

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE ELECTROTÉCNIA



### **TITULO DEL PIP**

Sistemas de control en equipos de perforación, con la adición de un tanque de transferencia para preservación de las propiedades del lodo de perforación.

Plan de Trabajo para el Proyecto Integrador Profesional presentado por:

Victor Gajardo.

Ante la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue para acceder al título de:

**INGENIERO ELECTRÓNICO.**

Dirección

Director: Carlos Canal (Ingeniero dpto Electrónica).

## Índice general

<b>Índice general .....</b>	<b>2</b>
<b>1 Introducción y Fundamentación.....</b>	<b>4</b>
1.1 Introducción .....	3
1.2 Objetivo .....	4
1.3 Fundamentación.....	5
<b>2 Circuito del lodo de perforacion .....</b>	<b>6</b>
2.1 Proceso del Lodo .....	6
2.2 Diagramas de flujo.....	7
2.3 Metodología.....	8
<b>3 Instrumentacion y Control .....</b>	<b>9</b>
3.1 Descripción del proceso a Controlar .....	9
3.2 PLC de monitoreo y Control del proceso.....	10
3.2.1 Simatic ET 200 SP.....	10
3.2.2 Entradas Digitales.....	12
3.2.3 Salidas Digitales.....	13
3.3 Interfaz de Control SCADA.....	15
3.4 Comunicación del Sistema.....	20
3.4.1 Protocolo de Enlace.....	21
3.5 Sensores y Actuadores.....	23
3.5.1 Sensor Vegapulse.....	23
3.5.2 Sensor monitor de Corriente.....	23
<b>4 Motores, Sistema de Potencia.....</b>	<b>24</b>
4.1 Motor y Bomba de Transferencia.....	25
4.1.2 Control de las Bombas de Transferencia.....	25
4.1.3 Diagrama de Instalaciones de Potencia.....	26
4.2 Zarandas Vibratorias.....	26
<b>5 Conclusiones .....</b>	<b>28</b>
5.1 Evidencias.....	28
5.2 Conclusiones.....	28

<b>6 Anexos .....</b>	<b>30</b>
Anexo 1: Sobre el lodo de Perforación.....	30
Anexo 2: Motor Eléctrico de la Bomba de Transferencia.....	33
Anexo 3: Variador y Controlador Sinamics.....	36
Anexo 4: Regulación por Variador de Frecuencia.....	41
Anexo 5: Bombas de transferencia.....	43
Anexo 6: Sistema de Zarandas.....	44
Anexo 7: Imágenes del Montaje final en equipo.....	47
<b>7 Bibliografía y Comentarios.....</b>	<b>49</b>

## Introducción y Fundamentación

### **1.1 Motivación:**

Considerando que La Cuenca Neuquina, descubierta en 1931, es una de las zonas petroleras más importantes del país y teniendo en cuenta que las actividades de perforación, terminación y completación comenzaron a crecer en los últimos años, las compañías que desarrollan su actividad en la zona, apuntan a reducir costos, mejorar performance disminuyendo el impacto en el medio ambiente.

En base a estos principios, la compañía ENSIGN Argentina S.A. trabaja en disminuir costos, mejorar la performance en tiempos de perforación y reducir el impacto de sus procedimientos, aplicando los protocolos requeridos por los organismos de control.

En este contexto es que el presente trabajo se desarrolló, con el fin de mejorar los Procesos de “Servicios de Perforación de Pozos Petrolíferos y Gasíferos en la Cuenca Sedimentaria Neuquina”.

La prestación del Servicio proporcionado por la empresa, ofrece diferentes aristas específicas del área de perforación. Teniendo como objetivo, cumplir con la propuesta solicitada por del Cliente, y de esa manera atender así sus requerimientos e instrucciones, sean escritas o verbales, y alcanzar de esta forma el logro del Producto Terminado (Pozos de Calidad).

El equipo al cual se realizó la mejora es un ADR (Automated Drilling Rig), de 2000HP de potencia, el cual puede trasladarse mediante un sistema hidráulico de desplazamiento, entre pozos consecutivos hasta una distancia de 40 metros.

De acuerdo con estos principios, y basándose en estas consideraciones, es que se llevó a cabo el desarrollo del siguiente trabajo, buscando así mejorar la performance, lo cual incluye costos y tiempos operativos, referido concretamente a un taladro de perforación Eléctrico que opera en Vaca Muerta actualmente.

### **1.2 Objetivo**

#### **Objetivo general:**

El siguiente proyecto contempla el diseño, cálculo y montaje de un Tanque de Transferencia, para optimización y resguardo de las propiedades del lodo de perforación durante la operación de un taladro eléctrico en la formación de “Vaca Muerta”.

#### **Objetivos específicos:**

- Diseño y montaje del sistema de control e instrumentación general.
- Diseño e instalación del sistema de comunicación, el cual envía todos los parámetros requeridos al comando principal del taladro.
- Montaje del sistema de motores eléctricos para:
  - 1) bombas de transferencia del lodo.
  - 2) Zarandas para tamizado del lodo.
  - 3) Trip tank, para llenado del pozo durante las maniobras.

### 1.3 Fundamentación.

El equipo al cual se le aplicó la modificación, es una plataforma que posee cuatro caminadores hidráulicos en sus extremos (2 en la parte delantera y 2 en la parte trasera), el cual se desplaza en locación una distancia de 10mts por pozo y hasta 4 pozos en total para su perforación (ver anexo).

Originalmente la salida del lodo de retorno del pozo, circulaba por acción de la gravedad hacia las válvulas de control y separación, para luego ser ingresado al circuito de zarandas y piletas. Este proceso no mantenía estables las propiedades en el lodo, debido a la débil separación de restos de partículas provenientes de la formación (cutting). Otro gran inconveniente era la adición de varios patines adicionales para montaje del equipamiento auxiliar para control del pozo, todo esto implicaba uso de mayor tiempo a la hora de desplazamiento de equipo (walking entre pozos) y el uso de grúa adicional para movimiento de patines.

#### Con referencia al lodo:

El lodo empleado en el proceso de perforación cumple una de las principales funciones en las distintas fases del pozo:

- 1) Es la primera barrera contra una posible surgencia de gas. La densidad y peso del mismo deben mantenerse constantes. Si su densidad aumenta demasiado puede fracturar el pozo, si disminuye demasiado se descontrola la presión en el mismo.
- 2) Es uno de los impulsores del motor de fondo y del trepano (por lo que no debe contaminarse en exceso).
- 3) Su temperatura no puede exceder ciertos parámetros, porque afectaría a los componentes del circuito: bombas, líneas de circulación, Top Drive y herramientas de direccional.

Ver anexo 6 (sobre el lodo de perforación).

Originalmente, la salida del lodo en el RIG (plataforma) de perforación estaba constituida por un circuito lateral formado por una línea de circulación de 12" (doce pulgadas). Esta tenía su origen en una pipeta para salida del lodo conectada a la válvula principal de cierre total del pozo, BOP (ver anexo), a través de varios empalmes por medio de bridas hasta llegar finalmente (por gravedad), al módulo de válvulas de control y derivación del lodo, llamado "Choque manifold" (ver anexo).

El Manifold deriva el lodo al golpeador (para venteo de gas) o al cajón de zarandas dependiendo si hay presencia de gas en las distintas fases del pozo. Luego de pasar por zarandas, el lodo tamizado se ingresaba nuevamente a piletas, para controlar su densidad y derivarlo posteriormente al tanque de succión de las Bombas principales, para continuar así el ciclo de la perforación. (ver imágenes en anexo).

A lo largo de la cañería, cada 4m de longitud se colocaba una boca inyectora de acceso para limpieza de partículas (restos sólidos provenientes de la formación). Adicionalmente, el equipamiento también incluía dos estructuras laterales para soporte tanto del caño de retorno de lodo a piletas, como así también para las válvulas de control de pozo (choque

manifold y válvulas adicionales de control de otras compañías). Este tipo de montaje, implicaba la añadidura de varios componentes, que finalmente provocaban notables desventajas en la performance de funcionamiento del equipo.

#### **Puntos desfavorables del sistema original:**

- Exceso de contaminación del lodo, provocando alteraciones en su densidad.
- Obstrucción en la circulación de retorno del lodo, debido a la decantación de restos solidos solo por gravedad.
- Desgaste general en bombas principales de inyección, producido por los restos de partículas sólidas a través del lodo, lo cual provocaba roturas periódicas en válvulas, pistones y camisas,
- Roturas en herramientas direccionales, desgastes internos y en boquillas.
- Al momento de caminar torre (Walking) entre pozos consecutivos se presentan importantes demoras, empleando hasta casi 24hs en dicha maniobra, producto del desmontaje y montaje de mayor equipamiento.
- Mayor costo por empleo de grúa. Ya que al “caminar” Torre se agrega el desplazamiento de las Válvulas auxiliares de control, empleadas por terceras compañías.
- Mayor cantidad de cargas estructurales adicionales a la hora de realizar transporte de equipo, implicando mayor coste.

#### **Objetivos en la implementación de mejoras**

En base a todas estas desventajas y con el fin de abaratar costos de perforación, se realizó la implementación de esta mejora que incluye:

- Eliminación de circuito lateral de 12” con su correspondiente estructura de soporte.
- Adición de Zarandas primarias para separación de partículas del Lodo de retorno, proveniente del pozo, añadiendo mayor tamizado.
- Diseño de circuito para procesamiento primario de lodo, montado sobre estructura con caminadores hidráulicos.
- Colocación de bomba de transferencia para inyectar el lodo nuevamente al circuito de piletas y generar así el retorno de este al sistema, (se elimina la acción de la gravedad) de esta manera, se eliminan los inconvenientes aparejados por la decantación de las partículas en el caño lateral.
- Diseñar una estructura montante para soportar y desplazar el conjunto, en la cual se encontrarán: Tanque de lodo, Zarandas, trip tank, Manifold del equipo y de la compañía que brinda el servicio de MPD. Así también el módulo Golpeador y fuente hidráulica para accionamiento de los caminadores. El tanque de transferencia “camina” a la par de la Torre entre los diferentes pozos consecutivos.

## **2 Circuito del lodo de perforacion.**

### **2.1 Proceso del lodo.**

En los graficos 1 y 2 podemos apreciar el circuito del lodo antes de ingresar al pozo. En la zona de piletas se prepara el Lodo según la densidad requerida para las distintas etapas de la perforacion. Luego, este es enviado mediante bombas auxiliares a las Bombas principales de perforacion, las cuales elevan el caudal y la presion para inyectarlo al taladro y comenzar a perforar con trepano, motor de fondo o ambos. (ver anexo 6 sobre el lodo de perforacion).

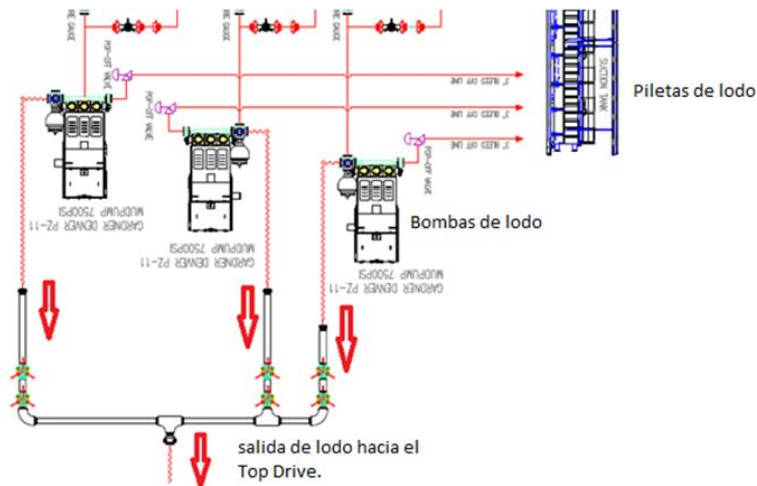
Antes de la reforma, el lodo recuperado que regresa a piletas, recibia tratamiento solo a traves de una valvula separadora (manifold) la cual tiene la tarea de desviar los distintos fluidos obtenidos. De esta manera los gases eran enviados a la salida de quema, y por otro lado el lodo a una serie de 3 zarandas, en las cuales se lograba obtener solo una parte de los restos de las particulas residuales del lodo. Posteriormente, dicho lodo era retomado nuevamente al circuito de piletas, para volver a inyectarlo a las Bombas, generando asi las respectivas complicaciones y desventajas antes mencionadas. Ver figura 3.

Luego de la reforma (ver figura 4), el lodo de retorno proveniente de la Valvula principal BOP, se deriva al tanque de transferencia, en esta seccion del circuito es donde se realiza la separacion del lodo de perforacion, gases para venteo y cutting de la formacion. A traves de una serie de 3 zarandas principales (ubicadas en el tanque), se produce la primer y mas importante separacion de cutting del lodo.

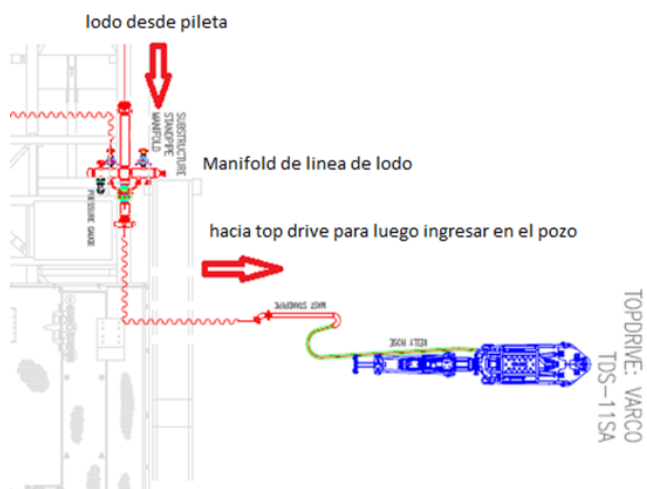
Dicha obtencion se logra debido a que al ingresar el lodo al circuito de zarandas, se encuentra con una serie de tres zarandas para tamizado grueso y tres zarandas para tamizado fino, lo que repercute en una mayor separacion de impurezas. Este proceso genera beneficios en la estabilidad de las propiedades del lodo, manteniendo la viscosidad dentro de los parametros requeridos, para volver a inyectarlo en las bombas de perforacion y comenzar nuevamente el ciclo.

## 2.2 Diagramas de Flujo.

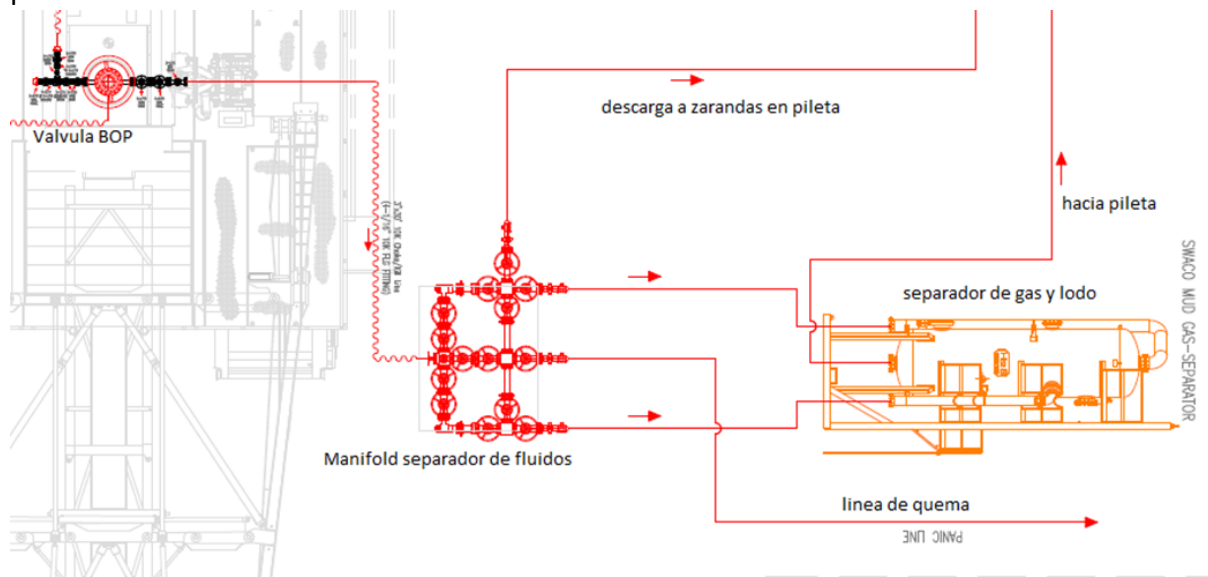
**Gráfico #1:** Inyección de lodo desde circuito de piletas hacia las Bombas de perforación.



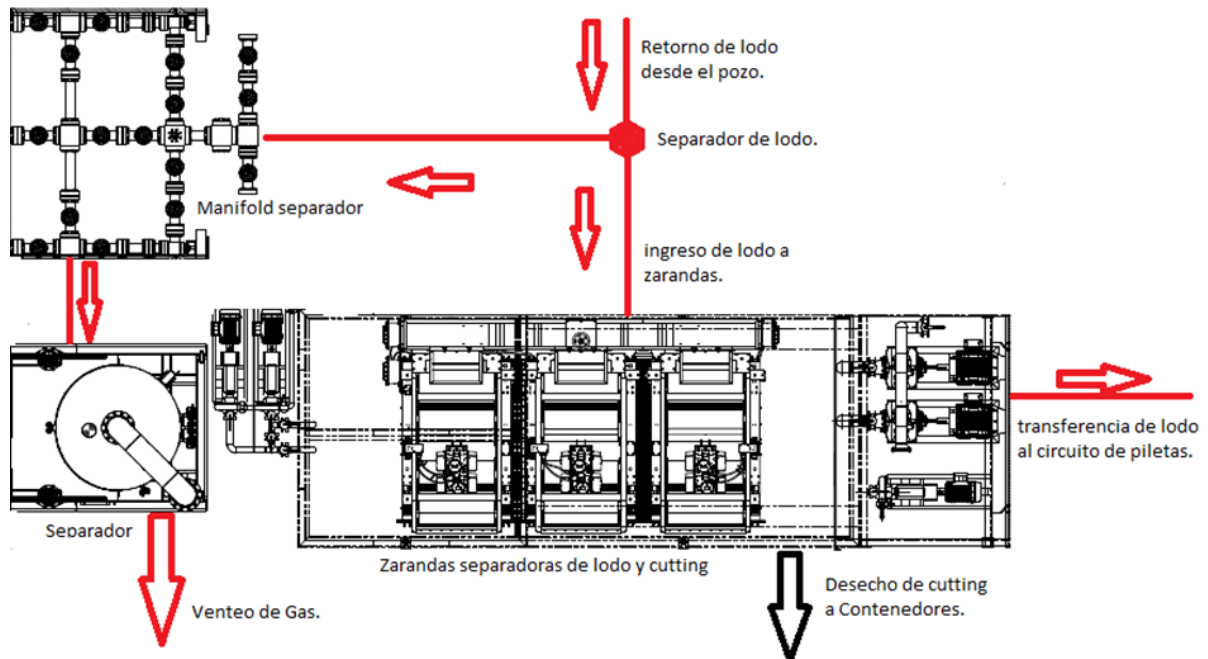
**Gráfico #2:** Circuito de inyección de lodo, desde Bombas hacia el taladro de perforación.



**Grafico #3:** Circuito de salida del lodo, hacia Componentes de control de pozo y retorno a piletas.



**Gráfico #4:** Esquema del Tanque de transferencia.



## **2.3 Metodología**

### **Ambito de desarrollo:**

El proyecto se desarrollo en dos fases destacables, la primera parte tuvo lugar en la sede central de la empresa, utilizada como base operativa ubicada en Parque Industrial de la ciudad de Neuquen. Y la segunda instancia que incluyo montaje final y pruebas de funcionamiento se desarrollo en el Yacimiento Sierras Blancas a cargo de la operadora Shell.

### **Actividades específicas:**

En base al análisis y tratamiento del lodo, que implica tamizado, separación de gases y cutting para luego inyectarlo al circuito de piletas, se desarrolló el sistema de instrumentación para control del proceso: lectura de datos, sensores de niveles, actuadores de los motores eléctricos, implementación del PLC y sistema Scada para control.

Por otro lado, fue necesario adaptar todo el procesamiento de datos por medio de una red Ethernet para ingresar los mismos al sistema general y operar la herramienta de perforación según las distintas fases del pozo.

Otro desafío importante fue la implementación de un sistema de control y potencia de los motores eléctricos para las bombas de transferencia por medio de arranque suave, utilizando tecnología Siemens Simatic, lo cual proporcionó eficacia y eficiencia en la recuperación e inyección del lodo.

A continuación, se detallan las actividades realizadas:

Etapas 1- desarrollo del sistema de instrumentación y control para el procesamiento del lodo.

Etapas 2- desarrollo del sistema de comunicación para el procesamiento y transmisión de datos al sistema Maestro.

Etapas 3- análisis de sensores y desarrollo del software de programación en PLC Siemens, para control de las distintas etapas

Etapas 4- Cálculo de motores eléctricos y sistema de potencia, adaptados a las Bombas de transferencia según los requerimientos de las distintas fases de perforación.

Etapas 5- adaptación y montaje de todo el sistema eléctrico: tableros, motores, líneas de control y potencia, enlace de red e instrumentación aplicada al tanque de transferencia.

Etapas 6- documentación, en base a las pruebas realizadas y resultados obtenidos, realiza análisis de mejoras.

Etapas 7- redacción y presentación del informe final con todas las evidencias.

## **3 Instrumentación y control**

### **3.1 Descripción del proceso a controlar.**

El conjunto tanque de transferencia es el primer sistema encargado de recibir el lodo de perforación proveniente del pozo, para procesarlo y luego volverlo a inyectar al circuito de piletas.

El lodo recuperado por conducto anular es ingresado al sistema de MPD montado en el mismo patín del tanque, donde luego se deriva al sistema de válvulas de control (Manifold), aquí se estabilizan las presiones y se realizan los balances correspondientes de presión en el circuito directo y anular, a

través del Sensor Coriolis de MPD (el cual controla presiones del fluido y así evitar posibles surgencias de lodo o patada de gas), para luego derivar el lodo al módulo Golpeador. Allí se separan los gases, del fluido de perforación. Posteriormente se conduce el fluido (lodo +cutting) al tamizado primario realizado por las zarandas del tanque de Transferencia, aquí se separan parte de los restos de material sólido (producto de la formación), del lodo aplicado en la inyección al pozo. El lodo decanta al tanque principal de almacenaje por “gravedad”, para posteriormente ser enviado al circuito de piletas mediante las bombas de circulación # 1 o 2 (según seleccione el operador).

El sistema principal de control es un desarrollo de la empresa denominado “**EDGE**”, el cual opera desde la cabina del maquinista los distintos parámetros de perforación, estos se dividen en:

- Control del Top Drive (velocidad, torque)
- Control de bombas de lodo, según caudal requerido.
- Control del Cuadro de maniobras, lo cual opera el peso apoyado sobre herramienta y el desplazamiento del TD.
- Presión inyectada en línea directa a través de las Bombas de perforación.
- Volumen de lodo recuperado e inyectado al circuito de piletas.

Las distintas funciones que la operación demanda, se controlan desde 3 pantallas táctiles, operadas por el maquinista, una de ellas esta exclusivamente dedicada al tanque de transferencia y volúmenes operados en el mismo.

Situado en el patín del tanque, se encuentra montado un tablero principal conformado por un módulo SIMATIC ET 200SP de periferia descentralizada, este monitorea los siguientes parámetros:

- Nivel del tanque principal de depósito de lodo recuperado.
- Nivel del trip tank para llenado del pozo durante maniobras de sacado de herramientas.
- Funcionamiento de las Bombas 1 y 2 de transferencia de lodo a piletas.
- Funcionamiento de bomba de circulación para evitar solidificación del lodo.
- Funcionamiento de las Bombas 1 y 2 del Trip Tank, para llenado del pozo.

## 3.2 Monitoreo y Control del proceso:

### 3.2.1 SIMATIC ET 200SP

Es un sistema de periferia escalable y flexible que permite conectar las señales del proceso a un controlador de nivel superior por medio de un bus de campo.

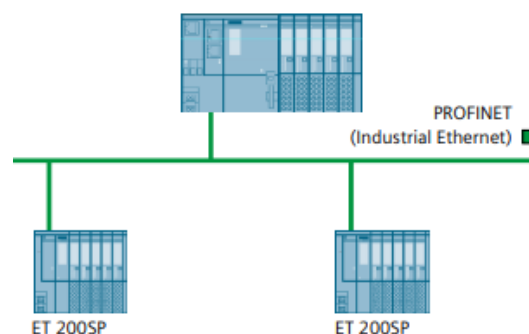
Gracias a su multifuncionalidad, el sistema de periferia descentralizada SIMATIC ET 200SP es apto para los más variados campos de aplicación. Su estructura escalable permite adaptar la configuración exactamente a las exigencias concretas. Tiene a su disposición diversas CPU/módulos de interfaz para la conexión a PROFINET IO, PROFIBUS DP, Ethernet/IP o Modbus TCP. SIMATIC ET 200SP con CPU permite el preprocesamiento inteligente para aliviar procesos al controlador de nivel superior. La CPU también puede utilizarse de manera independiente. El uso de las CPU de seguridad permite implementar aplicaciones de

ingeniería de seguridad. El programa de seguridad se configura y programa del mismo modo que las CPU estándar. El campo de aplicación del sistema ET 200SP se puede ampliar con una gran variedad de módulos de periferia.

El sistema de periferia descentralizada SIMATIC ET 200SP es de fácil montaje sobre un perfil soporte y se compone de:

CPU/módulo de interfaz / Un módulo de servidor que cierra la configuración. Un máximo de 64 módulos de periferia que se enchufan en cualquier combinación en Base Units. Puede tener hasta un máximo de 31 arrancadores de motor.

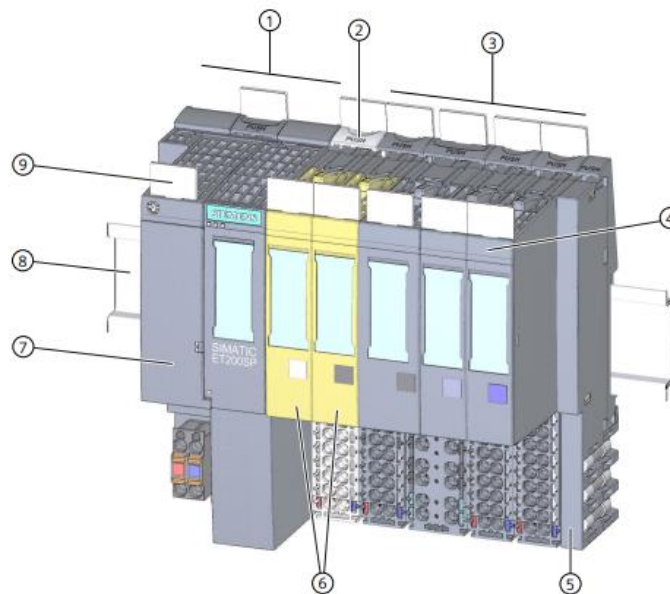
La figura siguiente muestra un ejemplo de configuración de un sistema F SIMATIC Safety con sistema de periferia descentralizada ET 200SP y PROFINET IO. Las líneas PROFINET IO se pueden realizar con cable de cobre, cable de fibra óptica o WLAN. Está permitido mezclar módulos de periferia de seguridad y no de seguridad en una misma configuración ET 200SP



**Módulos de periferia de seguridad para ET 200SP:** Para el sistema de periferia descentralizada ET 200SP se dispone de los siguientes módulos de periferia de seguridad:

- Los módulos de potencia de seguridad suministran tensión de carga al grupo de potencial y ejecutan una desconexión segura de la tensión de carga de los módulos de salida que no son de seguridad.
- Los módulos de entradas digitales de seguridad capturan los estados de señal de los sensores relacionados con la operación y envían los correspondientes avisos de seguridad a la CPU.
- Los módulos de salidas digitales de seguridad son adecuados para operaciones de conmutación orientadas a la seguridad con vigilancia de cortocircuito y cortocircuito transversal hasta el actuador.

**Ejemplo de configuración con módulos de periferia de seguridad**

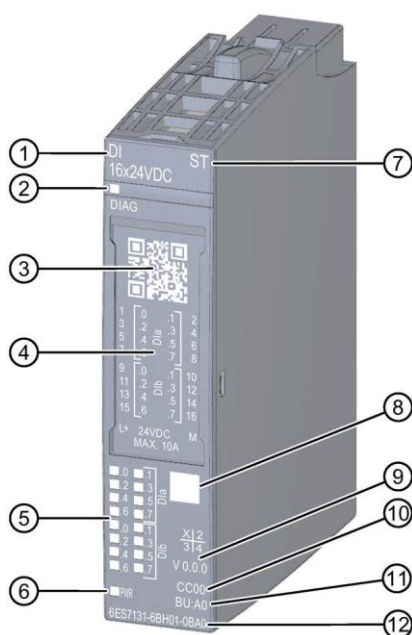


- ① Módulo de interfaz
- ② BaseUnit BU..D clara con entrada de la tensión de alimentación
- ③ BaseUnit BU..B oscuras para continuar el grupo de potencial
- ④ Módulo de periferia
- ⑤ Módulo de servidor (incluido en el volumen de suministro del módulo de interfaz)
- ⑥ Módulos de periferia de seguridad
- ⑦ BusAdapter
- ⑧ Perfil soporte
- ⑨ Plaquita de identificación de referencia

### 3.2.2 Entradas digitales

El módulo tiene las siguientes características técnicas:

- Módulo de entradas digitales con 16 entradas
- Entrada Sink, (PNP, entrada tipo P)
- Tensión de alimentación L+
- Retardo a la entrada parametrizable 0,05..20 ms (por canal)
- Diagnóstico parametrizable (por módulo)
- Apto para conectar interruptores y sensores a 2 hilos según



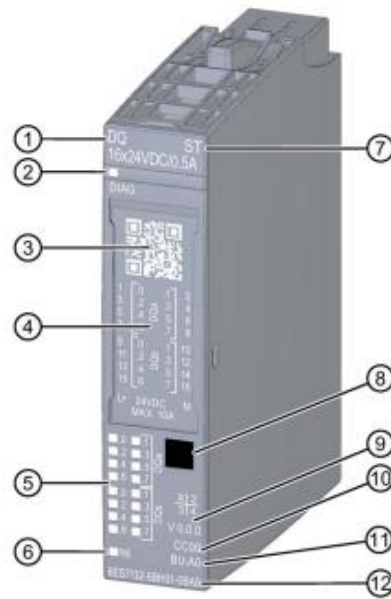
- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| ① Tipo y nombre del módulo       | ⑦ Clase de función   |
| ② LED de diagnóstico             | ⑧ Identificación por color del tipo de módulo                                |
| ③ Código matricial bidimensional | ⑨ Versión funcional y de firmware  |
| ④ Esquema de conexión            | ⑩ Código de color para seleccionar las etiquetas de identificación por color |
| ⑤ LED de estado de canal         | ⑪ Tipo de BU   |
| ⑥ LED de tensión de alimentación | ⑫ Referencia   |

### 3.2.3 Salidas digitales.

El módulo tiene las siguientes características técnicas:

- Módulo de salidas digitales con 16 salidas
- Salida tipo fuente (PNP, salida tipo P)
- Tensión de alimentación L+
- Corriente de salida 0,5 A (por canal), intensidad total máx. 8 A
- Diagnóstico parametrizable (por módulo)
- Valores sustitutos parametrizables (por canal)

- Adecuado para electroválvulas, contactores de corriente continua y lámparas de señalización, con Desconexión segura.



- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| ① Tipo y nombre del módulo       | ⑦ Clase de función   |
| ② LED de diagnóstico             | ⑧ Identificación por color del tipo de módulo                                |
| ③ Código matricial bidimensional | ⑨ Versión funcional y de firmware  |
| ④ Esquema de conexión            | ⑩ Código de color para seleccionar las etiquetas de identificación por color |
| ⑤ LED de estado de canal         | ⑪ Tipo de BU   |
| ⑥ LED de tensión de alimentación | ⑫ Referencia   |

### Diagrama del montaje en tablero





**Interfaz SCADA para control del tanque de transferencia:**

**Pantalla de descripción general del sistema de lodo**

Este botón abre una ventana emergente que permite configurar puntos de ajuste para controlar el nivel del tanque como se desee. Consulte "Ventana emergente de PID del tanque XFR" a continuación para obtener más detalles.

Para acceder a esta pantalla, presione este botón desde cualquier otra pantalla

Este es el volumen actual de fluido dentro del tanque. La unidad está en litros

Este es el volumen máximo de fluido para el tanque. La unidad está en litros

Cuando haga clic en el nombre del tanque, aparecerá una ventana emergente para configurar los niveles de alarma y los niveles de cierre para cada tanque. Consulte "Ventana emergente del tanque" a continuación para obtener más detalles

Al hacer clic en cualquiera de los iconos del motor, se abrirá una ventana emergente para ese motor en particular. La ventana emergente contiene diagramas, entrada / salida y alarmas para ese motor en particular. Consulte "Ventana emergente del motor" a continuación para obtener más detalles. Consulte también "Icono de motor" para obtener detalles sobre los indicadores.

**Pantalla indicadora de Niveles y de control de caudal.**

**Ventana emergente del tanque XFR**

Este es el nivel actual del tanque en porcentaje de capacidad.

Este es el comando de velocidad de salida al variador siempre que el interruptor de la bomba de transferencia esté en la posición Auto.

Este es el nivel que desea mantener en el tanque de transferencia. La bomba acelerará / desacelerará automáticamente (siempre que el interruptor de la bomba de transferencia esté en la posición Auto. Esto se puede ajustar presionando la casilla e ingresando el valor que desee. La unidad está en porcentaje de capacidad.

Este es el nivel en el que desea que la bomba vaya a velocidad cero (siempre que el interruptor de la bomba de transferencia esté en la posición Auto. El VFD permanece encendido pero a velocidad cero. Esto se puede ajustar presionando la casilla e ingresando el valor que desee. La unidad está en porcentaje de capacidad.

Este es el nivel del tanque alcanza este punto de ajuste, el motor de la bomba funciona a máxima velocidad (1500 RPM) independientemente de la cantidad de flujo que ingrese al tanque. Esto se puede ajustar presionando la casilla e ingresando el valor que desee. La unidad está en porcentaje de capacidad

### Icono de Motor

Estado del interruptor de campo.  
NOTA: Los VFD de la bomba de transferencia son automáticos solo hasta que se instalan teclados en los variadores para poder ejecutarlos manualmente

Nombre del motor

Estado del motor según su color:  
Gris = Apagado  
Rojo = Falla  
Verde = Funcionando

Si el motor funciona con un VFD, este es el estado del VFD

Se trata de información sobre el estado del dispositivo. Los ejemplos son Listo para encendido, en ejecución, fallado, etc.

### Alarmas de Tanque

Este es el punto de ajuste de alarma alto alto. Esto activa una alarma de alta prioridad. Esto se puede ajustar presionando la casilla e ingresando el valor que desee. La unidad está en porcentaje de capacidad

Este es el punto de ajuste de la alarma baja. Esto activa una alarma de prioridad media. **Esto no apaga la bomba.** Esto se puede ajustar presionando la casilla e ingresando el valor que desee. La unidad está en porcentaje de capacidad

Esto es para calcular automáticamente el volumen total del pozo. No se utilizará en 771. No se debe resaltar todo el tiempo.

NOTA: Ingresar un valor de 0 deshabilitará las alarmas y apagará los puntos de ajuste si lo desea.

Este es el punto de ajuste de alarma alta. Esto activa una alarma de prioridad media. Esto se puede ajustar presionando la casilla e ingresando el valor que desee. La unidad está en porcentaje de capacidad

Este es el punto de ajuste de la alarma Bajo Bajo. Esto activa una alarma de prioridad media. Esto envía un comando de velocidad cero al variador. Esto se puede ajustar presionando la casilla e ingresando el valor que desee. La unidad está en porcentaje de capacidad

Este es el volumen actual del tanque. La unidad está en litros. Esto no es ajustable por el usuario.

Este es el volumen máximo del tanque. La unidad está en litros. Esto no es ajustable por el usuario

Esto es en caso de que se utilice un sensor de tipo diferente. Esto no se utilizará con el sensor que se encuentra actualmente en la plataforma.

**Ventana emergente del motor (VFD): pestaña Interbloqueo**  
**Nota: la ventana emergente Motor Starter es similar**

Estos son indicadores de interbloqueo. Todos los elementos deben ser de color verde para que el motor funcione. Algunos interbloques se deben a que no está encendido (indicado en rojo en el ejemplo)

Se trata de banderas de control (cf) y banderas de estado (sf). Los indicadores de control finalizan los comandos al VFD y los indicadores de estado reciben información sobre el estado del VFD. Si alguno de los dos ha tenido una falla, se volverá rojo. Al presionar restablecer, se restablecerán.

Este es otro indicador de que otro interbloqueo no está funcionando correctamente.



En caso de que halla una falla en el VFD indicada, haciendo click aqui reseteara la misma.

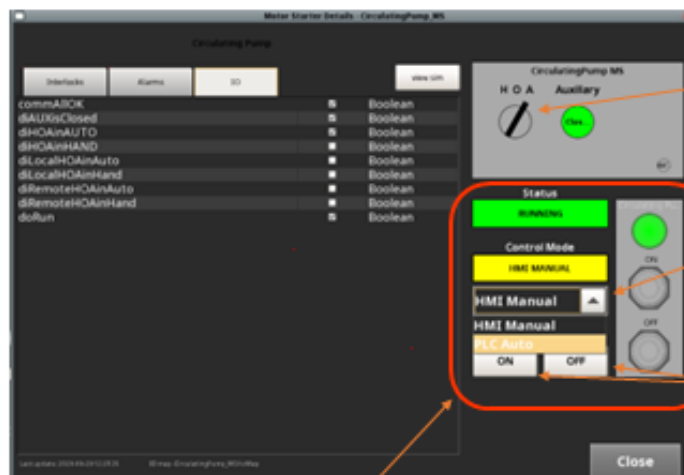
**Ventana emergente del motor (VFD): pestaña Interbloqueo**  
**Nota: la ventana emergente Motor Starter es similar**

Esta página muestra alarmas para el motor / o VFD. Las alarmas se restablecerán automáticamente cuando se borren. El botón de reinicio de alarma no es necesario a menos que intente forzar manualmente un reinicio de alarma.



## Ventana emergente Motor (Arrancador) Similar al VFD

Las pestañas aquí funcionan de la misma manera que lo hace la ventana emergente del motor VFD. Vea arriba para más detalles.



Ésta es una indicación de estado del interruptor en el "campo".

Flecha hacia abajo. Se utiliza para seleccionar HMI Manual o PLC Auto

Botones de control ON / OFF para el modo manual HMI

Al hacer clic en la flecha desplegable, puede seleccionar hacer funcionar el motor manualmente desde la HMI (actúa igual que un interruptor físico)

Seleccione PLC Auto para automático

Seleccione HMI Manual y luego use los botones ON / OFF para encender y apagar el motor como desee.

NOTA: Si el modo de control dice Field-Off, esta función no está disponible por razones de seguridad. Si corresponde, el interruptor debe estar encendido en el campo para permitir la operación manual de la HMI.

A continuación, se indica el detalle de las distintas posibilidades de arranque de los motores del Sistema:

**Matrix de seleccion del interruptor**

Operación deseada	POSICIÓN DEL INTERRUPTOR DEL GABINETE VFD	POSICIÓN DEL INTERRUPTOR DEL GABINETE DEL TANQUE	POSICIÓN DEL INTERRUPTOR DE LA CONSOLA DEL PERFORADOR
Transferencia de funcionamiento automático de la bomba 1 (la velocidad es controlada por PID. Establecer puntos de ajuste en la HMI para un funcionamiento correcto)	AUTO	AUTO	AUTO
Bomba de transferencia 1 funcionamiento manual con control de velocidad por potenciómetro	AUTO	AUTO	MANUAL
Bomba de transferencia 1 funcionamiento manual a máxima velocidad (solo a máxima velocidad)	AUTO	MANUAL	CUALQUIER POSICION
Bomba de transferencia 2 funcionamiento automático	AUTO	AUTO	AUTO
Bomba de transferencia 2 funcionamiento manual con control de velocidad por potenciómetro	AUTO	AUTO	MANUAL
Bomba de transferencia 2 funcionamiento manual a máxima velocidad (solo a máxima velocidad)	AUTO	MANUAL	CUALQUIER POSICION
Funcionamiento automático de la bomba de circulación (encendido cuando ninguna bomba del tanque de transferencia está encendida y el tanque no está en "Nivel bajo bajo")	AUTO	AUTO	NO APLICABLE
Operación manual de la bomba de circulación	AUTO	MANUAL	NO APLICABLE
Operación manual Bomba de viaje 1	NO APLICABLE	NO APLICABLE	ENCENDIDO
Operación manual Bomba de viaje 2	NO APLICABLE	NO APLICABLE	ENCENDIDO

Por último, observamos el tablero de comando para encendido Manual o automático, montado en consola de perforación.

### Interruptores, potenciómetros y luces piloto para bombas de transferencia



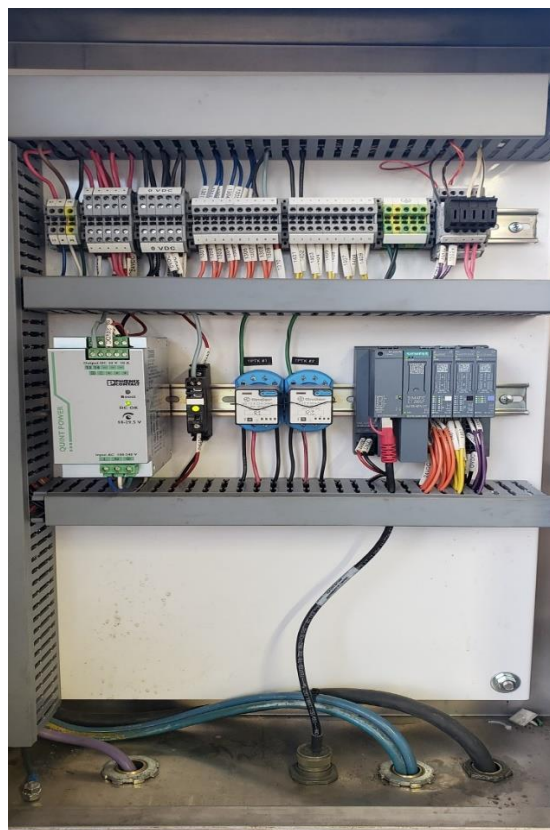
Luz piloto que indica que la unidad está habilitada y encendida. La velocidad puede ser cero o no

Potenciometro para controlar la velocidad de la bomba de transferencia SOLAMENTE en manual. Esto no hace nada cuando el interruptor selector está en Auto. La velocidad está controlada por PID (consulte las páginas anteriores)

Selector.  
MANUAL: si no hay fallas o los seteos no están bien, esto enciende la unidad y la habilita. Utiliza potenciometro como control de velocidad. La bomba solo funciona a la velocidad establecida por el potenciometro, independientemente del nivel del tanque.  
APAGADO: apaga la unidad y la desactiva.  
AUTO: si no hay fallas o los seteos no están bien, esto enciende el variador y lo habilita. Utiliza el PID del tanque de transferencia como control de velocidad para intentar mantener el nivel establecido por el punto de ajuste.

### 3.4 Comunicación del Sistema

Se utilizó en el proyecto el estándar de comunicación industrial Profibus, el cual consiste en una red de comunicación serie que permite conectar entre si distintos dispositivos de campo, como sensores o actuadores, con un controlador central, en este caso un PLC (controlador lógico programable)

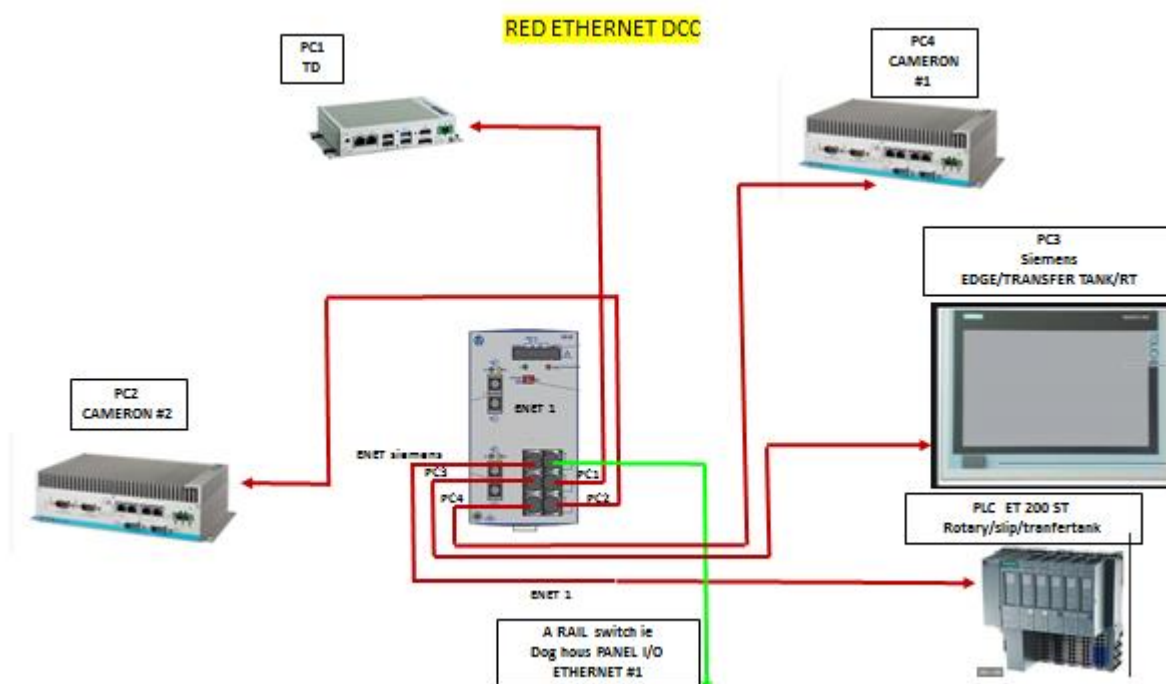


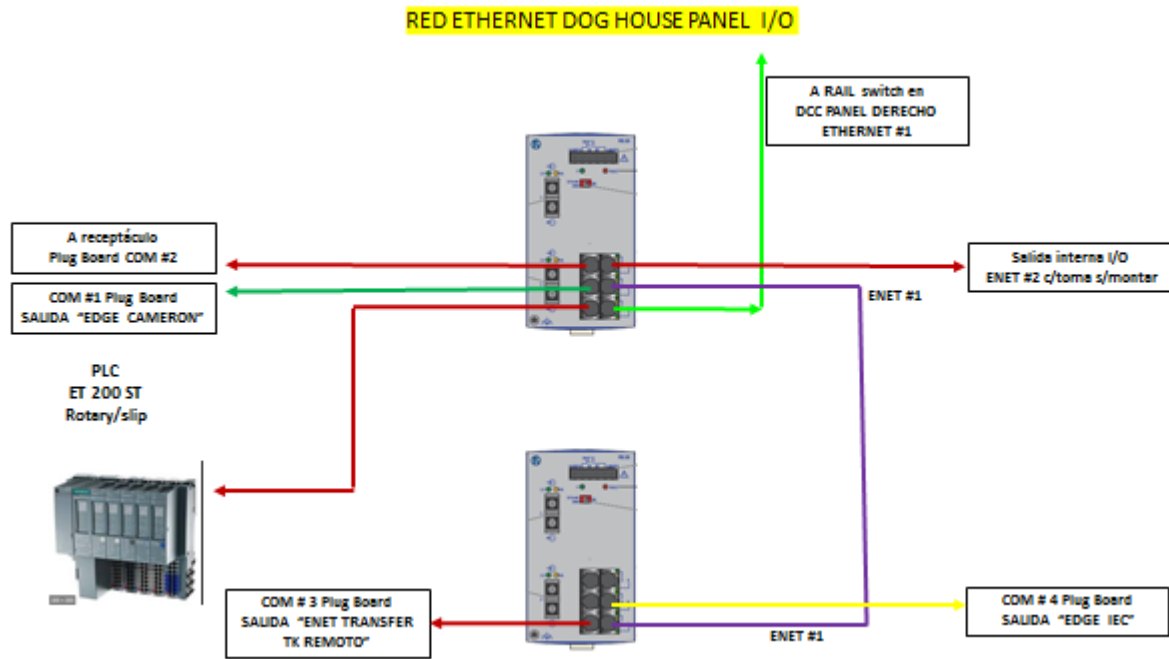
### 3.4.1 Protocolo de Enlace:

Los dispositivos de campo se conectan a la red mediante un cableado específico (cable de par trenzado mallado para supresión de ruido) y toda la información que generan es transmitida al controlador central.

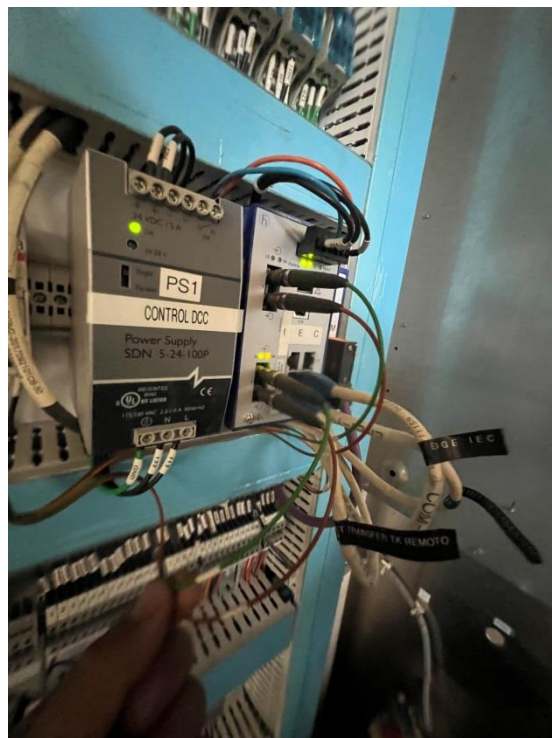
Para la conexión del dispositivo utilizamos el módulo Siemens Simatic ET 200Sp 6ES7193, cuya función es permitir la conexión del sistema de E/S distribuidas Simatic ET 200SP a un bus de campo Profibus. El módulo 6ES7193-6AR00 proporciona una interfaz de dos hilos para la conexión a la red de bus de campo, transfiriendo datos de entrada/salida y se comunica con el controlador principal del sistema (PLC) mediante el uso de protocolos de comunicación industrial estándar.

Por otro lado, el sistema del Transfer Tank está asociado mediante un estándar de red Ethernet, que se utiliza para la transmisión de datos de todos los sistemas que componen el taladro de perforación, sistema de Top Drive, cuadro de maniobras, Bombas de lodo, sistema EDGE de perforación y auxiliares, hacia el Máster PLC ubicado en la sala principal de control, estos datos pueden ser observados en tiempo real vía remota desde la base de operaciones de la empresa en Houston Texas.





Para este fin, se emplean módulos conectores Hirschman RS 20, los cuales cumplen con normas industriales y permiten la instalación de redes de Ethernet industrial conmutadas con switches según norma IEEE 802.3 con tecnología de fibra óptica en estructura lineal y de anillo.

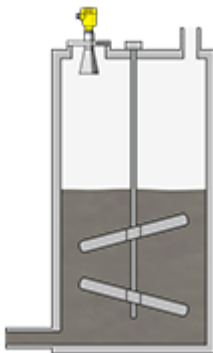


### 3.5 Sensores y Actuadores:

En nuestro sistema, utilizamos sensores de nivel Vega pulse 66 para control de fluidos en tanque principal y tanque de llenado de pozo para maniobras (Trip Tank), además de sensores de monitorización digital de tensión de alimentación Siemens 3UG4615 para indicación de funcionamiento de motores principales (bombas de transferencia) y auxiliares (trip Tank, para llenado del pozo).

#### 3.5.1 Sensor Vegapulse 66:

El VEGAPULS 66 es un sensor radar adecuado para la medición continua de nivel de líquidos en condiciones difíciles de proceso. Es adecuado para aplicaciones en tanques de almacenaje, depósitos de proceso o tubos verticales.



Las áreas de aplicación para el Instrumento de nivel radar VEGAPULS 66, especialmente diseñado para las condiciones más duras, principalmente se encuentran en la industria química, para tecnología medioambiental y de reciclaje y la industria petroquímica. El Sensor sin contacto se utiliza como un instrumento de medición de nivel en calderas de vapor (proceso de generación de calor), así como en depósitos de acumulación de lodos, depósitos de almacenamiento y tanques de procesos. Entre sus principales ventajas podemos destacar la ausencia de desgaste y mantenimiento, debido a su funcionamiento sin contacto.

#### 3.5.2 Sensor monitor de corriente Siemens:

Los acreditados relés de monitoreo SIRIUS para magnitudes eléctricas y mecánicas permiten monitorear permanente de todas las magnitudes características importantes que reflejan la operatividad de una instalación. Estos relés detectan tanto fallas repentinas como degradaciones progresivas que, p. ej., hacen recomendable un mantenimiento. Gracias a las salidas de relé, los relés de monitoreo permiten la desconexión directa de las partes de la instalación afectadas, así como la transmisión de alarmas. Para reaccionar de manera flexible ante fallas de corta duración como caídas de tensión o cambios de carga, los relés de monitoreo poseen tiempos de retardo ajustables. De este modo se evitan alarmas y desconexiones innecesarias al tiempo que se aumenta la disponibilidad de la instalación.

Los distintos relés de monitoreo 3UG4 ofrecen las siguientes funciones en diferentes

Combinaciones:

- Pérdida de fase, pérdida del neutro, Secuencia de fases
- Desbalance de fases
- Rebase por exceso o por defecto de los límites de tensión
- Rebase por exceso o por defecto de los límites de corriente
- Rebase por exceso o por defecto de los límites de  $\cos \phi$
- Monitoreo de la corriente activa o de la corriente aparente
- Monitoreo de la corriente diferencial
- Monitoreo de la resistencia de aislamiento
- Rebase por exceso o por defecto de los límites de velocidad

#### **4 Motores, sistema de Potencia:**

Una vez ingresado al tanque de Transferencia, el lodo recuperado del pozo es tamizado en el circuito de Zarandas decantando al tanque principal para posteriormente ser enviado al circuito de piletas a través de las Bombas de transferencia #1 y 2 (según seleccione el operador).

Acoplado a cada bomba se encuentra asociado un motor trifásico de Jaula de ardilla, que cumple con las normas para ambientes explosivos que requiere la industria.

El accionamiento de estos motores se comanda de forma manual en el tablero de control, o de manera remota, a través de la pantalla Touch screen en la cabina del perforador (sistema SCADA).

La alimentación de estos motores es a través de variadores de frecuencia SIEMENS PM 240-2, comandado por el controlador inteligente SINAMICS IOP- 2.

La instalación de motores eléctricos donde productos inflamables son manejados continuamente, procesados o almacenados, deben estar de acuerdo con las más rigurosas normas de seguridad para garantizar seguridad a la vida humana, equipamientos y ambiente. Siguiendo a las más exigentes normas de seguridad los motores a prueba de explosión WEG son de construcción robusta, moderno sistema de retención de llama con funciones cuidadosamente diseñadas, mecanizado preciso en la caja de conexiones eliminando imperfecciones en las juntas y fijación con tornillos de alta resistencia mecánica.

#### **4.1 Motor y Bomba de transferencia:**

Para enviar el lodo recuperado en el depósito principal del tanque, se emplean las Bombas Centrifugas de alto rendimiento autocebantes, (WEIR). Las bombas centrifugas autocebantes son ideales para bombear líquidos ligeramente contaminados con o sin partes sólidas. Las bombas autocebantes se utilizan en sistemas en los que el cebado a veces puede ser difícil y en los que una bomba centrífuga de succión axial normal no funciona, (ver Anexo 4)

Para nuestra aplicación utilizamos motores WEG W21X, con las siguientes características: 75Kw 100 HP; Velocidad Max: 1500 rpm; Corriente nominal: 138 A; peso aproximado: 530Kg. Clase 1, ambientes explosivos. (Ver Anexo 2).

#### **Montaje de motores y Bombas en patín.**



#### **4.1.2 Control de las Bombas de transferencia.**

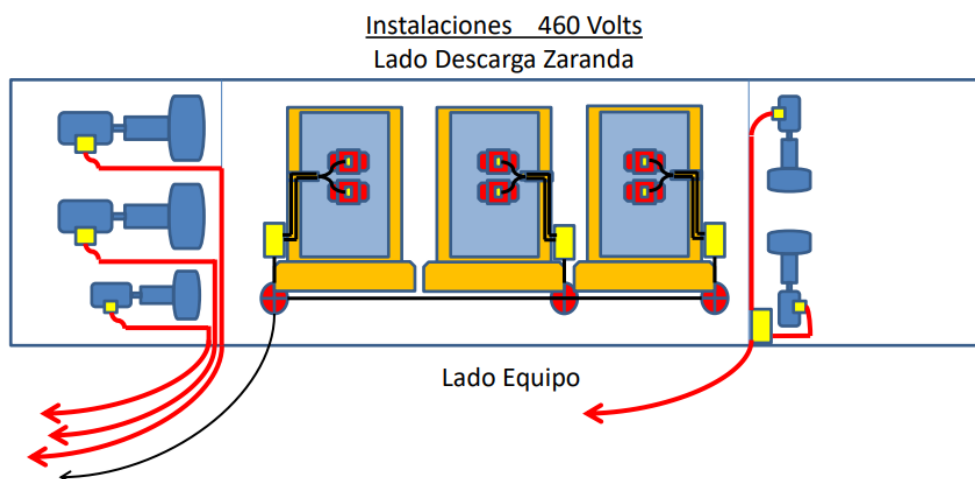
Desde la pantalla de control en cabina de perforación, el maquinista puede accionar los motores #1 o 2 asignados a las bombas de transferencia del fluido hacia el circuito de piletas. Para tal fin, se empleó el módulo de control inteligente Sinamics IOP-2, este a su vez controla al dispositivo de potencia SIEMENS PM240-2 (Variador de frecuencia), el cual entrega una alimentación trifásica de 460V/ hasta 145 A y una variación de velocidad de 0-550HZ. El panel de control inteligente (IOP-2) se ha diseñado para mejorar las prestaciones de interfaz y comunicación de los convertidores SINAMICS.

El IOP-2 se conecta al convertidor mediante una interfaz RS 232. Se ha diseñado para que reconozca automáticamente varios dispositivos de la gama SINAMICS.



#### 4.1.3 Diagrama de instalaciones de potencia:

En el diagrama observamos del lado izquierdo, los motores y bombas de transferencia, en el centro se encuentran los 3 (tres) módulos de zarandas para procesamiento del lodo y separación del cutting y hacia la derecha, los dos motores del trip tank, los cuales se emplean para llenado del pozo durante la maniobra de sacado de herramienta.



#### 4.2 Zaranda vibratoria MONGOOSE PRO:

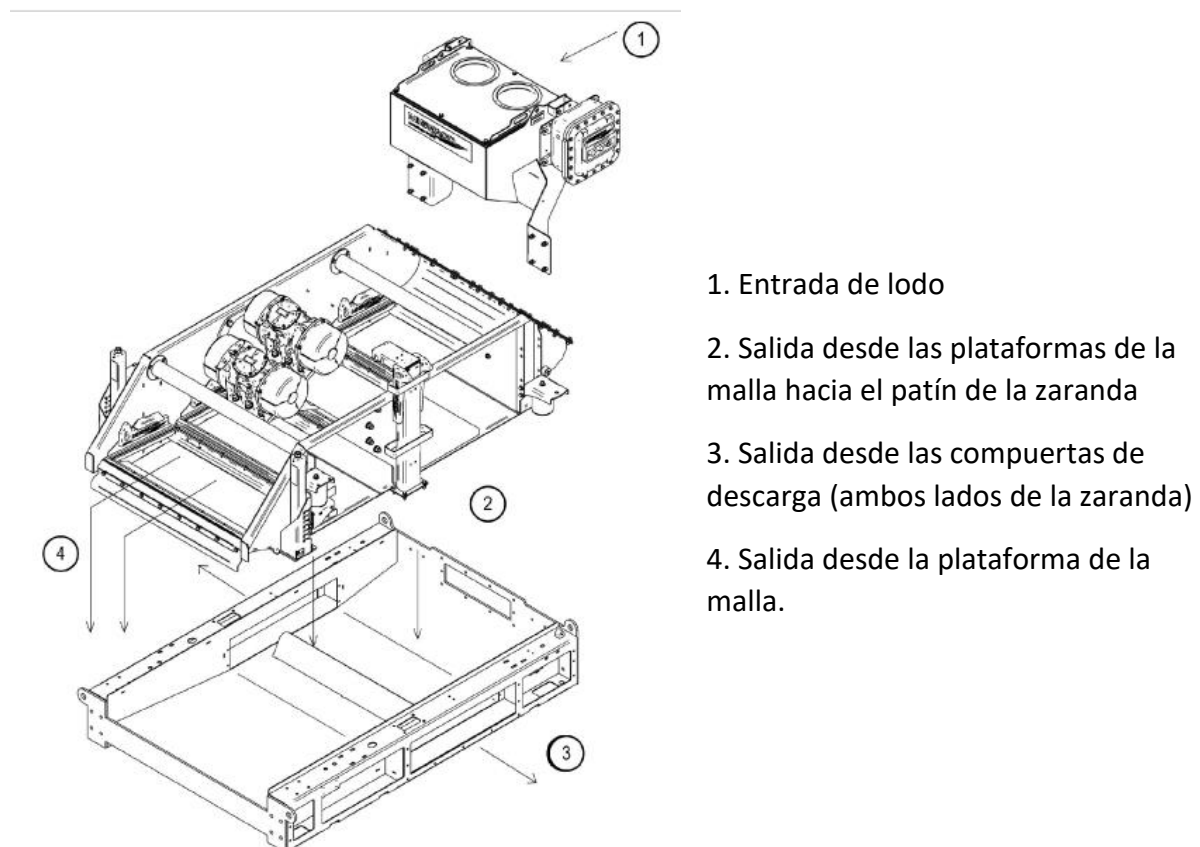
La zaranda vibratoria MONGOOSE PRO está diseñada para la extracción de sólidos primarios del fluido de perforación a base de aceite (OBM) y del fluido de perforación a base de agua (WBM) durante las operaciones de perforación. La canasta de MONGOOSE PRO contiene cuatro mallas metálicas compuestas y pretensadas. El sistema de ajuste de la plataforma de la MONGOOSE PRO permite un control flexible de la profundidad y la longitud del fluido en diversas condiciones de perforación. La MONGOOSE PRO está equipada con dos motores

vibratorios a prueba de explosión que producen un sistema de movimiento doble. El modo normal (eficiencia) consiste en un movimiento elíptico progresivo utilizado durante las condiciones de perforación normales para maximizar la vida útil de la malla y el tiempo de retención de recortes. La salida del motor en este modo es de 6,5 Gs. El modo de capacidad consiste en un movimiento elíptico balanceado que se utiliza durante el aumento de fluido y la carga de sólidos pesados. La salida del motor es de 7,5 Gs en este modo.

### PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

La zaranda vibratoria MONGOOSE PRO se utiliza para extraer materiales sólidos del fluido de perforación (lodo) provenientes del pozo. Cuenta con dos motores vibratorios que hacen vibrar las mallas metálicas a medida que el flujo de lodo se dirige por las mallas y separa los sólidos del fluido. Los sólidos de mayor volumen se desechan en la primer etapa de tamizado en el tanque de transferencia, el fluido decanta a través de las mallas para ingresar en el tanque principal, mientras que los sólidos de menor volumen son eliminados en la segunda etapa de zarandas de pileta #1 (con otra medida de mallas más fina). Desde el tanque depósito, por medio de una bomba centrífuga se envía el fluido al circuito de piletas para ser reutilizado nuevamente en el pozo, y así continuar la operación. (ver Anexo 6).

Diagrama de flujo del lodo:



El lodo proveniente del conducto anular del pozo ingresa a través de la zona 1 indicada en el gráfico, para luego ser tamizado y separado de los restos de roca de los distintos estratos (cutting). Este lodo reutilizable cae por gravedad al tanque deposito ubicado en la parte inferior de las zarandas, para posteriormente ser ingresado nuevamente al circuito de bombeo. Los restos de material indeseables provenientes del pozo, son eliminados del ciclo de perforación a través de la zona 4 del equipamiento, depositados en contenedores para luego ser procesados según protocolos ambientales. (Ver Anexo 5).

### **5- 5.1 Conclusiones de la modificación:**

Los desarrollos de ingeniería, inversión y montaje de toda la modificación aplicada al taladro estuvieron sujetos a la norma de calidad ISO 9001. Lo cual dio como resultado un importante salto en todo el proceso de perforación y calidad de la operación.

Se logro reducir de manera considerable la contaminación y alteraciones en las propiedades del lodo.

Esta condición redujo en gran manera el desgaste general en las bombas principales de inyección, minimizando los tiempos no productivos (NPT), por roturas en válvulas, pistones y camisas.

Así también mejoro el cuidado e integridad de las herramientas de perforación (motor de fondo + trepano).

Respecto a las tareas adicionales a la operación, se disminuyó el tiempo de desplazamiento de la torre entre pozos (Walking) de 24 a 12hs, debido a que todo el equipamiento de control de pozo “viaja” montado en el patín del tanque de transferencia y solo se deben desarmar líneas de circulación del lodo (principal y retorno), las cuales son removidas y manipuladas solo con tracto elevador, (eliminando el uso de grúas para esta tarea), disminuyendo por otro lado costes operativos.

Por último, al reducir la cantidad de equipamiento, se aminoro el número de cargas estructurales para el transporte del equipo (DTM), (reducción de la huella de Carbono).

### **5.2 Evidencias de otras compañías involucradas en la operación:**

#### **A) Halliburton dpto. Inyeccionista.**

Mediante la instalación y utilización de transfer tank con 3 zarandas podemos nombrar varias ventajas, no solo en mejoras de tiempo, conservación de las propiedades de lodo (menor cantidad de solidos), así también en el cuidado del equipamiento, (zarandas, bombas y herramientas).

Al contar con 3 zarandas adicionales, las cuales llevan telas 60 y 80 API, se le puede hacer una primera limpieza al lodo, donde se le extraen los sólidos de mayor tamaño provenientes de la perforación del pozo. Esto nos ayuda a que en la segunda barrera

de zarandas (pileta 1), podemos tener telas 170 API y hasta 200 API, de esta forma liberando al lodo de la mayoría de los sólidos que son perjudiciales tanto para sus propiedades, como para los equipamientos, zarandas- Bombas-Herramienta direccional y herramienta de perforación.

**Zarandas:** Al tener menos sólidos que trabajar, mayor durabilidad de las telas y menor tiempo perdido para esperar que el lodo se caliente y no se vaya a los contenedores.

**Bombas:** Al tratar los sólidos anteriormente en las zarandas y no estar presentes en el lodo, mayor vida útil de válvulas y camisas.

**Herramienta direccional:** Mayor vida útil

**Herramienta de perforación:** Mayor vida útil

Todo lo anteriormente nombrado se ha obtenido mediante la instalación y buen desempeño del equipo transfer tank.

Otra ventaja de la colocación del transfer tank fue la posibilidad de contar con un pulmón (pileta transfer tank de 15 m<sup>3</sup>) y bombas con variadores de velocidad - caudal, para evitar que cuando el lodo este frío, todo el caudal del pozo vaya a las zarandas y así perder lodo a contenedores.

#### B) **Operadora Shell:**

- Reducción de los tiempos de Skidding (desplazamiento entre pozos) del PAD de perforación, de 24hs promedio a solo 12hs.
- Preservación de las propiedades del lodo:
  1. Densidad del lodo (Mud Weight)
  2. Viscosidad de Embudo (Marsh funnel viscosity).
  3. Propiedades Reológicas: viscosidad plástica, punto cedente, resistencia de gel.
  4. Características de filtración: filtrado (HT/PT), compresibilidad.
  5. Contenido de líquidos y sólidos.
- Récord de perforación horizontal: 4018mts en la formación Vaca Muerta.
- Récord de profundidad total en pozo terminado: 7547Mts.
- Récord de tiempo en pozo de 6500mts, total 17 días.
- Récord de perforación en etapa inicial con Casing Drilling, 917 mts en la cuenca Neuquina y Latinoamérica.

#### C) **Halliburton direccional.**

En el yacimiento Cruz de Lorena, pozo 55H con fecha marzo del año 2022, se consiguió el récord en longitud de Rama Lateral 4018mts, con herramienta: trepano + motor de fondo. Por otro lado, la compañía Halliburton reconoce que, al conservar las propiedades efectivas del lodo, sus herramientas de perforación poseen mayor vida útil.

## **6 anexos e información Adicional.**

### **Anexo1: Sobre el lodo de perforación**

A través de la historia de la industria se han empleado prácticas que mejoran continuamente el desarrollo de las operaciones de perforación, entre estas está el uso de fluidos de perforación, el cual ayuda a tener mayor control sobre las condiciones que se tienen en el pozo, ayudando a mantener la integridad de las paredes de la formación, a lubricar el conjunto de herramientas de perforación, a transmitir potencia hidráulica, a reducir la fricción, entre otros; teniendo en cuenta la experiencia se han ido mejorando dichos lodos de perforación, teniendo fluidos base agua, base aceite y aireados

Los altos torques generan gran dificultad para asentar el revestimiento en fondo, lo que hace necesaria la corrida de casing adicionales. Por otro lado, la complejidad de los pozos genera incremento en los tiempos de viaje y alto desgaste de los equipos.

El hinchamiento de las arcillas y los factores de fricción antes mencionados obliga a la reformulación de los fluidos de perforación aumentando los costos asociados a la implementación de estos.

Las causas antes mencionadas llevan a tener en los pozos “alto torque” (mayor a 30000 lb/pie), añadiendo más tiempos no productivos (NPT) y altos costos de Perforación.

#### **Tipos de lodo de perforación:**

**1** -Fluidos de perforación base agua. Sistemas de fluido de perforación que tiene una fase líquida que es el agua dulce o salada, una fase sólida que contiene material densificante y viscosificante, y una fase química que contiene aditivos químicos. Son los fluidos más usados en etapas iniciales del pozo.

**2**- Fluidos de perforación base aceite. Sistemas de fluido de perforación donde la fase líquida es el aceite, la fase sólida contiene densificante y la fase química trata de surfactantes y/o emulsificantes. Se le denomina lodo base aceite si su contenido de agua es de 1% a 15% y se le denomina emulsión inversa con un contenido de agua de 15% a 50%. Generalmente empleados en zonas intermedias y hasta la etapa de Vaca muerta.

**3**- Fluidos de perforación aireados. Incluyen aire, gas o espumas que son utilizados en zonas cuyos gradientes de presión de fractura son muy bajos

### **Funciones de los fluidos de perforación:**

A continuación, se describe brevemente las diferentes funciones que deben cumplir los fluidos de perforación:

#### **1- Remoción de los recortes del pozo:** Los recortes de perforación deben

ser retirados del pozo a medida que son generados por la broca. Con este fin, se circula el fluido de perforación dentro de la columna de perforación y a través de la broca, el cual arrastra y transporta los recortes hasta la superficie, subiendo por el espacio anular. La remoción de los recortes o limpieza del pozo depende del tamaño, forma y densidad de estos, unidos a la velocidad de penetración; de la rotación de la columna de perforación; y de la viscosidad, densidad y velocidad anular del fluido de perforación.

#### **2- Control de las presiones de la formación:** A medida que la presión de la formación aumenta, se aumenta la densidad del fluido de perforación agregando un densificante, por ejemplo, barita, para equilibrar las presiones y mantener la estabilidad del pozo. Esto impide la migración de los fluidos de formación hacia el pozo y que los fluidos de formación presurizados generen un influjo o reventón. La presión que ejerce la columna de fluido

mientras se encuentra estática, se conoce como presión hidrostática y depende de la densidad del lodo y la profundidad vertical verdadera del pozo. Si la presión hidrostática de la columna de fluido de perforación es igual o mayor a la presión de la formación, los fluidos de la formación no avanzarán dentro del pozo.

#### **3- Suspensión y descarga de los recortes:** Los lodos de perforación deben suspender los recortes, los materiales densificantes y los aditivos bajo una amplia variedad de condiciones, sin embargo, deben permitir la remoción de los recortes (cutting) de la función anteriormente mencionada por el equipo de control de sólidos. Las altas concentraciones de sólidos de perforación son perjudiciales para cada aspecto de la operación, principalmente la eficacia

de la perforación y la velocidad de penetración. Se debe mantener un equilibrio entre las propiedades del fluido de perforación para la suspensión y la remoción de los recortes.

#### **4- Obturación de las formaciones permeables:** Cuando la presión de la columna de lodo es mayor que la presión de formación, el filtrado invade la formación y un revoque se deposita en la pared del pozo. Los sistemas de fluido de perforación deben estar diseñados para depositar sobre la formación un delgado revoque de baja permeabilidad con el fin de limitar la invasión del filtrado. Esto mejora la estabilidad del pozo y evita numerosos problemas de perforación y producción.

- 5- Estabilidad del pozo:** La estabilidad del pozo constituye un equilibrio de factores mecánicos como la presión y el esfuerzo. La composición química y las propiedades del lodo deben combinarse para proporcionar un pozo estable hasta que se pueda introducir y cementar la tubería de revestimiento. La mejor estabilidad del pozo se obtiene cuando éste mantiene su tamaño y su forma cilíndrica original.
- 6- Minimización de los daños a la formación:** La protección del yacimiento contra los daños que podrían perjudicar la producción es muy importante. Cualquier reducción de la porosidad o permeabilidad natural de una formación productiva es considerada daño a la formación.
- 7- Enfriamiento lubricación y sostenimiento de la broca y del conjunto de Perforación:** Las fuerzas mecánicas e hidráulicas generan una cantidad considerable de calor por fricción en la barrena y en las zonas donde la columna de perforación rotatoria roza contra la tubería de revestimiento y el pozo. La circulación del fluido de perforación enfría la broca y el conjunto de perforación alejando ese calor de la fuente y distribuyéndolo en todo el pozo. Además de enfriar, el fluido de perforación lubrica la columna de perforación, reduciendo aún más el calor generado por fricción. El fluido de perforación ayuda a soportar una parte del peso de la columna de perforación o tubería de revestimiento mediante la flotabilidad.
- 8- Transmisión de la energía hidráulica a las herramientas y a la broca.** La energía hidráulica puede ser usada para maximizar la velocidad de penetración, mejorando la remoción de los recortes en la broca. Esta energía, también alimenta los motores de fondo y las herramientas direccionales.
- 9- Evaluación adecuada de la formación:** La evaluación correcta de la formación es esencial para el éxito de la perforación, especialmente durante la perforación exploratoria. Las propiedades químicas y físicas del lodo, las condiciones físicas y químicas del pozo afectan la evaluación de la formación. Los técnicos Inyeccionista controlan la circulación del lodo y de los recortes para detectar indicios de petróleo y gas. Se registra esta información en un registro geológico lo que indica parámetros geológicos y de perforación importantes.
- 10- Control de la corrosión:** Los componentes de la columna de perforación y tubería de revestimiento que están constantemente en contacto con el fluido de perforación están propensos a varias formas de corrosión. Los gases disueltos tales como el oxígeno, dióxido de carbono y sulfuro de hidrógeno pueden causar graves problemas de corrosión. Por lo tanto, el fluido de perforación debe mantener la corrosión a un nivel aceptable.
- 11- Minimización del impacto sobre el medio ambiente:** Con el tiempo, el fluido de perforación se convierte en un desecho y debe ser eliminado de conformidad con los reglamentos ambientales locales. Los fluidos de bajo impacto ambiental que pueden ser eliminados en la cercanía del pozo son los más deseables.

## **Propiedades de los fluidos de perforación:**

Se describen y explican las diferentes propiedades físicas y químicas de los fluidos de perforación.

1- Densidad: La densidad o el peso del lodo es la propiedad del fluido que tiene por función principal mantener en sitio los fluidos de formación. La densidad se expresa por lo general en la unidad de masa libra por la unidad de volumen galón. Esta propiedad más crítica de cualquier fluido de perforación ya que con esta se provee el control primario del pozo.

2- Propiedades reológicas: La reología es la ciencia que trata de la deformación y del flujo de fluidos. Cuando se toman ciertas medidas en un fluido, es posible determinar la manera en que se comportará el flujo de ese fluido bajo diversas condiciones, incluyendo la temperatura, la presión y la velocidad de corte. Las propiedades reológicas fundamentales son la viscosidad y la fuerza de gel.

3- Viscosidad: La viscosidad se describe como la resistencia interna de un fluido a fluir. Es una propiedad importante de los fluidos de perforación, ya que define la capacidad del lodo de lograr una buena limpieza útil de perforación, mantener en suspensión y desalojar los recortes y facilitar su decantación en las zarandas de tamizado.

3.1 Viscosidad plástica: Se define como la resistencia al flujo debido a fricciones mecánicas entre las partículas suspendidas en el fluido. La viscosidad plástica depende principalmente del contenido, la forma y el tamaño de estos sólidos contenidos en el fluido de perforación.

4- Punto de Cedencia: Es la resistencia al flujo causada más por fuerzas electroquímicas por fricción mecánica. Estas fuerzas son el resultado de la atracción entre las cargas negativas y positivas localizadas en la superficie de las partículas. De esta forma, el Punto De Cedencia es la medida de estas fuerzas bajo condiciones de flujo.

5- Fuerza de gel o tixotropía: es la propiedad demostrada por algunos fluidos que forman una estructura de gel cuando se encuentran estáticos, regresando luego al estado de fluido cuando se aplica un esfuerzo de corte. La fuerza de gel depende de la cantidad y del tipo de sólidos suspendidos, tiempo, temperatura y el tratamiento químico. Es decir, que cualquier cosa que fomente o impide el enlace de las partículas, aumentará o reducirá la tendencia a gelificación de un fluido.

## **Anexo 2: Motor eléctrico de la Bomba de transferencia**

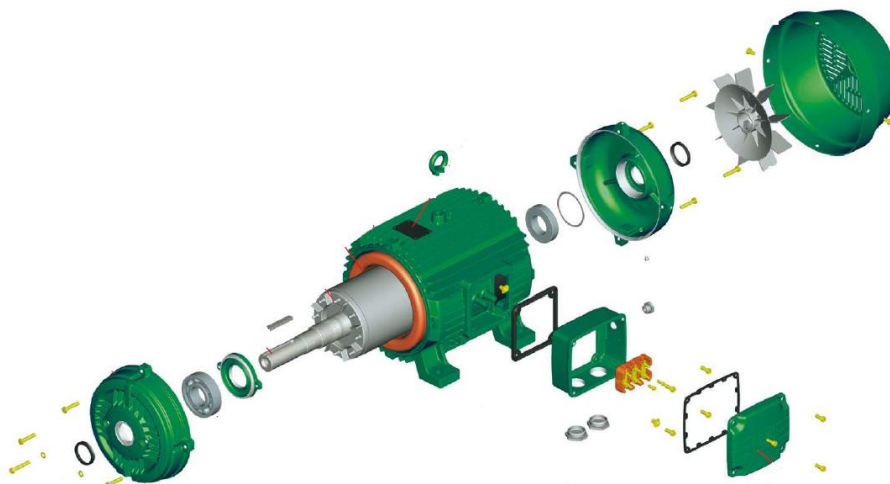
**Bobinado:** Sistema de Aislamiento especial para soportar los picos de tensión causados por el uso de convertidores. Diseñados especialmente para lograr el mayor rendimiento eléctrico lo que asegura alto desempeño. Utiliza alambres esmaltados con clase H y el bobinado es impregnado por el proceso de inmersión y horneado (carcasas 90 hasta 200L) y con flujo continuo de resina (carcasas 225S/M hasta 355M/L). Suministrados en forma estándar con sistema de aislamiento reforzado estándar.

**Rotor:** Las ventajas del rotor con barras inyectadas en aluminio son: baja inercia, alto par de arranque y alta rigidez mecánica entre otras. Son producidos con chapas de acero de bajas pérdidas magnéticas, las cuales son termo químicamente tratadas para mejorar la eficiencia y minimizar el stress mecánico.

**Estator:** Las chapas magnéticas son termoquímicamente tratadas para mejorar las características eléctricas, reduciendo pérdidas eléctricas y la temperatura de operación. Garantiza alta eficiencia y larga vida del motor.

**Carcasa:** Los motores WEG son producidos de hierro gris FC-200 de alta resistencia (misma densidad de los motores a prueba de explosión). Las carcasas son suministradas con aletas lo que produce una mejor disipación de calor y son adecuadamente espaciadas para minimizar el bloqueo del aire por acumulación de suciedad. Los motores pueden ser armados en cualquier posición, horizontal o vertical, proviniendo la máxima confiabilidad radial y axial.

**Eje:** WEG utiliza el acero SAE/AISI 1040/45 como estándar lo cual provee alta resistencia mecánica, evitando flexiones del eje bajo carga y minimizando la fadiga, lo que aumenta la vida útil. Para la carcasa 355M/L el material utilizado es el acero 4140 combinado con rodamiento de rodillos.



**Diagrama en explosión del motor empleado.**

### **Motores asíncronos o de inducción.**

Los motores asíncronos o de inducción son un tipo de motor de corriente alterna en el que la corriente eléctrica, en el rotor, necesaria para producir torsión es inducida por inducción electromagnética del campo magnético de la bobina del estator. Por lo tanto, un motor de inducción no requiere una conmutación mecánica aparte de su misma excitación o para todo o parte de la energía transferida del estator al rotor, como en los universales, DC y motores grandes síncronos.

El motor asíncrono trifásico está formado por un rotor, que puede ser de dos tipos: a) de jaula de ardilla; b) bobinado, y un estator, en el que se encuentran las bobinas inductoras. Estas bobinas son trifásicas y están desfasadas entre sí  $720^\circ$  en el espacio, se induce un campo magnético giratorio que envuelve al rotor. Este campo magnético variable va a inducir una tensión en el rotor según la Ley de inducción de Faraday: La diferencia entre el motor a inducción y el motor universal es que en el motor a inducción el devanado del rotor no está conectado al circuito de excitación del motor, sino que está eléctricamente aislado. Tiene barras de conducción en todo su largo, incrustadas en ranuras a distancias uniformes alrededor de la periferia. Las barras están conectadas con anillos a cada extremidad del rotor. Están soldadas a las extremidades de las barras. Este ensamblado se parece a las pequeñas jaulas rotativas y por eso a veces se llama "jaula de ardillas", y los motores de inducción se llaman motores de jaula de ardilla.

Entonces se da el efecto Laplace: todo conductor por el que circula una corriente eléctrica, inmerso en un campo magnético experimenta una fuerza que lo tiende a poner en movimiento. Simultáneamente se da el efecto Faraday en todo conductor que se mueva en el seno de un campo magnético se induce una tensión. El campo magnético giratorio, a velocidad de sincronismo, creado por el bobinado del estator, corta los conductores del rotor, por lo que se genera una fuerza electromotriz de inducción.

La acción mutua del campo giratorio y las corrientes existentes en los conductores del rotor, originan una fuerza electrodinámica sobre dichos conductores del rotor, las cuales hacen girar el rotor del motor. La diferencia entre las velocidades del rotor y el campo magnético se denomina deslizamiento o resbalamiento.

Características de funcionamiento del motor de inducción.

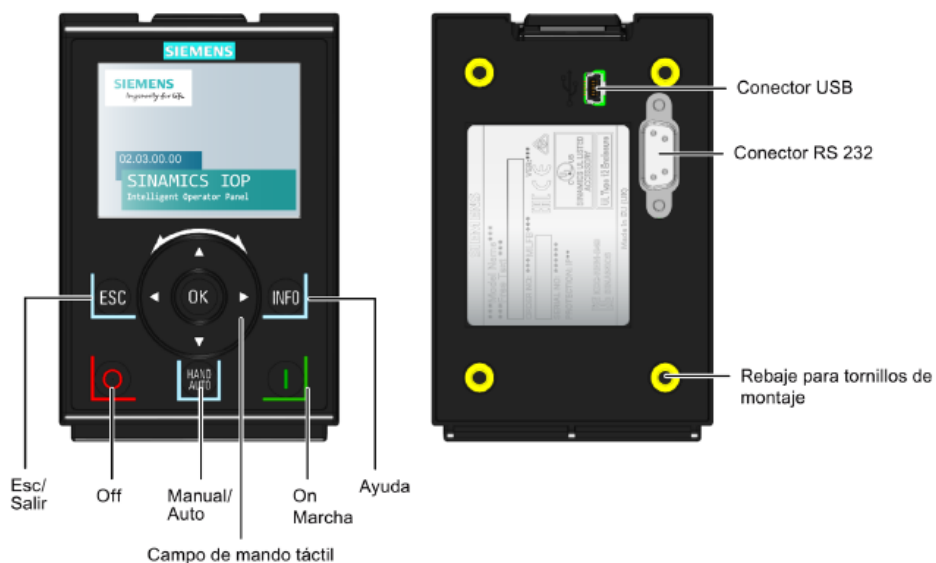
El funcionamiento de un motor, en general, se basa en las propiedades electromagnéticas de la corriente eléctrica y la posibilidad de crear, a partir de ellas, unas determinadas fuerzas de atracción y repulsión encargadas de actuar sobre un eje y generar un movimiento de rotación.

Suponiendo que un motor de inducción comercial de jaula de ardilla se haga arrancar con el voltaje nominal en las terminales de línea de su estator (arranque a través de la línea) desarrollará un par de arranque de acuerdo que hará que aumente su velocidad. Al aumentar su velocidad a partir del reposo (100 por ciento de deslizamiento), disminuye su deslizamiento y su par disminuye hasta el valor en el que se desarrolle el par máximo. Esto hace que la velocidad aumente todavía más, reduciéndose en forma simultánea el deslizamiento y el par que desarrolla el motor de inducción.

Los pares desarrollados al arranque y al valor del deslizamiento que produce el par máximo ambos exceden (en el caso normal) al par aplicado a la carga. Por lo tanto, la velocidad del motor aumentará, hasta que el valor del deslizamiento sea tan pequeño que el par que se desarrolla se reduzca a un valor igual al par aplicado por la carga. El motor continuará trabajando a esta velocidad y valor de equilibrio del deslizamiento hasta que aumente o disminuya el par aplicado.

### Anexo 3: Variador y controlador SINAMICS (SIEMENS)

A continuación se muestra el diseño físico del IOP-2:



### Indicadores en pantalla de fallos y alarmas

Cuando en el convertidor hay un fallo o una alarma activos, el rótulo de etiqueta superior de la pantalla se vuelve rojo. El rótulo seguirá rojo mientras el fallo o la alarma no se hayan confirmado o subsanado.



**Uso de colores en la pantalla.** A continuación, se ofrece una breve explicación de los distintos colores en la pantalla:





Rojo: Estado de error: indica que hay un fallo activo y que la Control Unit está en un estado de error.

Blanco Estado neutro: El IOP-2 no está conectado a la Control Unit.

Verde: Estado de operación: el convertidor se encuentra en funcionamiento sin fallos activos. Las alarmas activas se muestran en la barra de estado.

Azul: El color azul indica el elemento seleccionado en la pantalla.

El IOP-2 se maneja con un campo de mando táctil y cinco botones adicionales. Las funciones específicas del campo de mando táctil y de los botones se muestran en la tabla siguiente.

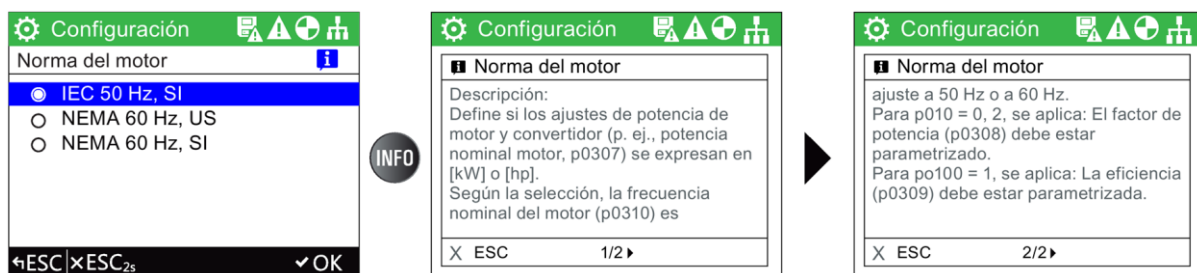
Tecla	Función
	<p>El campo de mando táctil tiene las funciones siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dentro de un menú, la selección cambia al girar un dedo por el campo de mando táctil.</li> <li>• Cuando hay una selección resaltada, esta se confirma al presionar el botón OK en el centro del campo de mando táctil.</li> <li>• Cuando se edita un parámetro, el valor visualizado cambia al girar un dedo por el campo de mando táctil: el valor visualizado aumenta en sentido horario y disminuye en sentido antihorario.</li> <li>• Al editar valores de parámetro o de búsqueda existe la opción de editar cifras individuales con las teclas de flecha o bien todo el valor con el campo de mando táctil. La velocidad con la que se gira un dedo por el campo de mando táctil hace que aumente o disminuya la velocidad con la que se mueve el cursor.</li> <li>• El campo de mando táctil dispone de flechas integradas que pueden usarse para navegar por los menús y las distintas cifras de los campos de entrada.</li> </ul>
	<p>La tecla ON tiene las funciones siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se puede cambiar al modo AUTO con la tecla HAND/AUTO.</li> <li>• El convertidor arranca en modo HAND; el icono de estado del convertidor empieza a girar.</li> </ul> <p>Notas:</p> <p>Para Control Units con versiones de firmware inferiores a 4.0: Durante el funcionamiento en modo AUTO, no puede seleccionarse el modo HAND a menos que se detenga el convertidor.</p> <p>Para Control Units con versiones de firmware 4.0 o posteriores: Durante el funcionamiento en modo AUTO, puede seleccionarse el modo HAND y el motor continuará funcionando a la última velocidad de consigna seleccionada.</p> <p>Cuando el convertidor funciona en modo HAND, el motor se detiene cuando se conmuta a AUTO.</p>
	<p>La tecla OFF tiene las funciones siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si se pulsa durante más de 3 segundos, el convertidor ejecutará OFF2: el motor se detendrá de forma natural. Nota: con 2 pulsaciones de la tecla OFF en menos de 3 segundos también se ejecutará OFF2.</li> <li>• Si se pulsa durante menos de 3 segundos, se realizarán las siguientes acciones:             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Si está en modo AUTO, se muestra una pantalla de información que indica que las fuentes de comandos son AUTO y que esto puede cambiarse pulsando la tecla HAND/AUTO. El convertidor no se detendrá.</li> <li>– En modo HAND, el convertidor ejecutará OFF1; el motor pasará a parada en el tiempo de deceleración definido en el parámetro P1121.</li> </ul> </li> </ul>
	<p>La tecla ESC tiene las funciones siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si se pulsa durante menos de 3 segundos, el IOP-2 regresa a la pantalla anterior o, si se ha editado un valor, el nuevo valor no se guarda.</li> <li>• Si se pulsa durante más de 3 segundos, el IOP-2 vuelve a la pantalla de estado.</li> </ul> <p>Cuando se utilice la tecla ESC en modo de edición de parámetros, no se guardarán los datos a menos que antes se pulse la tecla OK.</p>

### Puesta en marcha rápida:

Para configurar el convertidor de forma fácil y rápida, al usuario le basta con el procedimiento de Puesta en marcha rápida. La Puesta en marcha rápida permite al usuario configurar estos datos del convertidor:

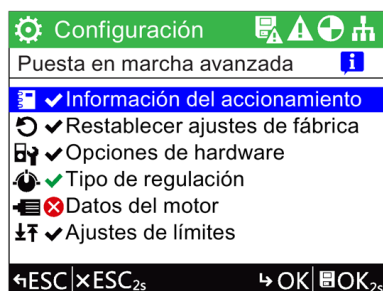
- Norma del motor
- Tipo del motor
- Tensión de alimentación
- Corriente del motor
- Potencia del motor
- Velocidad del motor
- Tensión del motor
- Frecuencia del motor
  
- Frecuencia mínima
- Frecuencia máxima
- Tiempo de aceleración
- Tiempo de deceleración
- Configuración de E/S

Ejemplo de pantallas para una configuración rápida:



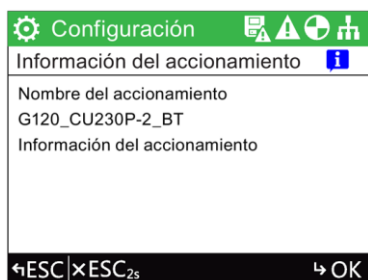
### Menú de Puesta en marcha avanzada:

En esta pantalla aparecen todos los ajustes avanzados que el usuario puede modificar para su aplicación específica



Información del accionamiento:

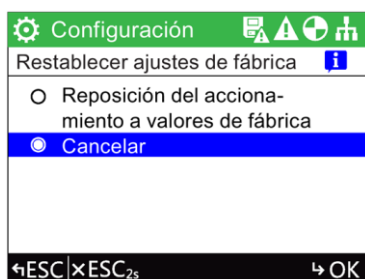
En esa pantalla se proporciona información general acerca de la configuración del convertidor utilizado (Power Module, Control Unit y el Panel IOP-2).



### Restablecer ajustes de fábrica:

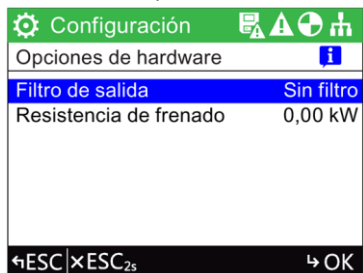
Esta función restablece todos los parámetros a sus ajustes predeterminados de fábrica. Los parámetros de seguridad que se hayan modificado no se restablecerán.

Se recomienda restablecer los ajustes de fábrica antes de poner en marcha el convertidor.



### Opciones de hardware:

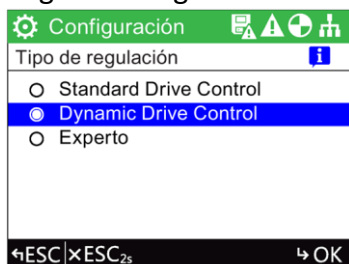
En esta pantalla se ofrece al usuario la oportunidad de configurar las opciones del convertidor, como un filtro de salida o una resistencia de frenado.



### Tipo de regulación:

En esta pantalla se puede ajustar la clase de aplicación.


Según el Power Module específico, el convertidor selecciona la clase de aplicación correcta y asigna a la regulación del motor los ajustes predeterminados adecuados.



### Datos del motor:

Los datos de motor guardados aquí corresponden a un motor estándar SIEMENS de 4 polos con la misma potencia que el convertidor.

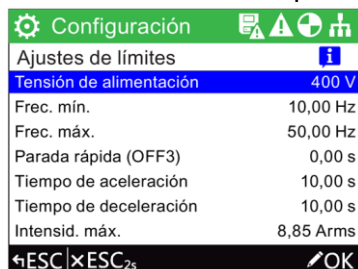
En caso de aplicaciones dinámicas o cuando se usan otros motores OEM, será necesario adaptar los ajustes.



Configuración	
Datos del motor	
Estándar	IEC (50 Hz, SI)
Tipo	Induct
Tensión	400 V
Intensidad	5,90 Arms
Potencia	2,20 kW
Velocidad	1425,00 rpm
Tensión	400 Vrms

### Ajustes de límites:

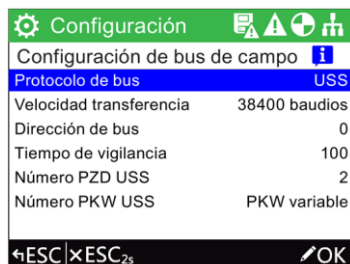
En esta pantalla se ofrece al usuario la oportunidad de configurar los ajustes dinámicos del motor, como las velocidades máxima y mínima del motor, tiempos de aceleración y deceleración o el tiempo de deceleración OFF3.



Configuración	
Ajustes de límites	
Tensión de alimentación	400 V
Frec. mín.	10,00 Hz
Frec. máx.	50,00 Hz
Parada rápida (OFF3)	0,00 s
Tiempo de aceleración	10,00 s
Tiempo de deceleración	10,00 s
Intensid. máx.	8,85 Arms

### Configuración de bus de campo:

En esta pantalla se pueden configurar los ajustes de la interfaz de comunicaciones del convertidor.



Configuración	
Configuración de bus de campo	
Protocolo de bus	USS
Velocidad transferencia	38400 baudios
Dirección de bus	0
Tiempo de vigilancia	100
Número PZD USS	2
Número PKW USS	PKW variable

El menú de control permite al usuario cambiar los siguientes ajustes en tiempo real:

- Consigna
- Inversión
  
- Modo HAND personalizado
- Arranque modo HAND
- Deshabilitar conmutación HAND/AUTO

Se accede al menú de control desde el menú de la parte inferior central de la pantalla de estado, como se muestra a continuación.

Estado	
Frecuencia de salida 0.00 Hz	Velocidad real 0 Hz
Corriente del motor 0.0 A	Tensión de salida 0 V

#### Anexo 4: Regulación por variación de frecuencia y Variador de Velocidad.

La preferencia actual por la regulación a frecuencia variable se debe a la posibilidad de utilizar el sencillo y robusto motor de jaula de ardilla; cuyo mantenimiento es mucho más fácil que el de un motor de contactos deslizantes, lo que resulta muy importante en máquinas que operan bajo condiciones ambientales difíciles.

Además, este tipo de motor eléctrico resulta más económico y compacto que los restantes. Asimismo, este método permite transformar fácilmente un equipo de velocidad fija en un accionamiento de velocidad variable, sin realizar grandes modificaciones.

Con este tipo de regulación se puede obtener un amplio control de velocidades, con el máximo par disponible en todas las frecuencias con un elevado rendimiento.

Si se prolonga la característica al cuadrante generador se puede obtener un frenado muy eficiente por reducción de frecuencia, con una recuperación de energía hacia la red de alimentación. En la actualidad la modificación de la frecuencia se realiza fundamentalmente por medio de variadores estáticos electrónicos que ofrecen una regulación suave, permitiendo un aumento en la vida útil de todas las partes involucradas y originando un ahorro en el mantenimiento por ausencia de partes en movimiento que sufran desgastes. Por otro lado, el ciclo convertidor ofrece una transformación simple de energía de buen rendimiento, permite la inversión del flujo de potencia para la regeneración y la transmisión de la corriente reactiva; proporcionando una gama de frecuencias de trabajo que va desde valores cercanos a cero hasta casi la mitad de la frecuencia de alimentación, con fácil inversión de fase para invertir el sentido de rotación.

En el convertidor de enlace la alimentación de la red de corriente alterna se rectifica en forma controlada y luego alternativamente se conmutan las fases del motor al positivo y al negativo de la onda rectificada, de manera de crear una onda de alterna de otra frecuencia. La tensión y frecuencia de salida se controlan por la duración relativa de las conexiones con las distintas polaridades (modulación del ancho de pulso) de manera de conservar constante el cociente tensión / frecuencia para mantener el valor del flujo magnético en el motor. Aunque la onda de tensión obtenida no es sinusoidal, la onda de corriente tiende a serlo por efecto de las inductancias presentes. Además, de este modo se obtiene una amplia gama de frecuencias por encima y por debajo de la correspondiente al suministro, pero exige dispositivos adicionales para asegurar el flujo de potencia recuperada.

Hay que considerar que las corrientes poli armónicas generan un calentamiento adicional que disminuye el rendimiento y puede llegar a reducir el par.

También cabe acotar que la vibración de los motores aumenta cuando se les alimentan con convertidores electrónicos de frecuencia y que la componente de alta frecuencia de la tensión de modo común de los convertidores de frecuencia puede causar un acoplamiento con la tierra a través de la capacidad que se forma en los rodamientos, donde las pistas actúan como armaduras y la capa de grasa como dieléctrico. Asimismo, digamos que los variadores de velocidad generalmente también sirven para arrancar o detener progresivamente el motor, evitando, por ejemplo, los dañinos golpes de ariete que pueden aparecer en las cañerías durante la parada de las bombas.

### **Variadores de Velocidad:**

El Variador de Velocidad es un dispositivo electrónico empleado para controlar la velocidad giratoria de maquinarias, especialmente de motores. La maquinaria industrial generalmente es accionada a través de motores eléctricos, a velocidades constantes o variables, pero con valores precisos. No obstante, los motores eléctricos generalmente operan a velocidad constante o casi constante, y con valores que dependen de la alimentación y de las características propias del motor, los cuales no se pueden modificar fácilmente. Para lograr regular la velocidad de los motores, se emplea un controlador especial que recibe el nombre de variador de velocidad. Los variadores de velocidad se emplean en una amplia gama de aplicaciones industriales, en este caso para una bomba de transferencia de lodo de perforación hacia el circuito de piletas.

Un variador de velocidad puede consistir en la combinación de un motor eléctrico y el controlador que se emplea para regular la velocidad de este.

### **Composición de un variador de velocidad:**

Los variadores de frecuencia están compuestos por diferentes etapas y estas son:

- 1) Etapa Rectificadora: Convierte la tensión alterna en continua mediante rectificadores de diodos, tiristores, etc.
- 2) Etapa intermedia: Filtro para suavizar la tensión rectificada y reducir la emisión de armónicos.
- 3) Inversor: Convierte la tensión continua en otra de tensión y frecuencia variable mediante la generación de pulsos. Actualmente se emplean IGBT's (Isolated Gate Bipolar Transistors) para generar los pulsos controlados de tensión. Los equipos más modernos utilizan IGBT's inteligentes que incorporan un microprocesador con todas las protecciones por sobre corriente, sobretensión, baja tensión, cortocircuitos, puesta a masa del motor, sobre temperaturas, etc.
- 4) Etapa de control: Esta etapa controla los IGBT para generar los pulsos variables de tensión y frecuencia. Y además controla los parámetros externos en general, etc. Los variadores más utilizados utilizan modulación PWM (Modulación de Ancho de Pulsos) y usan en la etapa rectificadora puente de diodos rectificadores. En la etapa intermedia se usan circuitos LC para disminuir las armónicas y mejorar el factor de potencia.

El Inversor convierte la tensión continua de la etapa intermedia en una tensión de frecuencia y tensión variables. Los IGBT envían pulsos de duración variable y se obtiene una corriente casi sinusoidal en el motor. La frecuencia portadora de los IGBT se encuentra entre 2 a 16kHz. Una portadora con alta frecuencia reduce el ruido acústico del motor, pero disminuye el rendimiento del motor y la longitud permisible del cable hacia el motor. Por

otra parte, los IGBT's generan mayor calor. Las señales de control para arranque, parada y variación de velocidad están aisladas galvánicamente para evitar daños en sensores o controles y evitar ruidos en la etapa de control.

### **Características de los Variadores de Velocidad Sinamics G120**

El convertidor modular, seguro y de alta eficiencia energética SINAMICS G120 es el variador universal para todo el ámbito Industrial y terciario, tanto para sectores como construcción de maquinaria, automoción, industria textil, artes gráficas, sistemas de envasado y embalaje o industria química; como para aplicaciones de carácter más general como, por ejemplo, sistemas transportadores o el sector del acero, el petróleo, el gas o las plataformas en alta mar o también el ramo de las energías regenerativas. Para aplicaciones estándar: El convertidor SINAMICS G120 tiene diseño modular, compuesto por la unidad de regulación (Unit Control CU) y la unidad de potencia (Power Module, PM).

Dependiendo de la aplicación que se le vaya a dar, basta con combinar los módulos apropiados para el caso. Para funciones de seguridad totalmente integradas en la automatización estándar y, con un trabajo mínimo, también en los accionamientos, con una Control Unit de seguridad. Para un entorno de automatización y accionamiento homogéneo que abarque desde la ingeniería hasta el funcionamiento cotidiano.

Para la regeneración de energía: Con el innovador Power Module con capacidad de realimentación.

Para condiciones duras y alta resistencia: Mayor robustez gracias a un inteligente sistema de refrigeración.

SINAMICS G120 cubre un amplio rango de potencias, que abarca desde 0,37 kW hasta 250 kW.

### **Anexo 5: Bombas de transferencia.**

Las bombas autocebantes son un tipo de bomba que puede cebarse automáticamente sin necesidad de cebado externo. Se utilizan habitualmente en aplicaciones en las que la bomba debe poder arrancar y funcionar sin intervención manual. Las bombas autocebantes son eficientes y fiables, lo que las hace adecuadas para diversas industrias y aplicaciones. Se consideran bombas autocebantes porque tienen la capacidad de bombear mezclas de líquidos con gases.

Las bombas autocebantes funcionan mediante la recirculación de fluidos dentro del cabezal de la bomba, lo que crea un vacío. Esto hace que el aire sea evacuado de las tuberías de succión, hasta que el fluido ingrese al impulsor de la bomba.

El diseño de las bombas centrífugas autocebantes reduce la eficiencia de la bomba hasta cierto punto, debido a la cámara de separación dentro del cabezal de la bomba que funciona cuando el fluido se retiene dentro del cabezal de la bomba para crear un vacío de manera efectiva.

Hay algunos diseños de bombas que se clasifican como autocebantes que incluyen bombas de cavidad progresiva, engranajes, peristálticas, de canal lateral, periféricas y de diafragma debido a su diseño de desplazamiento positivo, que están diseñadas para fluidos más o

menos viscosos que el agua, como aceites, alimentos, sólidos, algunos tipos de combustible y productos químicos.

**Diagrama interior de una Bomba Autocebante.**

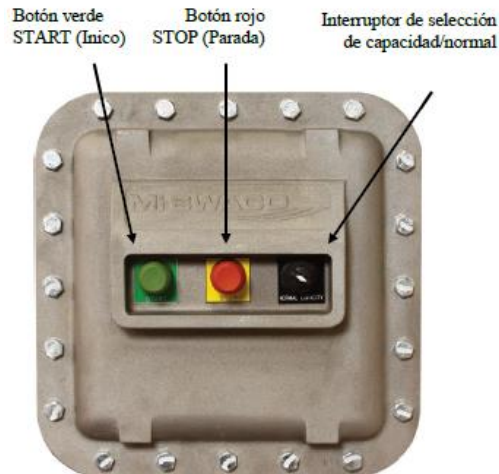


**Anexo 6: Sistema de Zarandas.**

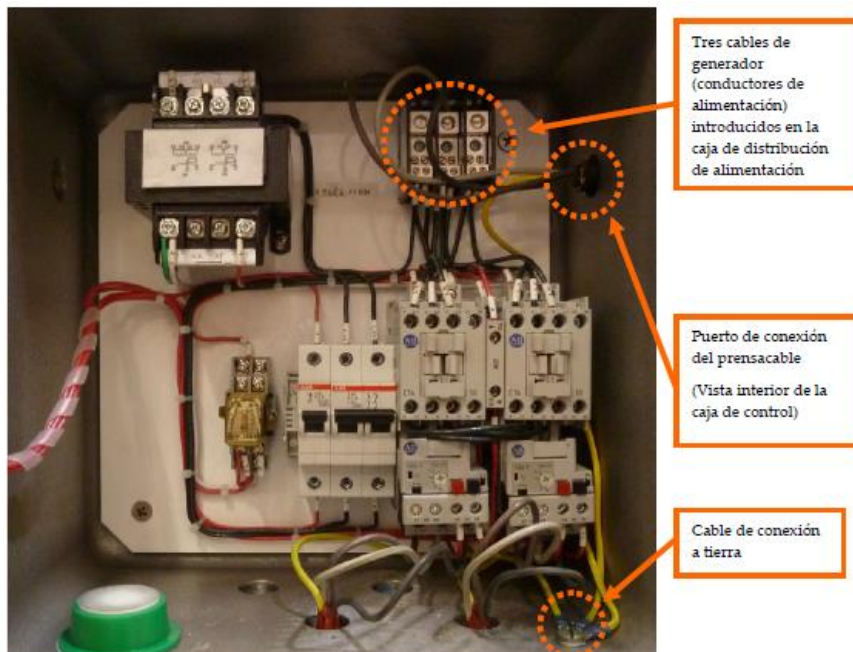
Tabla de consumos:

DESCRIPCIÓN	VOLTAJE	POTENCIA DE ENTRADA	POTENCIA DE SALIDA	FRECUENCIA
ZARANDA VIBRATORIA DE TRANSMISIÓN DE MOTOR DOBLE	220-240 V	2,25 KW	1,86 KW (2,5 HP)	60 HZ
	380-415 V	2,25 KW	1,86 KW (2,5 HP)	50 HZ
	440-480 V	2,25 KW	1,86 KW (2,5 HP)	60 HZ
	575-600 V	2,25 KW	1,86 KW (2,5 HP)	60 HZ

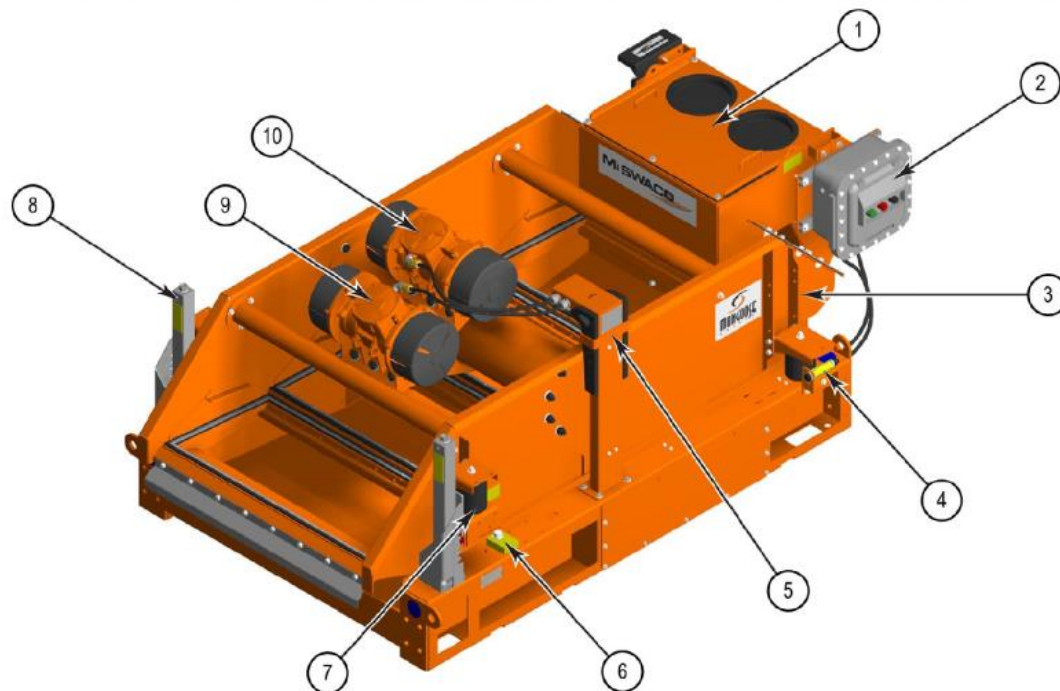
### Descripción externa del tablero de control.



### Descripción interna del tablero de control.

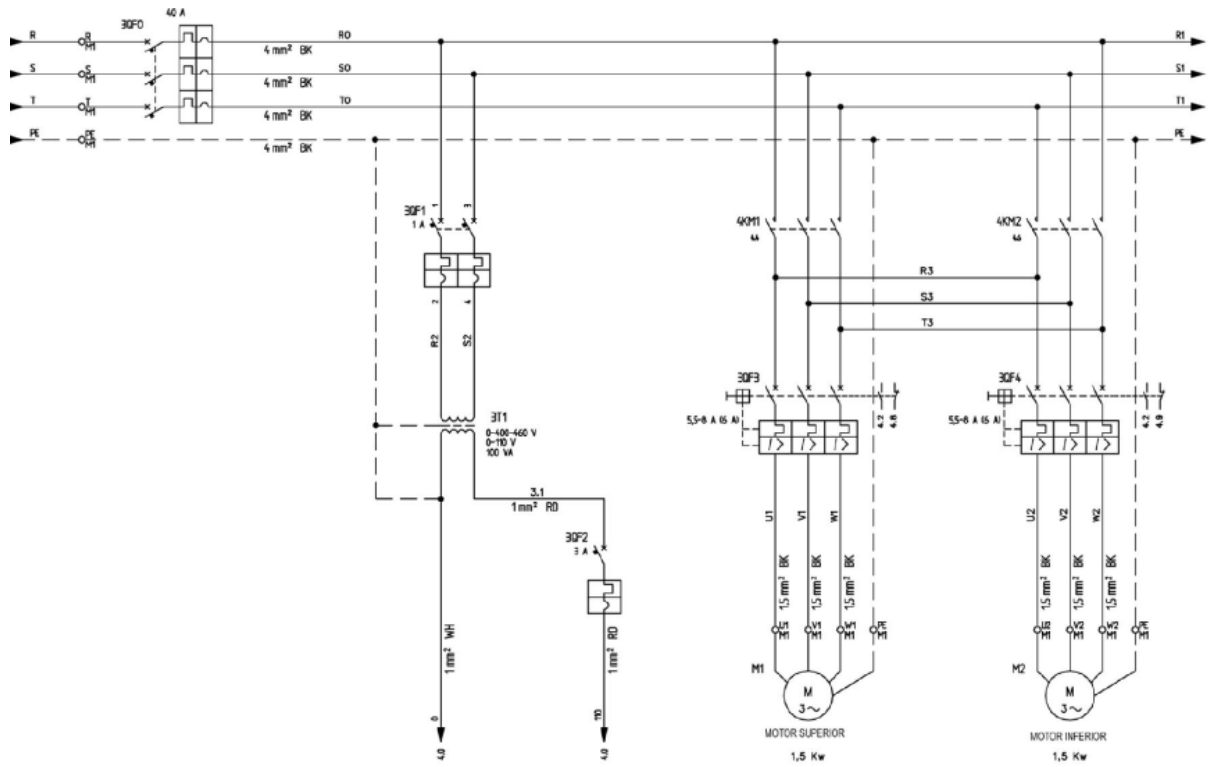


## UBICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES



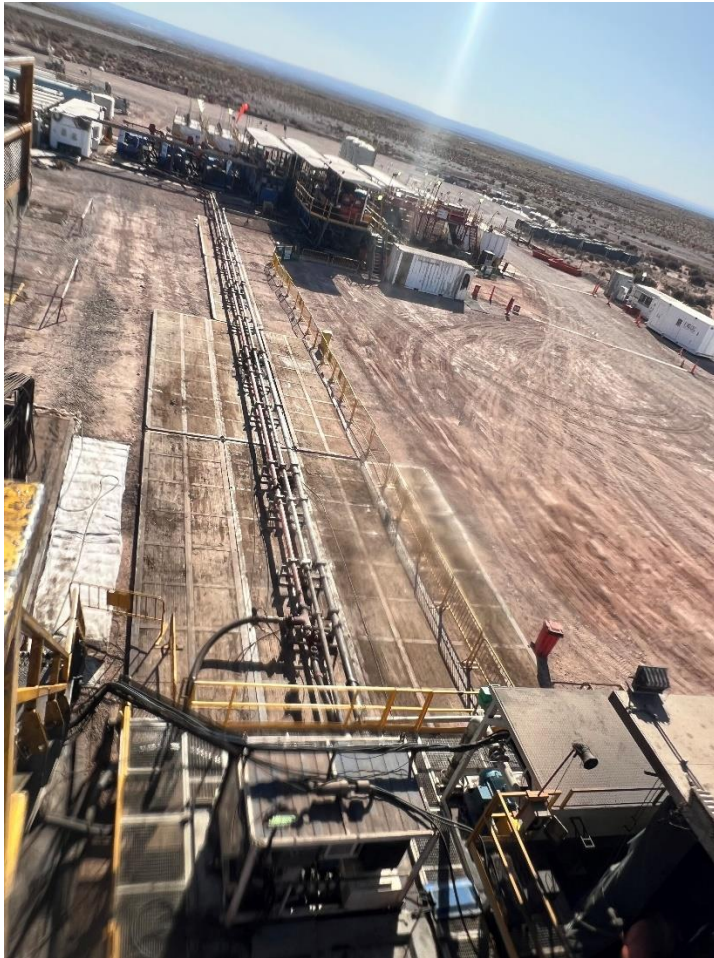
ELEMENTO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
1	CAJA DE RETORNO	DIRIGE EL FLUIDO A LAS MALLAS DE LA ZARANDA
2	PANEL DE CONTROL	ALOJA LOS CONTROLES DE LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS
3	CANASTA	CONTIENE LOS MOTORES Y LAS MALLAS METÁLICAS
4	SOPORTE PARA TRANSPORTE DEL EXTREMO DE LA ALIMENTACIÓN	ASEGURA EL EXTREMO DE LA ALIMENTACIÓN DE LA ZARANDA DURANTE EL TRANSPORTE
5	TORRE DE CABLEADO	DIRIGE LOS CABLES DE LOS MOTORES Y CONTIENE LAS CUÑAS DE LAS MALLAS
6	SOPORTE PARA TRANSPORTE DEL EXTREMO DE LA DESCARGA	ASEGURA EL EXTREMO DE LA DESCARGA DE LA ZARANDA DURANTE EL TRANSPORTE
7	RESORTE DE LA CANASTA	AÍSLA EL MOVIMIENTO VIBRATORIO DE LA CANASTA DEL PATÍN
8	GATO ELEVADOR PARA AJUSTE DE LA CANASTA	AUMENTA O REDUCE EL ÁNGULO DE LA CANASTA PARA OPTIMIZAR EL FLUIDO Y EL FLUJO DE SÓLIDOS DURANTE LA OPERACIÓN
9	MOTOR DE PESO OSCILANTE	PROPORCIONA UN MOVIMIENTO VIBRATORIO AJUSTABLE AL EQUIPO
10	MOTOR DE PESO FIJO	PROPORCIONA UN MOVIMIENTO VIBRATORIO AL EQUIPO

### Esquema eléctrico del conexionado de los motores:

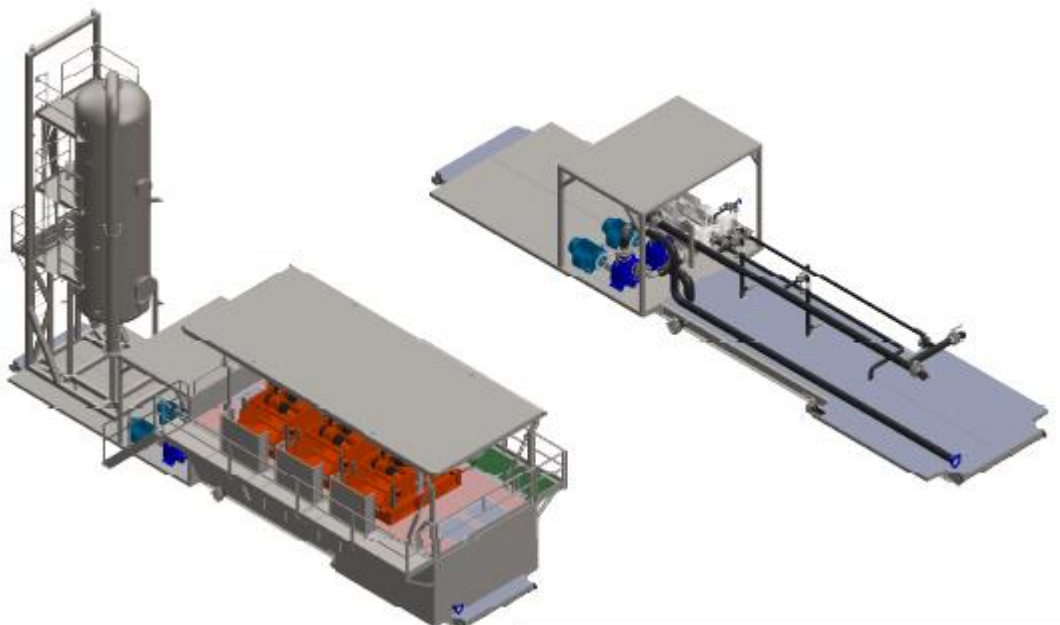


### Anexo 7: Imágenes del montaje final en equipo.





**Layout: Tanque de transferencia.**





## 7 Comentarios y Bibliografía.

Actualmente el taladro de perforación desarrolla sus operaciones no convencionales en la formación de “Vaca muerta”, con cuatro (4 años) de trabajo ininterrumpido en los yacimientos:

- Sierras Blancas.
- Cruz de Lorena.
- Coirón amargo sur.
- Bajada de Añelo.

Manteniendo excelentes registros operativos para la operadora Shell (división Onshore).

### **Bibliografía utilizada:**

- 1) Siemens SINAMICS G120, CU240B-2 and CU240E-2 Control.
- 2) Siemens SINAMICS IOP2, serie 11/2018.
- 3) MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. SISTEMAS DE WALKING.S/N M912. ENTRO Industries. Web: entro-eng.com
- 4) Sistema de perforación EDGE (no puedo proporcionar más info por derechos de propiedad).
- 5) Control de pozos, propiedades del lodo. WCI (internacional).
- 6) Redes, enlaces y protocolos de comunicación (IEEE).