

Transformadores

Transformadores de potencia (AT/MT)
Transformadores de distribución (MT/BT)
Transformadores especiales

En baño de aceite mineral: (Llenado integral – Hermético con
cámara de expansión - Depósito de expansión)
En baño de silicona líquida
En baño de éster vegetal biodegradable
En aislamiento sólido a base de resinas (Secos)

Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores de cambio de fase (desfasadores)

Elementos. Principio de funcionamiento

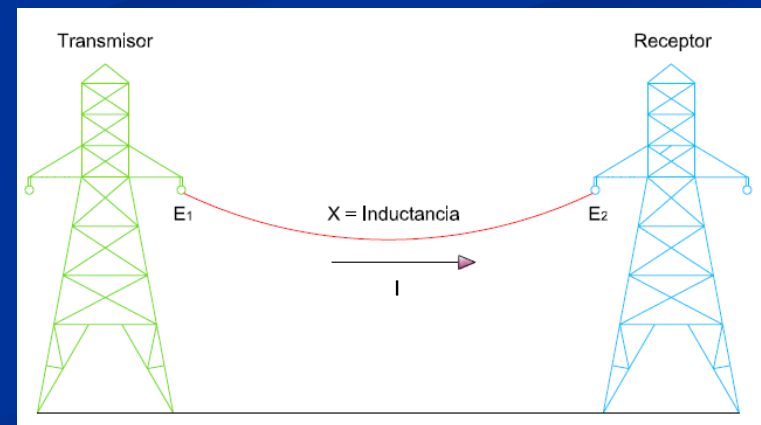


Transformador de cambio de fase. Siemens

La transferencia masiva de energía, es en su mayor parte un asunto pasivo, donde la energía fluye hacia la carga por el camino de menor impedancia.

El transformador de cambio de fase es la manera más eficiente para controlar el flujo de potencia activa en una línea de una red interconectada

En una línea de transmisión de corriente alterna, el control del flujo de potencia se hace por medio de la manipulación del ángulo de desfase del voltaje entre la fuente y la carga. Es incluso posible bloquear o forzar el flujo de potencia



Línea de transporte de AT

Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores de cambio de fase (desfasadores)

Elementos. Principio de funcionamiento (continuación)

$$P = \frac{E_1 \cdot E_2 \cdot \sin \delta}{X}$$

P = Potencia activa máxima que se puede transportar

E1 = Tensión de entrada

E2 = Tensión de salida

X = Inductancia

δ = Ángulo de desfase entre E1 y E2

La transferencia de potencia activa depende del ángulo de fase entre los terminales

Para reducir la transferencia de potencia es necesario retardar el ángulo efectivo de fase

Para aumentar la transferencia de potencia es necesario adelantar el ángulo efectivo de fase

La potencia activa cambia drásticamente cuando el ángulo de diferencia varía en el tiempo

Cuando dos líneas están en paralelo, un ajuste de este ángulo permite la distribución de la corriente entre las dos líneas y optimizar la capacidad de transmisión evitando sobrecargas

Un mejor equilibrio entre líneas limita las pérdidas por efecto Joule

Con el crecimiento de las energías renovables, la volatilidad (cambiar o variar con facilidad y de forma poco previsible) en las redes de transmisión también está aumentando. Dependiendo de las condiciones climáticas, las sobrecargas ocurren en líneas individuales sin una mayor expansión de la red.

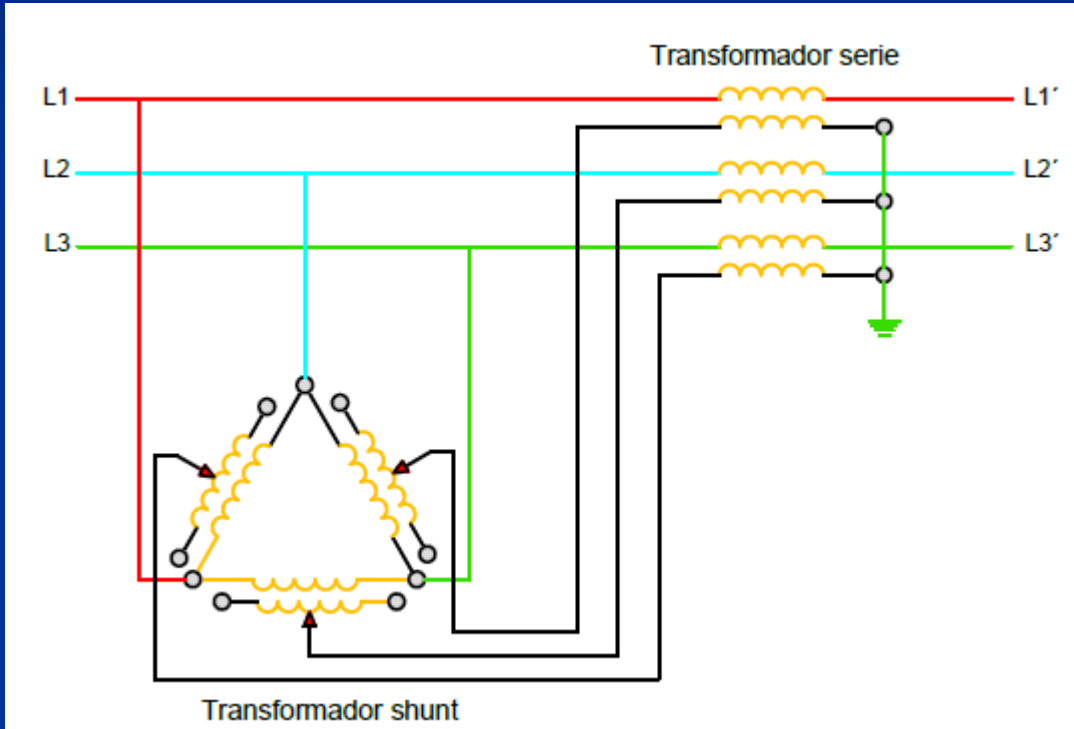
Para mantener estable la red, la electricidad generada no se puede utilizar y se requieren costosas medidas de redespacho. Por tanto, la gestión del flujo de energía se está volviendo cada vez más importante

Los transformadores de cambio de fase cambian la sobrecarga de una línea para que la red se utilice mejor

Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores de cambio de fase (desfasadores)

Elementos. Principio de funcionamiento (continuación)



El transformador generalmente consta de dos unidades. Una en serie y otra en paralelo.

El que está en paralelo tiene sus devanados conectados en triángulo, cuya tensión de salida está desfasada en 90° con respecto a la entrada

La tensión de salida se conecta a la unidad en serie, inyectando así un componente de fase desplazada a la tensión de entrada

La tensión de salida del transformador con desfase, es por tanto, la suma de la tensión de entrada y un componente con desfase de 90°

Un cambiador de tomas bajo carga (por ejemplo VACUTAP de la empresa Reinhausen), presente en el equipo en paralelo, permite modificar la magnitud y la polaridad del desplazamiento de fase lo que a su vez determina la corriente que circula en el sistema. El cambio de fase puede ser positivo o negativo

Generalmente, las dos unidades (serie y paralelo) tiene cada una su propio circuito magnético. Por tanto, un transformador de cambio de fase se compone realmente de dos transformadores

Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores de cambio de fase (desfasadores)

Elementos. Desfasador más grande del mundo con cambiador de tomas en carga VACUTAP VRL

Fuente: Reinhausen



Transformador de cambio de fase



VACUTAP VRL

Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Pruebas en transformador de potencia

Fuente: Kolektor Etra



Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Pruebas en transformador de potencia

Fuente: Kolektor Etra



Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Transformador de potencia de una subestación

Fuente: Kolektor Etra



Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Transformador de potencia de una subestación

Fuente: Kolektor Etra



Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Pruebas en transformador de potencia



Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Transformador de potencia de una subestación

Fuente: Kolektor Etra



Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Transformador de reserva de máquina de una central eléctrica (a), transformador para tracción ferroviaria (b), transformador convertidor monofásico (c) y transformador desfasador (d)



(a)



(b)



(c)



(d)

Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Transformador de potencia

Fuente: Kolektor Etra



Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Transformador de potencia

Fuente: Kolektor Etra



Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Transformador convertidor

Fuente: IST Power

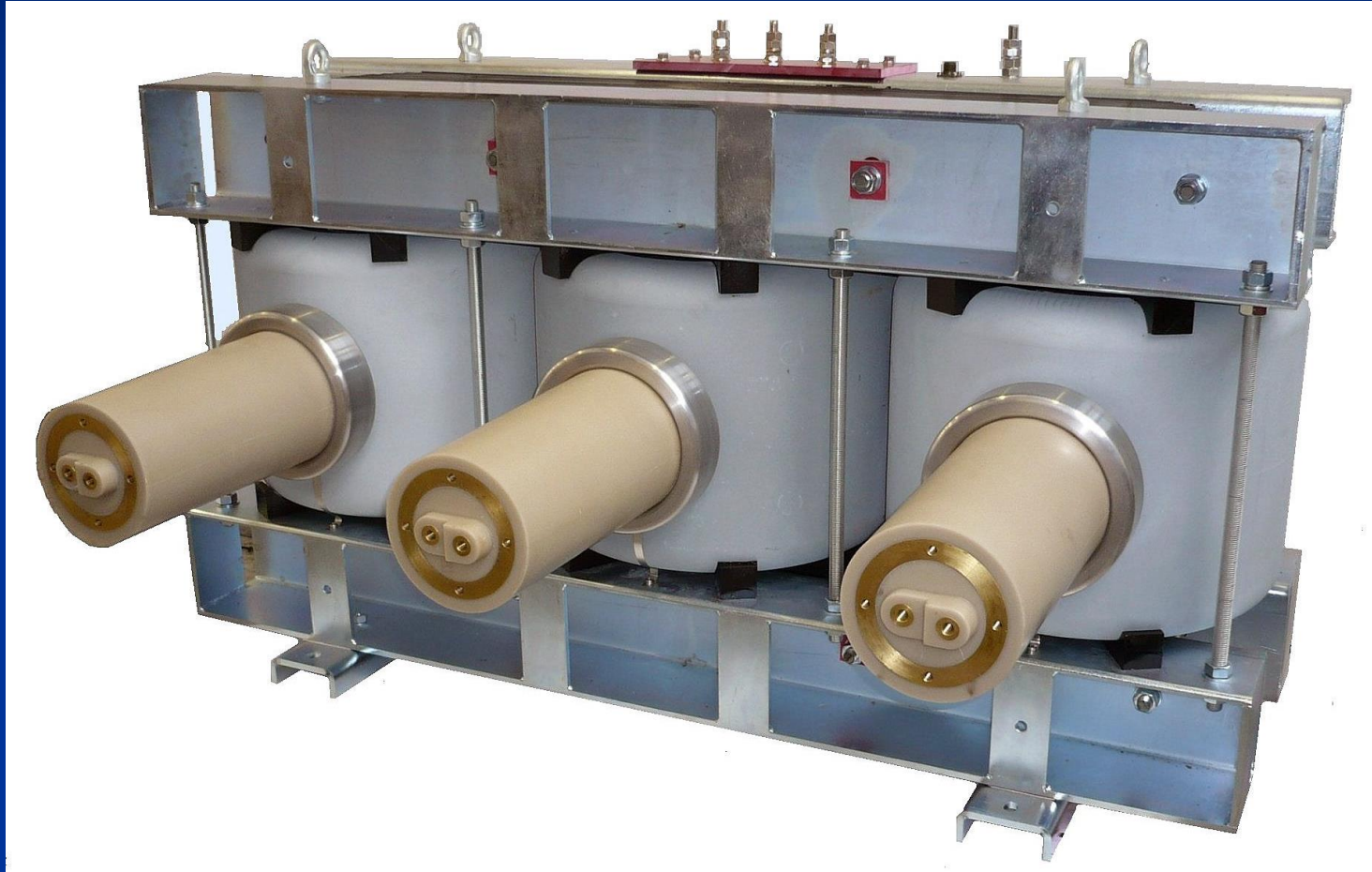


Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Transformador trifásico de aislamiento

Fuente: IST Power



Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Transformadores auxiliares de puesta a tierra

Fuente: IST Power

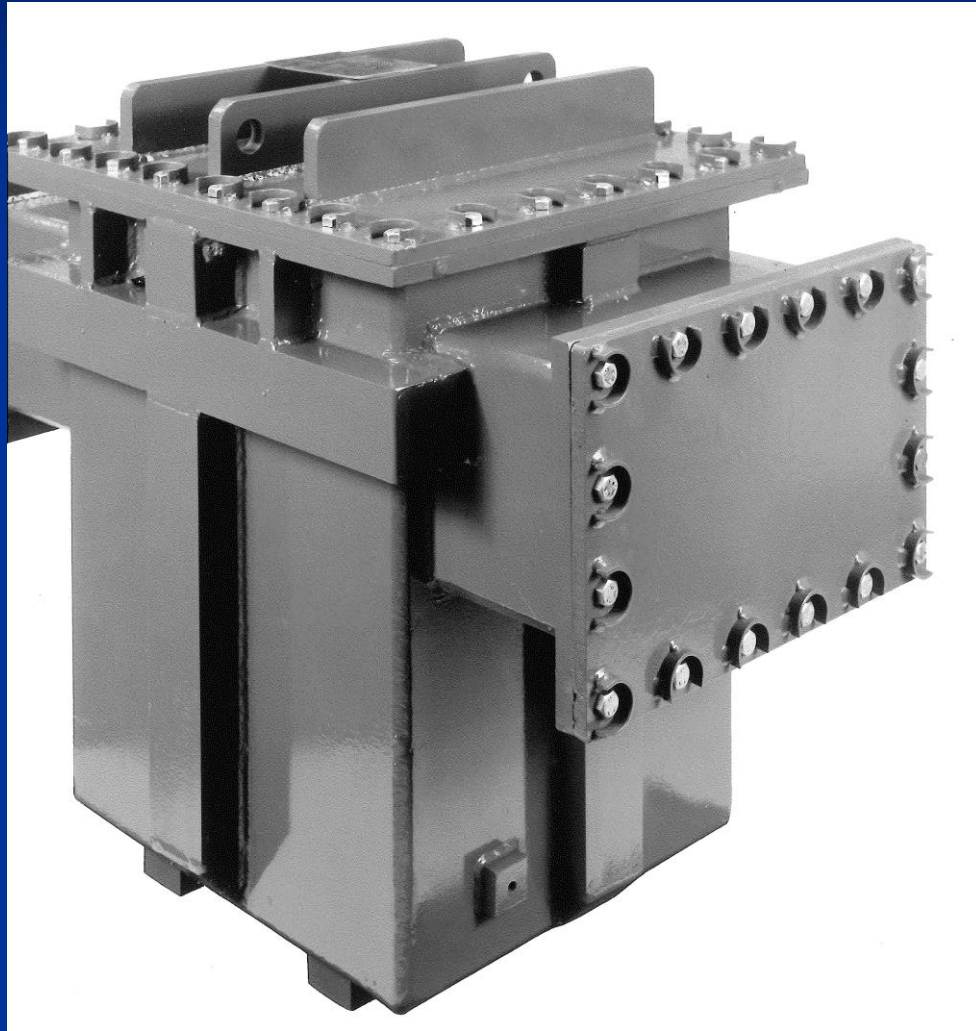


Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Transformador ignífugo de 25 kVA

Fuente: IST Power



Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Pruebas en transformador

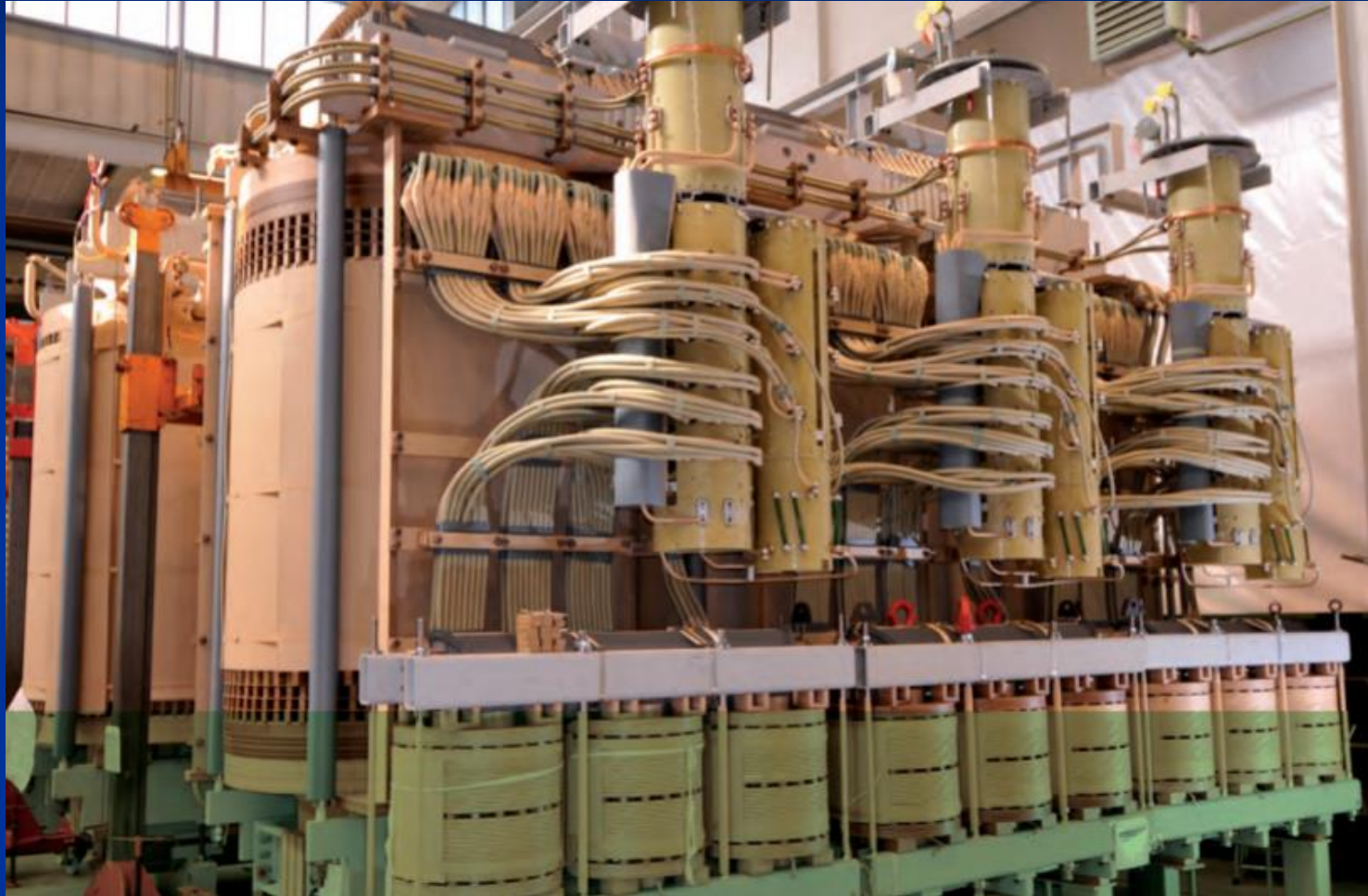


Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Transformador desfasador

Fuente: Smith



Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Transformador desfasador

Fuente: REE



Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Montaje de bobinados

Fuente: Kolektor Etra



Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Montaje de bobinados

Fuente: Kolektor Etra



Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Montaje de bobinados

Fuente: Kolektor Etra



Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Montaje de bobinados

Fuente: Kolektor Etra



Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Montaje de bobinados

Fuente: Kolektor Etra



Bloque: Instalaciones de AT
Unidad: Transformadores de potencia
Elementos: Mantenimiento
Fuente: Kolektor Etra



Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores de potencia

Elementos: Montaje de tanques para transformador

Fuente: Kolektor Etra

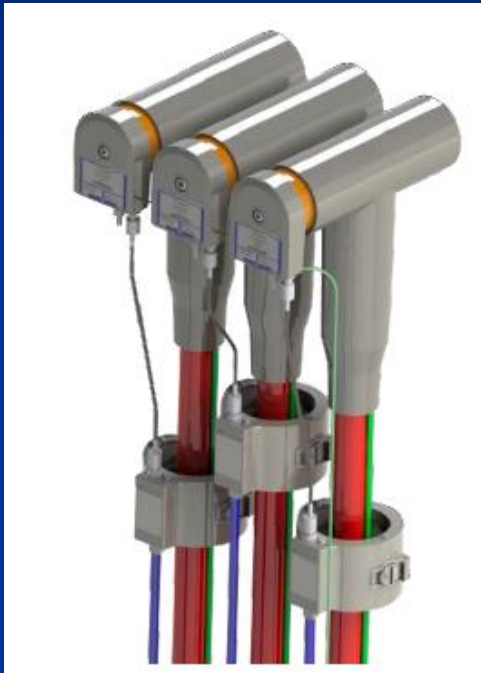


Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores de medida

Elementos: Sensores de tensión y corriente para aparellaje de gas aislados (GIS)

Fuente: Arteche



Medición de corriente basada en bobinas Rogowski



Medición de corriente basada en sensor toroidal



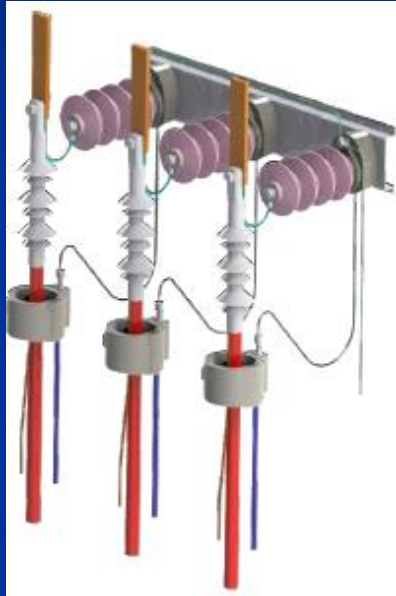
Sensores de voltaje

Bloque: Instalaciones de AT

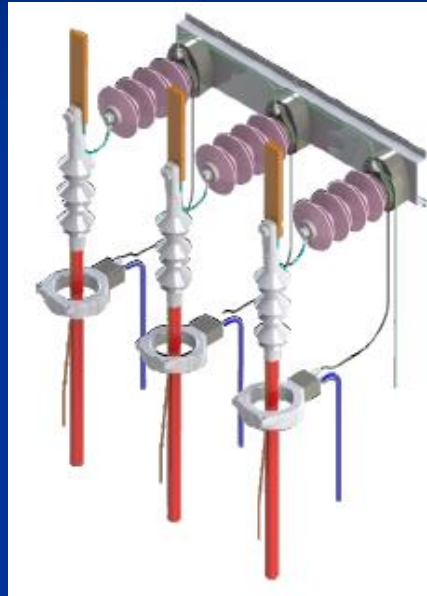
Unidad: Transformadores de medida

Elementos: Sensores de tensión y corriente para aparellaje de aislamiento al aire (AIS)

Fuente: Arteche



Medición de corriente basada en bobinas Rogowski



Medición de corriente basada en sensor toroidal



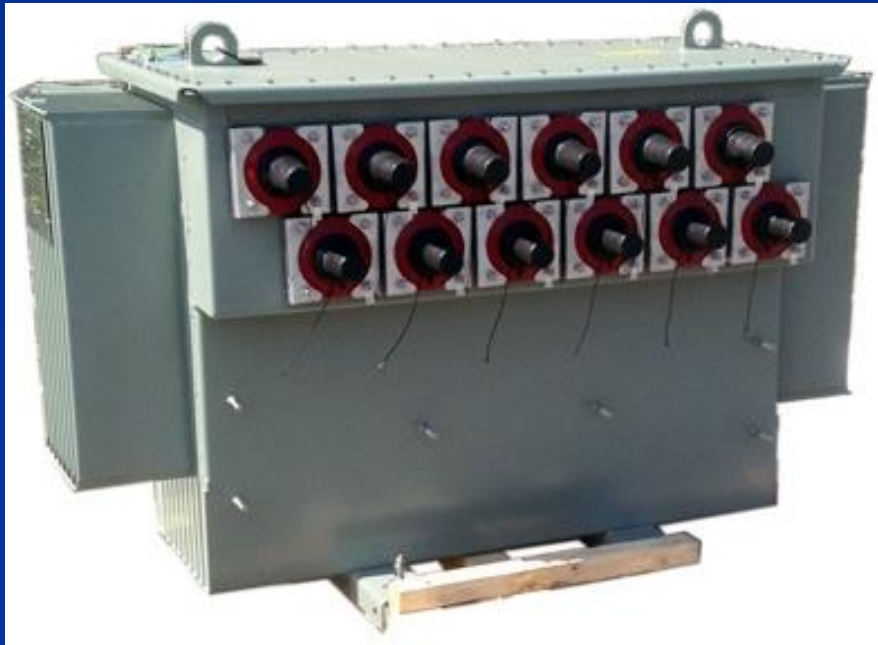
Sensores de voltaje

Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Transformador de inyección de frecuencias (distintas de 50 Hz) de señales de control remoto

Fuente: Cahors



Sumergido en aceite mineral



Monofásico seco (el grupo de inyección los forman 3 transformadores)

Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Impedancias de compensación

Fuente: Cahors



Las impedancias de compensación equipan a las redes de MT con régimen de neutro compensado. Crean un punto neutro artificial independiente del transformador.

- Garantizan la limitación de tensión de las sobretensiones en las redes de BT resultantes de un defecto fase – tierra en la red de MT
- Mantienen la seguridad de las personas evitando las tensiones del contacto (tierras de MT)
- Evitan las tensiones peligrosas en las redes de telefonía mediante el fenómeno de acoplamiento de tierras

Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Ensayo a un transformador en condiciones climática extremas

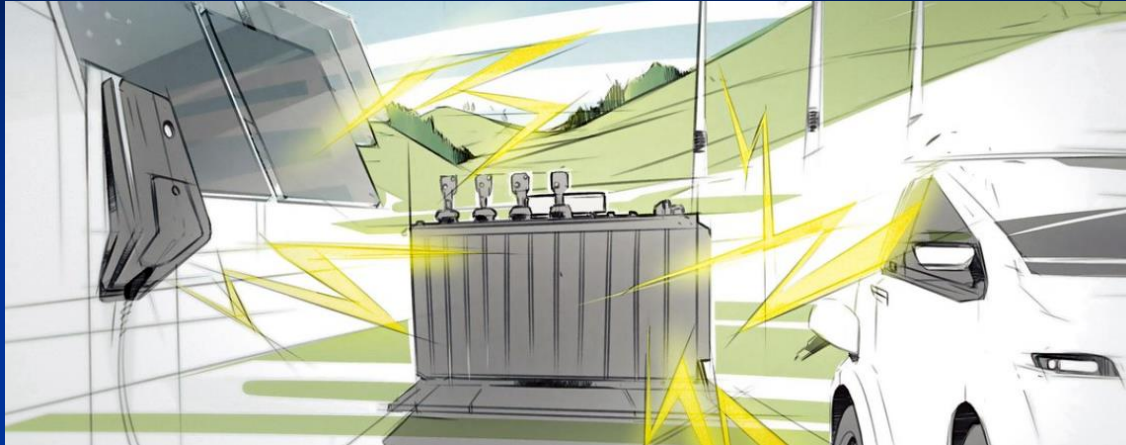
Fuente: CG Power Systems



Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Regulación de voltaje en carga en transformadores de distribución (VRDT)



Un mundo totalmente electrificado y al mismo tiempo preocupado por el clima solo es posible si las redes de distribución se actualizan masivamente.

Los transformadores VRDT son la solución.

Recordamos que los transformadores de distribución hasta ahora disponían de regulación de voltaje en vacío (sin carga)

Las redes de distribución con regulación en carga son el futuro debido:

1. La volatilidad continúa aumentando en todos los niveles de la red eléctrica

La alimentación volátil (cambia o varía con facilidad y de forma poco previsible) de grandes parques eólicos y solares impone cargas variables en las redes de alta y media tensión.

Esto también tiene consecuencias para las redes locales, que están convencionalmente conectadas rígidamente al nivel de red superior respectivo.

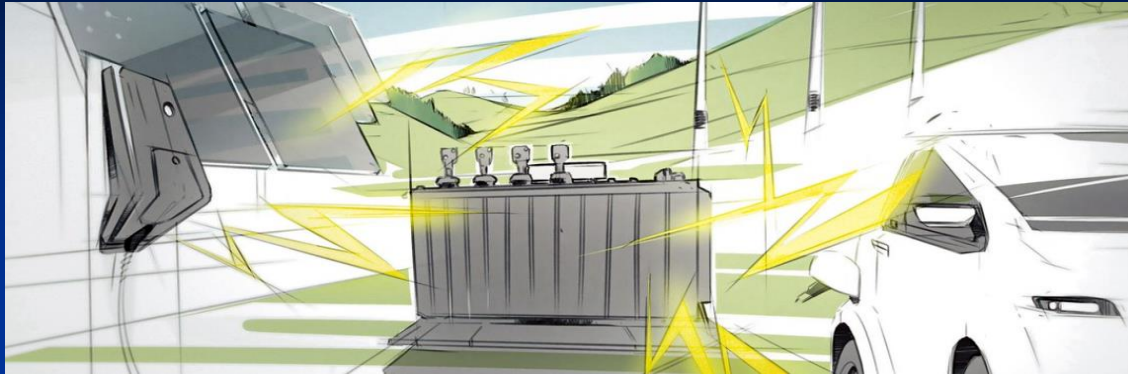
Si existen fluctuaciones en ese nivel de la red superior, el alcance de la red local, que comparte banda de variación de voltaje disponible de $\pm 10\%$ con la red de aguas arriba, también se reduce.

Los VRDT desacoplan el nivel de media tensión del nivel de baja tensión, por lo que la banda de tensión ya no tiene que subdividirse, sino que está disponible para cada nivel de tensión

Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Regulación de voltaje en carga en transformadores de distribución (VRDT). Continuación



2. La descentralización del suministro energético avanza

Los grandes parques eólicos en tierra y en el mar, así como los parques solares a gran escala, por sí solos no pueden hacer el trabajo. Por un lado, no hay suficiente espacio en países densamente poblados y, por otro lado, existe un problema con el impacto a gran escala en el paisaje.

La solución son los pequeños productores locales que también son consumidores (paneles solares en fachadas de viviendas, centros comerciales, entre otros.), pero sin VRDT se tendrían que tender nuevas líneas, pero con VRDT, la capacidad de absorción de las redes de distribución se puede aumentar en factor de dos a cuatro sin expansión de la red.

3. Nuevos consumidores se involucran en las redes de distribución

La cantidad de vehículos eléctricos aún es manejable, pero está creciendo rápidamente. Cuando se recarguen las baterías en casa por la noche, el consumo se disparará. Como resultado, el voltaje ya bajo en la noche cae adicionalmente.

Otra tecnología clave en la transición energética conlleva una carga adicional: las bombas de calor

Los VRDT también ayudan a garantizar que el voltaje no caiga por debajo de los valores permitidos a pesar del aumento de la carga

4. La complejidad de las redes está aumentando y con ella la necesidad de soluciones digitales

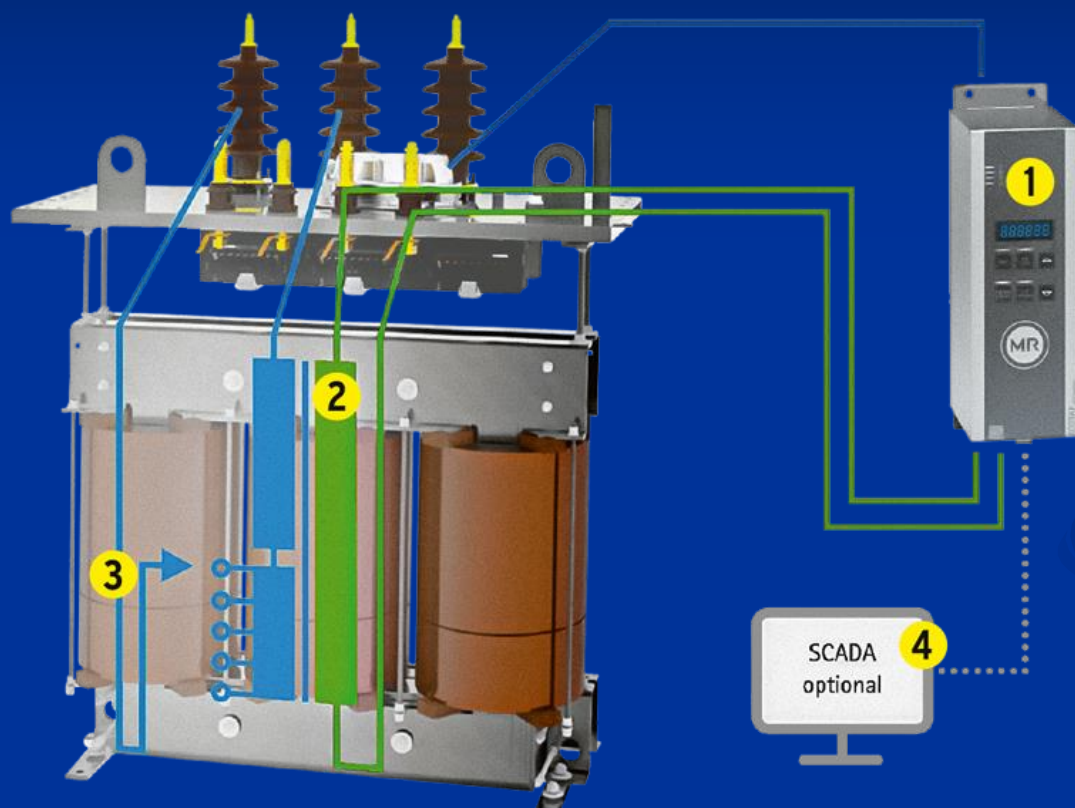
La red de alta tensión se monitoriza y controla. No ocurre lo mismo con las redes de distribución locales. Dado que existen nuevos alimentadores y consumidores, esta red local se debe volverse inteligente y los sensores deben recopilar datos sobre el estado operativo. Los VRDT conectados digitalmente, brindan información valiosa sobre el estado y además el operador puede influir activamente en lo que suceda en la red.

Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Funcionamiento de un VRDT

Fuente: Reinhausen



Los nuevos proveedores de energía, como los sistemas fotovoltaicos en los techos, provocan aumentos de voltaje en las redes locales. Las nuevas cargas, como las provocadas por la movilidad eléctrica, provocan caídas de tensión adicionales.

Las redes de media tensión y baja tensión están rígidamente acopladas a través de transformadores de distribución, la opción más común en el pasado era ampliar la red.

Con la utilización de VRDT se puede aumentar la capacidad sin necesidad de reforzar la red de cable.

Funcionamiento:

La unidad de control y regulación (1) mide continuamente la tensión secundaria (2) y envía automáticamente una señal al cambiador de tomas en carga cuando necesita cambiar la relación de transformación (3).

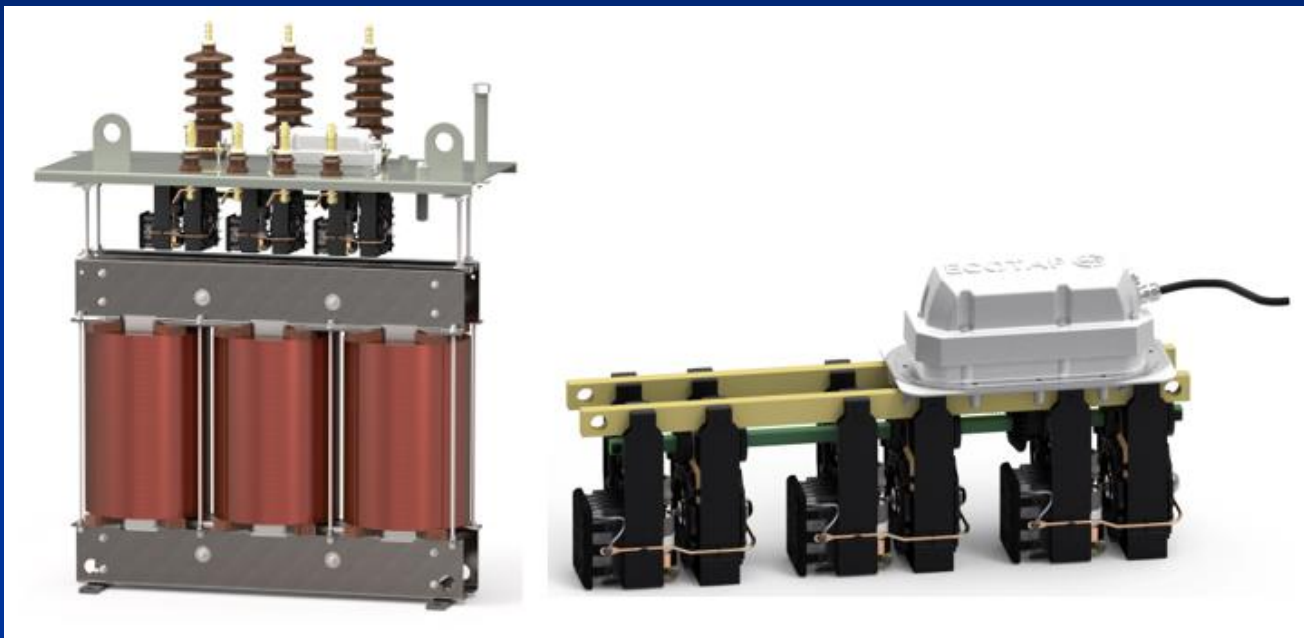
La unidad de control y regulación también se puede conectar con un sistema SCADA (4) para admitir esquemas de control de voltaje más sofisticados.

Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Regulador de tensión en carga ECOTAP VPD

Fuente: Reinhausen



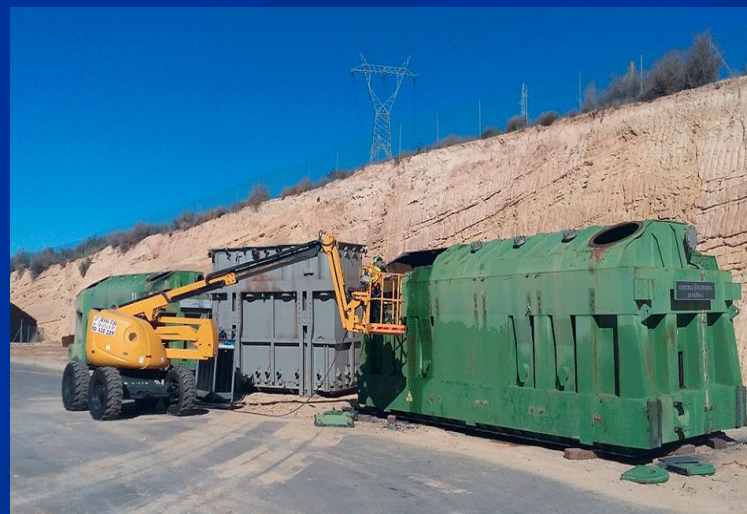
El regulador de tensión en carga para transformadores de distribución ECOTAP VPD dispone de tecnología de vacío

Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Desmantelamiento y sustitución de dos transformadores de potencia

Fuente: Ditecsa



Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Desmantelamiento y sustitución de dos transformadores de potencia (continuación)

Fuente: Ditecsa



Bloque: Instalaciones de AT
Unidad: Transformadores
Elementos: Ensayos
Fuente: Transformadores Jara

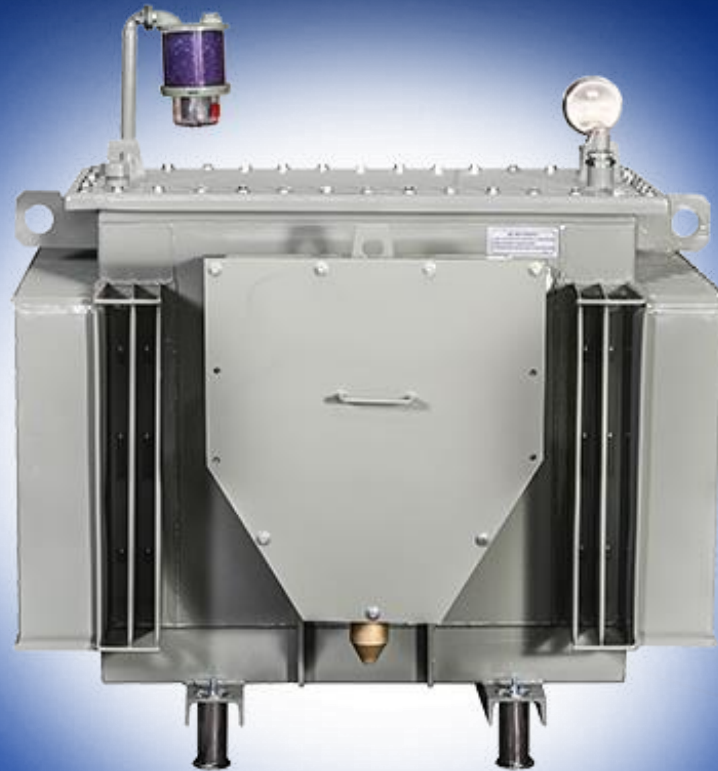


Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Transformador de tipo especial

Fuente: TIMSAN



Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Mini transformadores de muestra

Fuente: ATS Trafo

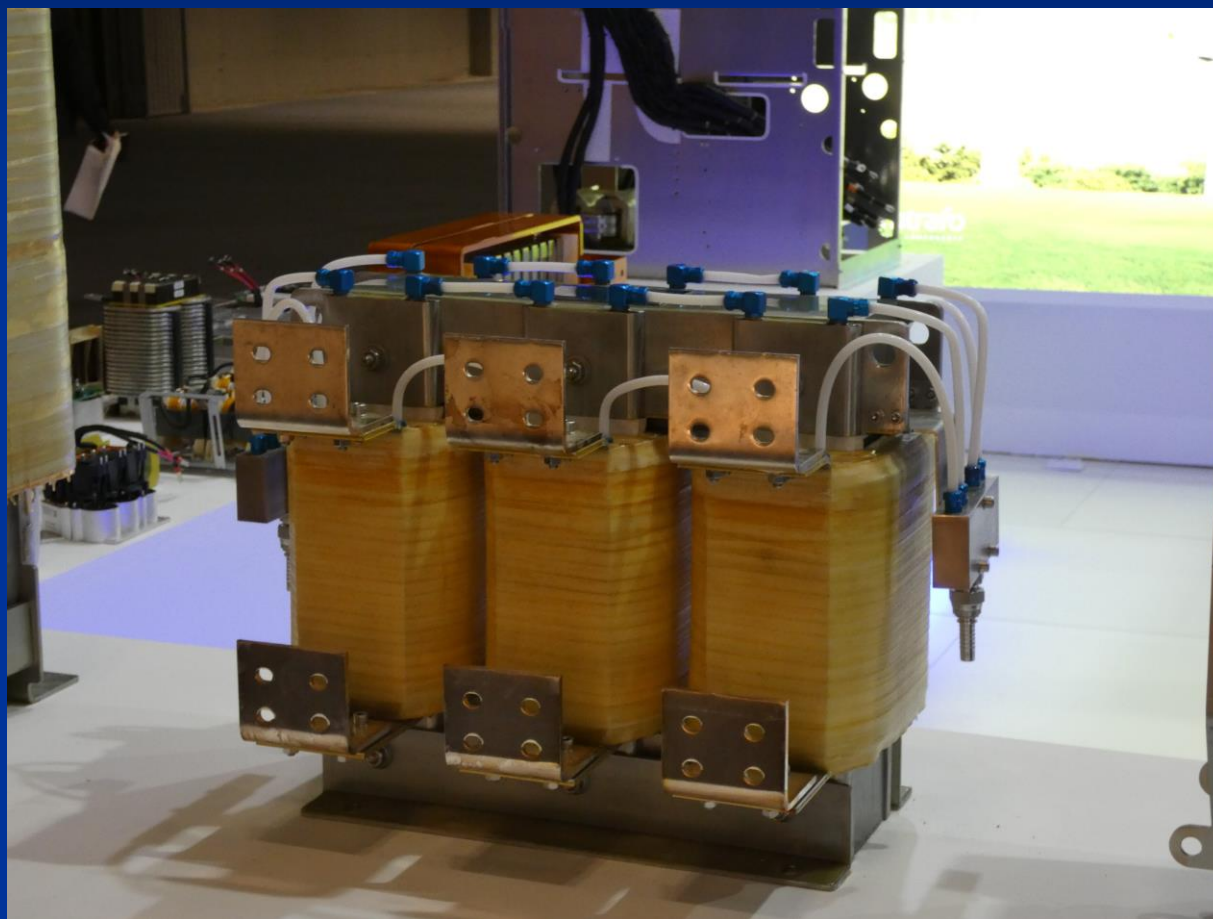


Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Transformador refrigerado por agua

Fuente: Contrafo



Bloque: Instalaciones de AT

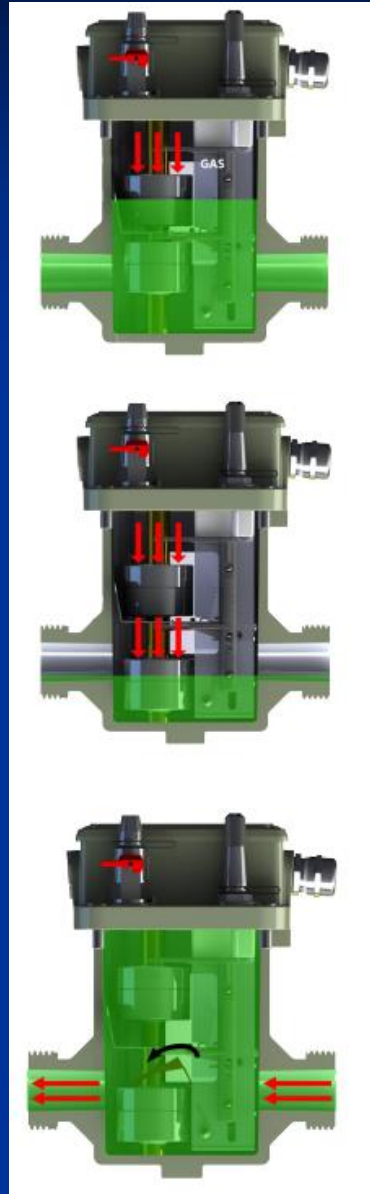
Unidad: Transformadores

Elementos: Transformadores de muestra

Fuente: Elsan Transformer



Bloque: Instalaciones de AT
Unidad: Transformadores
Elementos: Rele Buchholz MBP
Fuente: Elsan Transformer



En caso de acumulación de gas

En caso de descenso del nivel de aceite

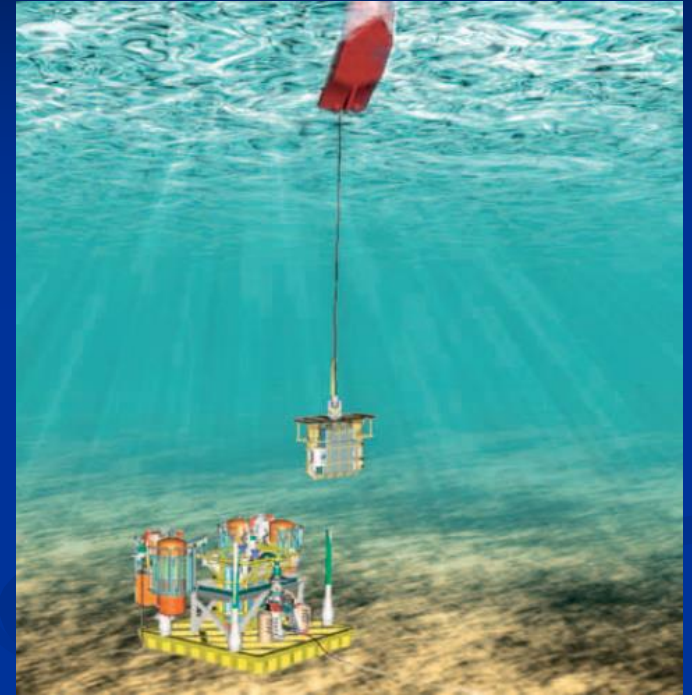
En caso de aumento del caudal
del líquido aislante

Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Transformadores submarinos

Fuente: ABB



En la actualidad, las instalaciones de producción de hidrocarburos en alta mar suelen depender de la energía generada localmente por turbinas de gas situadas en superficie, en una plataforma fija o flotante o bien en buques.

Para fines submarinos, la energía se transporta a los equipos a través de múltiples cables situados cerca de los aparatos que la precisan, como bombas y compresores, en el lecho marino.

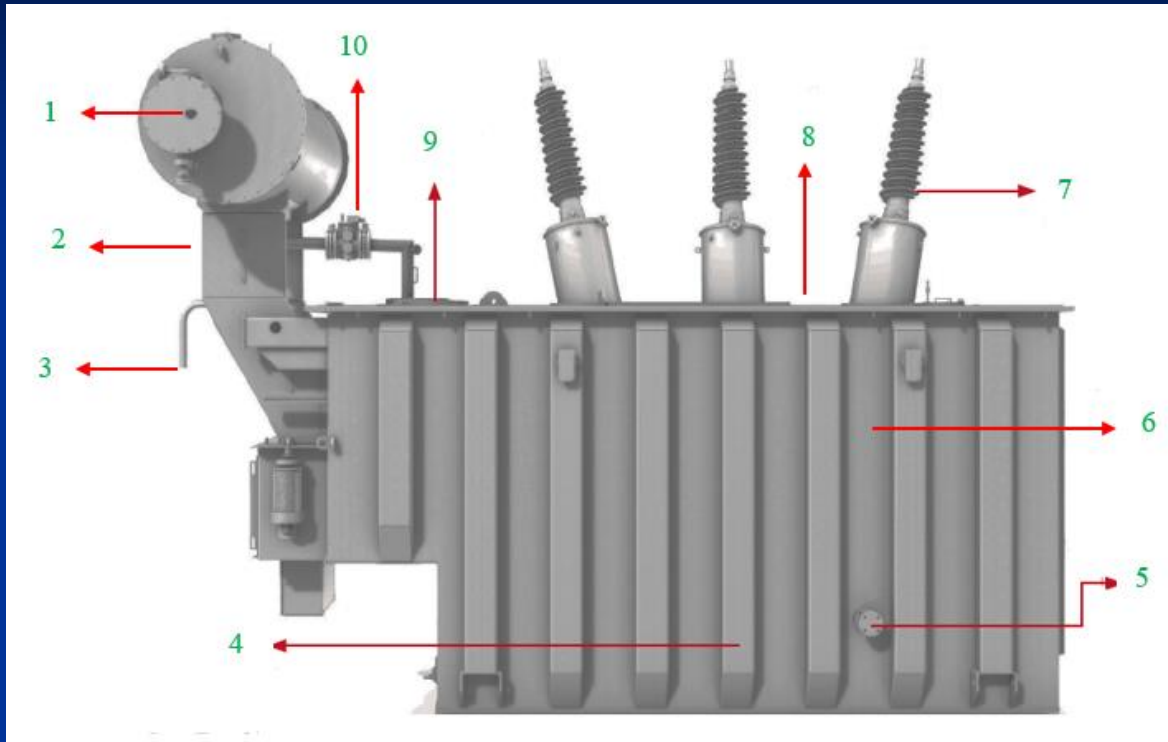
La capacidad de distribuir, transportar y convertir energía debajo de la superficie y a grandes distancias de manera fiable cambiaría las reglas del juego para la industria del petróleo y el gas. Al instalar estos sistemas de electrificación cerca del punto de carga, se reducen el espacio y el peso en las instalaciones de superficie, se reduce el tiempo de respuesta a los pozos, se reducen las demandas de suministro eléctrico y se mitigan las emisiones de gases de efecto invernadero.

Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Transformadores

Elementos: Digitalización de transformadores

Fuente: ABB



Las tras primeras fallas en transformadores se localizan en: bobinados, cambiadores de tomas y bujes

- 1 = Indicador de nivel de líquido
- 2 = Indicador de la temperatura del líquido
- 3 = Respirador auto deshidratante
- 4 = Plataforma de monitoreo
- 5 = Sensor de gases
- 6 = Indicador de la temperatura del devanado
- 7 = Monitoreo de bujes
- 8 = Dispositivo para liberar presión
- 9 = Monitoreo del cambiador de tomas
- 10 = Relé Buchholz

Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Reactancias

Elementos: Reactancia de arranque de un motor eléctrico de media tensión

Fuente: Ergun Elektrik

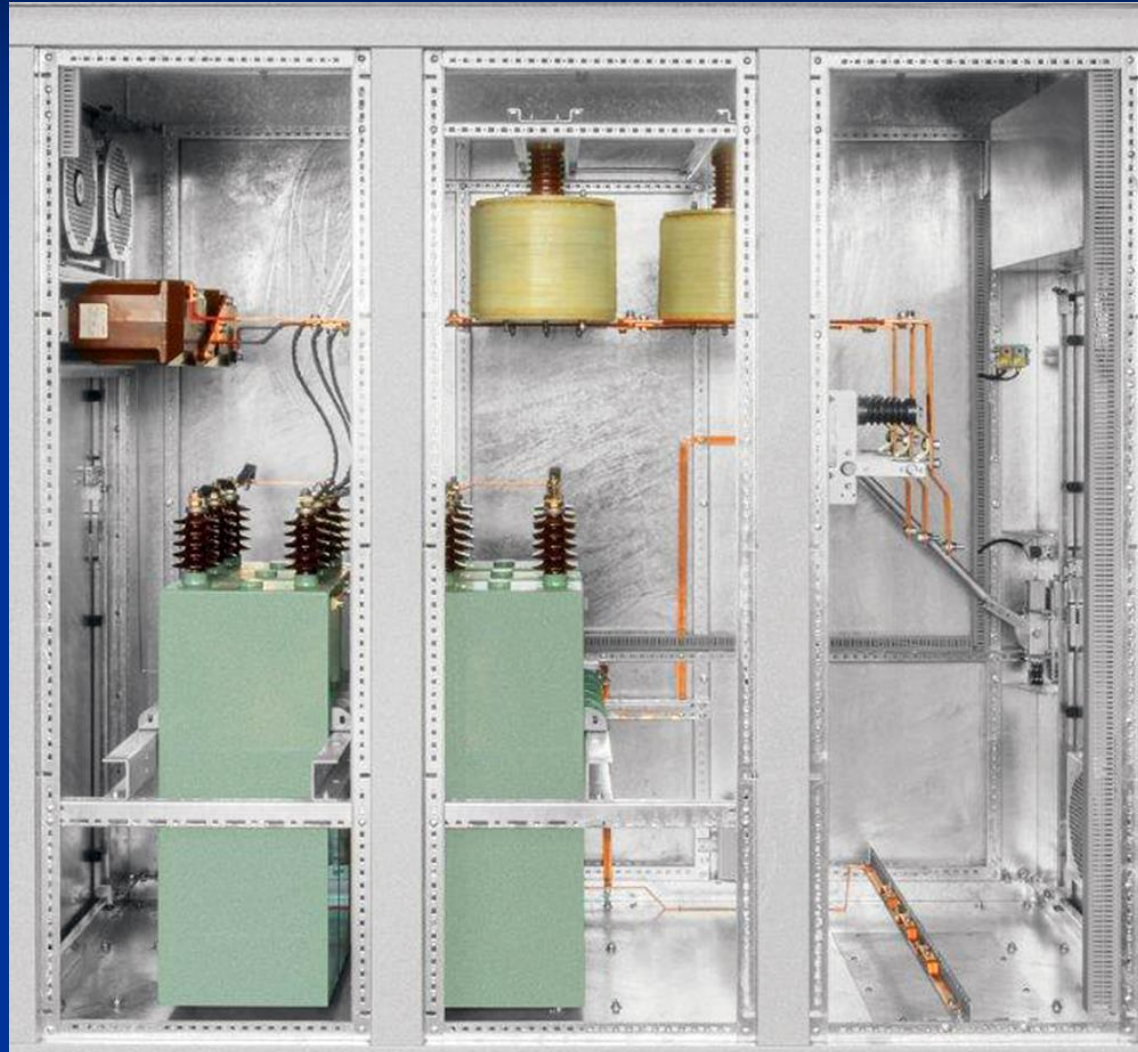


Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Condensadores

Elementos: Banco de condensadores de media tensión

Fuente: Ergun Elektrik



Bloque: Instalaciones de AT

Unidad: Resistencias

Elementos: Resistencia de puesta a tierra del neutro en alta tensión

Fuente: Ergun Elektrik

