



En la industria petrolera, cada segundo de producción cuenta.

Los sistemas de bombeo electro-sumergible (ESP) se han consolidado como la solución más eficaz para extraer grandes volúmenes de crudo desde pozos profundos, manteniendo un rendimiento estable incluso en las condiciones más exigentes.

La confiabilidad y eficiencia de un sistema ESP son factores determinantes para sostener altos niveles de producción.

Estos sistemas, compuestos por motores sumergibles de gran potencia y controlados mediante variadores de velocidad (VSD), permiten ajustar con precisión la frecuencia y la velocidad de operación, optimizando el flujo de extracción y adaptándose a las particularidades de cada pozo. Sin embargo, para que un sistema ESP alcance su máximo desempeño, no basta con incorporar un VSD. La alimentación eléctrica debe ser gestionada por equipos especializados que garanticen el voltaje adecuado, la estabilidad de frecuencia y el control de armónicos.

En este punto, dos componentes resultan esenciales:

## Transformadores SUT de Frecuencia Variable (Step-Up Transformer)

Diseñados para adaptar y elevar el voltaje de salida del VSD a los niveles óptimos para el motor sumergible, operar con frecuencia variable y proteger contra armónicos y ruidos eléctricos.

## Transformadores Desfasadores PST (Phase Shifting Transformer)

Encargados de minimizar la distorsión armónica que los VSD devuelven a la red, mejorando la calidad de la energía, optimizando el factor de potencia y aumentando la eficiencia general del sistema, además de proteger los equipos eléctricos asociados.

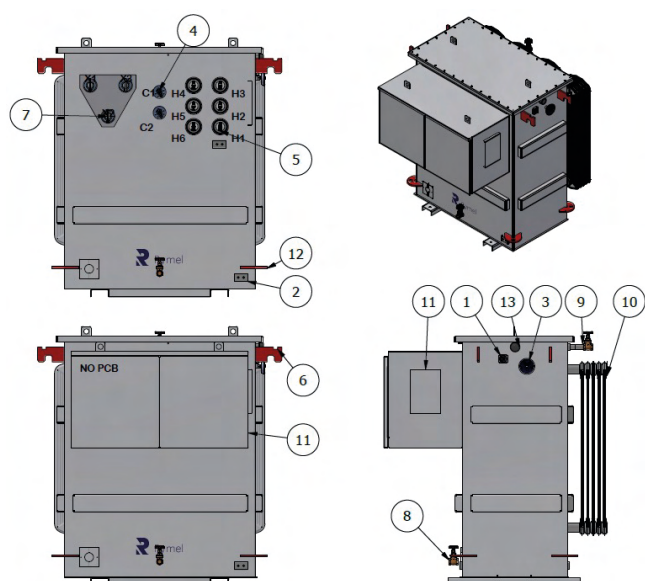
## Transformadores SUT y PST: Energía limpia, estable y mayor vida útil del sistema ESP.



## TRANSFORMADORES SUT DE FRECUENCIA VARIABLE

Para que el motor del sistema electro-sumergible funcione con potencia y confiabilidad, no basta con un suministro eléctrico convencional. Se requiere un transformador diseñado específicamente para responder a las condiciones extremas de esta aplicación.

Rymel presenta sus Transformadores SUT (Step-Up Transformer), concebidos para trabajar en armonía con los variadores de velocidad (VSD) y elevar el voltaje de salida del VSD a los niveles óptimos para el motor sumergible. A diferencia de los transformadores convencionales, los SUT de Rymel están diseñados para operar con voltajes de frecuencia variable y soportar la presencia de armónicos sin comprometer el rendimiento del sistema de bombeo.



1. Nivel de aceite
2. Tierra del Tanque
3. Termómetro
4. \*Cambiador de Taps de ajuste fino  
\*Cambiador de Taps de ajuste grueso
5. Bujes y terminales de alta tensión
6. Dispositivo de alzamiento
7. Bujes y terminales de baja tensión
8. Válvula de drenaje
9. Válvula de llenado de aceite
10. Radiadores
11. Gabinete
12. Soportes
13. Válvula de sobrepresión

| TRANSFORMADORES DE FRECUENCIA VARIABLE |                   |
|----------------------------------------|-------------------|
| Potencias [kVA]:                       | 150 hasta 1250    |
| Tensión Serie [kV]:                    | 8.7 / 1.2         |
| Voltajes AT [V]                        | 1000 - 5000       |
| Voltaje BT [V]:                        | 480               |
| No de Fases:                           | 3                 |
| Rango de Frecuencia de Operación [Hz]: | 10 - 90           |
| Grupo de Conexión                      | Dd0 / Ynd1        |
| Tipo de Montaje:                       | Exterior          |
| Normas:                                | NTC, IEEE         |
| Calentamiento del devanado             | 65 C              |
| BIL [kV]                               | 75 / 30           |
| Factor K                               | 1 hasta 20        |
| Clase de aislamiento                   | Ao                |
| Líquido aislante                       | Mineral o Vegetal |
| Refrigeración                          | ONAN KNAN         |
| Cambios de Taps                        | 25 posiciones     |

Nota: Para rangos de voltaje diferentes a los mencionados, consultar con fábrica.  
Para potencias superiores o inferiores, consultar con fábrica.



### Características especiales:

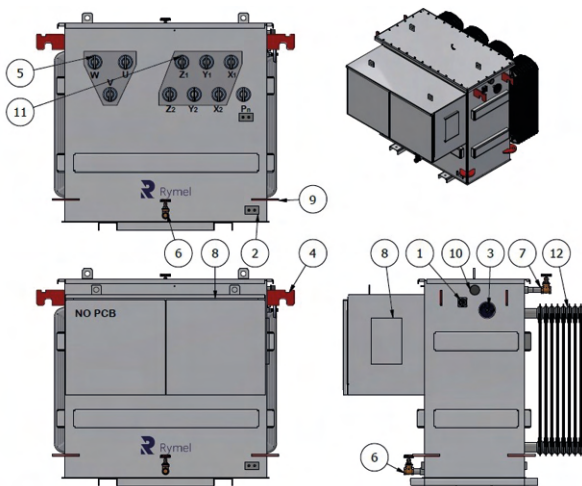
- Incorpora 2 cambiadores de Taps para ajuste fino y ajuste grueso
- Capacidad para operar con varias frecuencias
- Incorpora una pantalla electrostática
- Capacidad de soporte de armónicos
- Recubrimiento pintura electrostática

## TRANSFORMADORES DESFASADORES PST

Los variadores de velocidad (VSD) permiten un control preciso de las bombas electro-sumergibles; sin embargo, al generar armónicos en la red eléctrica pueden reducir la eficiencia, causar interferencias, sobrecalentamientos y fallos prematuros en otros equipos.

Para contrarrestar estos efectos y mejorar la calidad de la energía, Rymel ha desarrollado transformadores desfasadores (PST, Phase Shifting Transformers). Estos equipos alimentan los VSD mediante múltiples grupos de salidas trifásicas, cada uno desfasado en ángulo respecto al voltaje de entrada, sin alterar su frecuencia ni su magnitud.

Los PST de Rymel reducen la distorsión armónica que los VSD devuelven a la red, optimizan el factor de potencia y aumentan la eficiencia global del sistema, además de proteger los equipos eléctricos asociados. Este efecto se logra gracias a conexiones específicas en los devanados del transformador, que generan un desplazamiento angular controlado de 30° entre dos grupos de salidas trifásicas.



1. Nivel de aceite
2. Tierra del Tanque
3. Termómetro
4. Dispositivo de alzamiento
5. Bujes y terminales primarios
6. Válvula de drenaje
7. Válvula de llenado de aceite
8. Gabinete
9. Soporte
10. Válvula de sobrepresión
11. Bujes y terminales secundarios
12. Radiadores



| TRANSFORMADORES DESFASADORES PST |                      |
|----------------------------------|----------------------|
| Potencias [kVA]:                 | 150 hasta 1250       |
| Tensión Serie [kV]:              | 15 / 1.2             |
| Voltajes AT [kV]                 | 13.2, 13.8, 0.48     |
| Voltaje BT [V]:                  | 480                  |
| Number of input phases:          | 3                    |
| No de Fases de salida:           | 6                    |
| Números de pulsos:               | 6 -12 - 18 - 24      |
| Tipo de Montaje:                 | Exterior             |
| Normas:                          | NTC, IEEE            |
| Calentamiento del devanado       | 65 C                 |
| BIL [kV]                         | 95 /30               |
| Factor K                         | 1 hasta 20           |
| Clase de aislamiento             | Ao                   |
| Líquido aislante                 | Mineral o Vegetal    |
| Refrigeración                    | ONAN KNAN            |
| Grupo de conexión                | Transformador Dd0yn1 |

Nota: Para potencias superiores o inferiores, consultar con fábrica.

### Características especiales:

- Incorpora una pantalla electrostática
- Entrega dos grupos de salidas trifásicas, desfasadas 30°, ideal para VSD de 12 pulsos.
- Capacidad de soporte de armónicos
- Recubrimiento pintura electrostática

Para más información comuníquese con un asesor Rymel

[rymel@rymel.com.co](mailto:rymel@rymel.com.co)



## BENEFICIOS COMPARATIVOS - TRANSFORMADORES SUT Y PST

### TRANSFORMADORES SUT (Step Up Transformer)

- **Ajuste preciso de voltaje**  
Eleva y regula el voltaje entregado por el VSD al nivel óptimo del motor sumergible, garantizando máximo desempeño.
- **Operación con frecuencia variable**  
Diseñado para trabajar sin interrupciones con la alimentación de frecuencia variable que entregan los VSD.
- **Soporte frente a armónicos**  
Soporta los armónicos sin pérdida de eficiencia, evitando daños o desgaste prematuro.
- **Protección avanzada del sistema ESP**  
Filtra ruidos eléctricos y picos de voltaje, protegiendo la bomba electro-sumergible y prolongando su vida útil.
- **Mayor eficiencia y producción**  
Optimiza el rendimiento del sistema ESP, maximizando la extracción de petróleo y gas.
- **Control y reducción de costos**  
Permite un control exacto de la velocidad de la bomba, reduciendo el desgaste y el consumo energético.
- **Alta versatilidad operativa**  
Con cambiadores de Taps de ajuste grueso y fino, se adapta a las condiciones específicas de cada pozo.

### TRANSFORMADORES PST (Phase Shifting Transformer)

- **Adaptación precisa de voltaje**  
Ajusta el voltaje a los niveles exactos requeridos por el VSD, asegurando un suministro estable y eficiente.
- **Reducción de distorsión armónica**  
Disminuye los armónicos generados por los VSD, evitando interferencias y sobrecalentamientos.
- **Mejor factor de potencia**  
Contribuye a optimizar el factor de potencia y mejorar la calidad de la energía disponible.
- **Soporte integral frente a armónicos**  
Opera sin degradar su desempeño ni reducir su vida útil, incluso con alto contenido armónico.
- **Mayor eficiencia operativa**  
Un mejor factor de potencia y menos armónicos permiten que el VSD trabaje a máxima eficiencia, reduciendo pérdidas.
- **Menos interferencias electromagnéticas**  
Minimiza fallos en sistemas de control e instrumentación conectados a la red.
- **Protección del VSD y del sistema ESP**  
Filtra ruidos eléctricos y picos de alta frecuencia, prolongando la vida útil de los equipos.

#### Accesorios y condiciones de diseño

- Accesorios adicionales, como termómetro con contactos, válvula de sobrepresión con contactos, nivel magnético, termómetro de devanados y ventiladores, se cotizan bajo solicitud del cliente con costo adicional.
- La distribución y el diseño del equipo están sujetos a cambios sin previo aviso.

