1983 por el grupo Thordike y Río Colorado Drilling Ltd, para brindar servicios de workover a Occidental Petroleum, una empresa norteamericana concesionaria del lote 1AB situado en la Selva Peruana. En esta primera fase, Petrex S.A. operaba únicamente con dos equipos de workover propiedad de Occidental Petroleum. En julio del año 1998, Saipem adquiere las acciones en posesión del grupo Thordike, controlando así el 100% de la empresa.

Petrex Sudamérica inició las operaciones el 02 de julio del 2002 con actividades de perforación en el campo ENI Dación con un taladro hidráulico G-200, actualmente, presta servicios de perforación de pozos, mediante diez taladros de perforación todos operativos.

La perforación de pozos mediante Taladros de perforación constituye una de las principales funciones del proceso productivo, es por ello, que la empresa requiere del óptimo funcionamiento de sus equipos y componentes, que permitan evitar las paradas imprevistas que conllevan a la aplicación de mantenimiento correctivo, y por ende originan un incremento en el costo por reparaciones innecesarias, tiempos muertos, mayor índice de accidentes e incidentes, además de esto la productividad de la empresa se ve afectada por el incumplimiento de sus trabajos, ya que la misma depende significativamente del funcionamiento óptimo y continuo de los Taladros.

1.2 Ubicación Geográfica

La empresa está ubicada en la zona sur del estado Anzoátegui, Venezuela, específicamente en la Avenida Intercomunal El Tigre, San José de Guanipa Edif. parque industrial Standard II Edif. PB local "D" zona I. Tel. (+58-0283) 500-4800, 241-8773 Fax (+58-0283) 241-7158, correo electrónico mantenimiento.operaciones@petrex.com.ve y página Web www.petrex.com.ve/

En este sitio es donde se encuentran ubicadas las oficinas técnicas y de planeación de operaciones; esta empresa presta sus servicios principalmente a la empresa PDVSA, Petrex S.A. tiene su sede principal en Lima – Perú con sucursales en Ecuador y Venezuela.

1.3 Visión

Ser líderes en la prestación de servicios de perforación, workover y pulling, en la industria petrolera y ampliar el mercado nacional e internacional, incursionando en los diferentes mercados de la actividad que realizamos en tierra y operaciones en el mar.

1.4 Misión

La misión de PETREX, S.A es satisfacer a sus clientes a través de:

- El conocimiento profundo de sus necesidades.
- La dedicación al trabajo como ente fundamental hacia un fin común.
- La búsqueda constante de la excelencia en sus servicios.
- Brindar un servicio con altos niveles de calidad que aseguren el óptimo desempeño de las labores realizadas.

Petrex Sudamérica sucursal de Venezuela, lleva a cabo actividades en materia de perforación de pozos de petróleo. Las actividades de perforación están dirigidas hacia la búsqueda y explotación de nuevas reservas de crudo para sustentar planes de crecimientos y el desarrollo del capital. El Proceso exploratorio, es la primera fase de la cadena de valor de la industria; se realiza para encontrar suficientes recursos de hidrocarburos que generen valor y permitan cumplir con la estrategia y planes de la empresa.

1.5 Objetivos

Los Objetivos Generales de Petrex Sudamérica se basan en las siguientes premisas:

- Cumplir con los requerimientos de sus clientes, fomentando los conceptos de cliente externo e interno y la importancia de ellos para la organización.
- Divulgar a todo el personal, tanto propio como contratado su política de ambiente, higiene y seguridad, plan específico de SHA, las normas y procedimientos inherentes a los proyectos.
- Adecuar la organización a los nuevos esquemas de calidad, seguridad industrial, higiene y ambiente.
- Suministrar al personal todo el adiestramiento necesario según sus funciones antes del inicio de cada actividad.
- Evaluar todas las actividades y las áreas de trabajo para evitar la afectación del ambiente.
- Evaluar todas las actividades y las áreas de trabajo para evitar la afectación del ambiente.
- Comunicar claramente a todos la información, objetivos, metas y resultados.

1.6 Áreas de Influencia u Operaciones

Su área de operación en Venezuela la constituye toda la parte centro y sur del oriente del país, la cual está comprendida por los estados Anzoátegui y Monagas principalmente por ser estos los estados petroleros por excelencia de la zona oriental del país. La ubicación de la Empresa Petrex Sudamérica Sucursal de Venezuela, S.A., puede detallarse mejor en el mapa que a continuación se presenta donde pueden observarse las cuencas petrolíferas. (Figura 1.1)

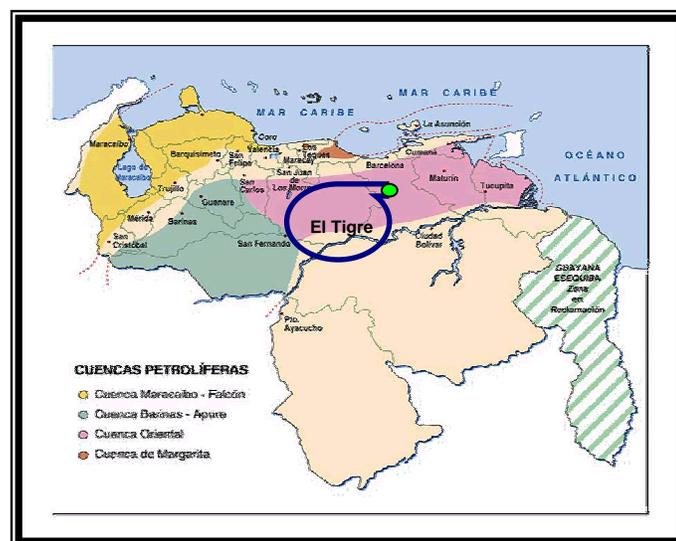


Figura 1.1 Cuencas petrolíferas

1.7 Estructura Organizativa

Petrex Sudamérica presenta un organigrama que muestra en su nivel de mayor jerarquía al presidente, que tiene a su cargo la gerencia general, y esta a su vez a seis gerencias: gerencia comercial y desarrollo de negocios, gerencia de logística, gerencia de recursos humanos y QHSE, gerencia de

administración, gerencia de finanzas y control, gerencia de operaciones Perú, y la gerencia de operaciones y jefe de base en Venezuela.

La gerencia de operaciones Venezuela tiene a su mando nueve coordinaciones y una superintendencia; coordinación de administración finanzas y control, coordinación de personal, coordinación de relaciones industriales, coordinación de seguridad y medio ambiente, coordinador de calidad, coordinador de salud ocupacional, coordinador de logística (compras y servicios), coordinador de almacén y bienes capital, coordinador de mantenimiento y superintendente de operación que tiene a su mando cinco coordinaciones de perforación (divididas por cada taladro) y un coordinador de Workover y Pulling.

A continuación se muestran en la figura 1.2 el organigrama general de la empresa Petrex y en la figura 1.3 el organigrama Petrex sucursal de Venezuela S.A.

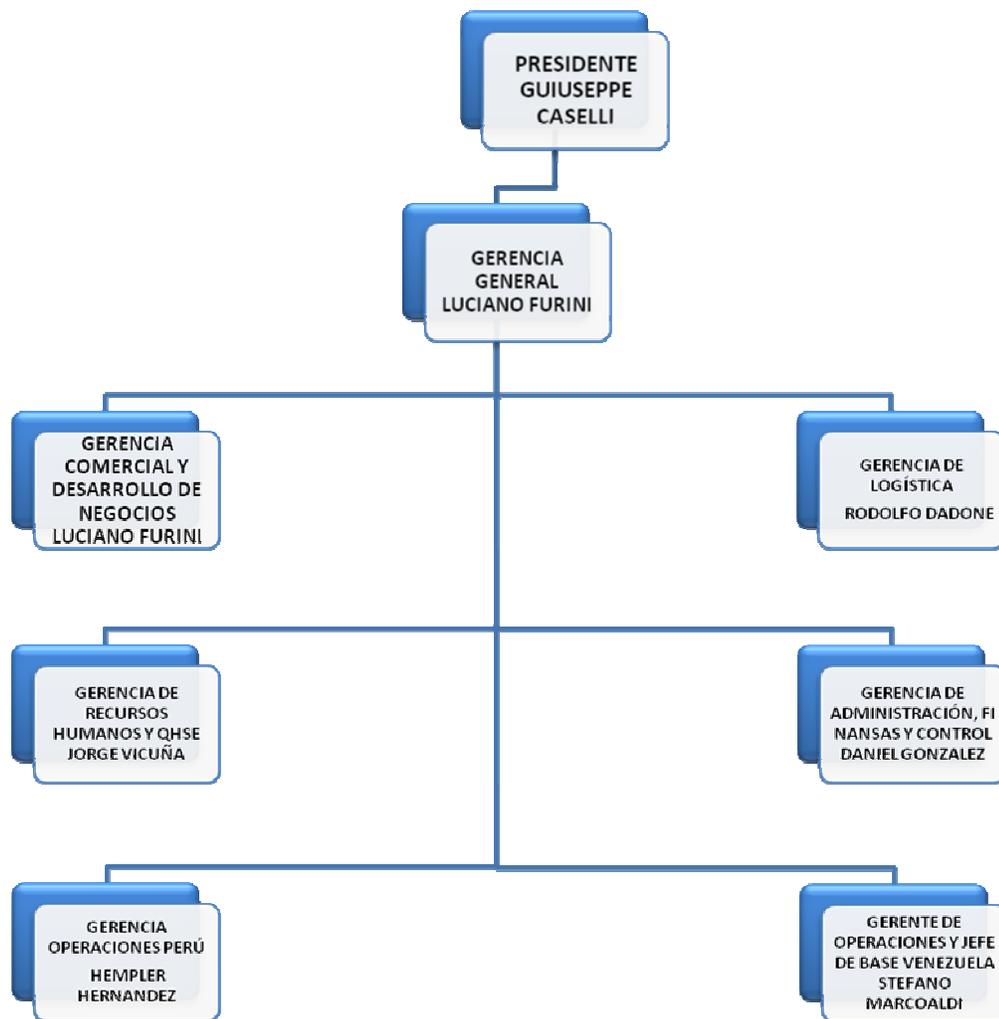


Figura 1.2 Organigrama general de la empresa Petrex

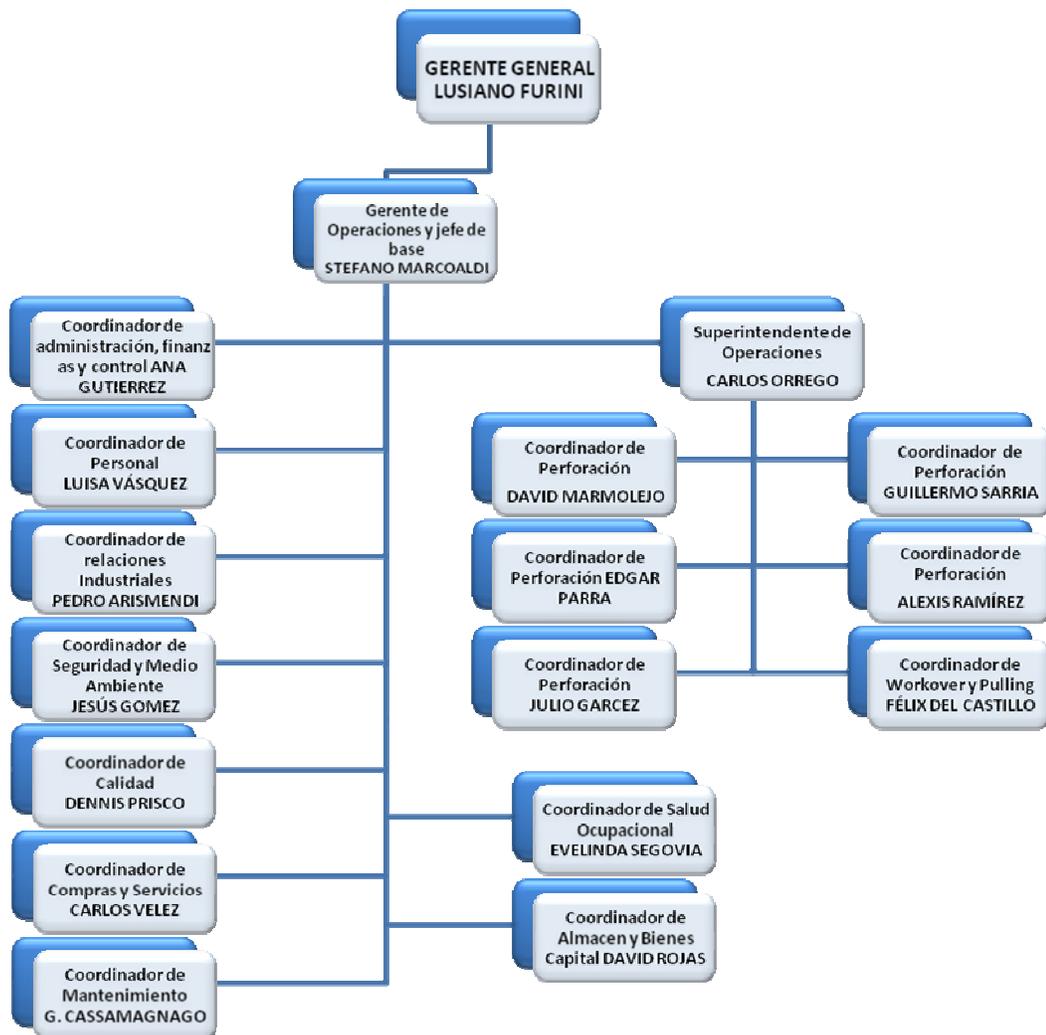


Figura 1.3 Organigrama Petrex sucursal de Venezuela S.A.

Gerente de Operaciones: Garantiza el procesamiento técnico y financiero estimado en la preparación de ofertas en las áreas comercial correspondientes, supervisar y optimizar la asignación de recursos de los proyectos, de acuerdo con los objetivos de la compañía y con las diferentes directrices, los estándares de la corporación, gestión, planeamiento y desarrollo de los recursos humanos en la organización, asegurar la definición

y gestión de los sistemas de calidad, supervisar el registro, análisis y el control de todas las actividades administrativas de las compañías, supervisar la preparación precisa de las cuentas anuales estatutarias, incluyendo el balance de situación, el estado de pérdidas y ganancias, flujo de caja, supervisan el planeamiento, el desarrollo y la implantación de los sistemas de información de la compañía.

Coordinador de administración finanzas y control: Se encargan, del acuerdo con las directrices y los estándares de la corporación, el registro, el análisis y el control de todas las actividades administrativas de la compañía, son los responsables de la cobertura apropiada de los pólizas de los bienes de la compañía o de aquellos utilizados por esta en relación con la unidad que encabeza la oficina pertinente del grupo, que apoyando a los consultores legales externos, en los aspectos tributarios comerciales y civiles que involucren a la sociedad. Se encargan de la facturación de los clientes y el pagos de los proveedores se efectúen de manera oportuna y correcta, participando en la elaboración de licitaciones, proveyendo asesoramiento, principalmente en los rubros de responsabilidades y seguros, efectuar las evaluaciones de proyectos de inversión, aplicando las técnicas financieras adecuadas.

Coordinador de personal: Garantiza el acuerdo con las directrices y los estándares de la corporación y dentro de las políticas definidas por la compañía, las actividades de planeamiento, gestión y desarrollo de los recursos humanos y de organización, con la finalidad de mejorar la competitividad y los resultados de la compañía, se encargan del reclutamiento, la evaluación y capacitación de personal.

Coordinador de seguridad y medio ambiente: Participa en el desarrollo de los procedimientos generales e instrucciones de trabajo de evaluación de riesgos, prestan apoyo durante la ejecución de los proyectos y en lo concerniente a los clientes en todo lo relacionado con la calidad, salud, seguridad y el medio ambiente de trabajo, supervisan la implementación, efectiva de los sistemas apropiados de seguridad y disponer que estos se mantengan actualizados de acuerdo con los cambios en la legislación en las directivas de la compañía.

Coordinador de salud ocupacional: Administra la salud del personal y garantizan el nivel profesional de los recursos asignados.

Coordinador de logística (compras y servicios): Garantiza la búsqueda, la evaluación y la selección de los proveedores de materiales y servicios, de acuerdo con las directrices y los estándares de corporación, conjuntamente con la función abastecimiento de la compañía matriz del grupo, se encarga que las actividades referentes al abastecimiento de bienes y servicios sean oportunas y eficaces en cuenta a costo, así como en la inspección, envió, ensayos y despacho.

Coordinador de Almacén: Es el encargado de mantener un stock mínimo de inventario, que cerciore la continuidad operacional, así como también que los materiales estén organizados y bien preservados.

Coordinador de mantenimiento: Supervisan el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos, propiedad de la empresa haciendo cumplir los programas establecidos, emitiendo las recomendaciones para la mejora de los sistemas de mantenimiento. Le reporta al gerente de operación y jefe de base Venezuela.

Superintendente de operaciones: Supervisa los coordinadores de perforación, y está encargado de mantener y asegurar que todos los taladros estén en funcionamiento y generen el menor tiempo de parada posible.

Coordinadores de perforación: Llamados también superintendentes de taladro, velan por la coordinación de los servicios y requisiciones de un equipo de perforación, para así mantener la continuidad operacional del taladro.

1.8 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Petrex Sudamérica nace en Venezuela en el año 2002 como sucursal de Perú, la cual fue creada el 07 de febrero de 1983 por el grupo Thordike y Río Colorado Drilling Ltd, para brindar servicios de workover a Occidental Petroleum, una empresa norteamericana concesionaria del lote 1AB situado en la Selva Peruana. En esta primera fase, Petrex S.A. operaba únicamente con 02 equipos de workover propiedad de Occidental Petroleum. En julio del año 1998, Saipem adquiere las acciones en posesión del grupo Thordike, controlando así el 100% de la empresa. Petrex Sudamérica inició las operaciones el 02 de julio del 2002 con actividades de perforación en el campo ENI Dación con un taladro hidráulico G-200, actualmente, presta servicios de perforación de pozos, mediante diez taladros de perforación todos operativos.

La empresa está ubicada en la zona sur del estado Anzoátegui, Venezuela, específicamente en la Avenida intercomunal El Tigre, San José de Guanipa Edif. parque industrial Standard II Edif. PB local "D" zona I. En este sitio es donde se encuentran ubicadas las oficinas técnicas y de planeación de operaciones; esta empresa presta sus servicios principalmente

a la empresa PDVSA, Petrex S.A. tiene su sede principal en Lima – Perú con sucursales en Ecuador, y Venezuela.

El Sistema de Perforación TDS ó “Top Drive Systems” es un equipo que se usa en la industria petrolera, para la perforación terrestre. El Top Drive principalmente obtiene su fuerza de los motores de perforación de corriente alterna, que generan el par necesario para realizar las perforaciones en los pozos petroleros.

El Top Drive, tiene características especiales, una de ellas, es el control de velocidad y de torque, que se logra por medio de un Drive House. Un Drive House es una cabina de control conformada por: interruptores, puente rectificador, inversores, control lógico programable, transformadores, fusibles, relés, contactores y otros componentes. De los componentes del Drive House, el que permite obtener el control de velocidad y de torque, es el inversor, también llamado ondulator, es un circuito utilizado para convertir corriente continua en corriente alterna. La función de un inversor es cambiar un voltaje de entrada de corriente directa a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario.

El control de voltaje, se establece por medio de parámetros en el inversor, en la sección E1 parámetros del motor, en donde se colocan los valores de placa de la maquina, limitando el voltaje máximo de alimentación, sin embargo los motores de 350 Hp del Top Drive se dañan por causas desconocidas.

En este sentido la empresa Petrex decidió someter a través de este trabajo de pasantía el estudio del Drive House, para determinar el motivo que está provocando el mal funcionamiento de dicho equipo, y así e implementar la creación de lineamientos necesarios para evitar que los motores se dañen.

1.9 OBJETIVOS

1.9.1 Objetivo General

- ✦ Estudiar las fallas de operación en el Drive House del Top Drive del taladro Petrex 1500 situado en la zona de Campo Melones Estado Anzoátegui.

1.9.2 Objetivos Específicos

- ✦ Describir el funcionamiento del Drive House.
- ✦ Identificar las fallas de operación en el Drive House.
- ✦ Revisar la configuración y programación del inversor.
- ✦ Reprogramar la configuración del inversor.
- ✦ Proponer nuevas protecciones.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Inversor

La función de un inversor es cambiar un voltaje de entrada de corriente directa a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada. El voltaje de salida podría ser fijo o variable, a una frecuencia fija o variable. La forma de onda del voltaje de salida de un inversor ideal debería ser sinusoidal. Sin embargo, las de los inversores prácticos no son sinusoidales y contienen ciertas armónicas. Una buena técnica para lograr esto es utilizar la técnica de PWM logrando que la componente principal senoidal sea mucho más grande que las armónicas superiores. [3]

Los inversores más modernos han comenzado a utilizar formas más avanzadas de transistores o dispositivos similares, como los tiristores, los triac's o los IGBT's. [3]

Los inversores más eficientes utilizan varios artificios electrónicos para tratar de llegar a una onda que simule razonablemente a una onda senoidal en la entrada del transformador, en vez de depender de éste para suavizar la onda. [3]

2.1.1 Sección del inversor.

La sección del inversor consiste en dispositivos de interrupción. Dependiendo del inversor se pueden usar tiristores, transistores bipolares, MOSFETs, GTOs o IGBTs. El esquema de un inversor se muestra en la figura 2.1. [6]

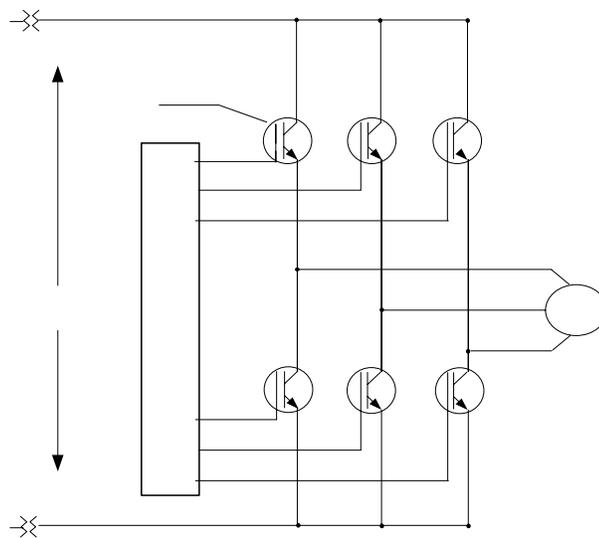
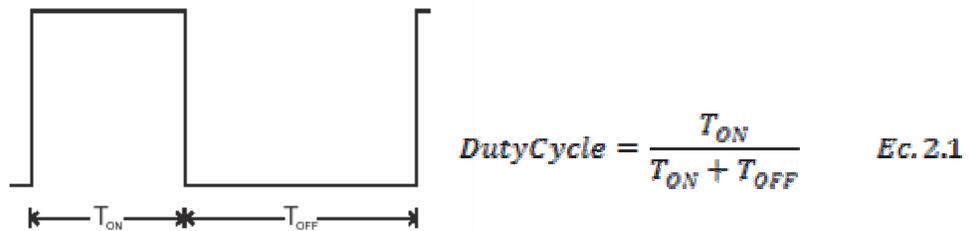


Figura 2.1 Esquema de un Inversor. [6]

2.2 Principio de Funcionamiento del PWM “Pulse Width Modulation”

La modulación de anchura de pulso, abreviada como **PWM**, es un método de transmitir la información sobre una serie de pulsos. Es decir la modulación de anchura de pulso es una técnica de la modulación para generar pulsos variables de la anchura para representar la amplitud de una señal analógica o de una onda de la entrada. [3]

La base de PWM es la variación del ciclo útil (Duty Cycle Ec.2.1) de una señal cuadrada (figura 2.2). [3]



Al cambiar el ciclo de trabajo se modifica el voltaje promedio (V_{AVG}) (Ec.2.2).

$$V_{AVG} = \frac{1}{T} \int_0^{T_{ON}} V_P dt = V_P \frac{T_{ON}}{T} \quad Ec. 2.2$$

Existen diferentes tipos de modulación por ancho de pulso, tales como:

- ✦ Modulación por ancho de pulso único.
- ✦ Modulación por ancho de pulsos múltiples.
- ✦ Modulación por ancho de pulso sinusoidal.
- ✦ Modulación por ancho de pulso sinusoidal modificado. [3]

2.3 Transistor IGBT

En un IGBT se combinan las ventajas de los BJT y de los MOSFET. Un IGBT tiene alta impedancia de entrada, como los MOSFET, y pocas pérdidas por conducción en estado activo, como los BJT. Sin embargo, no tiene problema de segunda avalancha, como los BJT. Por el diseño y la estructura del microcircuito, se controla la resistencia equivalente de drenaje a fuente, R_{DS} , para comportarse como la de un BJT. [3]

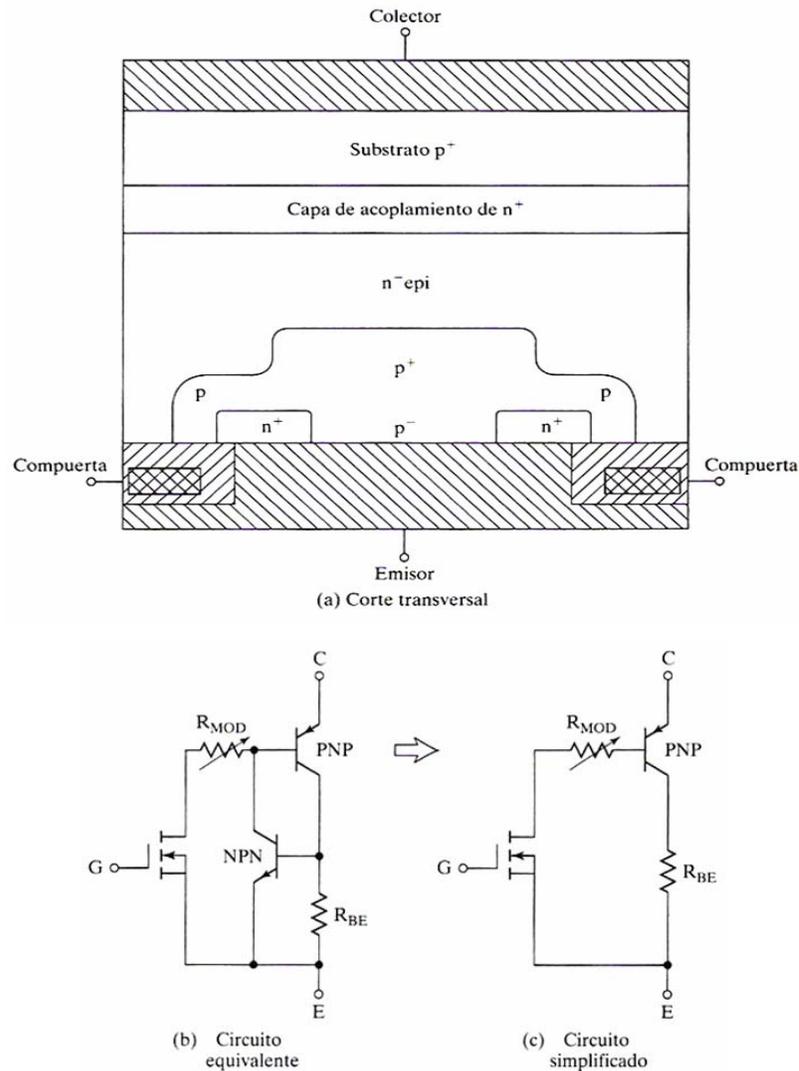


Figura 2.3 Corte transversal y circuito equivalente de un IGBT. [3]

En la figura 2.3a se muestra la sección transversal de la estructura de silicio de un IGBT, que es idéntica a la de un MOSFET, a excepción del substrato p^+ . Sin embargo, el rendimiento de un IGBT se parece más al de un BJT que al de un MOSFET. Esto se debe al substrato p^+ , causante de la inyección de portadores minoritarios en la región n . El circuito equivalente se muestra en la figura 2.3b, que se puede simplificar al de la figura 2.3c. Un IGBT se hace con cuatro capas alter PNP, y puede tener retención como un tiristor, cuando se cumple la condición necesaria $(\alpha_{npn} + \alpha_{pnp}) > 1$. La capa de

acoplamiento n^+ y la ancha base epitaxial reducen la ganancia de la terminal NPN por diseño interno, y con ello evitan la retención. Los IGBT tienen dos estructuras: de perforación (PT, de punch-through) y de no perforación (NPT, de non punch-through). En la estructura IGBT PT, el tiempo de conmutación se reduce usando una capa de acoplamiento n muy dopada, en la región de corrimiento cerca del colector. En la estructura NPT los portadores tienen vida mayor que en una estructura PT, lo que causa modulación de conductividad de la región de corrimiento y reduce la caída de voltaje en estado de encendido. Un IGBT es un dispositivo controlado por voltaje, parecido a un MOSFET de potencia. Como en un MOSFET, para el encendido se hace positiva la compuerta con respecto al emisor, los portadores n son atraídos al canal p cerca de la región de la compuerta; esto produce una polarización en directa de la base del transistor npn, que con ello se enciende. Un IGBT sólo se enciende aplicándole un voltaje de compuerta positivo, para que los portadores n formen el canal, y se apaga eliminando el voltaje de compuerta, para que el canal desaparezca. Requiere un circuito de control muy simple. Tiene menores pérdidas de conmutación y de conducción, y al mismo tiempo comparte muchas de las propiedades adecuadas de los MOSFET de potencia, como la facilidad de excitación de compuerta, corriente pico, buenas características y robustez. En forma inherente, un IGBT es más rápido que un BJT. Sin embargo, la velocidad de conmutación de los IGBT es menor que la de los MOSFET. [3]

En la figura 2.4. Se ve el símbolo y el circuito de un IGBT interruptor. Las tres terminales son compuerta, colector y emisor, en lugar de compuerta, drenaje y fuente de un MOSFET. [3]

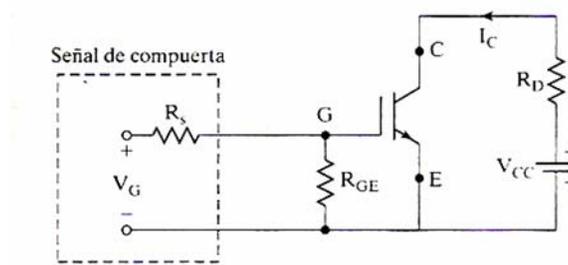


Figura 2.4 Símbolo y circuito de un IGBT. [3]

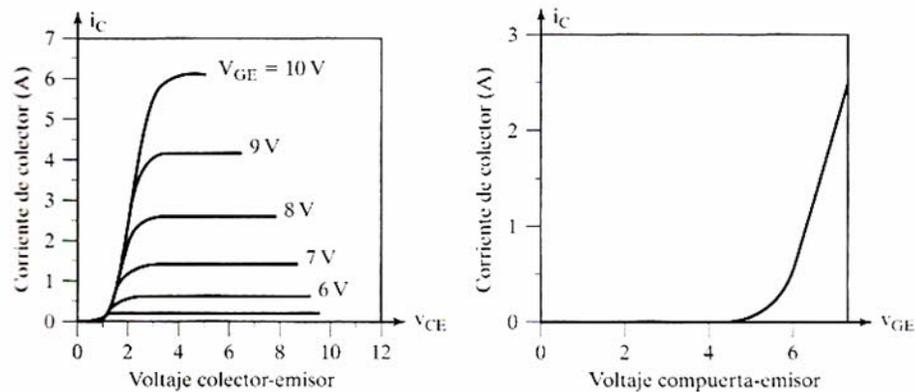


Figura 2.5 Características típicas de salida y de transferencia de los IGBT. [3]

Las curvas características de salidas típicas, de i_C en función de v_{CE} , se ven en la figura 2.5a para diversos voltajes V_{CE} de compuerta a emisor. La característica típica de transferencia de i_C en función de v_{GE} se ve en la figura 2.5b. Los parámetros y sus símbolos se parecen a los de MOSFET, excepto que se cambian subíndices para fuente y drenaje, a emisor y colector en forma respectiva. Las especificación de corriente de un solo IGBT puede llegar hasta 1200 V, 400 A, y la frecuencia de conmutación puede ser hasta de 20 kHz. Los IGBT están encontrando aplicaciones crecientes en potencia intermedias, como por ejemplo propulsores de motor de CD y de AC, fuentes de corriente, relevadores de estado sólido y contactores. [3]

A medida que los límites superiores de las especificaciones de IGBT disponibles en el comercio aumentan (por ejemplo, hasta 6500 V y 2400 A),

están encontrando aplicaciones donde se usan los BJT y los MOSFET convencionales principalmente como interruptores, y los están sustituyendo. [3]

2.4 Control lógico programable

Un control lógico programable es un dispositivo que controla una maquina o proceso y puede considerarse simplemente como una caja de control con dos filas de terminales: una para salidas y otra para entrada. [5]

En la figura 2.6 se puede observar los bloques principales de un PLC. [1]

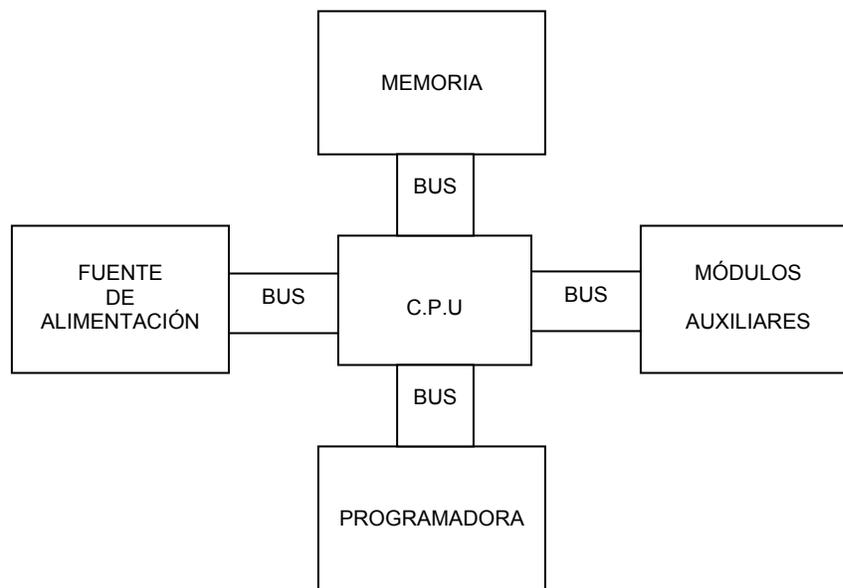


Figura 2.6 Bloques de un Control Lógico Programable. [1]

2.4.1 Estructura básica de un Control Lógico programable

✚ Fuente de alimentación

Es la encargada de convertir la tensión de la red, corriente alterna, a baja tensión de corriente continua, normalmente a 24 V_{DC}. Siendo esta la tensión de trabajo en los circuitos electrónicos que forma el Autómata. [5]

✚ Unidad Central de Procesos o CPU

Se encarga de recibir las órdenes del operario por medio de la consola de programación y el módulo de entradas. Posteriormente las procesa para enviar respuestas al módulo de salidas. En su memoria se encuentra residente el programa destinado a controlar el proceso. [5]

Contiene las siguientes partes:

- Unidad central o de proceso.
- Temporizadores y contadores.
- Memoria de programa.
- Memoria de datos.
- Memoria imagen de entrada.
- Memoria de salida. [5]

✚ Módulo de entrada

Es al que se unen los captadores (interruptores, finales de carrera, pulsadores). [5]

Cada cierto tiempo el estado de las entradas se transfiere a la memoria imagen de entrada. La información recibida en ella, es enviada a la CPU para ser procesada de acuerdo a la programación. [5]

Se pueden diferenciar dos tipos de captadores conectables al módulo de entradas: los pasivos y los activos.

- Los captadores pasivos son los que cambian su estado lógico (activado o no activado) por medio de una acción mecánica. Estos son los interruptores, pulsadores, finales de carrera.
- Los captadores activos son dispositivos electrónicos que suministran una tensión al autómeta, que es función de una determinada variable. [5]

■ Módulo de salidas

Es el encargado de activar y desactivar los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, motores pequeños, entre otros). [5]

La información enviada por las entradas a la CPU, una vez procesada, se envía a la memoria imagen de salidas, de donde se envía a la interface de salidas para que estas sean activadas y a la vez los actuadores que en ellas están conectados. [5]

Según el tipo de proceso a controlar por el autómeta, podemos utilizar diferentes módulos de salidas. Existen tres tipos bien diferenciados:

- **A relés:** son usados en circuitos de corriente continua y corriente alterna. Están basados en la conmutación mecánica, por la bobina del relé, de un contacto eléctrico normalmente abierto.
- **A triac:** se utilizan en circuitos de corriente continua y corriente alterna que necesitan maniobras de conmutación muy rápidas.
- **A transistores a colector abierto:** son utilizados en circuitos que necesiten maniobras de conexión / desconexión muy rápidas. El uso de este tipo de módulos es exclusivo de los circuitos de corriente continua. [5]

■ Terminal de programación:

El terminal o consola de programación es el que permite comunicar al operario con el sistema.

Las funciones básicas de éste son las siguientes:

- Transferencia y modificación de programas.
- Verificación de la programación.
- Información del funcionamiento de los procesos.

Como consolas de programación pueden ser utilizadas las construidas específicamente para el autómatas, tipo calculadora o bien un ordenador personal, PC, que soporte un software específicamente diseñado para resolver los problemas de programación y control. [5]

✚ Periféricos

Los periféricos no intervienen directamente en el funcionamiento del autómatas, pero sin embargo facilitan la labor del operario.

Los más utilizados son:

- Impresoras.
- Cartuchos de memoria EPROM.
- Visualizadores y paneles de operación OP.
- Memorias EEPROM. [5]

2.5 PLC de Siemens

El Top Drive de AC de Varco usa el PLC de Siemens “Step 7” Serie 300. El sistema completo consiste de la CPU 315-DP (Anexo C.2), Entradas y Salidas Digitales locales, Entradas y Salidas Digitales a través de la red “PROFIBUS DP”, Entradas y Salidas Análogas a través de la red “PROFIBUS-DP” y un panel de comunicación en la unidad de la Serie 70 de Siemens (“CBP”) también a través de la red “PROFIBUS-DP”. [6]

2.5.1 Profibus

“PROFIBUS” es un “fieldbus” de serie (un enlace de comunicaciones serial) usado principalmente como el sistema de comunicación para intercambio de información entre sistemas automatizados y dispositivos de campo distribuidos. Miles de aplicaciones exitosas han proporcionado pruebas contundentes de que el uso de la tecnología de enlace “fieldbus” puede ahorrar hasta 40% en costos de cableado, puesta en servicio y mantenimiento comparado con la tecnología convencional. Solamente se

utilizan dos cables para transmitir toda la información relevante (por ejemplo datos de entrada y salida, parámetros, datos de diagnóstico, programas y energía para la operación para los dispositivos de campo). En el pasado se utilizaron frecuentemente “fieldbuses” específicos de ciertos proveedores e incompatibles, pero prácticamente todos los sistemas diseñados en la actualidad son sistemas abiertos estandarizados. [7]

El usuario ya no está “atado” a ciertos proveedores individuales y puede seleccionar el mejor producto y más económico de una gama de productos. “PROFIBUS” especifica las características técnicas y funcionales de un sistema de enlace “fieldbus” con el cual los controladores digitales descentralizados pueden ser conectados juntos en una red desde el nivel de campo hasta el nivel de celda, “Profibus” distingue entre un dispositivo maestro y un dispositivo esclavo. [7]

2.6 Unidad de Procesamiento Central 315-2 DP

2.6.1 Selector de modo

✚ “RUN-P” Modo de ejecución del programa

La CPU escanea el programa del usuario, la llave no se puede sacar en esta posición. Los programas pueden ser leídos y cargados en la CPU con un dispositivo de programación. [6]

✚ “RUN” Modo de ejecución

La CPU escanea el programa del usuario, se puede quitar la llave en

esta posición para impedir que alguien cambie la modalidad operativa. Los programas en la CPU pueden ser leídos con un dispositivo de programación pero el programa en la memoria no puede ser cambiado. [6]

✦ **“STOP” Modo de parada**

La CPU no escanea el programa del Usuario, se puede quitar la llave para impedir que alguien cambie la modalidad operativa. Los programas pueden ser leídos y cargados en la CPU con un dispositivo de programación.

✦ **“MRES” Reposicionar la memoria de la CPU**

Una posición de contacto momentánea del interruptor de selector de modo para reposicionar la memoria CPU cuando se lleva a cabo una secuencia especial. [6]

2.6.2 Diodos Emisores de Luz (LED´S) de estado y fallas del equipo

✦ **SF (rojo) Falla de error del sistema**

Se ilumina en caso de: (a) Fallas de Hardware, (b) Fallas de Firmware, (c) Errores de programación, (d) Errores de asignación de Parámetros, (e) Errores Aritméticos, (f) Errores del temporizador, (g) Tarjeta de memoria defectuosa, (h) Falla de batería o sin respaldo en “POWER ON” (ENCENDIDO), (i) Error de falla de I/O (Entradas/Salidas). [6]

✦ **“BATF” (rojo) Falla de batería**

Se ilumina si la batería es defectuosa, o no está insertada o está descargada. [6]

✚ **“5VDC” (verde) suministro de 5V_{DC} para las luces de la CPU.**

Se ilumina, si el suministro interno de 5 VCD está bien. [6]

✚ **“RUN” (verde) Modalidad de ejecución.**

Se ilumina intermitentemente cuando se enciende una CPU por lo menos por tres segundos, durante el reencendido de la CPU el “STOP LED” también se ilumina, cuando el “STOP LED” se apaga y la “RUN LED” está encendida de forma constante, se habilitan las salidas. [6]

✚ **“STOP” (amarillo) Modalidad de parada.**

Se ilumina cuando la CPU no está escaneando el programa del usuario. Se ilumina intermitentemente en intervalos de un segundo cuando la CPU solicita que la memoria sea reposicionada. [6]

2.6.3 Elementos de visualización para los LED'S de PROFIBUS

Tabla 2.1 Luces de estado del Profibus. [6]

Led SF DP	Led BUSF	Descripción
Apagado	Apagado	Los datos de configuración están bien, todos los dispositivos esclavos configurados son direccionables.
Encendido	Encendido	Falla del Hardware del Bus (Falla de Interfase DP)
Encendido	Intermitente	Falla de la estación en o por lo menos uno de los dispositivos esclavos configurados no puede ser direccionables.
Encendido	Apagado	Datos de configuración faltantes o incorrectos.

2.7 Módulo de salida del relé SM 322

El módulo de salida del relé tiene 8 puntos de salida, aislados en grupos de dos. Hay dos Salidas de Relé en el PLC (Ranura 4 y 5). La Ranura 4 se utiliza para todos los solenoides de $24 V_{DC}$ en el Top Drive (Frenos Activados, Válvula IBOP Cerrada, Llave de Torque, etc.). La Ranura 5 se utiliza para las unidades de encendido del Motor para la Bomba Hidráulica y para los motores Sopladores Derecho e Izquierdo. También se utiliza para el Indicador de Desvío del Codificador. Si se instala en el Top Drive, controlará el “Stand Jump” y los solenoides de posición “Abierta/Cerrada” del Elevador. [6]

2.8 Módulo de entrada digital SM 321

El módulo de entradas digitales tiene 16 puntos de entrada, aislados en grupos de 16. El voltaje de entrada clasificado es $24 V_{DC}$. Las entradas se utilizan para los Interruptores de Presión en la Top Drive, el Interruptor de Desvío Codificador también ingresa a este módulo. [6]

2.9 Salida análoga ET 200B

El módulo de Salida Análoga ET 200B tiene un voltaje de suministro de $24 V_{DC}$ y cuatro salidas análogas, dos de estas señales se utilizan como señales 0-10 V_{DC} para suministrar los indicadores de RPM y Torque en la Consola del Perforador de Varco. Las otras dos señales pueden ser usadas para el equipo de registro de cliente y están configuradas para las señales 4-20 mA pero podrían ser cambiadas si fuera requerido. [6]

2.10 Entrada análoga ET 200B

El módulo de Entrada Análoga ET 200B tiene un voltaje de suministro de $24 V_{DC}$ y cuatro entradas análogas, tres de estas entradas se utilizan para las señales $0-5 V_{DC}$ provenientes del acelerador, los Potenciómetros de Límite de Torque de Perforación y de Torque de Enroscado en la Consola de Perforadores “Varco”. La cuarta entrada no se utiliza y podría ser utilizada si hubiera un problema con cualquiera de las otras entradas. [6]

2.11 Entrada/salida digital ET 200B

El módulo de Entrada/Salida Digital ET 200B tiene un voltaje de suministro de $24 V_{DC}$. Hay 24 entradas y 8 Salidas. Las Entradas se reciben de todas las funciones de interruptor en la Consola del Perforador Varco (Freno, IBOP, Avance/Reversa, etc.). Las Salidas van a todos los Indicadores y la Bocina en la consola del Perforador “Varco” (Falla de la Transmisión, Freno Activado, IBOP Cerrada, etc.). [6]

2.12 Módulo de suministro de energía PS 307 (5A)

El módulo de suministro de energía PS 307 tiene un voltaje de salida de $24 V_{DC}$ con una corriente de salida de 5 A, el cual es a prueba de cortocircuito y circuito abierto. (Anexo C.3). [6]

2.13 Adaptador de PC en el sistema

El kit adaptador del PC se conecta una PC al MPI (Interface de Puntos Múltiples por sus siglas en inglés) a través del puerto COM en serie del sistema “Step 7” y al COM 1 de la PC. [6]

Los parámetros MPI para el adaptador PC se ejecutan en “Set PG/PS interface”, cuando se abre un monitor en línea por primera vez, estos parámetros son transferidos al adaptador PC. [6]

El interruptor se usa para ajustar la velocidad de transmisión en el lado RS232 de la variante del adaptador en una conexión directa. El ajuste de velocidad de transmisión debe concordar con la velocidad parametrizada para la PC en "set PG/PC interface". [6]

2.14 Programación de PLC para el equipo “Step 7” de Siemens

El PLC “Step 7” de Siemens tiene tres métodos principales de programación, estos son: LAD (“Ladder Logic”/Lógica de Escalera), STL (“Statement List”/Lista de Declaración) y FBD (“Function Block Diagram”, Diagrama de Bloque de Funciones). El software para el Top Drive de AC se registra principalmente en la Lógica de Escalera con una pequeña porción registrada en la Lista de Declaración (para la comunicación con la Unidad Serie 70 de Siemens), ninguno de los programas fue registrado en el Diagrama de Bloque de Función. [6]

2.15 Diagrama de Lógica de Escalera

La línea vertical izquierda de un Diagrama de Lógica de Escalera de la figura 2.7, representa la energía o el conductor energizado. El elemento de salida o la instrucción representa la trayectoria neutral o de regreso del circuito. La línea vertical derecha que representa la trayectoria de regreso en un diagrama de línea de control conectado físicamente está omitida. Los diagramas de lógica de escalera se registran de izquierda a derecha, y de arriba hacia abajo. Los peldaños (“rungs”) son denominados redes. Una red

puede tener varios elementos de control, pero solamente una bobina de salida. [6]

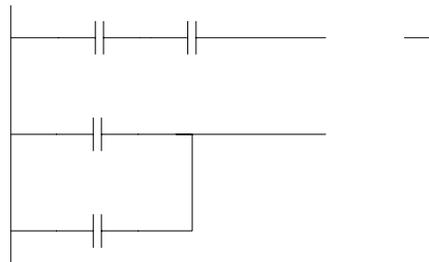


Figura 2.7 Diagrama de escalera. [6]

2.16 Lista de Declaración

Cable de energía

Una declaración es una instrucción para el PLC. Una Lista de Declaración (STL) se muestra en la tabla 2.2, proporciona otra visualización de un conjunto de instrucciones. La comparación entre la lista de declaración mostrada abajo y la lógica de escalera mostrada en la figura 2.7, revela una estructura similar. La operación, lo que se debe realizar, se indica a la izquierda. El “operando” y el ítem a ser operado por la operación se indica a la derecha. [6]

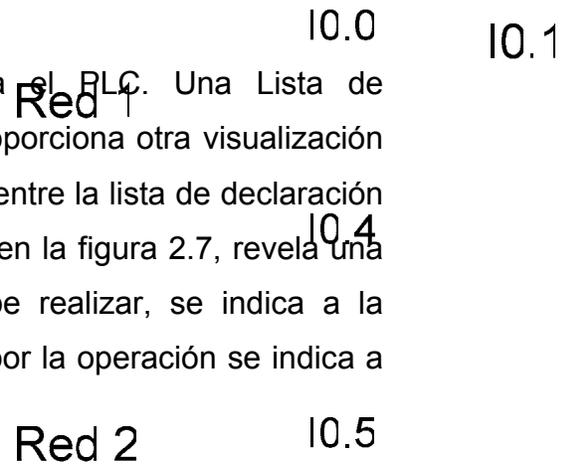


Tabla 2.2 Declaración de instrucciones. [6]

ADDR		INSTRUCCIÓN	
Red 1			
0	LD	I0.0	
2	A	I0.1	
4	=	Q0.0	
Red 2			
6	NOP	K0	

2.17 Entendiendo la lógica de escalera

Un circuito simple de encendido STAR/STOP de un motor, se muestra a continuación, para explicar el funcionamiento de la Lógica de Escalera, y como se reduce la necesidad de conexiones realizadas físicamente a través del uso de los PLC'S. (Figura 2.8). [6]

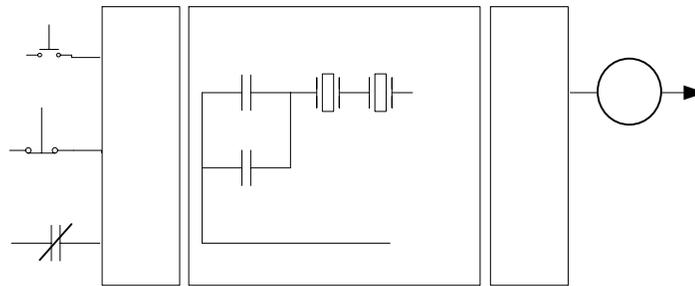


Figura 2.8 Diagrama 1. [6]

Un botón pulsador de encendido, generalmente abierto, está cableado a la entrada 1 (I0.0), un botón pulsador de apagado, generalmente cerrado, está cableado a la entrada 2 (I0.1), y los contactos de relé de sobrecarga, generalmente cerrados, (parte de las protecciones del motor) están conectados a la entrada 3 (I0.2). Las entradas (I0.0), (I0.1) y (I0.2) forman un circuito AND y se utilizan para controlar los contactos de función de programación generalmente abiertos en la red 1. La característica "I0.0 status bit" es del tipo lógica 1 porque el botón pulsador "Stop" generalmente cerrado ("NC") está cerrado. La característica "I0.2 status bit" es del tipo lógica 1, porque los contactos del relé de sobrecarga (OL) están generalmente cerrados (NC). La salida (Q0.0) también está programada en la red 1. Además, un conjunto de contactos, generalmente abiertos, asociados con Q0.0 está programado en la red 1 para formar un circuito OR. El arrancador del motor está conectado a la salida (Q0.0). (Figura 2.9). [6]

Entrada

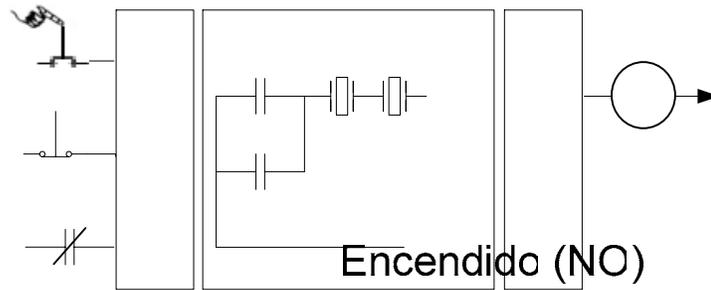


Figura 2.9 Diagrama 2. [6]

10.0
 Cuando se oprime el botón pulsador de encendido, la CPU recibe una lógica 1 de la entrada (I0.0). Esto hace que el contacto I0.0 se cierre. Ahora todas las tres entradas son del tipo lógica 1. El CPU envía una lógica 1 a la salida (Q0.0) para energizar la unidad del arrancador del motor. 10.0
10.1
10.1

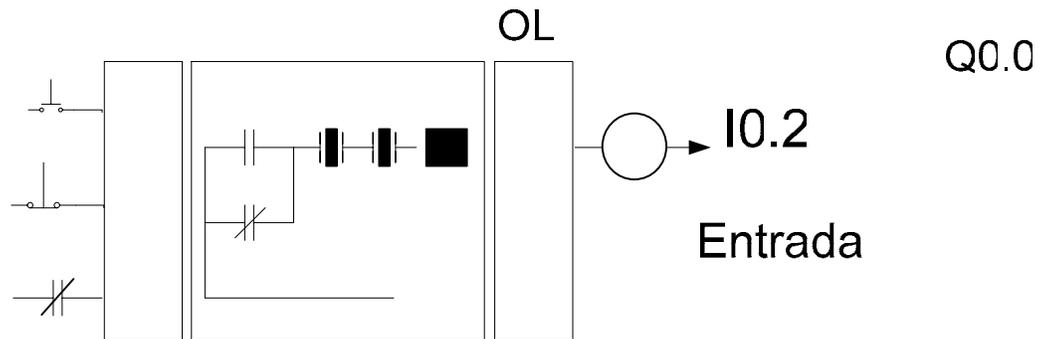


Figura 2.10 Diagrama 3. [6]

Q0.0
 Una vez pulsado el botón de encendido, la salida (Q0.0) es ahora verdadera, y permanecerá encendida, incluso si el botón de encendido se pulsara de nuevo. (Figura 2.11). [6]

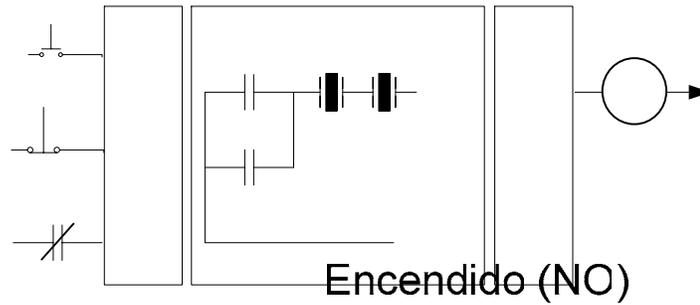


Figura 2.11 Diagrama 4. [6]

El motor ahora continuará operando hasta que el botón pulsador de apagado sea oprimido. La entrada (I0.1) ahora se convertirá en una lógica 0 (falsa), y la CPU enviará un binario 0 a la salida (Q0.0), para que el motor se apague. (Figura 2.12). [6]

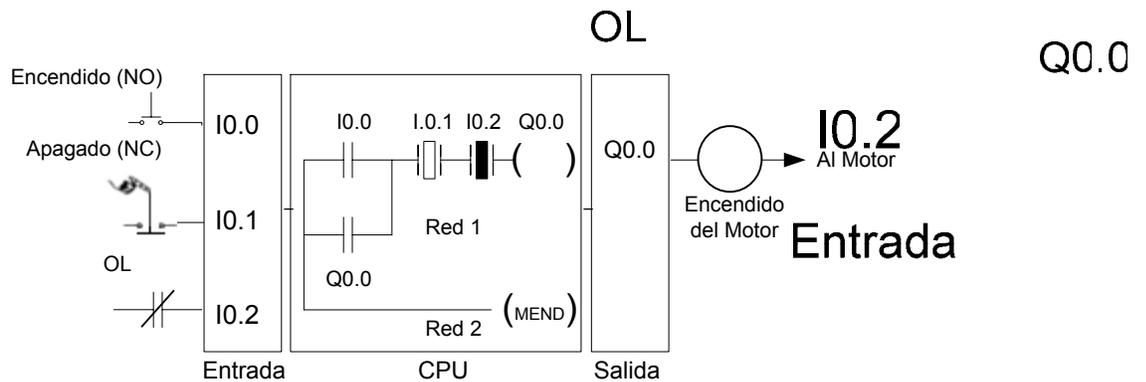


Figura 2.12 Diagrama 5. [6]

Cuando se oprima el botón pulsador de apagado, la función lógica (I0.1) volverá a ser verdadera y el programa estará listo para la próxima vez que el botón pulsador de encendido sea oprimido. [6]

2.18 Codificador rotativo o Encoder

El encoder es un transductor rotativo que transforma un movimiento angular en una serie de impulsos digitales. Estos impulsos generados

pueden ser utilizados para controlar los desplazamientos de tipo angular o de tipo lineal. El codificador es usado para proporcionar información sobre la posición rotacional del Inversor de Frecuencia Variable (VFD). [6]

La señal eléctrica detectada, para generar impulsos correctamente cuadrados y sin interferencias, debe ser procesada electrónicamente. Para incrementar la calidad y estabilidad de las señales, el sistema de lectura se efectúa generalmente de manera diferencial, comparando dos señales casi idénticas, pero desfasados en 180° eléctricos. Su lectura se efectúa en base a la diferencia de las dos señales, eliminando de este modo las interferencias definidas "de modo común " porque están superpuestas de igual manera en toda la forma de onda. [6]

2.19 Control de velocidad de los motores de Inducción

Hasta la llegada de los modernos controladores de estado sólido, los motores de inducción no eran las máquinas adecuadas para aplicaciones que requerían considerable control de velocidad. El rango normal de operación de un motor de inducción típico está confinado a menos de 5% de deslizamiento y la variación de la velocidad en ese rango es más o menos directamente proporcional a la carga sobre el eje del motor. Aun si el deslizamiento fuera mayor, la eficiencia del motor sería muy pobre puesto que las pérdidas en el cobre del rotor son directamente proporcionales al deslizamiento del motor. [3]

Existen sólo dos técnicas para controlar la velocidad de un motor de inducción, una de las cuales consiste en variar la velocidad sincrónica (velocidad de los campos magnéticos del rotor y del estator) puesto que la velocidad del rotor siempre permanece cerca de velocidad sincrónica n_{sinc} .

La otra técnica consiste en variar el deslizamiento del motor para una carga dada. [3]

La velocidad sincrónica de un motor de inducción está dada por la siguiente ecuación (Ec.2.4).

$$n_{sinc} = \frac{120 \times f_e}{P} \text{ RPM} \quad \text{Ec. 2.4}$$

En donde f_e es la frecuencia de línea, y P, el número de polos de la máquina.

Por lo tanto la manera en que se puede variar la velocidad sincrónica de la máquina son: 1) cambiando la frecuencia eléctrica y 2) cambiando el número de polos de la máquina. [3]

2.19.1 Devanados de estator múltiples.

Los motores polifásicos de jaula y monofásicos se denominan motores de inducción de velocidad múltiple. Estos motores poseen devanados estatóricos, específicamente diseñados para la variación de polos mediante los métodos de conmutación manual y/o automática, en que los diversos devanados estatóricos primarios se conectan en combinación serie paralelo.

Como método de control de velocidad sólo puede utilizarse para producir velocidades relativamente fijas (600, 900, 1200 ó 1800 RPM) para un motor de inducción cuya velocidad varía sólo ligeramente (del 2 al 8%) desde vacío a plena carga. [9]

2.19.2 Control de velocidad por frecuencia

Si se cambia la frecuencia eléctrica aplicada al estator de un motor de inducción, la velocidad de rotación de sus campos magnéticos n_{sinc} cambiará en proporción directa al cambio de frecuencia eléctrica, y el punto de vacío sobre la curva característica par-velocidad cambiará con ella. La velocidad sincrónica del motor en condiciones nominales se conoce como velocidad base. Si se mantiene fijo el voltaje en su valor nominal, y se reduce la frecuencia respecto a su valor nominal, aumenta el flujo. Eso causaría la saturación del flujo en el entrehierro, y los parámetros del motor ya no serían válidos para determinar las características de par-velocidad del motor. A baja frecuencia, las reluctancias disminuyen y puede ser que la corriente en el motor sea demasiado alta. En el caso normal, esta clase de control por frecuencia no se usa. [3]

2.19.3 Control de la velocidad mediante relación voltaje/frecuencia

Cuando se opera a velocidades inferiores a la velocidad base del motor es necesario reducir el voltaje aplicado a las terminales del estator para obtener una operación adecuada. El voltaje aplicado a las terminales del estator deberá disminuir linealmente con la disminución de la frecuencia en él, para que no se sature el acero del núcleo del motor de inducción y fluyan corrientes de magnetización excesivas. Sin embargo a una frecuencia alta, se reduce el flujo en el entrehierro, por la reducción de la impedancia del estator, y hay que aumentar el voltaje para mantener el valor del par. A este tipo de control se le suele llamar control por volts/hertz. [3]

2.20 Características de los motores a considerar en la protección

Cuando se estudia la protección de motores eléctricos, especialmente los de potencias grandes, es necesaria considerar con cierto detalle algunos de sus características de operación, como son:

- ✦ Las curvas de corriente de arranque
- ✦ Las curvas de capacidad térmica, que deben incluir el límite térmico a rotor bloqueado.
- ✦ La constante K de relaciones entre resistencias del rotor (A_{r2}/A_{r1}).

Todas las características anteriores, se obtienen normalmente de los fabricantes de motores eléctricos y son básicas para la selección y aplicación de las protecciones. La Forma típica de estas curvas se muestra en la figura 2.13. [4]

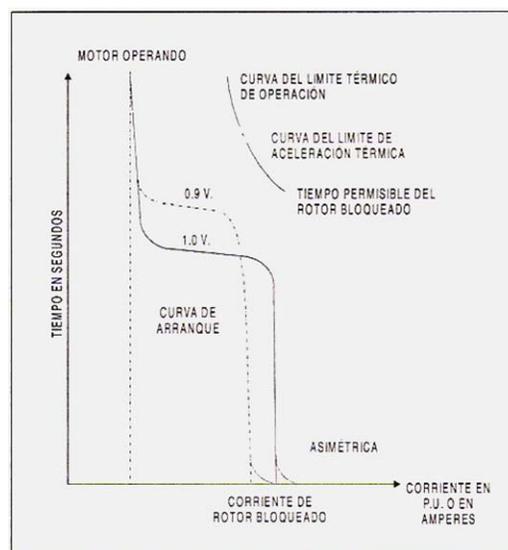


Figura 2.13 Curva de Arranque. [4]

De la figura anterior, la curva de máxima corriente de arranque está expresada al voltaje nominal de la máquina. Las corrientes expresadas para

voltajes menores se indican a la izquierda, con la “rodilla” de la curva a un tiempo mayor. [4]

Los límites térmicos son tres curvas distintas, las cuales en muchos casos se dibujan juntos o una curva general. Estos límites térmicos son zonas relativamente indeterminadas, que se desea tener representadas por una curva específica. [4]

- 1) La porción de corriente más alta, indica el número permisible de veces la corriente de rotor bloqueado. Este es el tiempo en que el rotor puede permanecer en reposo después que el motor ha sido energizado, antes de que ocurra el daño térmico en las barras del rotor y los anillos conectores extremos, o bien, en el estator. En los motores muy grandes, este límite térmico del rotor puede ser menor que el tiempo de arranque, de manera que estos motores deben arrancar instantáneamente para prevenir daño térmico. [4]
- 2) La curva de límite térmico de aceleración de la corriente de rotor bloqueado a la corriente de par de arranque del motor, es alrededor de 75% de la velocidad. [4]
- 3) La curva de límite térmico de operación que representa la capacidad de sobrecarga del motor durante la operación en emergencia. [4]

2.21 El circuito equivalente del motor de inducción.

Para la protección de motores eléctricos, en especial los de gran potencia, resulta de ayuda el llamado circuito equivalente de un motor de inducción. El diagrama equivalente de un motor se puede reducir como el

que se muestra en la siguiente figura. Los valores típicos que se indican están en por unidad, referidos a los kVA a los kV del motor en cuestión. (Figura 2.14). [4]

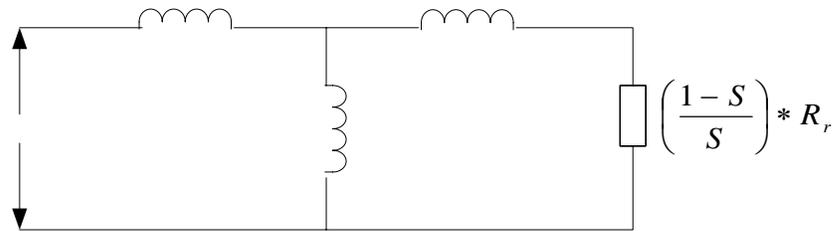
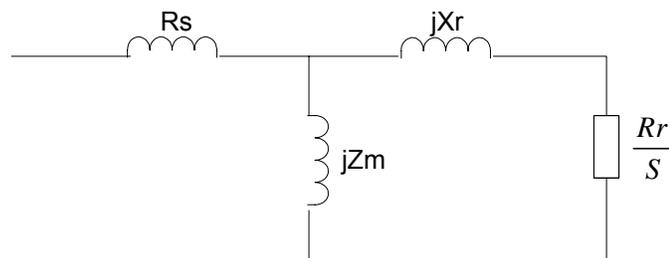


Figura 2.14 Circuito equivalente de un motor de inducción. [4]

De la figura anterior: R_s : Resistencia del estator, jX_s : resistencia (de dispersión) del estator a la frecuencia del sistema, R_r : Resistencia del rotor, jX : Impedancia de excitación en derivación, S : Deslizamiento del motor (Ec.2.5). [4]

$$S = \frac{\text{RPM de vacío} - \text{RPM con carga}}{\text{RPM de vacío}} \quad \text{Ec. 2.5}$$

El circuito equivalente en donde se muestran los valores típicos, se muestran a continuación. [4]



De este circuito: $jX = jX_s + jX_r = jX''$

Figura 2.15 Circuito equivalente. [4]

Los valores típicos en por unidad referidos a la base del motor en kVA o en kV que se pueden representar en el circuito anterior son:

$$R_s = R_r = 0,01 \text{ p.u.}; JX_m = J3,0 \text{ p.u.}; JX = JX''_d = 0,15 \text{ p.u.} \quad [4]$$

De aquí, el valor típico de orden de magnitud de corriente de arranque o a rotor bloqueado es (Ec.2.6). [4]

$$I_{rb} = \frac{1}{JX''_d} = \frac{1}{0,15} = 6,67 \text{ p.u.} \quad \text{Ec. 2.6}$$

2.22 Prueba de resistencia de aislamiento para cables de potencia

Aún cuando una prueba de medición de la resistencia del aislamiento no indica necesariamente ninguna tendencia hacia la baja de la característica del aislamiento, si proporciona alguna indicación de que tan seguro o no es operar una máquina (si se trata de probar máquinas) o un cable y qué tan seguro es ir a pruebas de esfuerzo de más alto voltaje. Una prueba más definitiva que claramente diferencia entre aislamiento limpio y seco y aislamiento sucio y húmedo, es la prueba de absorción dieléctrica de 10 minutos. [2]

La prueba de resistencia de aislamiento es una prueba no destructiva que se aplica entre el conductor y la carcasa de una máquina o aparato, el valor de resistencia se puede medir directamente del Megóhmetro conocido también como Megger, o bien usando el método de amperímetro voltímetro. La resistencia de aislamiento indicada por el megger en cualquier instante de tiempo, es la relación de voltaje del megger a la corriente de prueba del megger (ley de ohm) (Ec.2.7). [2]

$$R_{Indicada} = \frac{V_{Megger}}{i_{Megger}} \text{ M}\Omega \quad \text{Ec. 2.7}$$

Suponiendo que el voltaje del megger es constante, la resistencia de aislamiento depende solo de la corriente de prueba, entonces si la corriente es alta indica que la resistencia es baja, y si la corriente es baja indica una resistencia alta. [2]

Antes de efectuar una prueba de resistencia de aislamiento, el aparato o cable a probar se debe desconectar de la línea de alimentación y de otros equipos, tales como: switches, interruptores, capacitores, cables (cuando se prueba equipos o máquinas) y pararrayos, se deben conectar a tierra para asegurar que se descargue cualquier carga electrostática acumulada que pudiera introducir algún error en la lectura. [2]

Los megóhmetros que tienen rangos de 1000 M Ω o menores, están equipados con una terminal de guarda para prevenir corrientes de fuga, causadas por suciedad o humedad. El megger mostrado en la figura 2.18, tiene una terminal de guarda, y la diferencia en la conexión, con o sin terminal de guarda, se muestran en las figuras 2.16 y 2.17. [2]

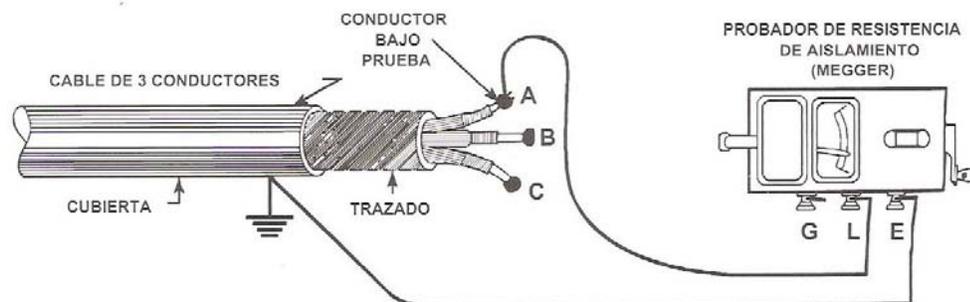


Figura 2.16 Prueba de aislamiento sin terminal de guarda. [2]

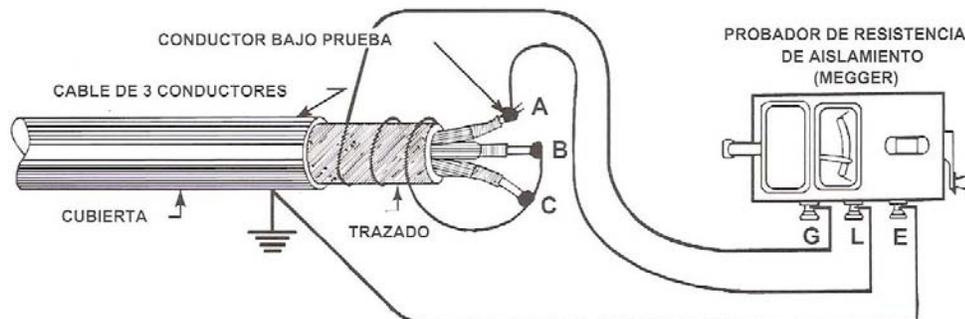


Figura 2.17 Prueba de aislamiento con terminal de guarda. [2]

Los valores de prueba que se pueden tomar como referencia para las pruebas de resistencia de aislamiento se dan en la tabla 2.3. [2]

Tabla 2.3 Voltajes de referencia para las pruebas de resistencia de aislamiento. [2]

VOLTAJE NOMINAL DEL EQUIPO O APARATO (LÍNEA LÍNEA) (V)	VOLTAJE DE PRUEBA EN DC (V)
Arriba de 100	100-250
240 A 1.000	500
1.000 A 2.500	500-1.000
2.501 A 5.000	1.000-2.500
5.001 A 12.000	2.500-5.000
> 12.000	5.000-10.000

2.23 Pruebas de resistencia de aislamiento

La resistencia de aislamiento se define como: el valor de la resistencia en Mega ohm que ofrece un aislamiento al aplicarle un voltaje de corriente directa, durante un tiempo dado y medido a partir de la aplicación del mismo. Se usa como referencia de tiempo de 1 a 10 minutos. A la corriente que fluye como resultado de la aplicación del voltaje de corriente directa a un aislamiento se le conoce como, corriente de aislamiento, y tiene dos componentes principales:

a) La corriente que circula dentro del volumen del propio aislamiento. Esta corriente tiene dos componentes.

- Una corriente capacitiva
- Una corriente de absorción dieléctrica.

b) La corriente superficial al aislamiento, conocida también como corriente de fuga. [2]



Figura 2.18 Megóhmetro. [2]

2.24 El concepto de absorción dieléctrica

El valor de la resistencia varía directamente con el, espesor del aislamiento, y en forma inversa con el área del mismo. Cuando en un aislamiento se aplica un voltaje de corriente directa, el valor inicial de la resistencia es bajo, pero se incrementa en forma gradual con el tiempo hasta que se estabiliza. Si se grafican los valores de resistencia de aislamiento obtenidas contra el tiempo, se obtiene una curva que se le conoce como: curva de absorción dieléctrica. La pendiente de esta curva indica el grado relativo de suciedad o de secado del aislamiento. [2]

Cuando un aislamiento está húmedo o sucio, su valor estable se alcanza en uno o dos minutos después de haber iniciado la prueba, y la curva que se obtiene tiende a bajar su pendiente. De hecho, la prueba de absorción dieléctrica verifica las características de humedad o de contaminación en el aislamiento. La curva se realiza por un periodo de 10 minutos, de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- 1) Conectar el medidor de Mega ohm (ver figura 2.16) para medir la resistencia de cada devanado a tierra. Si algún valor no da el mínimo recomendado, entonces se requiere revisar el motor.
- 2) Si todas las lecturas se encuentran arriba del valor mínimo de resistencia aceptable, entonces se registra la lectura más baja sobre una grafica de la prueba de absorción dieléctrica. Las lecturas se registran cada 10 segundos para el primer minuto y cada minuto para los siguientes 10 minutos.
- 3) Desenergizar el motor.
- 4) Interpretar los resultados con la grafica de absorción dieléctrica. [2]

La pendiente de la curva muestra la condición del aislamiento. Un aislamiento en buen estado (Curva A), muestra un incremento continuo en la resistencia. Un aislamiento con humedad o fracturado (Curva B), muestra una resistencia relativamente constante (figura 2.19). [2]

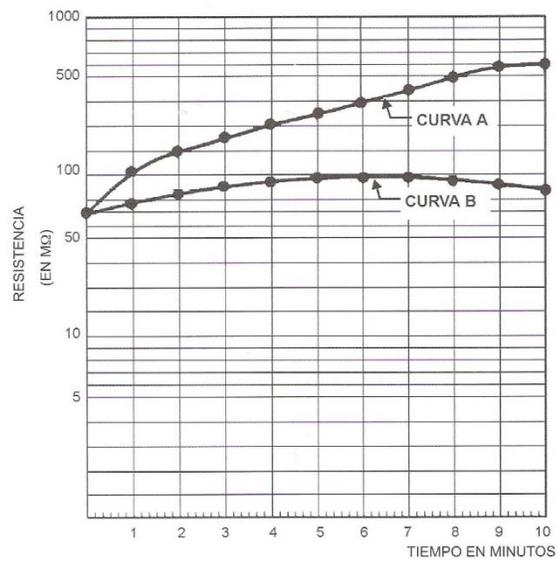


Figura 2.19 Prueba de absorción dieléctrica. [2]

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES

El taladro Petrex 1500, se encuentra localizado en la zona de campo melones, situado en los municipios Guanipa e Independencia del estado Anzoátegui. A continuación se describen los diferentes componentes que conforman el taladro Petrex 1500.

3.1 Torre o Cabria de perforación

La torre de perforación, es la estructura que proporciona soporte a la corona, bloque viajero y, quienes a su vez sostienen para bajar y subir la sarta de perforación. En la misma se encuentra el encuelladero.

3.1.1 Bloque Corona

Es el medio por el cual se transmite el peso de la sarta de perforación a la torre. En la corona o parte superior de la torre se encuentran una serie de poleas que forman el bloque corona o fijo, el cual sostiene y da movilidad al bloque viajero. (Figura 3.1)



Figura 3.1 Bloque corona del taladro Ptx-1500

3.1.2 Bloque viajero.

El bloque viajero permite subir y bajar la sarta de perforación. Está constituido por un arreglo de poleas donde se guarnea el cable de acero. Este mecanismo permite que el bloque suba y baje suspendido del bloque corona.

3.1.3 Encuelladero o Plataforma de trabajo

La plataforma de trabajo se encuentra ubicada a un lado de la torre de perforación, donde el encuellador coloca las parejas de tuberías o barras durante las actividades de sacada y medida de tuberías del hoyo.

3.2 Sub-estructura

Es una armadura de acero que sirve de base a la torre y los componentes del equipo de perforación. Igualmente proporciona un espacio bajo el piso de la torre para instalar los preventores de reventones y otros equipos del control del pozo. Está diseñada para soportar grandes pesos como son la torre o mástil, el equipo de levantamiento, la mesa rotatoria, la sarta de perforación y las cargas de las tuberías de revestimiento durante su corrida.

3.2.1 Planchada o Piso del Taladro

Constituye una plataforma colocada debajo de la torre, y encima de la sub-estructura donde se realizan la mayoría de las operaciones de perforación. (Viajes de Tuberías, Conexiones).

Los Accesorios de la planchada son: Malacate, Mesa Rotatoria, Consola del Perforador, Consola del Top Drive, Hueco de Ratón, Casa del Perro y Control remoto de la válvula I.B.O.P.

3.2.1.1 Malacate

Es un potente ensamblaje de levantamiento, el mismo está formado por un carrito giratorio, alrededor del cual se enrolla el cable de perforación. El empuje se logra mediante tres (3) motores diesel de 8 cilindros acoplados al malacate por medio de una transmisión. El mismo posee un tambor donde se aloja el sistema de freno. (Figura 3.2)



Figura 3.2 Malacate del taladro Ptx-1500

3.2.1.2 Cable de perforación

Está definido como un cable metálico hecho exteriormente de 6 cadenas de acero mejorado, unidos cuidadosamente entre sí por rotación. Su función es resistir la fuerza o peso de la sarta de perforación durante las operaciones de levantamiento y descenso de la misma. Este resistente cable de acero tiene un diámetro variable entre 1" y 1^{3/4}" pulgada y con una longitud de 1500 a 7500 pies. Una de sus extremidades va enrollada al carrito del

malacate y la otra llamada “Muerta” va conectada al carrete de reserva colocada a cierta distancia de la cabria. Se mide en toneladas-millas y no es más que el mover una tonelada de carga a través de la distancia de una milla (1600 metros o 5250 pies). El cable de perforación es una de las partes más costosas en las operaciones de perforación, por lo tanto requiere de un cuidadoso manejo y un mantenimiento adecuado para prolongar su uso.

3.2.1.3 Mesa Rotatoria

Se define como una maquinaria sumamente fuerte y resistente que hace girar el cuadrante, y a través de este la sarta de perforación y la mecha. Se distingue primordialmente por su capacidad de aguantar trabajos fuertes y rendir largos servicios. Retiene las cuñas para soportar el peso de las sargas de perforación cuando esta no está conectada al Top Drive o al elevador.

La mesa rotatoria, generalmente es fundida de aleación de acero y ajustada por debajo con un anillo de engranaje que se contrae contra la mesa propiamente dicha. Puede soportar el peso muerto de la tubería de perforación o del revestimiento. (Figura 3.3)



Figura 3.3 Planchada y mesa rotaria del taladro Ptx-1500

3.3 Sarta de perforación

Es el conjunto de tuberías usadas para abrir el hoyo, y se define como el eje principal del proceso de perforación al final del cual se coloca la mecha o barrena de perforación. El Top Drive, la sarta y el lodo son los únicos instrumentos que realizan el proceso de perforar. Su capacidad influirá en el tamaño del hoyo, profundidad y tasa de penetración.

3.3.1 Tubería de perforación

Constituye la mayor parte de la Sarta de Perforación. El extremo de la misma se conecta al Top Drive. El fluido o lodo es conducido hacia abajo por el interior de la tubería y luego regresa a la superficie por el espacio anular exterior, cae en la línea de retorno, hasta llegar a los separadores. En pozos profundos la parte superior de la tubería está sujeta a altas tensiones durante la perforación por el mismo efecto del peso de la sarta. (Figura 3.4)

Existen tres tipos de tuberías que se usan para la perforación terrestre, y son las siguientes:

- ✚ Tubería Drill Collar: Este tipo de tubería da peso y rigidez a la sarta.
- ✚ Tubería Drill Pipe: Esta tubería es liviana, suministra flexibilidad y longitud a la sarta.
- ✚ Tubería Heavy Weight: Sus características son intermedias, es menos pesada que el Drill Collar, y tiene un coeficiente de flexibilidad, menor que el Drive Pipe



Figura 3.4 Encuelladero y tubería de perforación del taladro Ptx-1500

3.3.2 Mecha de perforación

El funcionamiento óptimo de las Mechas o Barrenas es la base principal del proceso de perforación. Para hacerla perforar es necesario aplicarle peso mediante la sarta. El fluido de perforación debe ayudar a la mecha a mover el ripio y a su vez debe enfriar y lubricar la mecha. El desempeño de la mecha depende de muchas variables, en particular de los tipos de formaciones petrolíferas, el control de estas variables permite, perforar un hoyo al menor costo por pie, lo cual tiene que ser el objetivo primordial al momento de seleccionar la mecha.

Existen varios tipos de mechas (Figura 3.5) dependiendo del tipo de formación a perforar. Los electos cortantes (rodillos o conos, desalojan el ripio mediante acción combinada de molino, martillo y cincel rotando a la vez). Antiguamente existía el tipo Cola de Pescado que era una plancha de acero hecha por un herrero.



Figura 3.5 Mecha de perforación

3.4 Circuito o Ciclo de Lodo

El lodo de perforación es preparado en la superficie con un ensamblaje de equipos especiales que facilitan la mezcla y/o tratamiento del mismo. Esta área de preparación consta de:

- ✦ Casa de química: Es el sitio donde se almacenan todos los aditivos que se utilizan en la preparación del lodo de perforación.
- ✦ Tanque de lodo: Es un tanque rectangular y con capacidades variables. Su función es facilitar el manejo del lodo en la superficie.
- ✦ Embudo de mezclado: Es el instrumento utilizado para agregar al lodo, aditivos en forma rápida.
- ✦ Tanque de mezcla de Química: Es utilizado para agregar químicos al lodo de perforación.
- ✦ Depósitos a granel: Son depósitos grandes en forma de embudo que permiten el manejo de aditivos (barita) en forma rápida y en grandes cantidades.

- ✦ Tanques para agua: Estos permiten almacenar agua para ser utilizada en el área de preparación del lodo.
- ✦ Tanques de reserva: Constituyen una fuente de almacenamiento de lodo preparado con la finalidad de tener un medio de contingencia al momento de ser requerido (pérdidas de circulación u otros).

3.5 Equipos de Circulación

Son aquellos equipos que movilizan el lodo de perforación a través de todo el sistema de circulación y permiten un mejor recorrido del mismo.

Componentes:

- ✦ Bombas de lodo: Constituyen el eje principal del sistema de circulación. Tiene como función primordial manejar grandes volúmenes de lodo a altas presiones.
- ✦ Tipos de Bombas de lodo: Duplex, Triples y Centrifuga. La diferencia entre ellas es el número de pistones y la forma como operan. La más usada es la Triples con la cual se logran presiones más altas en un tiempo de repuesta menor. La Centrifuga, tiene potencia de 100 hp y es utilizada en los agitadores para transferir lodo de un tanque a otro.
- ✦ Líneas de Descarga y Retorno: Estas conectan las líneas que transportan el lodo bajo presión. Las líneas de descarga llevan el lodo fresco y tratado a la sarta de perforación. La línea de retorno lleva al lodo conteniendo ripios y gases por gravedad, desde la boca del pozo, al área de acondicionamiento.

- ✦ El Tubo vertical: Es un tubo de acero el cual conecta la línea de descarga con la manguera rotatoria para transportar el lodo hasta la unión giratoria. Esto permite a la unión y a la manguera moverse verticalmente hacia arriba y hacia abajo cuando así se requiera.
- ✦ Manguera vibratoria: Es una manguera de goma con extremo fuerte y flexible, reforzada, que conecta el tubo vertical en la unión giratoria. Debe ser flexible para permitir el movimiento vertical libremente.

3.6 Área de Acondicionamiento

Está constituida por una serie de equipos que permiten acondicionar el lodo eliminándose gran cantidad de sólidos indeseables que han sido incorporados durante la perforación.

Equipos limpiadores de Lodo:

- ✦ Tanque de asentamiento: Permite la deposición de sólidos mediante gravedad, durante el proceso de tratamiento de lodo.
- ✦ El Vibrador (zaranda): Esta separa los ripios cortados, al hacer pasar el lodo que viene del pozo a través de una malla vibradora que retiene dichos ripios o partículas.
- ✦ Desarenador: Separa la arena del lodo de perforación.
- ✦ Separador de Sólidos: Separa partículas pequeñas provenientes de la formación que se encuentran en el lodo.

- Desgasificador: Este equipo permite la separación continua de pequeñas cantidades de gas presentes en el lodo. El motivo de separar el gas de lodo de perforación se debe a que este reduce el peso del lodo, la eficiencia de la bomba y la presión hidrostática ejercida por la columna del lodo e incrementa el volumen de lodo. Estas razones expuestas deben evitarse ya que mientras más gas entre al pozo, mayor posibilidad habrá de tener una arremetida o reventón.

3.7 Sistema de seguridad

Este sistema constituye uno de los principales componentes de un taladro está formado por las válvulas “Impide-Reventones” BOP (Blow Out Preventor) cuya función principal es controlar mecánicamente una arremetida que si no se controla a tiempo puede transformarse en un reventón.

Una arremetida es la entrada de un fluido de alta presión dentro del hoyo que al no ser inmediatamente detectada y controlada, se puede convertir en un reventón. Su función es permitir un sello del hoyo cuando ocurra una arremetida, mantener suficiente contrapresión en el hoyo, así como prevenir que siga la entrada de fluidos desde la formación al pozo, mientras se esté realizando la restauración del pozo a sus condiciones normales.

Componentes:

- Preventor Anular: Esta colocado en el tope del conjunto, y constituido por un elemento de empaque de acero reforzado con goma especial, que cierra y sella la tubería.

- **Preventor de Ariete:** Es el que permite cerrar el diámetro de tuberías de perforación determinada o el hoyo abierto. Existen 3 tipos: De Tubería, que cierran solamente el tamaño del diámetro externo del tubo para el cual han sido diseñados. Ciegos, los cuales cierran solamente el hueco abierto. Cortantes, los cuales cortan tuberías y cierran el hoyo.

- **Carretos:** Son espaciadores entre los preventores, provistos de orificios donde se conecta; la línea que va al distribuidor de flujo usado para controlar las arremetidas y la línea de matar el pozo por donde se bombea lodo pesado.

- **Cabezal de Revestimiento:** Es un accesorio que se coloca en el tope del revestimiento y sobre el cual se conecta el conjunto de válvulas de seguridad.

- **Acumulador:** Es una unidad de alta presión hidráulica colocada a cierta distancia de las válvulas de seguridad y conectado a estas por líneas de alta presión. En una arremetida las válvulas de seguridad se pueden cerrar rápidamente activando los controles del acumulador a través del panel remoto.

- **Múltiple Estrangulador:** Esta definido como un ensamblaje de tuberías blindadas de alta presión con salidas laterales controladas por válvulas manuales y automáticas. La línea de estrangulación lo comunica con el conjunto de válvulas de seguridad. Cuando se activa el distribuidor de flujo, se mantiene suficiente contra-presión en el hoyo para prevenir que continúen entrando fluidos desde la formación hacia el pozo, al desviarse el lodo a través de las válvulas de seguridad por otra serie de

válvulas que restringen al flujo y lo dirigen a los tanques de reserva, al separador de gas, o al área de acondicionamiento.

- Línea de Matar el Pozo: Es una línea que va desde la bomba de lodo al conjunto de válvulas de seguridad, conectándose a estas últimas en el lado opuesto a las líneas de estrangulación. A través de esta línea se bombea lodo pesado al pozo hasta que la presión se haya restaurado, lo cual ocurre cuando se ejerce suficiente presión hidrostática contra las paredes del hoyo, para prevenir cualquier irrupción del fluido al pozo.
- Tanque de Viaje: Estructura metálica utilizada con la finalidad de contabilizar el volumen de lodo en el hoyo durante los viajes de tubería. Permite detectar si la sarta de perforación está desplazando o manteniendo el volumen dentro del hoyo cuando se meta o se saque la tubería del mismo.

3.8 Sistema de fuerza

La fuente de energía para el equipo de perforación, se obtiene por medio de tres generadores impulsados por motores diesel, con una capacidad de 590 kWatt por unidad. En la casa de fuerza del taladro, se controla la generación y distribución de la energía eléctrica.

3.9 Descripción de los componentes de la Cabina de Control ó Drive House.

Antes de comenzar a trabajar en este equipo, familiarícese con los esquemas eléctricos, así como con los requisitos de energía y voltaje del mismo.

La alimentación de la cabina de control es trifásica 600 V a corriente alterna. En el panel de conexiones de la casa de fuerza del taladro, se encuentra la toma de energía del “Top Drive”, identificado con un color en específico: negro para la fase “A”, blanco para la fase “B” y rojo para la fase “C”. Tanto los conectores de los cables de potencia (Service Loop) como la entrada de la alimentación de la cabina de control (Incomning), se encuentran identificadas de la misma manera pero con conectores diferentes.

La cabina de control usada para operar los motores del TDS-9S de AC consiste en tres componentes principales:

- ✦ Rectificador/capacitador
- ✦ Módulos de energía
- ✦ Secciones de control

La sección del rectificador/capacitor convierte la energía de corriente alterna AC trifásica de entrada a corriente directa DC una vez rectificadas se acumula en capacitadores para ser usados por los dispositivos de energía. (Anexo F.3)

Los módulos de energía o inversores convierten la energía de corriente directa DC a una señal de corriente alterna AC simulada utilizando modulación por amplitud de pulso (“PWM”).

La sección de control recibe las señales de la consola del perforador de velocidad y torque para controlar los circuitos de encendido de los módulos de energía, para mantener el rendimiento del motor de perforación.

EL perforador controla la velocidad de los motores de perforación de AC con un acelerador manual, que se encuentra en la consola, este envía una señal de referencia a la sección de control, donde el inversor comienza a modular una señal sinusoidal de amplitud y frecuencia variable, para así controlar la velocidad y el par de los motores de la transmisión Varco.

Los inversores requiere voltaje DC de $840 V_{DC} \pm 10\%$, 750 amperios continuos, y 1110 amperios de forma intermitente.

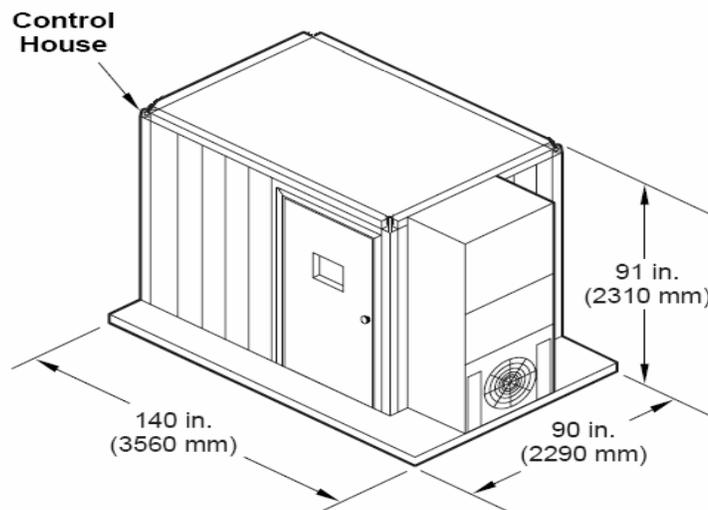


Figura 3.6 Cabina de Control VARCO.

3.9.1 Resistor de interrupción (Chopper)

La energía eléctrica que vuelve al inversor, cuando el motor desacelera, causa que el Voltaje del BUS DC, sea excesivamente alto. Para que esto no ocurra se agrego al circuito un resistor de interrupción, que se conecta y desconecta del circuito por medio de un IGBT cuando supera el voltaje permitido, con el propósito de disipar la energía excesiva que se produce en el BUS DC y, mantener un voltaje seguro. Ver figura 3.7.

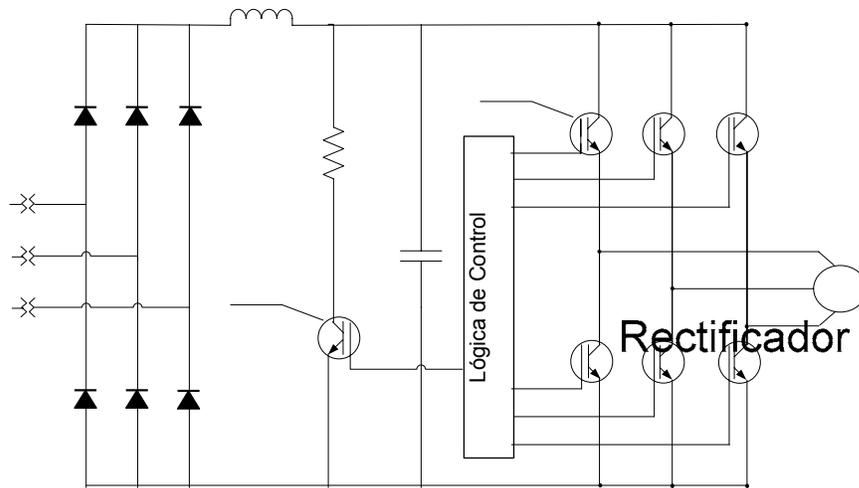


Figura 3.7 Resistor de interrupción.

3.9.2 Inversor Yaskawa VS-616G5

Resistor de
interrupción

La Modulación de Amplitud de Pulso conocida como "PWM", es el método de control de voltaje usado en nuestro Control Vectorial de Flujo. En nuestros inversores usamos "PWM" y están concebidos de la siguiente manera: Tenemos un nivel bus de corriente directa de 840 voltios nominales, este voltaje se acumula en un banco de capacitores, luego pasan por los reactores de línea de entrada, hasta llegar a una serie de interruptores de alta velocidad conocidos como "IGBT's", y por ultimo pasa por el reactor de salida hasta llegar a la carga, en este caso dos motores de 350 HP. La frecuencia y la amplitud de pulso en la que se enciende o apagan estos transistores determinan el valor "RMS" del voltaje de salida.

El Voltaje de salida de un Inversor PWM observado en un osciloscopio, es una onda cuadrada con una amplitud de pulso y frecuencia variable. Como se muestra en la figura 3.8.

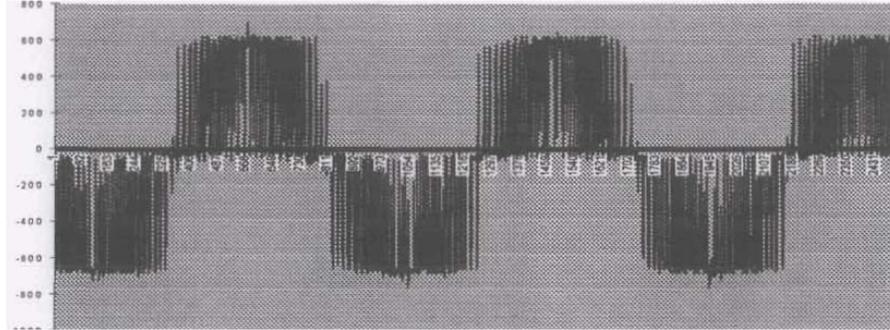


Figura 3.8 Voltaje de salida de un inversor.

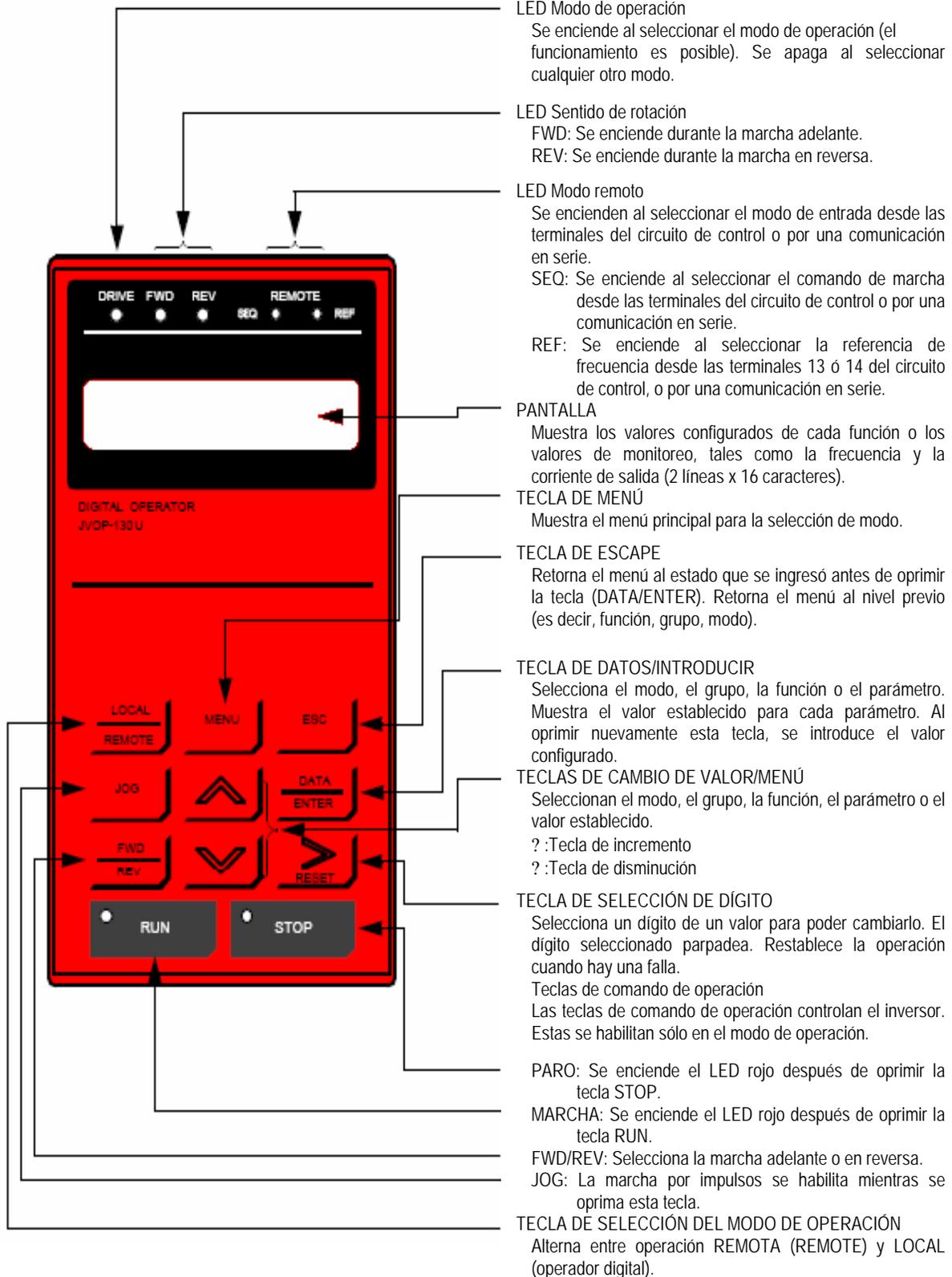
3.9.3 Modo de operación

El inversor YASKAWA tiene dos modos de operación: LOCAL y REMOTO. Estos dos modos se pueden seleccionar mediante la tecla "LOCAL/REMOTE" del operador digital sólo cuando el equipo está detenido. El modo de operación que se selecciona se puede verificar observando los LED SEQ y REF del operador digital (tal como se ilustra más abajo). El modo de operación se configura como REMOTO, para usar el circuito de control de referencia de frecuencia y comando de marcha, desde la consola del perforador.

- LOCAL: Tanto la referencia de frecuencia como el comando de control se configuran mediante el operador digital. Se apagan los LED indicadores SEQ y REF.

- REMOTO: La referencia de frecuencia maestra y el comando de marcha se seleccionan y permanecen encendido los LED indicadores SEQ y REF.

3.9.3.1 Operador digital VS-616G5



3.9.4 PLC de Siemens

La cabina de control usa un PLC de Siemens “Step 7” Serie 300. La cual permite el control de las funciones eléctricas e hidráulicas del Top Drive, la comunicación de la unidad Serie 70 de Siemens (“CBP”) se establece mediante el puerto “PROFIBUS-DP”.

3.9.5 Puntos de Conexión a Tierra

Para la conexión de la puesta a tierra de la cabina de control Varco, debe hacerse en las esquinas opuestas del piso de la cabina. Insertar la varilla al suelo (la varilla debe estar en contacto con el nivel friático), para que la resistencia específica del terreno sea baja, no mayor de $4 \Omega/m$. El conductor recomendado a usar es calibre 4/0 AWG de Cobre con chaqueta, y a una distancia mínima de 10 pies o 3 metros de la cabina al punto de tierra, como se muestra en la figura 3.9.

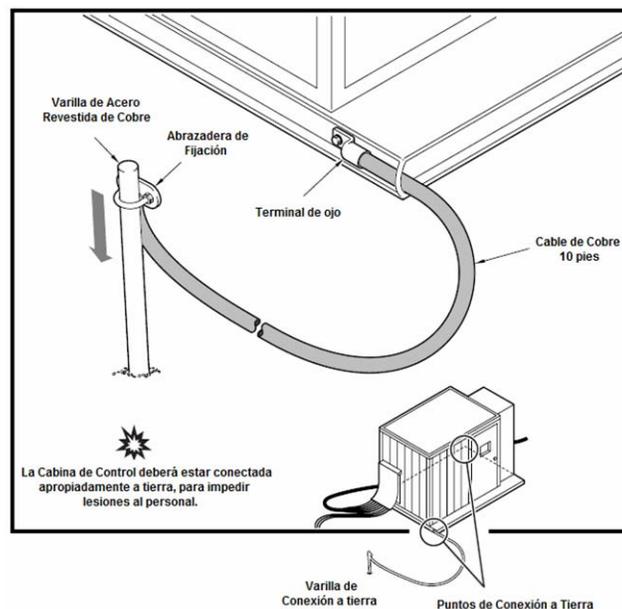


Figura 3.9 Instalación típica de conexión a tierra.

3.9.5.1 Conexión a tierra

Resistencia de tierra

Jamás conecte a tierra el inversor VS-616G5 junto con máquinas de soldar, motores u otros equipos eléctricos de alta corriente. Guíe todos los cables de tierra por conductos separados. Utilice el cable de tierra tal como se especifica y mantenga la longitud tan corta como sea posible.

Al utilizar varias unidades de VS-616G5, una junto a otra, conecte la tierra de las mismas tal como se ilustra en la figura 3.10, (a) o (b). No forme un bucle con los cables tal como se ilustra en (c).

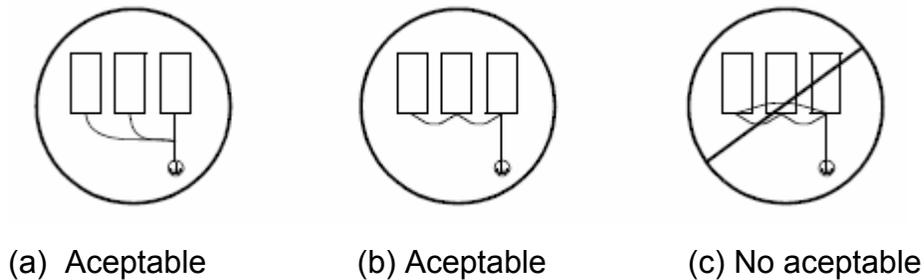


Figura 3.10 Conexión a tierra de 3 inversores.

3.9.6 Consola del perforador

La consola de perforación suministrada por Varco (Figura 3.11) está equipada con los siguientes componentes para realizar la interfase directa con los motores AC de la transmisión del TDS-9S.

El acelerador de la consola, posee un switch y un reóstato, el switch es un permisivo, el cual no permite que el equipo rote, si el acelerador no se encuentra en la posición cero al momento de encenderlo. El reóstato envía

una señal de referencia, a la cabina de control, para aumentar o disminuir la velocidad de giro de la transmisión.

El potenciómetro de límite de torque de perforación es muy similar a los diseños usados en los sistemas SCR. La salida de torque máximo de la transmisión del motor está limitada a la clasificación de torque continuo de la transmisión y los motores.

El potenciómetro límite de torque de conexión, controla el par de enrosque cuando la transmisión superior se utiliza para conexiones de enrosque usando los motores de perforación. Este control permite que la transmisión superior opere en la clasificación intermitente para enroscar las conexiones de la tubería de perforación.

Los interruptores controlan el mecanismo de inclinación de conexión, los frenos de los motores de perforación, la llave de torque, los motores auxiliares (sopladores y bomba), el adaptador de conexión rotativa, la válvula IBOP remota y la selección de dirección de avance/reversa de la tubería de perforación.

Los siete indicadores iluminados muestran las siguientes condiciones:

- ✚ IBOP cerrada
- ✚ Freno auto/activado
- ✚ Pérdida de presión de aceite
- ✚ Pérdida del soplador
- ✚ Sobre-calentamiento de motor de perforación
- ✚ Falla de transmisión.

La consola del perforador también incluye una bocina/claxon para advertir una condición de alarma.

La consola del perforador, elaborada de acero inoxidable Serie 300, utiliza interruptores e indicadores herméticos. La consola puede ser suministrada con conectores a prueba de explosiones “Pyle-National”, si fuera requerido.

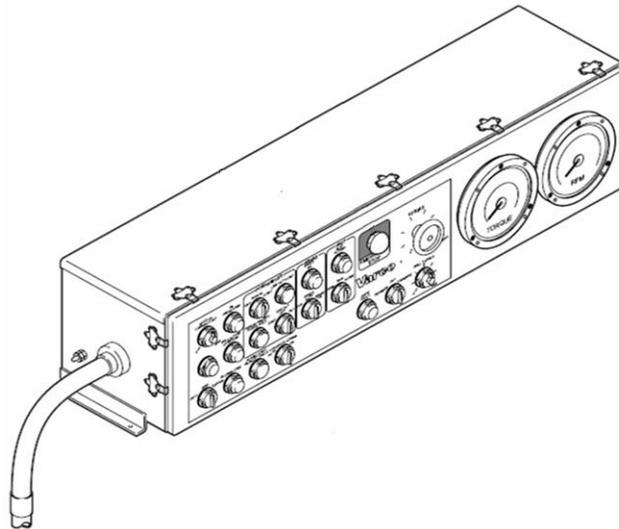


Figura 3.11 Consola VARCO.

3.9.7 Lazo de servicio

El TDS-9S requiere un lazo de servicio eléctrico único (figura 3.12) que está compuesto de la siguiente manera:

- Lazo de potencia
- Lazo auxiliar de potencia.
- Lazo de control
- Lazo codificador

El lazo de potencia: Consiste en una manguera de 4" con flanche que contiene cuatro cables de 636 MCM (tres para la energía del motor de perforación, uno para la conexión a tierra del equipo).

Lazo auxiliar de potencia: Es un cable compuesto por 18 conductores que suministran energía a los calentadores de espacio y motores auxiliares (sopladores e impulsor de la bomba hidráulica).

Lazo de control: Es un multiconductor de 64 cables, su función es suministrar 24 VDC a las electroválvulas (solenoides), y de enviar las señales de codificación rotativo (encoder), y switches de presión.

El lazo codificador: Es un cable de 12 conductores, su función es dirigir las señales codificadas de la consola del perforador a la cabina de control (DRIVE HOUSE).

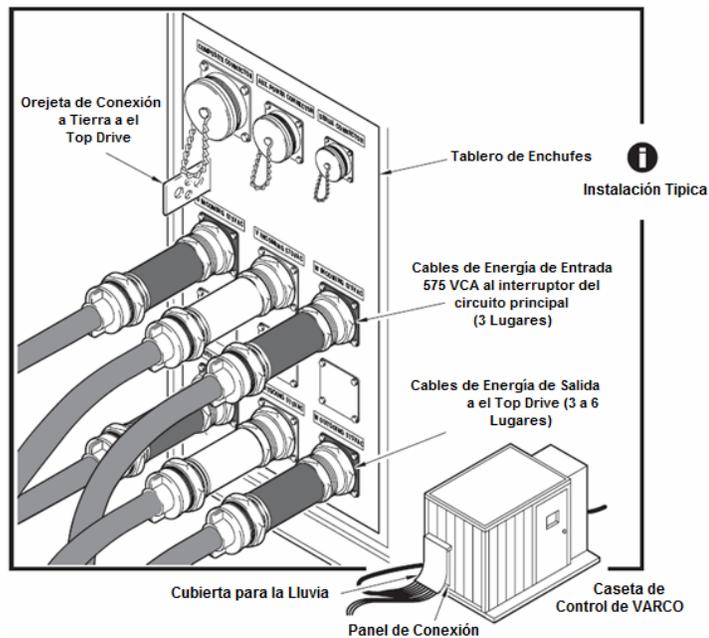


Figura 3.12 Instalación eléctrica típica.

3.9.8 Unidad de aire acondicionado.

Debido a las altas temperatura que generan los inversores, puente rectificador, reactores y otros componentes. La cabina de control tiene instalado un acondicionador de aire.

3.9.9 Deshumecedor

Los componentes eléctricos y electrónicos de la cabina de control, deben estar totalmente aislados de la condensación por el cambio de temperatura, por esta razón se encuentra instalado un deshumecedor, para mantener el ambiente libre de humedad y garantizar el buen funcionamiento.

3.10 Componentes del Top Drive TDS-9S Varco

3.10.1 Motores de perforación de AC

El TDS-9S utiliza dos motores de AC de 350 HP instalados verticalmente uno al lado del otro sobre la parte superior del cuerpo principal del TOP DRIVE, el motor se muestra en el anexo D.1.

3.10.1.1 Sistema de Enfriamiento del Motor

El sistema de enfriamiento del motor de 350 Hp del TDS-9S es del tipo soplador de presión de toma local. Consiste en dos motores de AC de 5 HP íntegramente montados sobre la parte superior de cada motor de perforación de AC. (Anexo E.1). El aire ingresa desde la combinación de la cubierta del freno/ toma de aire y se envía a través de ductos rígidos hacia una abertura en cada motor. El aire de enfriamiento pasa entonces a través de la parte

superior de los motores de perforación de AC de tipo estructura abierta y sale a través de tres aberturas tipo rejillas cerca de la parte inferior de los motores.

3.10.2 Interruptores

Varios interruptores controlan las siguientes funciones:

- ✦ Abrazadera de apoyo de torque
- ✦ Adaptador rotativo derecha/izquierda
- ✦ Freno
- ✦ Mecanismo Stand Jump
- ✦ Parada de emergencia
- ✦ Selección Adelante/Reversa
- ✦ Selección de modo Perforar/conexión
- ✦ Selección hacia adelante ó hacia atrás de la tubería de perforación
- ✦ Válvula IBOP

3.10.3 Transmisión del Top Drive

La transmisión de engranaje cilíndrico de dientes rectos de velocidad única con doble reducción provee una proporción de 10,5:1 de los motores al eje principal. El cuerpo principal y la cubierta de la caja de engranajes alojan la transmisión, los cojinetes de empuje principal y radial y el vástago de carga. La cubierta de la caja de engranajes aloja el cojinete de compensación superior y apoya los motores AC a la tapa. El engranaje mayor se conecta al hombro de carga en el eje principal. Toda la lubricación de los engranajes y cojinetes es a través de un sistema presurizado integrado al cuerpo principal y cubierta.

El cuerpo principal y la caja de transmisión proporcionan un depósito de aceite de lubricación sellado para los engranajes y cojinetes. Una bomba de aceite, integrada a la caja impulsada por un motor hidráulico alimenta los cojinetes y engranajes. El aceite lubricado filtrado circula constantemente a través del cojinete de empuje principal, el cojinete cónico superior, el cojinete radial inferior compuesto y sobre los engranajes.

Un washpipe de inyección de estándar industrial está localizado entre el eje principal y el cuello de cisne y permite la rotación de la sarta o columna de perforación. La tapa de la caja de engranajes apoya el conjunto y se une a la caja de engranajes para proporcionar apoyo lateral. (Ver anexo E.1)

3.10.4 Soporte corredizo y viga guía

El sistema de perforación TDS-9S se traslada sobre una viga guía colgante por medio de un soporte corredizo conectado a la caja de engranaje. La viga guía cuelga de la corona y se extiende hasta siete pies sobre el piso de la planchada. Allí, se conecta a una viga de reacción de torque montada a lo largo de la sección inferior del mástil o torre.

El torque de perforación es reactivado a través del soporte corredizo y hacia la viga guía. La viga guía está disponible en secciones de 20 pies (132 libras/pies) y cuelga de una orejeta de elevación en la corona. Las secciones de la viga guía están sujetas de forma tal que giran sobre bisagras para facilitar la instalación. Se puede armar una sección a la vez en la planchada mientras se eleva la viga guía a la unión de la corona utilizando el malacate.

El soporte corredizo consiste en dos conjuntos de rodillos del soporte corredizo montados independientemente, son de acero recubiertos de

carburo al tungsteno. Estos conjuntos mantienen la alineación del eje principal con la sarta o columna de perforación mientras se mueven hacia arriba y hacia abajo sobre la viga guía. Cada soporte corredizo tiene cuatro rodillos que corren dentro de las bridas de la viga guía para reaccionar al torque de perforación. Dos rodillos de guía adicionales en cada conjunto aseguran la alineación y estabilidad lateral. Tanto la guía como los rodillos del soporte corredizo son de materiales endurecidos y corren sobre cojinetes de rodillo lubricadas con grasa.

3.10.5 Sistema de control hidráulico

El sistema de control hidráulico se encuentra instalado en el Top Drive y suministra toda la energía hidráulica. Elimina la necesidad de un lazo de servicio adicional. El sistema consiste en componentes confiables de estándar industrial que operan los siguientes conjuntos:

- ✦ Sistema de contrabalance
- ✦ Frenos del motor de AC
- ✦ Sistema de lubricación
- ✦ Adaptador rotativo derecha/izquierda
- ✦ IBOP actuada de forma remota
- ✦ Mecanismo de conexión
- ✦ Abrazadera de apoyo de torque

El sistema de control hidráulico está operado por un motor de AC de 1800 RPM y 10 Hp que está directamente acoplado para impulsar dos bombas hidráulicas. Una bomba de desplazamiento fijo impulsa el sistema de aceite de lubricación y una bomba de desplazamiento variable impulsa todas las otras funciones.

Un múltiple hidráulico integral está montado sobre el cuerpo principal y contiene todas las válvulas solenoide, de presión y de control de flujo.

Un tanque de acero inoxidable “sellado” suministra el aceite hidráulico. Esto elimina la necesidad de drenado y rellenado durante los movimientos del equipo de perforación normales. El tanque, montado entre los motores de perforación de AC, está equipado con filtros e indicadores de nivel de aceite.

Tres acumuladores hidra-neumáticos están localizados sobre el cuerpo principal. El sistema de contrabalance usa el acumulador más grande. El acumulador medio descarga la bomba de desplazamiento variable y el acumulador más pequeño activa el circuito de demora en el actuador IBOP.

3.10.5.1 Sistema de contrabalance

El sistema de contrabalance impide daños a la rosca del doble pin mientras se realizan las conexiones de enrosque o desenrosque con el TDS-9S. Reemplaza la función del resorte compensador de gancho.

El sistema consiste en dos cilindros hidráulicos y accesorios de conexión, un acumulador hidráulico y un múltiple hidráulico. Los cilindros hidráulicos están localizados entre el gancho giratorio integrado y las orejetas del gancho. Están conectadas a un acumulador hidráulico. El acumulador está cargado con fluido hidráulico y se mantiene a un ajuste de presión predeterminado por medio del circuito de contrabalance en el múltiple del sistema de control hidráulico principal. Una válvula remota en la consola del perforador permite que los cilindros de contrabalance se extiendan o se retraigan para asistir en las operaciones de montaje y desmontaje.

3.10.6 Unidad de Manejo de Tubería PH-50

La unidad de manejo de tubería PH-50 (anexo E.3) consiste en los siguientes componentes principales:

- ✦ Adaptador rotativo
- ✦ Abrazadera de respaldo del torque
- ✦ Mecanismo de inclinación de la conexión bi-direccional
- ✦ Actuador IBOP superior remoto

3.10.6.1 Adaptador rotativo

El adaptador rotativo, es actuado por un motor hidráulico con un engranaje (Anexo E.4). Una válvula solenoide eléctrica opera el motor hidráulico para girar derecha/izquierda. Las líneas hidráulicas que hacen funcionar al motor permanecen conectadas cuando la unidad de manejo de tubería rota con los componentes del vástago de perforación durante los viajes o mientras esté posicionado el mecanismo de inclinación de la conexión. Durante las operaciones de enrosque o desenrosque el adaptador de conexión rotativa puede ser trabado en cualquiera de las 24 posiciones de la cremallera, mediante la selección del modo de sujeción de la unidad de manejo de tubería y mediante la actuación de un perno de disparo operado hidráulicamente. El perforador puede preseleccionar en cualquier momento el orientador de retorno de la unidad de manejo de tubería para asistir al encuellador o a las cuadrillas del equipo de perforación en el manejo de la tubería de perforación. En caso de que la unidad de manejo de tubería rote fuera de posición y el interruptor selector de control del perforador se encuentre en la posición de “auto-return” (retorno automático), el motor hidráulico lo regresará a cualquier posición previamente seleccionada. El

adaptador de conexión está conectado al vástago de carga y el cojinete de empuje y los dos cojinetes radiales lo apoyan. Los pasajes del fluido hidráulico interno en el vástago de carga conectan con los pasajes de fluidos respectivos en el adaptador de conexión rotativa. El fluido es alimentado desde el múltiple principal al vástago de carga a través de los pasajes radiales en el extremo superior. Este fluido es dirigido desde el vástago de carga a través de sus ranuras al adaptador de conexión y hacia todos los actuadores en la unidad de manejo de tubería (ver anexo E.5). Mientras el equipo está rotando o en una posición estacionaria, el fluido fluye a través de los dos componentes.

3.10.6.2 Abrazadera de apoyo del Torque

El conjunto de la abrazadera de apoyo del torque está localizado debajo del hombro inferior del empalme para desgaste. Incluye dos agarraderas con piezas insertadas de cojinetes de enroscado y un cilindro de abrazadera para sujetar el extremo de la caja de la sarta o columna de perforación cuando se conecta al empalme para desgaste. Una estructura arrestadora de torque que cuelga del adaptador de conexión rotativa sostiene al cilindro de la abrazadera de apoyo del torque. Se conecta a la estructura del arrestador del torque con flexibilidad para flotar hacia arriba o hacia abajo a fin de permitir el enrosque/desenrosque, y el torque de apoyo es reaccionado mientras se enroscan y desenroscan las conexiones.

3.10.6.3 Mecanismo de inclinación de conexión bi-direccional

El mecanismo de conexión consiste en dos cilindros hidráulicos de una varilla y el conjunto de abrazadera. Los extremos superiores de las varillas de los cilindros están conectados al adaptador de conexión rotativa y los

cuerpos de los cilindros están conectados a las parrillas por medio de un conjunto de abrazaderas (Anexo E.2). El sujetador de retención en el conjunto del cilindro limita el desplazamiento del elevador a la posición del encuellador, la cual es ajustable. Si se jala un cable se puede soltar el sujetador de retención permitiendo que el elevador se traslade al hueco ratón o a la posición de sobre-multiplicación.

El mecanismo de inclinación se opera desde un interruptor de tres posiciones localizado en la consola del perforador. La posición “TILT” (INCLINAR) mueve las conexiones hacia el hueco ratón o el encuellador. La posición “DRILL” (PERFORAR) inclina la conexión hacia atrás para alejarse de la tubería de perforación e izar el elevador para permitir la perforación hacia el piso. La posición centrada por resorte sostiene la conexión en cualquier posición intermedia. Hay un interruptor de holgura/flotación separado que se utiliza para permitir que las conexiones cuelguen libres. La posición “DRILL” (PERFORAR) invierte la dirección de inclinación, lo que mantiene al elevador fuera de la tubería de perforación cuando se está perforando o lo aleja del centro del pozo para despejar el piso de perforación cuando se está perforando. Las conexiones pueden ser detenidas en cualquier posición intermedia. Las conexiones “flotan” de nuevo hacia el centro del pozo cuando el botón de posición “FLOAT” (FLOTAR) se opera en la consola del perforador.

3.10.6.4 Actuador IBOP superior remoto

Las dos válvulas IBOP tipo bola son válvulas de seguridad de tamaño completo de apertura interna. La válvula superior operada de forma remota y la válvula inferior operada manualmente, forman el sistema de control de

pozo. Ambas válvulas tienen conexiones RH regulares de 6^{5/8}" y clasificaciones de presión de 15.000 psi. (Ver anexo E.3)

La válvula IBOP superior controlada de forma remota se abre y cierra por medio de un yugo y un cilindro que está controlado desde la consola del perforador, usando una válvula solenoide eléctrica. La caja de envoltura rota con el cuerpo de la válvula y se mueve hacia arriba y hacia abajo para impulsar un pequeño brazo en cada lado del vástago de la válvula. La caja es actuada por un cilindro hidráulico a través de un anillo actuador no-rotativo. El cilindro hidráulico está en la unidad de Manejo de Tubería PH-50.

La válvula inferior es del mismo tipo que la válvula superior excepto que debe ser operada manualmente y cerrada con una llave cuadrante 7/8". Ambas válvulas permanecen en la sarta o columna de perforación en todo momento y están disponibles mediante la conexión del TDS-9S a dicha sarta o columna de perforación. La válvula inferior puede ser desenroscada de la válvula superior utilizando llaves después de alejar y girar la estructura del arrestador de torque.

La estructura del arrestador de torque puede ser alejada de la sarta o columna de perforación después de abrir la compuerta delantera en el cuerpo del cilindro de abrazadera y quitar la mitad estabilizadora. Después de desenroscar la válvula superior, el TDS-9S puede ser izado, lo cual permite que haya espacio para instalar los empalmes y las válvulas apropiadas para las operaciones de control del pozo. Después de quitar la válvula inferior de la válvula superior en el TDS-9S utilizando llaves convencionales, la válvula inferior permanece conectada a la sarta o columna de perforación para fines de control del pozo. Se incluye un empalme de cruce con el sistema para permitir la conexión del vástago de perforación a la válvula inferior.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE FALLA Y CONFIGURACIÓN DEL INVERSOR

Mediante el operador digital se puede acceder a las funciones del inversor VS-616G5. En la pantalla del operador se registra la frecuencia de referencia y la tensión de salida.

4.1 Falla de operación de la cabina de control

Una vez armado el taladro Petrex-1500 en la locación, el Top Drive Varco modelo TDS-9S, se le realizaron pruebas pre-arranque, como: pruebas de aislamiento a los motores (perforación y auxiliares) y a los conductores de alimentación; las lecturas obtenidas cumplen con la Norma y empieza la perforación. Después de tres días de funcionamiento el Top Drive presenta falla, levanta torque y no rota.

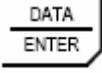
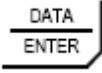
4.1.1 Prueba de codificador rotativo (Encoder)

Revisando el manual del usuario en la sección de diagnóstico de fallas y acciones correctivas, la indicación de falla sobrecorriente (OC) mostrada en el operador digital, indica una acción correctiva del síntoma de falla de codificador, esto ocurre cuando se asigna el inversor y se suministra referencia mediante el acelerador que se encuentra en la consola del perforador, si la transmisión no rota, o rota muy lentamente indicara un par alto en el medidor de torque.

Delimitando el problema al codificador como causante de la falla, se le realizo una prueba, que consiste en cambiar el parámetro A1-02 (Método de

Control) del valor: 3, al valor: 2, en el operador digital (Anexo F.2). El procedimiento se muestra a continuación (tabla 4.1).

Tabla 4.1 Pasos para cambiar el Método de Control

Procedimiento	Secuencia de teclas	Pantalla del ordenador digital
Presione la tecla MENÚ en el operador digital.		Inicialización A1
Luego oprima la tecla DATA/ENTER , para seleccionar.		Lenguaje A1-00 = 3 Español
Con la tecla de desplazamiento seleccione Método de Control.		Método de Control A1-02= 3 Vector Flujo
Para cambiar el valor oprima la tecla DATA/ENTE , y con la tecla de desplazamiento cambie el valor.	 	Método de Control A1-02= 2 Vector lazo abierto
Una vez cambiado el valor, presione DATA/ENTER para guardar.		Método de Control A1-02= 2 Vector lazo abierto
Para salir del menú, oprima ESC seguido de DATA/ENTER		Frecuencia Ref. U1-01= 0,00 Hz

Este cambio se realiza debido a que el método control de vector flujo requiere de la realimentación del codificador, mientras que el método de vector de lazo abierto no requiere del mismo.

Una vez cambiado el método de control, se colocó el interruptor del codificador en la posición “by-pass” (Anexo F.1) que se encuentra en la cabina de control, y desde la consola se le suministro referencia para rotar, presentando la misma falla, de esta manera se descarto problemas con el lazo del codificador rotativo.

No obstante este cambio se realiza por cuestiones de pruebas, no debe funcionar con este método de control si fuere este el problema, ya que el método no permite control preciso de velocidad ni de torque a velocidad cero, podría causar daños al equipo.

4.1.2 Prueba de resistencia de aislamiento

Desconectando el alimentador de la salida del inversor, con los motores de perforación conectados al mismo, se midió la resistencia de aislamiento con un Megóhmetro (Megger) a un voltaje de 500 V_{DC}, la prueba arrojó un resultado de cero Mega Ohm, el alimentador o los motores de perforación presentaban problemas. Para descartar donde estaba la falla, se desconectaron los motores de perforación del alimentador para repetir la prueba, en donde el resultado estaba dentro de los valores de resistencia aceptable.

Limitado el problema a los motores de perforación, se procedió a desconectar cada motor, esto se realizó porque la alimentación está en paralelo y se desea medir la resistencia de aislamiento de bobina a tierra por separado. Al medir el aislamiento del motor de perforación derecho, se obtuvo una lectura de cero mega ohm, mientras que el motor de perforación izquierdo cumplía con el valor mínimo de aislamiento recomendado.

El problema era un motor con pérdida de aislamiento, sustituyendo dicho motor por uno nuevo, y colocando los parámetros y el interruptor del codificador en la posición original, el Top Drive comienza a perforar sin inconvenientes.

4.1.3 Falla reincidente

El equipo después de dos días de trabajo, presenta la misma falla, no rota y levanta torque, descartando falla de decodificador por presentar el mismo problema. Se procedió a desconectar los motores de perforación para medir su aislamiento, obteniendo una medición de cero mega ohm, en el motor de perforación izquierdo.

4.2 Análisis de la falla

Analizando el problema, no es la pérdida de aislamiento de un simple motor, es algo que está provocando que el aislamiento de los motores se deteriore drásticamente.

Los motores de perforación, cuenta con un sistema de enfriamiento por soplador, en la parte superior, como se muestra en el anexo D.1, también cuenta con tres ventanillas en la parte inferior por donde se ventila. Existen varios motivos por el cual un motor puede tener pérdida de aislamiento temporal, entre ellos tenemos por humedad, fractura en el bobinado, contaminación con: polvo, residuo de pastillas de freno, lodo, grasa u otro agente que se adhiera al esmalte del bobinado del estator.

Al primer motor, se le realizó un mantenimiento, como limpieza del esmalte del embobinado, barnizado y horno, con el fin de colocarlo en servicio. En donde el motor no recupero aislamiento.

Obteniendo esta información, se descarto el deterioro gradual de la resistencia de aislamiento por uso o edad, por lo tanto el motivo por el cual un motor se daña permanentemente tiene su consecuencia por causas eléctricas, entre ellas sobre voltaje, sobre corriente, sobre frecuencia, sobre calentamiento, rotor bloqueado, cortocircuitos, entre otras. El problema se traslado al variador de frecuencia o inversor que se encuentra en la cabina de control ó DRIVE HOUSE del Top Drive TDS-9S Varco.

4.3 Revisión de la tensión de salida del inversor

Para revisar el nivel de tensión de salida se realizaron los siguientes pasos:

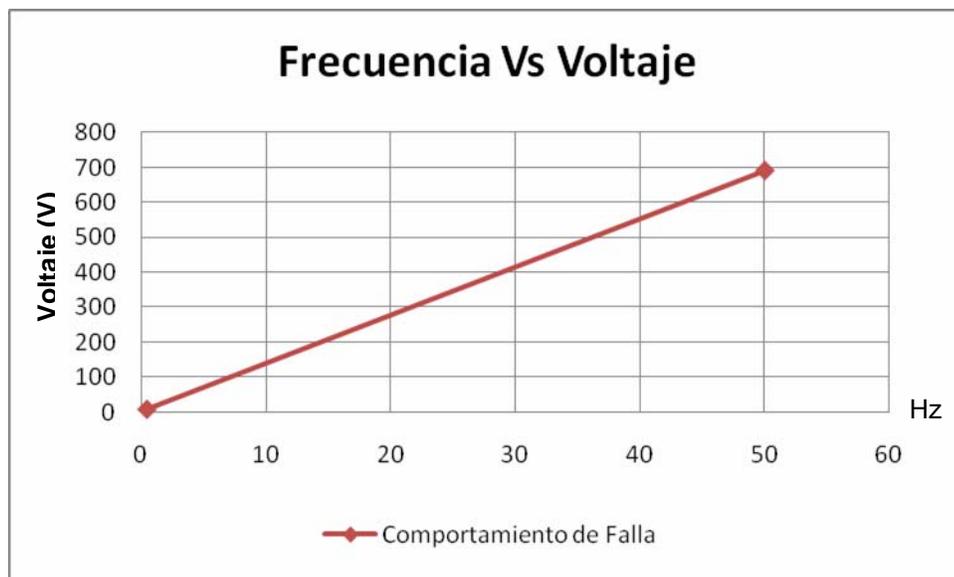
- 1) Se cambio el método de control a vector lazo abierto, como se realizo en la prueba del codificador, de no efectuarse este cambio el inversor presentara falla de comunicación por no recibir las señales del codificador rotacional, colocando el equipo en stop.
- 2) Se coloco el interruptor del codificador en la posición “bay-pass”.
- 3) Se desconecto el alimentador de los motores de perforación.

Una vez realizado los pasos antes mencionados, se procedió a revisar, suministrando gradualmente referencia y observando el voltaje y frecuencia desde el operador digital, el cual registro una lectura de 695 V y 50 Hz, con el

acelerador al máximo en donde el voltaje y frecuencia no corresponden al control establecido en el patrón de V/f.

Graficando los valores obtenidos, en donde la frecuencia crece con respecto al voltaje hasta alcanzar 50 Hz y 695 V, en donde el control no se efectúa si no que alcanza el voltaje máximo de salida del inversor, como se muestra en la grafica 4.1.

Grafica 4.1 Voltaje de salida del inversor



4.3.1 Patrón de V/f

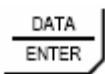
Los parámetros encargados de establecer las cotas mínimas y máximas de voltaje y frecuencia de salida, se establecen en el menú principal de configuración sección E1 parámetros del motor, a esto se le denomina patrón de V/f. Estos parámetros se muestran en el (anexo A.1).

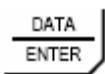
4.3.2 Descontrol en el patrón de V/f

La cabina de control, no efectúa la regulación de voltaje, debido a esto los motores fueron sometidos a elevadas tenciones de alimentación, que sobre pasaron los valores nominales de la maquina ocasionando que se generaran grandes corrientes en el bobinado del estator, superando los valores máximos de operación establecidos por el fabricante, es por ello que el aislamiento se daño rápidamente.

Para revisar el patrón de V/f es necesario realizar una serie de pasos en el operador digital, que se mostraran a continuación en la tabla 4.2.

Tabla 4.2 Parámetros del patrón de V/f en el Inversor.

Procedimiento	Secuencia de teclas	Pantalla del ordenador digital
Presione la tecla menú en el operador digital.		Inicialización
En el menú principal presione la tecla de desplazamiento hasta encontrar la opción configuración.		Configuración
Oprima DATA/ENTER, para seleccionar el patrón V/F.		Patrón de V/f E1
En el patrón de V/f presione la tecla de desplazamiento hasta encontrar los parámetros a revisar.		Frecuencia máximo E1-04 = 81,5 Hz
		Voltaje máximo E1-05 = 575 V

		Frecuencia base del motor E1-06 = 39,2 Hz
		Frecuencia de salida media A E1-07 = 3,0 Hz
		Voltaje de salida medio A E1-08 = 48,3 V
		Frecuencia de salida mínimo E1-09 = 0,5 Hz
		Voltaje de salida mínimo E1-10 = 8,8 V
Presione dos veces escape seguido de la tecla DATA/ENTER para salir del menú.	 	Frecuencia Ref. U1-01 0,00 Hz

Al revisar los parámetros, los valores eran los indicados por la lista de parámetros de Varco. El cual establece, que los cuatro ajustes de frecuencia deben satisfacer la fórmula siguiente (Ec. 4.1):

$$E1 - 04_{(FM\acute{a}x)} \geq E1 - 06_{(FB)} > E1 - 07_{(FA)} \geq E1 - 09_{(FMin)} \quad Ec. 4.1$$

Donde:

E1-04_(FMáx): Frecuencia máxima

E1-06_(FB): Frecuencia de base del motor

E1-07_(FA): Frecuencia de salida media A

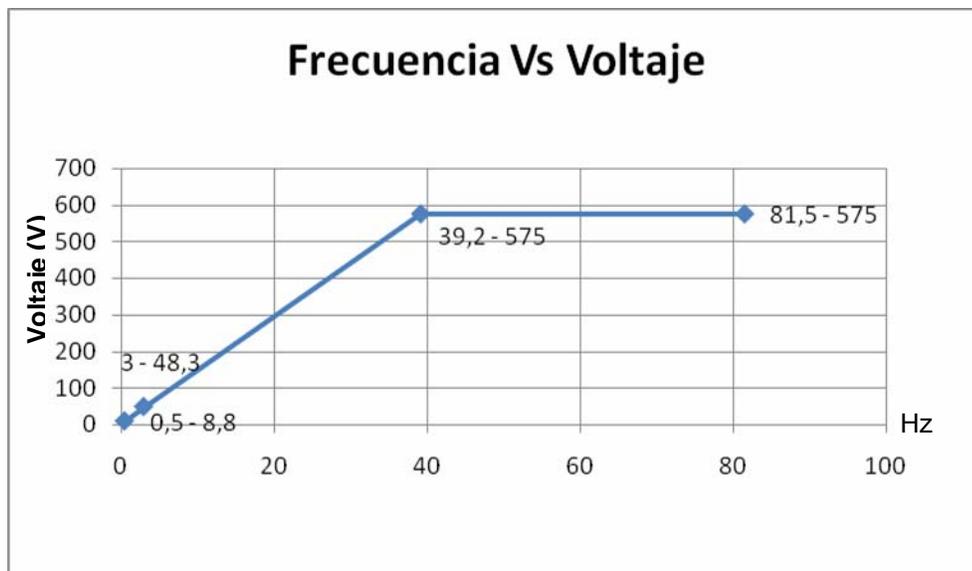
E1-09_(FMin): Frecuencia de salida mínima

Sustituyendo los valores en la formulas (Ec.4.2):

$$81,3(FMax) \geq 49,2(FB) > 3,0(FA) \geq 0,5(FMin) \quad Ec. 4.2$$

La formula cumple con el resultado. Graficando los parámetros del patrón de V/f, de frecuencia en función del voltaje, se obtiene la siguiente curva, que expresa el comportamiento normal del control de voltaje del inversor.

Grafica 4.2 Control de Volteje del inversor



CAPÍTULO V

REPROGRAMACIÓN Y PROTECCIONES ADICIONALES

Los manuales del fabricante detallan los procedimientos de instalación, arranque rápido y diagnóstico de la serie de controladores de equipos de frecuencia ajustable VS-616G5.

5.1 Revisión de los parámetros del inversor

Una vez revisado el patrón de V/f, donde los parámetros corresponde pero no se efectúa el control. Se reviso el manual del fabricante en la sección de control para investigar el funcionamiento del mismo.

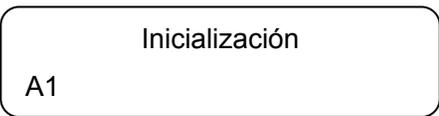
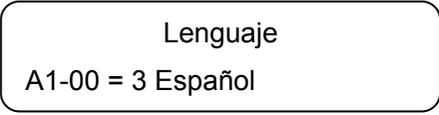
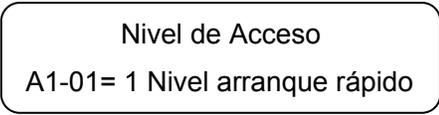
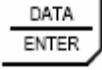
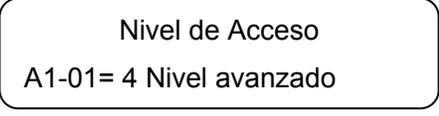
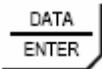
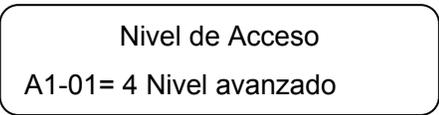
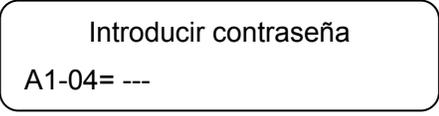
El manual establece como valor preconfigurado de fábrica al parámetro C9-09 Control de Voltaje (AVR) en estado desactivado, en donde el patrón de V/f no tiene efecto. De manera que el inversor varía la tensión linealmente con la frecuencia hasta alcanzar una tensión máxima de salida de 695 V y 50 Hz, no obstante para la aplicación del Top Drive, el parámetro C9-09 debe estar activado, para que realice el control como se muestra en la grafica 4.1.

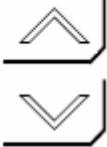
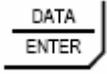
El parámetro Control de voltaje es un parámetro de fábrica que solo se puede visualizar en el nivel de acceso avanzado y requiere de una contraseña, es decir está restringido para el usuario. Para acceder a nivel avanzado, fue necesario comunicarse con un representante de Yaskawa, para que suministrara la contraseña. El cual informo que la contraseña son los tres números que anteceden al guion del modelo del inversor, en este caso el modelo es VS-616G5 la contraseña seria 616.

5.2 Cambio de nivel de acceso

Para realizar la reprogramación es necesario realizar una serie de pasos en el operador digital, para tener acceso a los parámetros de fábrica, que se mostraran a continuación en la siguiente tabla 5.1.

Tabla 5.1 Pasos para cambiar el nivel de acceso

Procedimiento	Secuencia de teclas	Pantalla del ordenador digital
Presione la tecla MENÚ en el operador digital.		
Luego oprima la tecla DATA/ENTER , para seleccionar.		
Con la tecla de desplazamiento seleccione nivel de acceso a parámetros.		
Presione la tecla DATA/ENTER para cambiar el valor 2 de arranque rápido al valor 4 nivel avanzado.		
Para guardar el valor presione DATA/ENTER .		
Para introducir la clave, con la tecla de desplazamiento seleccione Introducir contraseña .		

Introduzca la clave utilizando las teclas de desplazamiento adelante/atrás.		<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Introducir contraseña</p> <p>A1-04= 616</p> </div>
Presione DATA/ENTER para guardar el valor.		<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Introducir contraseña</p> <p>A1-04= 616</p> </div>
Por último se debe desplazar hasta la opción Seleccionar Contraseña , para validar la clave.		<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Seleccionar contraseña</p> <p>A1-05</p> </div>

5.3 Reprogramación

Siguiendo los pasos del procedimiento antes mencionado, se desbloquearon los parámetros de fabrica, para reprogramar la sección C9-09, que corresponde al Control de Voltaje, el cual se encontró en el valor 0 que corresponde a la posición desactivado. Cambiando este valor a la posición 1 activado, se procedió a revisar el nivel de tensión de salida del inversor, suministrando referencia máxima, y observando en el operador digital, el cual registro 574 V y 81,49 Hz como está establecido en el patrón de V/f.

5.4 Propuestas de nuevas protecciones

1. Debido a que los motores de perforación tienen un voltaje nominal de 575 V menor que el que puede suministrar la cabina de control, se propone la instalación de una protección de sobretensión, tomando en

consideración que el relé seleccionado para dicha protección no sea afectado por la frecuencia de trabajo.

2. De igual manera la cabina de control Varco maneja corriente directa y corriente alterna, debido a esto se propone la instalación de una protección de falla a tierra y un detector de polo a tierra.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

- ✚ La falla fue producto de la desprogramación del parámetro C9-09 del inversor Yaskawa en la Cabina de Control Varco del Top Drive TDS-9S.
- ✚ El mal diagnóstico de una falla, ocasiona daños a los equipos y pérdidas considerables a la empresa en tiempo perdido y reparaciones.
- ✚ La carencia de protecciones en la Cabina de Control Varco, con llevo al daño de dos motores de 350 Hp.
- ✚ Se debe realizar la prueba de resistividad del terreno antes de conectar la cabina de control Varco al punto de tierra.
- ✚ La alta resistencia del terreno acciona daños en los inversores al estar en presencia de falla a tierra o por descargas atmosféricas.
- ✚ La incorporación de nuevas protecciones, protegerán el equipo de eventos similares, y a un mejor y fácil diagnóstico de fallas futura.

RECOMENDACIONES

- ✚ Se recomienda instalar un detector de falla a tierra AC en la cabina de control Varco.

- ✚ Se recomienda utilizar una malla aislada para la puesta a tierra de la cabina de control Varco.

- ✚ Se recomienda medir en cada locación el punto a tierra de la malla, que no debe ser mayor a 4 Ω/m .

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- [1] Pérez Cruz, Pineda Sánchez, (2006), “**Automatización de Maniobras Industriales Mediante Autómatas Programables**” Editorial UPV. Valencia España.
- [2] Enríquez Harper (2005), “**Pruebas y mantenimiento a equipos eléctricos**”. Editorial Limusa. México DF.
- [3] Muhammad H. Rashid, (2004), “**Electrónica de Potencia**”. Editorial Pearson Prentice Hall. Tercera Edición. México D.F.
- [4] Enríquez Harper (2003), “**Protección de instalaciones eléctricas industriales y comerciales**”. Editorial Limusa. Segunda Edición. México D.F.
- [5] Porras Criado Alejandro y A. P. Montanero, (1997), “**Autómatas Programables**”. Editorial McGraw–Hill. Madrid España.
- [6] Varco Systems (1997), “**Varco Technical Education Center Montrose Scotland**”. Houston Texas.
- [7] Josep Balcells, José L, Romeral (1997), “**Autómatas Programables**” Editorial Marcombo. Barcelona España.
- [8] Yaskawa Electric America, (1997), “**Manual de instalación y arranque rápido**”. Chicago USA.
- [9] Irving Kosow (1975), “**Maquinas eléctricas y transformadores**”. Editorial Reverte. Barcelona España.

ANEXOS

Anexo A.1

Lista de parámetros del inversor Yaskawa. [7]

TDS – 9S IDM G5 DRIVE
LISTA DE PARÁMETROS

Par. No	Parámetro	Valor	Rango de ajuste
A1	Inicialización		
A1-00	Lenguaje	3	0: Inglés ^(*) 1: Japonés 2: Francés 3: Español 4: Portugués 5: Alemán 6: Italiano
A1-01	Nivel de acceso a parámetros	2	0: Operación solamente 1: Programa usuario 2: Nivel de arranque rápido ^(*) 3: Nivel básico 4: Nivel avanzado
A1-02	Método de control	3	0: Control V/f 1: V/f con realimentación GP 2: Vector de lazo abierto ^(*) 3: Vector de flujo
A1-03	Inicializar Parámetro	0	0: No inicializar ^(*) 1110: Inicialización del

			usuario 2220: inicialización de 2 cables 3330: inicialización de 3 Cables
A1-04	Introducir Contraseña	-	
A1-05	Selecione Contraseña	-	
Programación			
B Aplicación			
B1	Secuencia		
B1-01	Selección de la referencia	3	0: Operador 1: Terminales (*) 2: Comunicación serie 3: Tarjeta de Opción
B1-02	Selección del método de operación	3	0: Operador 1: Terminales (*) 2: Comunicación serie 3: Tarjeta de Opción
B1-03	Método de paro	0	0: Rampa para detener (*) 1: Giro libre hasta parar 2: Inyección de DC hasta Parar 3: Giro libre por temporizador
B1-04	Prohibición de operación en reversa	0	0: Reversa activada (*) 1: Reversa desactivada
B1-05	Operación cuando la referencia es inferior a cero	0	0: RUN a Referencia de frecuencia (*) 1: STOP

			2: RUN a frecuencia mínima 3: RUN a cero RPM
B1-06	Tiempo de escaneo de entradas	1	0: 2mS - 2 escaneo 1: 5mS - 2 escaneo (*)
B1-07	Selección RUN LOC/REM	0	0: Ignorar señales de marcha durante el modo de conmutación. (*) 1: Aceptar RUN externo
B2	Frenado por DC		
B2-01	Frecuencia de frenado por CD (nivel velocidad. 0)	0,5 (*)	0,0~20,0 (Hz)
B2-02	Corriente de frenado por CD	50 (*)	0~100 (%)
B2-03	Tiempo de frenado por CD en arranque	0,00 (*)	0,00~10,00 (Seg)
B2-04	Tiempo de frenado por CD en el paro	0,00 (*)	0,00~10,00 (Seg)
B3	Búsqueda de velocidad		
B3-01	Búsqueda de velocidad después de comando RUN	1	0: Desactivado 1: Activado (*)
B3-02	Nivel de corriente de detección de búsqueda de velocidad	150 (*)	0~200 (%)
B3-03	Tiempo de desaceleración de búsqueda de velocidad	10,0	0,1~10,0 (Seg)
B4	Temporizadores de retardo		
B4-01	Temporizador de retardo de encendido	0,0 (*)	0,0~100,0 (Seg)
B4-02	Temporizador de retardo de apagado	0,0 (*)	0,0~100,0 (Seg)
B5	Control PID		
B5-01	Selección del modo PID	0	0: Desactivado (*)

			1: Realimentación activada 2: Alimentación anticipada activada.
B5-02	Ganancia P	1,00 (*)	0,00~10,00
B5-03	Tiempo I	1,00 (*)	0,00~360,00 (Seg)
B5-04	Limite I	100,0 (*)	0,0~100,0 (%)
B5-05	Tiempo D	0,00 (*)	0,00~10,00 (Seg)
B5-06	Limite PID	100,0 (*)	0,0~100,0 (%)
B5-07	Desviación PID	0,0 (*)	0,0~100,0 (%)
B5-08	Tiempo primario de retardo de salida PID	0,00 (*)	0,00~10,00 (Seg)
B6	Retención de referencia		
B6-01	Referencia de permanencia en el arranque (nivel de espera)	0,0 (*)	0,0~400,0 (Hz)
B6-02	Tiempo de permanencia en el arranque (tiempo de espera)	0,0 (*)	0,0~10,0 (Seg)
B6-03	Referencia de permanencia en el paro (nivel de espera)	0,0 (*)	0,0~400,0 (Hz)
B6-04	Tiempo de permanencia en el paro (tiempo de espera)	0,0 (*)	0,0~10,0 (Seg)
B7	Control de caída		
B7-01	Magnitud de la caída de velocidad del motor	0,0 (*)	0,0~100,0 (%)
B7-02	Tiempo de la caída de velocidad el motor	0,05 (*)	0,03~2,0 (Seg)
B8	Ahorro de energía		
B8-01	Ganancia de ahorro de	80 (*)	0~100 (%)

	energía		
B8-02	Frecuencia de ahorro de energía	0,0 (*)	0,0~400,0 (Hz)
B9	Servo de error cero		
B9-01	Ganancia de servo de error cero	5 (*)	0~100
B9-02	Anchura de finalización de servo de error cero	10 (*)	0~16383
C	Ajustes		
C1	Aceleración y desaceleración		
C1-01	Tiempo de aceleración 1	5,0	0,00~6000,0 (Seg)
C1-02	Tiempo de desaceleración 1	2,0	0,00~6000,0 (Seg)
C1-03	Tiempo de aceleración 2	30,0	0,00~6000,0 (Seg)
C1-04	Tiempo de desaceleración 2	30,0	0,00~6000,0 (Seg)
C1-05	Tiempo de aceleración 3	30,0	0,00~6000,0 (Seg)
C1-06	Tiempo de desaceleración 3	30,0	0,00~6000,0 (Seg)
C1-07	Tiempo de aceleración 4	30,0	0,00~6000,0 (Seg)
C1-08	Tiempo de desaceleración 4	30,0	0,00~6000,0 (Seg)
C1-09	Tiempo de paro rápido	30,0	0,00~6000,0 (Seg)
C1-10	Unidades de tiempo aceleración/desaceleración	1	0: 0,01 (Seg) 1: 0,1 (Seg) (*)
C1-11	Nivel de conmutación aceleración/desaceleración	0,0 (*)	0,0~400 (Hz)
C2	Curva S de aceleración/desaceleración		
C2-01	Tiempo de curva S al inicio de la aceleración	0,20 (*)	0,00~50,0 (Seg)
C2-02	Tiempo de curva S al final de la aceleración	0,20 (*)	0,00~50,0 (Seg)
C2-03	Tiempo de curva S al inicio de	0,20 (*)	0,00~50,0 (Seg)

	la desaceleración		
C2-04	Tiempo de curva S al final de la desaceleración	0,20	0,00~50,0 (Seg)
C3	Compensación del deslizamiento del motor		
C3-01	Ganancia de compensación de deslizamiento	1,0 (*)	0,0~2,5
C3-02	Tiempo de retardo primario de compensación de deslizamiento	200 (*)	0~10.000 (mSeg)
C3-03	Limite de compensación de deslizamiento	200 (*)	0~200 (%)
C3-04	Compensación de deslizamiento durante la regeneración	0	0: Desactivado (*) 1: Activado
C4	Compensación de Par		
C4-01	Ganancia de la compensación de par	1,00 (*)	0.00~2,50
C4-02	Constante de tiempo de la compensación de par	20 (*)	0~10.000 (mSeg)
C5	Ajuste de ASR		
C5-01	Ganancia proporcional ASR 1	20,00 (*)	0,00~300,00
C5-02	Tiempo integral ASR 1	0,500 (*)	0,000~10,000 (Seg)
C5-03	Ganancia proporcional ASR 2	20,00 (*)	0,00~300,00
C5-04	Tiempo proporcional ASR 2	0,500 (*)	0,000~10,000 (Seg)
C5-05	Limite ASR	0.0 (*)	0,0~200 (%)
C5-06	Tiempo de retardo primario de salida ASR	0,004 (*)	0,000~0,500 (Seg)
C5-07	Nivel de frecuencia para cambiar ganancia ASR	0,0 (*)	0,0~400,0 (Hz)
C5-08	Limite integral ASR	400 (*)	0~400 (%)

C6	Frecuencia portadora		
C6-01	Límite superior de frecuencia portadora	2,0	0,4~15,0 (kHz)
C6-02	Límite inferior de frecuencia portadora	2,0	0,4~15,0 (kHz)
C6-03	Ganancia proporcional de frecuencia portadora	0 (*)	0~99
C7	Prevención de fluctuaciones		
C7-01	Prevención de fluctuaciones	1	0: Desactivado 1: Activado (*)
C7-02	Ganancia Prevención de fluctuaciones	1,00 (*)	0.00~2,50
C8	Ajuste de Fábrica		
C8-08	Ajuste de regulador automático de frecuencia	1,00 (*)	0,00~10,00
C8-30	Selección de la frecuencia portadora durante el ajuste automático	0	0 : 2kz (*) 1: C6-01
D	Referencia		
D1	Referencia preconfiguradas		
D1-01	Referencia preconfigurada 1	0,0 (*)	0,0~400,0 (Hz)
D1-02	Referencia preconfigurada 2	0,0 (*)	0,0~400,0 (Hz)
D1-03	Referencia preconfigurada 3	0,0 (*)	0,0~400,0 (Hz)
D1-04	Referencia preconfigurada 4	0,0 (*)	0,0~400,0 (Hz)
D1-05	Referencia preconfigurada 5	0,0 (*)	0,0~400,0 (Hz)
D1-06	Referencia preconfigurada 6	0,0 (*)	0,0~400,0 (Hz)
D1-07	Referencia preconfigurada 7	0,0 (*)	0,0~400,0 (Hz)
D1-08	Referencia preconfigurada 8	0,0 (*)	0,0~400,0 (Hz)
D1-09	Referencia de mando por	6,0 (*)	0,0~400,0 (Hz)

	impulso		
D2	Limites de referencia		
D2-01	Límite superior de referencia	100,0 (*)	0,0~110,0 (%)
D2-02	Límite inferior de referencia	0,0 (*)	0,0~109,0 (%)
D3	Frecuencia de salto		
D3-01	Referencia de frecuencia de salto 1	0,0 (*)	0,0~400,0 (Hz)
D3-02	Referencia de frecuencia de salto 1	0,0 (*)	0,0~400,0 (Hz)
D3-03	Referencia de frecuencia de salto 1	0,0 (*)	0,0~400,0 (Hz)
D3-04	Ancho de banda de referencia de frecuencia	0,1 (*)	0,0~20,0 (Hz)
D4	Secuencia		
D4-01	Retención de selección de memoria de referencia arriba/abajo	0	0: Desactivado (*) 1: Activado
D4-02	Nivel de control de ajuste fino	10 (*)	0~100 (%)
D5	Control de Par		
D5-01	Selección de control de par	0	0: Control de velocidad (*) 1: Control de par
D5-02	Tiempo primario de retardo del límite de par	0 (*)	0,0~1.000 (mSeg)
D5-03	Selección de entrada del límite de velocidad	1	1: Entrada analógica (*) 2: Configuración de Programa
D5-04	Valor del límite de velocidad	0 (*)	-120~+120 (%)
D5-05	Polarización del límite de velocidad	10 (*)	0~120 (%)

D5-06	Tiempo de retención de referencia	0 (*)	0,0~1.000 (mS)
E	Motor		
E1	Patrón de V/F		
E1-01	Voltaje de entrada	600	520~625 (V)
E1-02	Selección del motor	1	0: Enfriam. c/ventilador 1: Enfriam. c/soplador
E1-03	Selección de patrón de V/f	F	0: 50 Hz 1: Saturación 60 Hz 2: Saturación 50 Hz 3: 72Hz 4: Par variable 1, 50Hz 5: Par variable 2, 50Hz 6: Par variable 1, 60Hz 7: Par variable 2, 60Hz 8: Par de arranque alto 1, 50Hz 9: Par de arranque alto 2, 50Hz A: Par de arranque alto 1, 60Hz B: Par de arranque alto 2, 60Hz C: 90Hz D: 120Hz E: 180Hz F: Patrón de V/f definido por el usuario
E1-04	Frecuencia máxima	81,5	50,0~400,0 (Hz)
E1-05	Voltaje máximo	575,0	1,0~695,0 (V)
E1-06	Frecuencia de base del motor	39,2	0,0~400,0 (Hz)
E1-07	Frecuencia de salida media A	3,0	0,0~400,0 (Hz)
E1-08	Voltaje de salida medio A	48,3	1,0~695,0 (V)

E1-09	Frecuencia de salida mínima	0,5	0,0~400,0 (Hz)
E1-10	Voltaje de salida mínimo	8,8	1,0~695,0 (V)
E1-11	Frecuencia de salida media B	0,0 (*)	0,0~400,0 (Hz)
E1-12	Voltaje de salida medio B	0,0 (*)	1,0~695,0 (V)
E1-13	Voltaje base del motor	0,0 (*)	0,0~695,0 (V)
E2	Configuración del motor		
E2-01	Corriente nominal del motor	632	0,00~1500,0 (A)
E2-02	Frecuencia de deslizamiento nominal del motor	0,38 (*)	0,00~20,00 (Hz)
E2-03	Corriente del motor en vacío	180,0	0,00~1500,0 (A)
E2-04	Número de polos del motor	4	2~48
E2-05	Resistencia en las terminales del motor	0,009 (*)	0,000~65
E2-06	Inductancia de fuga	5,0 (*)	0,0~30 (Ohms)
E2-07	Coeficiente de compensación de saturación del núcleo 1	0,40 (*)	0,00~1,00
E2-08	Coeficiente de compensación de saturación del núcleo 2	0,61 (*)	0,00~1,00
E2-09	Pérdidas mecánicas del motor	0,0	0,0~10,0 (%)
E3	Método de control del motor		
E3-01	Método de control	2	0: Control V/f 1: V/f con realimentación GP 2: Vector de lazo abierto (*) 3: Vector de flujo
E4	Patrón de V/F 2		
E4-01	Frecuencia máxima 2	81,5	50,0~400,0 (Hz)
E4-02	Voltaje máximo 2	575,0	1,0~695,0 (V)
E4-03	Frecuencia de base 2 del motor	39,2	0,0~400,0 (Hz)

E4-04	Frecuencia de salida media 2	3,0	0,0~400,0 (Hz)
E4-05	Voltaje de salida medio 2	48,3	1,0~695,0 (V)
E4-06	Frecuencia de salida mínima 2	0,5	0,0~400,0 (Hz)
E4-07	Voltaje de salida mínimo 2	8,8	1,0~695,0 (V)
E5	Configuración 2 del motor		
E5-01	Corriente nominal del motor	632	0,00~1500,0 (A)
E5-02	Frecuencia de deslizamiento nominal del motor	0,51 ^(*)	0,00~20,00 (Hz)
E5-03	Corriente del motor en vacío	185,1	0,00~1500,0 (A)
E5-04	Número de polos del motor	4	2~48
E5-05	Resistencia en las terminales del motor	0,004 ^(*)	0,000~65
E5-06	Inductancia de fuga	5,0 ^(*)	0,0~30 (Ohms)
L	Protecciones		
L1	Sobrecarga del motor		
L1-01	Selección de falla de protección del motor-OL1	1	0: Desactivado 1: Girar libre hasta parar
L1-02	Constante de tiempo de protección del motor	1	1,0~5,0 (mín)
L2	Operación continua ante pérdida de alimentación eléctrica		
L2-01	Selección de operación continua momentánea ante pérdida de energización	0	0: Desactivado 1: Oper. continua (durante el tiempo preconfigurada. en L2-02) 2: Oper. continua mientras la CPU tiene alimentación
L2-02	Tiempo de pérdida momentánea de energización	1,0	0,0~5,0 (Seg)
L2-03	Tiempo de bloqueo de base	10,0	0,0~20,0 (Seg)

	mínimo		
L2-04	Tiempo de recuperación del voltaje	3,0	0,0~5,0 (Seg)
L2-05	Nivel de detención de bajo voltaje	570	520~580 (V)
L2-06	Frecuencia de frenado de energía cinética	0,0	0~100 (%)
L3	Prevención de bloqueo		
L3-01	Selección de prevención de bloqueo durante aceleración	0	0: Desactivado ^(*) 1: Prop. Generales 2: Inteligente
L3-02	Nivel de prevención de bloqueo durante aceleración	150 ^(*)	0~200
L3-03	Límite de prevención de bloqueo (área de voltaje constante)	50 ^(*)	0~200
L3-04	Selección de prevención de bloqueo durante desaceleración	0	0: Desactivado ^(*) 1: Prop. Generales 2: Inteligente
L3-05	Selección de prevención de bloqueo durante marcha.	1	0: Desactivado 1: Desaceleración. 1 ^(*) 2: Desaceleración. 2
L3-06	Nivel de prevención de bloqueo durante la marcha	160 ^(*)	0~200
L4	Detención de referencia		
L4-01	Nivel de detección de la veloc. acordada (sin signo)	0,0 ^(*)	0,0~400,0 (Hz)
L4-02	Anchura de detección de la velocidad acordada	2,0 ^(*)	0,0~20,0 (Hz)
L4-03	Nivel de detección de la	0,0 ^(*)	0,0~±400,0 (Hz)

	velocidad acordada (con signo)		
L4-04	Anchura de detección de la velocidad acordada	2,0 ^(*)	0,0~20,0 (Hz)
L4-05	Operación cuando falta la referencia de frecuencia	0	0: Paro ^(*) 1: Marcha a 80% de referencia previa
L5	Arranque por falla		
L5-01	Cantidad de reintentos de arranque automáticos	0 ^(*)	0~10
L5-02	Selección de operación de re arranque automático	0 ^(*)	0: Sin relé de falla 1: Relé de falla activo
L5-03	Máximo tiempo re arranque automático	20 ^(*)	0~20 (Seg)
L6	Detención de par		
L6-01	Selección de detección de par 1	0 ^(*)	0: Desactivado 1: Alarma solo en velocidad la acordada 2: Alarma en marcha 3: Falla solo en la velocidad acordada 4: Falla en marcha
L6-02	Nivel de detección de par 1	150 ^(*)	0~300 (%)
L6-03	Tiempo de detección de par 1	0,1 ^(*)	0,0~10,0 (Seg)
L6-04	Selección de detección de par 2	0 ^(*)	0: Desactivado 1: Alarma solo en la veloc. Acordada 2: Alarma en marcha 3: Falla solo en la veloc.

			Acordada 4: Falla en marcha
L6-05	Nivel de detección de par 2	150 (*)	0~300 (%)
L6-06	Tiempo de detección de par 2	0,1 (*)	0,0~10,0 (Seg)
L7	Limite de par		
L7-01	Límite de par hacia adelante	200 (*)	0~300 (%)
L7-02	Límite de par en reversa	200 (*)	0~300 (%)
L7-03	Límite de par regenerativo hacia adelante	200 (*)	0~300 (%)
L7-04	Límite de par regenerativo en reversa	200 (*)	0~300 (%)
L7-05	Ganancia de limite de par	2 (*)	0~5
L7-06	Tiempo límite de par	200 (*)	0~300 (%)
L8	Protección de hardware		
L8-01	Selección de protección para resistencia DB interno	0 (*)	0: No provisto 1: Provisto
L8-02	Prealarma de OH (sobrecalentam.)	95 (*)	0~100 (°C)
L8-03	Selección del método de detección después de prealarma OH	3 (*)	0: Rampa para parar 1: Giro libre hasta parar 2: Paro rápido 3: Alarma solamente
L8-05	Protección contra pérdida de fase de entrada	0 (*)	0: Desactivado 1: Activado
L8-07	Protección contra pérdida de fase de salida	1 (*)	0: Desactivado 1: Activado
L8-10	Selección de falla a tierra	1 (*)	0: Desactivado 1: Activado
(*) Valor preconfigurado de Fabrica			

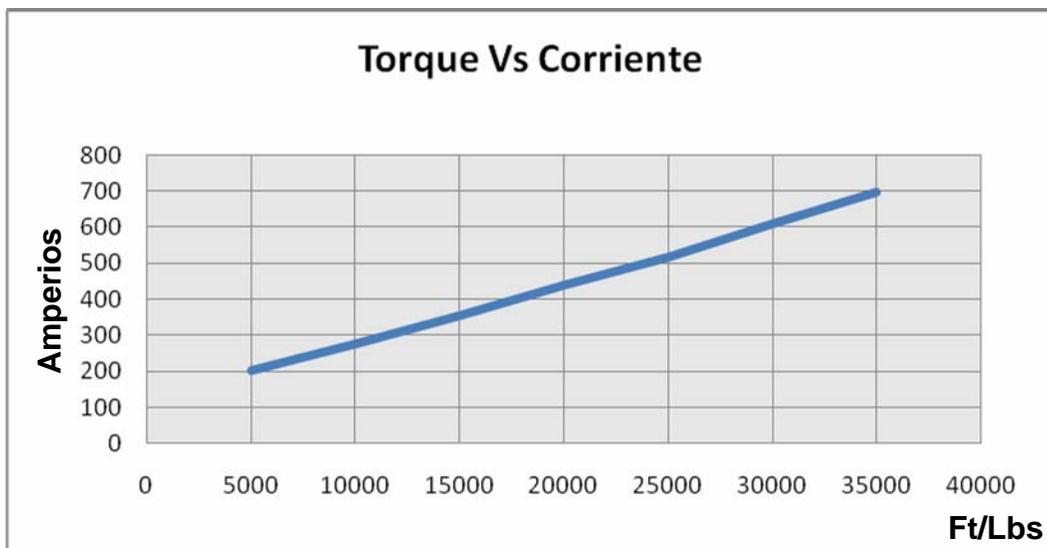
Anexo B.1

Tabla de "Torque por Amperio" de los motores de 350 Hp de perforación Varco. [6]

Torque (Ft/Lbs)	Corriente (A)
5.000	204
10.000	279
15.000	355
20.000	440
25.000	517
30.000	610
35.000	698

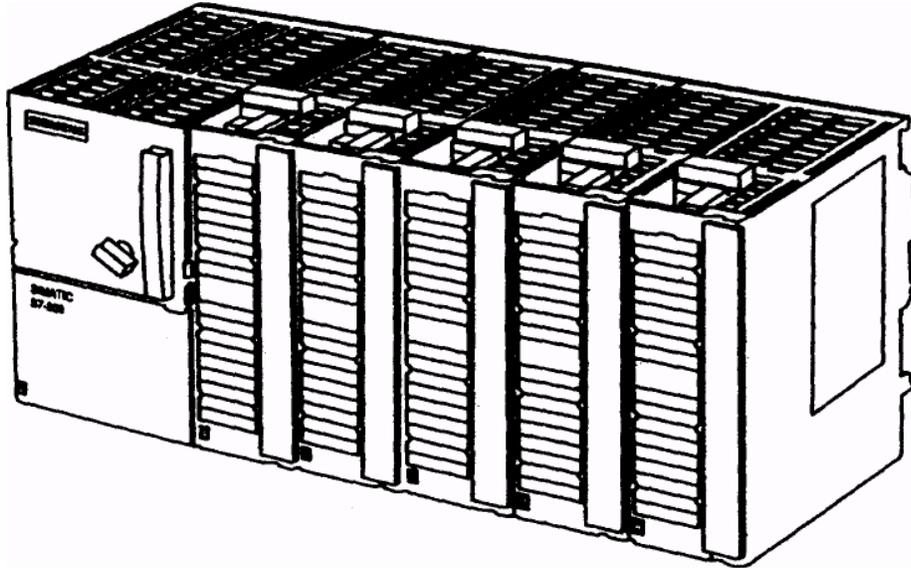
Anexo B.2

Curva de Par Vs Amperios de la transmisión superior Varco. [6]



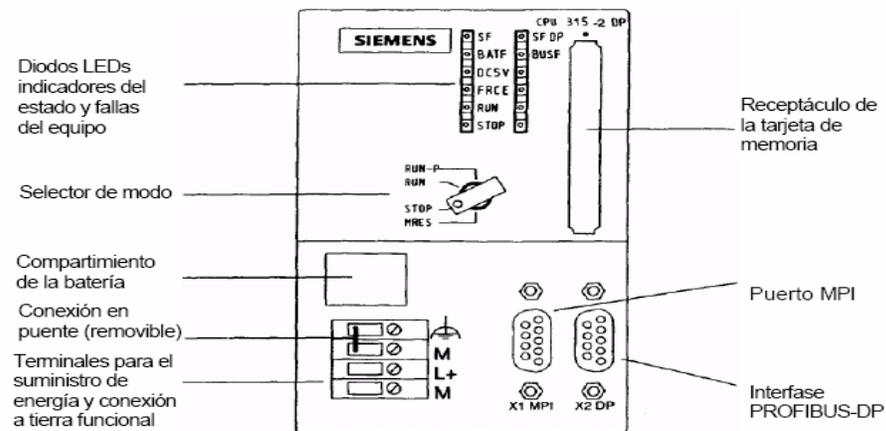
Anexo C.1

PLC de Siemens "Step 7" Serie 300. [6]



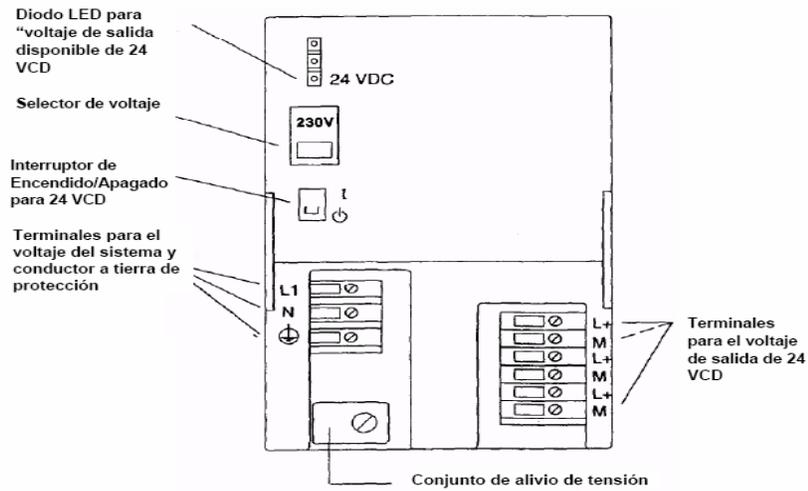
Anexo C.2

Unidad de Procesamiento Central 315-2 DP Siemens [6]



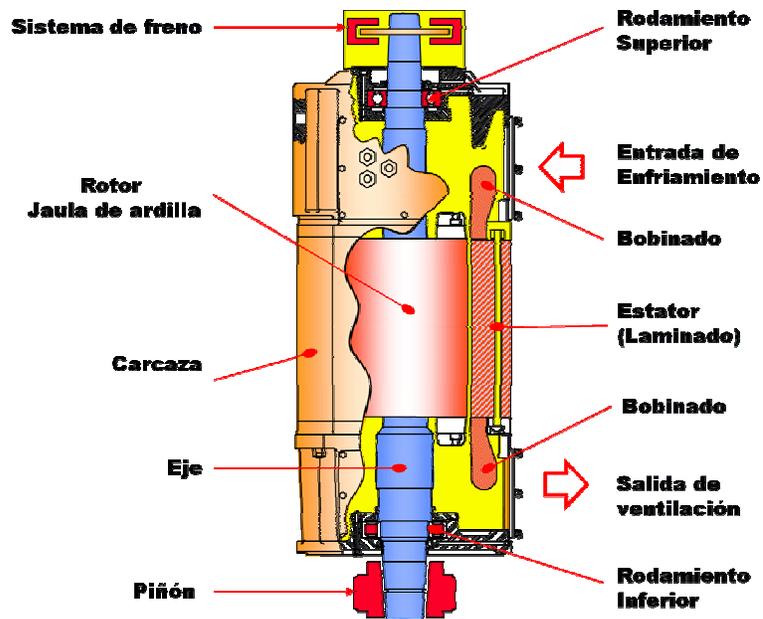
Anexo C.3

Módulo de suministro de energía PS 307 (5A). [6]



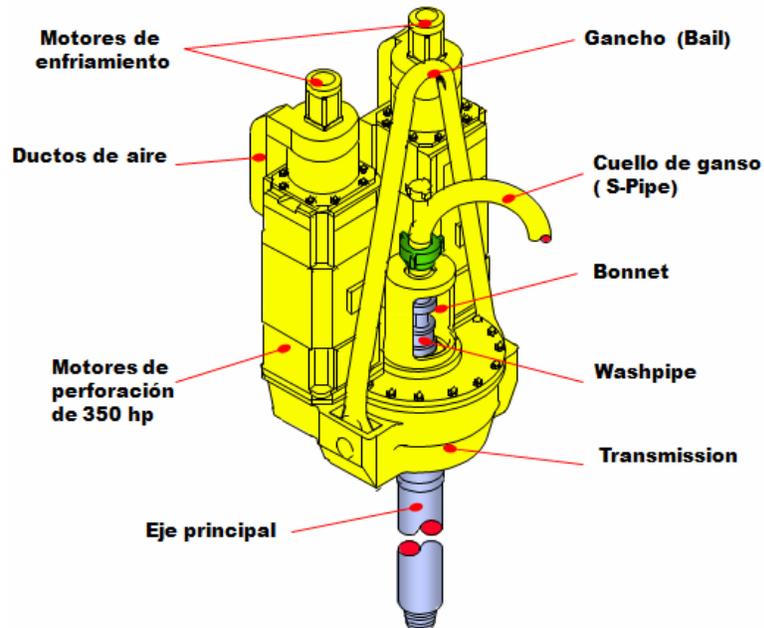
Anexo D.1

Partes de un Motor de 350 HP, del Top Drive. [6]



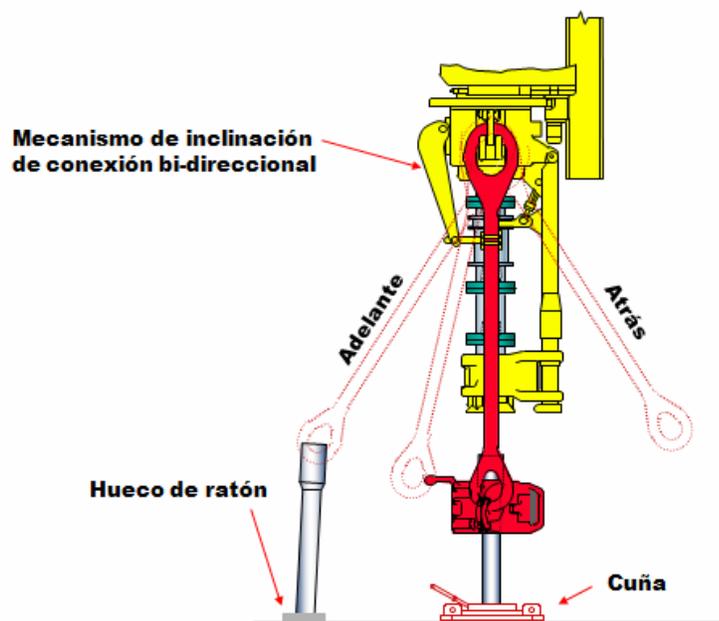
Anexo E.1

Top Drive TDS-9S Varco. [6]



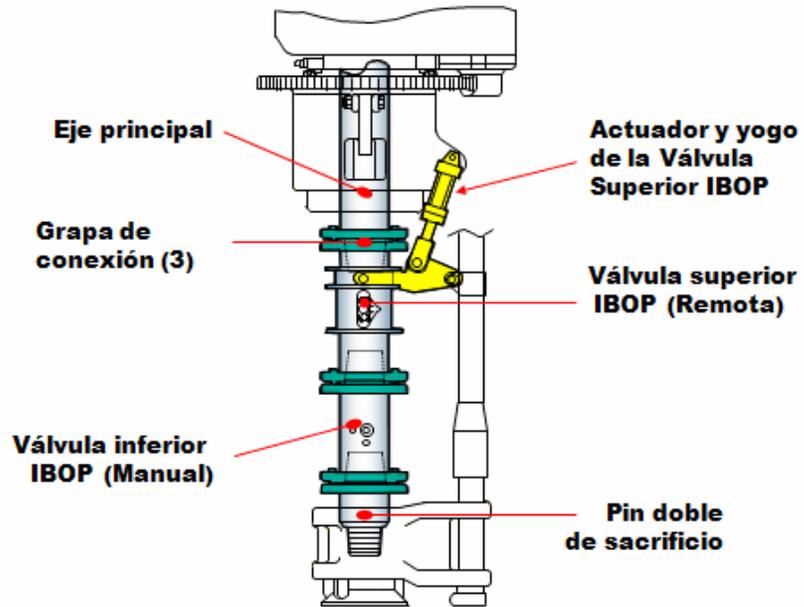
Anexo E.2

Mecanismo de inclinación del Top Drive TDS-9S. [6]



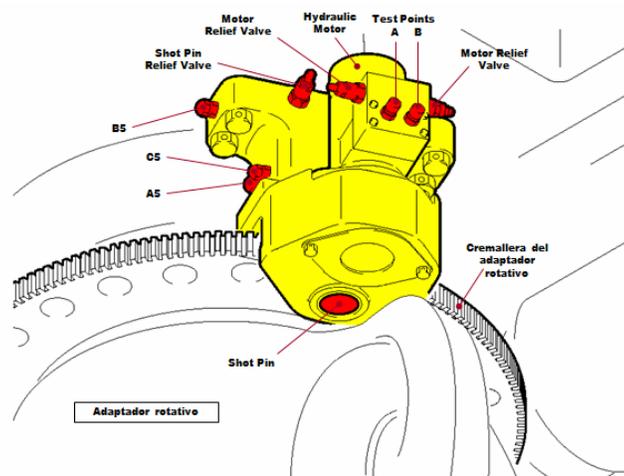
Anexo E.3

Partes de la Unidad de manejo de tubería PH-50. [6]



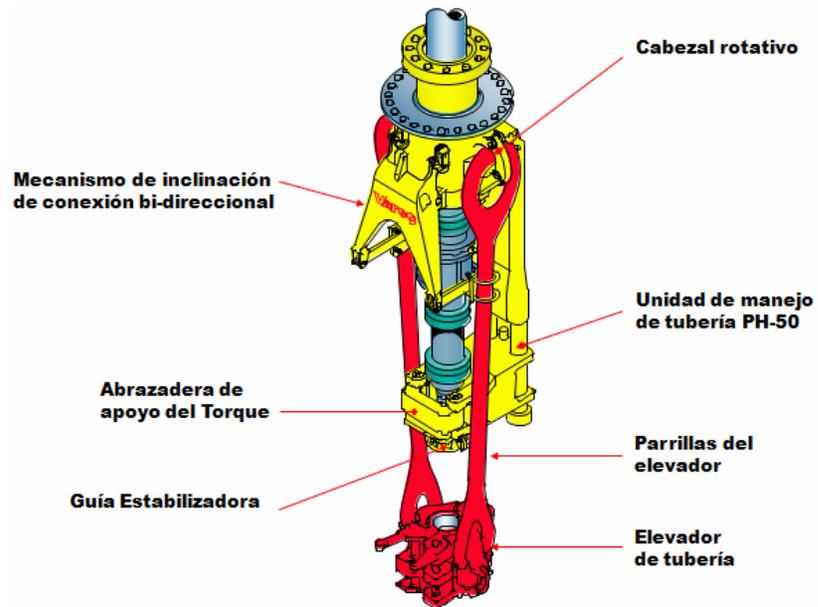
Anexo E.4

Adaptador Rotativo. [6]



Anexo E.5

Partes del Adaptador Rotativo. [6]



Anexo F.1

Interior de la Cabina de Control Varco



Anexo F.2

Operador Digital del inversor Yaskawa



Anexo F.3

Rectificador e Inversores Yaskawa



Anexo F.4

Chopper o Interruptor de desviación



Anexo F.5

Banco de resistencia del Chopper



METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

TÍTULO	“ESTUDIO DE FALLAS DE OPERACIÓN EN EL DRIVE HOUSE DEL TOP DRIVE DEL TALADRO PETREX 1500 SITUADO EN LA ZONA DE CAMPO MELONES ESTADO ANZOÁTEGUI”
SUBTÍTULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CULAC / E MAIL
Moreno Mata Henner Leonardo	CVLAC: 17.262.616 E MAIL: teslahm@gmail.com
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:

PALÁBRAS O FRASES CLAVES:

Configuración

Chopper

Drive House

Encoder

Protecciones

Top Drive

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ÁREA	SUB-ÁREA
INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS	INGENIERIA ELECTRICA

RESUMEN (ABSTRACT):

El trabajo presente contempla el funcionamiento, método de operación, configuración, análisis, reprogramación y propuesta de nuevas protecciones a la Cabina de Control. El Drive House o cabina de control, permite que el Top Drive, realice la perforación de los pozos petrolero, el control de velocidad y de torque se logra mediante los inversores, que permiten controlar la tensión y la frecuencia de alimentación de los motores de perforación. Una falla afecta el funcionamiento y puede ocasionar daños o tiempo perdido que implica costos por inoperatividad, en donde se deben realizar pruebas para analizar la falla y corregir el problema.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

CONTRIBUIDORES:

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU
Hernán Parra	CVLAC:	4.362.464			
	E_MAIL	hparra@anz.udo.edu.ve			
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU
Luis Villarroel	CVLAC:	14.057.357			
	E_MAIL	luis.villarroel@petrex.com.ve			
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU
Manuel Maza	CVLAC:	8.266.951			
	E_MAIL	ingmanuelmaza@gmail.com			
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU
Santiago Escalante	CVLAC:	3.198.012			
	E_MAIL	s.escalante@cantv.net			
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

2010	03	18
AÑO	MES	DIA

LENGUAJE. SPA

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ARCHIVO (S):

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
Fallas de operación.doc	application/msword

CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS: A B C D E F G H I J K L M
N O P Q R S T U V W X Y Z . a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z . 0 1 2 3 4 5 6 7 8
9.

ALCANCE

ESPACIAL: VENEZUELA (OPCIONAL)

TEMPORAL: UNIVERSAL (OPCIONAL)

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Ingeniero Electricista

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Ingeniería

ÁREA DE ESTUDIO:

Departamento de Electricidad

INSTITUCIÓN:

Universidad de Oriente

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

DERECHOS

Los Trabajos de Grado son propiedad de la Universidad de Oriente y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo el cual participará al Consejo Universitario

Br. Henner Moreno

AUTOR

Prof. Hernán Parra

TUTOR

Prof. Manuel Maza

JURADO

Prof. Santiago Escalante

JURADO

Prof. Verena Mercado

POR LA SUBCOMISIÓN DE TESIS: