

# SISTEMAS DE ENSAYOS AC PARA ENSAYOS EN FÁBRICA DE GIS/GIL

- Ensayo de tensión soportada AC
- Diagnóstico de PD
- Para GIS completos, componentes de GIS, bornes, transformadores de medida, etc.

# SISTEMAS DE ENSAYO AC PARA GIS/GIL



Fig. 1 Sistema de ensayo AC WPG 500/750 G (transformador aislado en SF<sub>6</sub>, izquierda) y WP 1000/500 G (transformador aislado en aceite, derecha)

## SISTEMAS DE ENSAYO DE GIS/GIL BASADOS EN TRANSFORMADOR

### APLICACIÓN

Los sistemas de ensayo de GIS de AT AC basados en transformador se utilizan principalmente para:

- Ensayos en fábrica de partes de GIS pequeñas completas, tales como separadores, electrodos, transformadores de medida, seccionadores, interruptores y sistemas GIS pequeños completos
- Ensayo en fábrica de tensión en GIS (el sistema de ensayo puede suministrarse con alimentación de potencia para frecuencias más elevadas)
- Ensayo de accesorios, por ejemplo: SF<sub>6</sub> respecto a bornas al aire o SF<sub>6</sub> en relación a bornas en aceite
- Investigación, desarrollo y educación

Los sistemas de ensayo pueden utilizarse como fuentes de tensión para medidas de PD. Se conectan directamente con el objeto a medir mediante una brida, de forma que tanto el equipo de ensayo como el equipo ensayado están totalmente encapsulados. Esto permite ahorro de espacio de la instalación de medida y sin necesidad de mantener una distancia de seguridad entre el equipo de ensayo o el objeto ensayado y paredes o techo.

### VENTAJAS

- BRIDADO DIRECTAMENTE AL OBJETO A ENSAYAR, TOTALMENTE AISLADO
- NIVEL DE MEDIDA PD < 2 PC
- FORMA DE ONDA TOTALMENTE SINUSOIDAL
- DISEÑO COMPLETO
- FRECUENCIA NOMINAL 50 Ó 60 HZ

### HECHOS, EN BREVE:

Los sistemas de ensayo basados en transformador operan exactamente a la frecuencia de la red, de forma que el tipo de tensión aplicada en el ensayo y en funcionamiento es exactamente la misma. Se ofrecen dos versiones:

- Sistemas del tipo WPG G con transformadores de tensión de AT aislados en SF<sub>6</sub> para cargas con capacidad hasta 2 ... 4 nF (dependiendo del nivel de la tensión de ensayo) y ciclos de funcionamiento hasta aprox. 1 hora por día (más que cualquier competidor)
- Sistemas tipo WP G con transformadores aislados en aceite para cargas mayores o ciclos de ensayo más largos

Los sistemas tipo WPG G son desarrollos nuevos diseñados para cargas capacitivas más grandes, así como ciclos de ensayo más largos de los que puede llevar a cabo con sistemas similares. La simulación de ensayos tipo extensivo (> 10 años) o funcionamiento duro incluyendo perforaciones frecuentes con sobretensiones transitorias muy rápidas (VFTO) ha llevado a asegurar un funcionamiento seguro y fiable a largo plazo.

- DISEÑADOS PARA CICLOS DE ENSAYO MÁS LARGOS
- INSTALACIÓN FÁCIL Y RÁPIDA DEL ENSAYO
- BAJAS PÉRDIDAS, BAJA EMISIÓN DE RUIDO
- LIBRE DE MANTENIMIENTO

## DOS ELECCIONES DIFERENTES

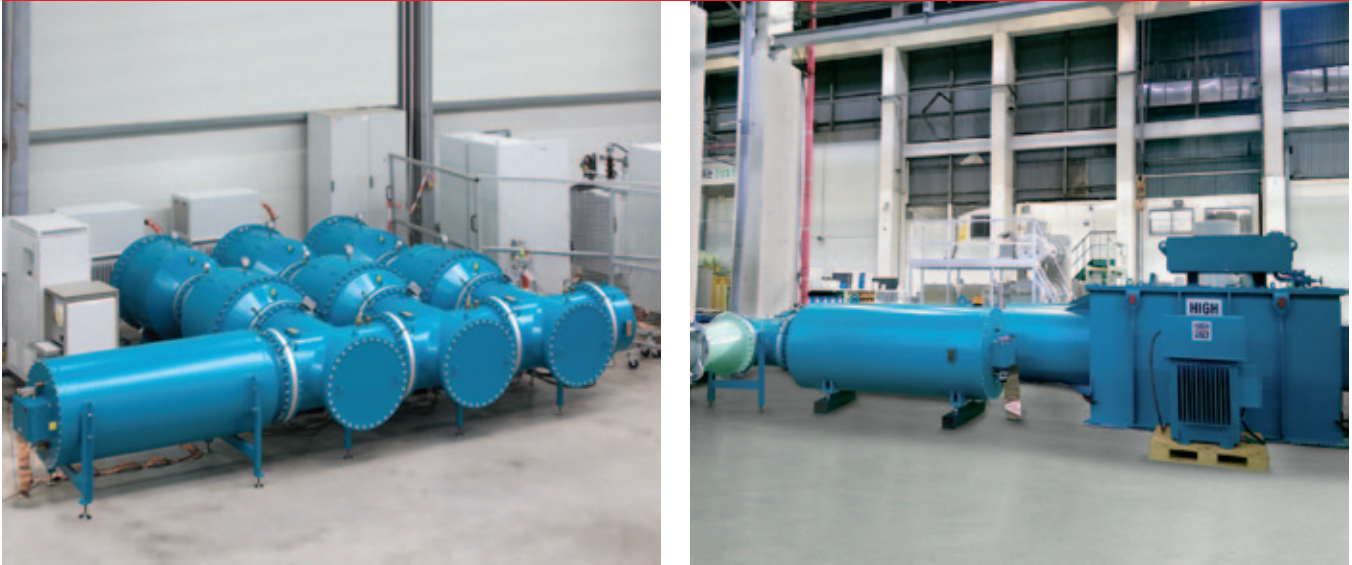


Fig. 10 Sistema de ensayo AC WRVG 5.7/750 G (reactores aislados en gas, izquierda) y WRV 6/750 G (reactor aislado en aceite, derecha)

## ENSAYO GIS/GIL CON SISTEMAS DE ENSAYO RESONANTE

### APLICACIÓN

Los sistemas de ensayo resonante a frecuencia variable de AT AC se utilizan principalmente para:

- Ensayo en fábrica de grandes GIS completas
- Ensayo en fábrica de componentes para GIS, como aisladores, electrodos, etc.
- Ensayo en fábrica de transformadores de tensión y de corriente para usar en las GIS, especialmente si se precisan frecuencias mayores para prevenir la saturación del núcleo
- Ensayo de accesorios, p.e. SF<sub>6</sub> al aire o SF<sub>6</sub> a bormas de aceite
- Investigación, desarrollo y educación

Dependiendo de los ciclos de trabajo requeridos se puede escoger entre el sistema de aislamiento en aceite (WRV G) o bien en SF<sub>6</sub> (WRVG G).

Las medidas de PD y diagnóstico son posibles de forma conveniente para ambos sistemas.

### HECHOS EN BREVE

El sistema de ensayo resonante AC con frecuencia variable, tipo WRVG G y WRV G son una alternativa a los sistemas de ensayo basados en transformador. Están bridados directamente al objeto de ensayo por lo que el sistema de ensayo y el objeto están completamente encapsulados para ahorrar espacio en el montaje del ensayo. Las distancias de seguridad entre el sistema de ensayo el objeto de ensayo y las paredes y techo no son necesarias debido a la carcasa GIS puesta a tierra.

El principal componente del sistema es un reactor de AT que puede estar aislado en SF<sub>6</sub> (sistema WRVG G) para ciclos de ensayo cortos, o aislado en aceite (sistema WRV G) para ciclos de ensayo más largos o con más ensayos por día

La frecuencia de ensayo de los sistemas resonantes está determinado por la inductancia del sistema de ensayo, la capacidad del objeto de ensayo y el sistema de ensayo. Seleccionando una inductancia apropiada y una capacidad del sistema de ensayo la frecuencia de ensayo se puede mantener en el rango de 45 a 65 Hz requerida por las normas IEC. Son posibles mayores frecuencias para ensayar transformadores de medida.

### VENTAJAS

- CONECTADO MEDIANTE BRIDA DIRECTAMENTE AL OBJETO DE ENSAYO, COMPLEMENTE APANTALLADO
- NIVEL DE RUIDO DE PD < 2 PC
- FORMA DE ONDA PURAMENTE SINOSOIDAL
- DISEÑO COMPACTO

- RANGO DE FRECUENCIA 45 A 65 HZ
- GRAN POTENCIA, CARGAS GRANDES
- FÁCIL Y RÁPIDO DE CONFIGURAR
- PERDIDAS PEQUEÑAS, EMISIÓN DE RUIDO BAJO
- LIBRE DE MANTENIMIENTO

# EQUIPOS DE ENSAYO DE GIS/GIL BASADOS EN TRANSFORMADOR

## DETALLES TÉCNICOS

En los sistemas basados en transformador, la frecuencia de ensayo es independiente de la capacidad del ensayo. Viene determinada por la frecuencia de la fuente de alimentación, por lo que normalmente es de 50 ó 60 Hz, a menos que se suministre un convertidor de frecuencia para ensayos a otras frecuencias. Los sistemas de ensayo basados en transformadores aislados en aceite están diseñados principalmente para un ciclo de ensayo continuo, que los hace especialmente adecuados para ensayos de rutina que forman parte del proceso de fabricación de los componentes de la GIS.

Los transformadores aislados en SF<sub>6</sub> se han desarrollado como una alternativa más ligera en peso a los equipos basados en transformadores aislados en aceite.

Están diseñados de forma especial para un rango de cargas extendidas y un ciclo de ensayo más largo comparados con otros equipos similares. Además, están equipados de un sistema de monitorización de la temperatura de los devanados. En contraste con los del ciclo de ensayo fijo (p.e 15 minutos ON/por día) este sistema permite arrancar otro ensayo tan pronto como la temperatura del devanado haya descendido lo suficiente y por tanto permitiendo de este modo más ensayos por día para mejorar la utilización del sistema.

## EJEMPLOS: PARÁMETROS Y DIAGRAMAS DE CARGA

Tabla 1 Equipos de ensayo basados en transformador estándar

Equipo	Tensión nominal [kV]	Corriente nominal [A]	Máx. capacidad al valor nominal de la tensión a 50 Hz [nF]	Ciclo de trabajo a la corriente nominal
Con transformador aislado en SF <sub>6</sub>				
WPG 250/510 G	510	0.49	2.9	Flexible <sup>1</sup>
WPG 500/750 G	750	0.67	2.6	Flexible <sup>1</sup>
WPG 800/1050 G	1050	0.76	2.0	Flexible <sup>1</sup>
Con transformador aislado en aceite				
WP 800/400 G	400	2	15.6	1 h ON – 1 h OFF; 3 x por día
WP 1000/500 G	500	2	12.7	1 h ON – 1 h OFF; 3 x por día
WP 1200/600 G	600	2	10.6	1 h ON – 1 h OFF; 3 x por día
WP 2000/800 G	800	2.5	10.9	1 h ON – 1 h OFF; 3 x por día

1) Un ciclo de trabajo fijo siempre se calcula para el peor caso. La monitorización on line permite más ensayos, así que la temperatura baje lo suficiente. Mínimo 3 x 15 minutos ON por día a potencia nominal, 40 °C/104 °F ambiente y 25 °C/ 77 °F temperatura media diaria garantizada.

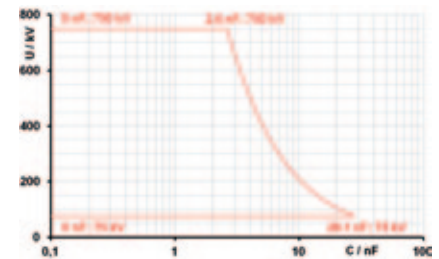


Fig. 2 WPG 500/750G (ejemplo)

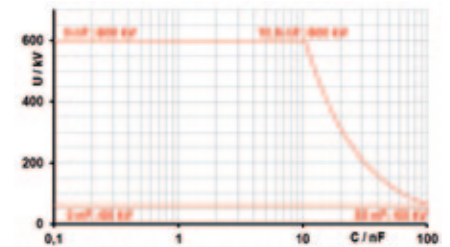


Fig. 3 WPG 1200/600 G (ejemplo)

## VENTAJAS

### SISTEMAS DE ENSAYO AISLADOS EN SF<sub>6</sub>, WPG G

- CAPACIDAD DE ENSAYO MAYOR
- MÁS ENSAYOS POR DÍA:  
MONITORIZACIÓN DE LA TEMPERATURA EN LÍNEA:  
→ ARRANQUE MÁS TEMPRANO DEL SIGUIENTE ENSAYO  
→ UTILIZACIÓN ÓPTIMA DEL SISTEMA
- DIVISOR DE TENSIÓN INCORPORADO

- ADECUADO PARA USO IN SITU
- VALORES NOMINALES DE TENSIÓN ADAPTADOS A NIVELES DE TENSIÓN DE ENSAYO TÍPICOS
- FUNCIONAMIENTO FIABLE A LARGO PLAZO POR SIMULACIÓN DE ENSAYOS TIPO (> 10 AÑOS DE CICLO DE FUNCIONAMIENTO DURO, INCLUYENDO PERFORACIONES FRECUENTES DEL OBJETO ENSAYADO)

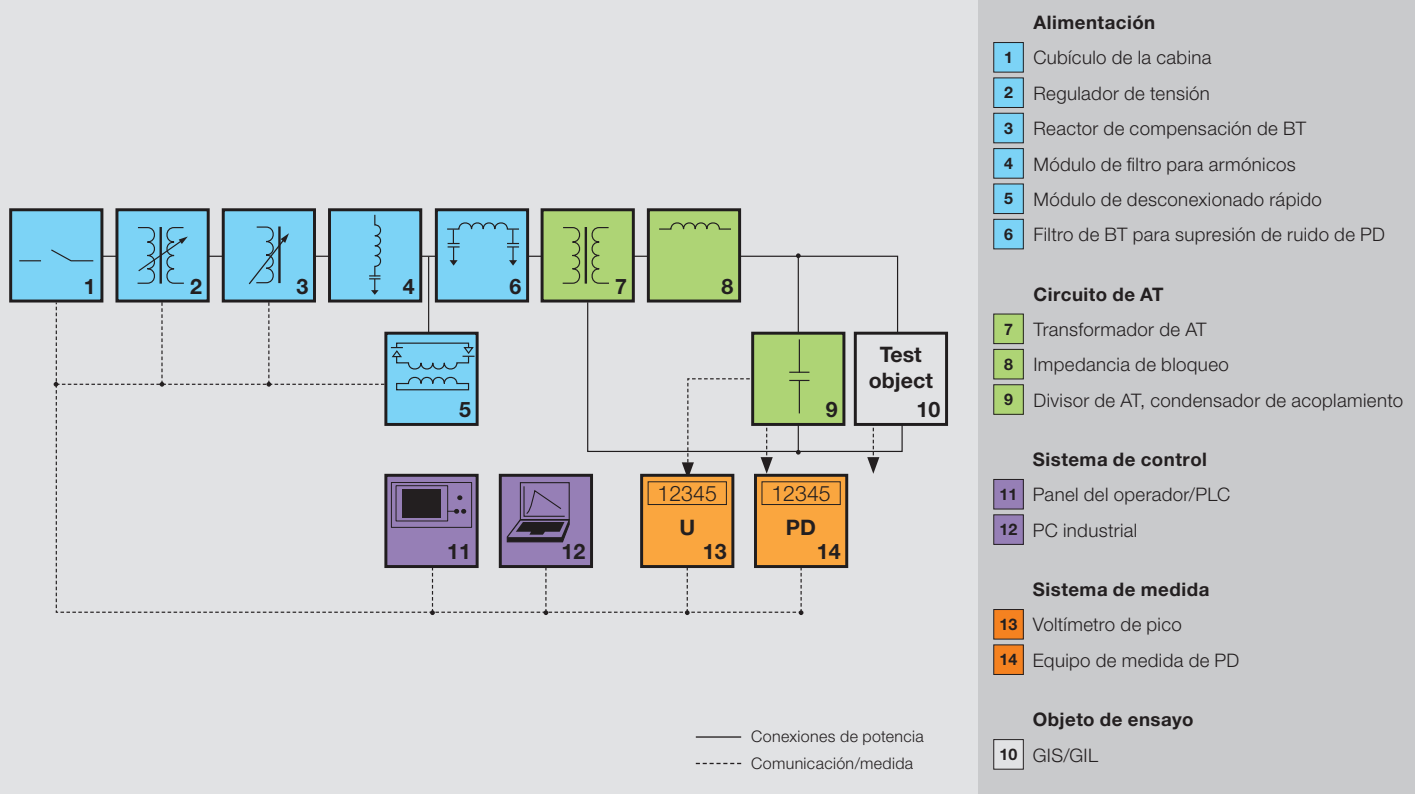


Fig. 4 Diagrama de bloques de un ensayo AC de una GIS con un sistema de ensayo basado en transformador.

## SISTEMAS Y COMPONENTES

El transformador de AT (ver figura 4, ítem 7) se alimenta a través de la cabina (1) y el transformador de regulación de tensión (2). Para reducir la corriente de la carga, principalmente capacitiva del objeto ensayado, pueden suministrarse reactancias de compensación en el lado de la baja tensión (3).

Se pueden colocar varios filtros y elementos de protección en el lado de baja tensión para garantizar la forma de tensión sinusoidal, utilizando filtros para armónicos (4).

Si el Sistema está pensado para ser utilizado para la medida de PD es muy útil la aplicación de un filtro pasa-bajo (6) para la supresión de las señales de ruido provenientes de la alimentación. En caso de perforación del objeto de ensayo el flujo de energía y los transitorios de las sobretensiones del circuito se pueden eliminar mediante el módulo de desconexión rápida (5).

### SISTEMA DE ENSAYO AISLADO EN ACEITE WP G

- CICLO DE ENSAYO CONTINUO – EL MÁS INDICADO PARA ENSAYOS EN PRODUCCIÓN CONTINUA
- LOS MAS ALTOS RANGOS DE POTENCIA
- PREVISIONES DE SOBRECARGA

Los componentes del circuito de alta tensión están todos completamente encapsulados y compactados, para evitar la necesidad de mantener distancias de seguridad así como desacoplar las señales de ruido de PD.

El divisor de tensión (9) y el voltímetro de pico (13) sirven para medir la tensión.

Se puede utilizar una impedancia de bloqueo (8) para reducir más las señales de ruido eléctrico, cuando se miden descargas parciales en el objeto a ensayar. En este caso el divisor de tensión u otro condensador se pueden utilizar como condensador de acoplamiento.

El control y el sistema de medida HiCOS incluye al dispositivo de usuario (11) y/o un PC industrial (12) así como el voltímetro de pico (13) y el instrumento de medida de PD (14).

Se utilizan conexiones ópticas (Profibus o Ethernet) entre estos componentes así como los controladores lógicos programables (PLC) en el cubículo de la cabina (1).

El software de control integrado iCOS permite procedimientos de ensayo, medidas y análisis automatizados, el almacenaje de todos los datos de medida en una base de datos así como la generación de protocolos de ensayo automatizados. Esto permite la interacción con otros sistemas de ensayo y medida de HIGHVOLT en el campo de ensayo así como una combinación de sus datos medidos.



# SISTEMAS DE ENSAYO RESONANTE DE FRECUENCIA VARIABLE

## DATOS TÉCNICOS

Los sistemas estándar de ensayo tipo WRVG G con reactores aislados en SF<sub>6</sub> se suministran hasta 750 kV y 5.7 A. A los parámetros nominales estos sistemas de ensayo tienen un ciclo de trabajo de 15 min ON por día a la potencia nominal [ver *tabla 2*], que se puede extender para cargas de ensayo menores. Cada reactor suministra hasta 1.9 A; para mayores corrientes se pueden conectar en paralelo varios reactores.

Los sistemas de ensayo tipo WRV G con reactores aislados en aceite permiten también una tensión de ensayo máxima de hasta 750 kV. El ciclo de trabajo es mucho mayor debido a las excelentes capacidades de enfriamiento del aceite aislante, ver *tabla abajo*.

La frecuencia de ensayo depende de las capacidades involucradas.

Típicamente son las del objeto de ensayo, divisor de tensión y condensador de acoplamiento, si está incluido en el sistema.

La frecuencia se tiene que mantener entre 45 y 65 Hz para ensayos de GIS en fábrica según la IEC 60694, 62271-203 y 60060-3. Si, debido a la baja capacidad del objeto de ensayo la frecuencia pasa a ser muy alta se puede conectar en paralelo un condensador adicional.

Sin embargo también es posible ensayar a frecuencias entre 100 Hz y 200 Hz necesarias para ensayos de transformadores de tensión.

## EJEMPLOS: PARÁMETROS Y DIAGRAMAS DE CARGA

Tabla 2 Sistemas estándar de ensayo resonante a frecuencia variable

Sistema de ensayo	Tensión nominal [kV]	Corriente nominal [A]	Capacidad máx. a la tensión nominal [nF]	Ciclo de trabajo a la corriente nominal
Con reactor aislado en SF <sub>6</sub>				
WRVG 1.5/460 G	460	1.5	7.7	17 min ON por día
WRVG 1.5/680 G	680	1.5	3.5	17 min ON por día
WRVG 1.9/750 G	750	1.9	8.9	17 min ON por día
WRVG 5.7/750 G	750	5.7	23.7	17 min ON por día
Con reactor aislado en aceite				
WRV 2/500 G	500	2	12.7	1 h ON – 1 h OFF, 3 x por día
WRV 11/500 G	500	10.8	42.9	
WRV 6/750 G	750	6	25.5	1 h ON – 1 h OFF, 3 x por día

Frecuencia de ensayo dependiente de la capacidad de la carga total

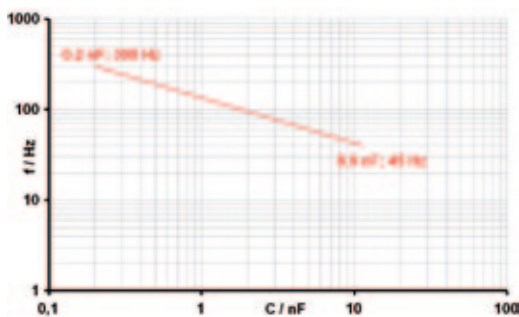


Fig. 5 de WRVG 1.9/750 (ejemplo)

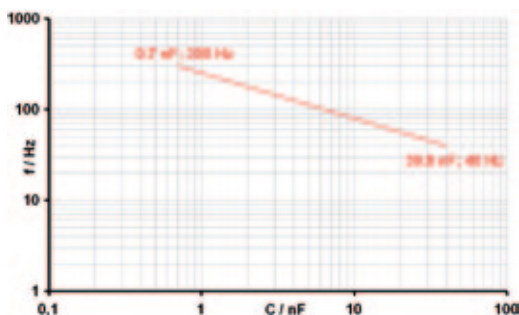


Fig. 7 de WRV 6/750 G (ejemplo)

Rango de operación del reactor de ensayo

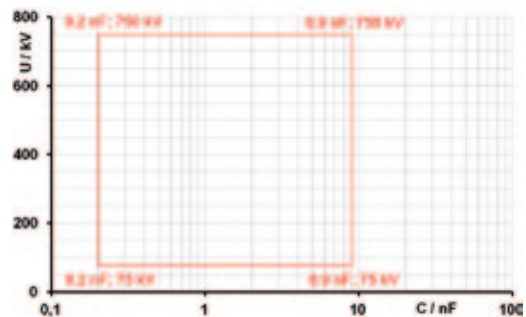


Fig. 6 de WRVG 1.9/750 (ejemplo)

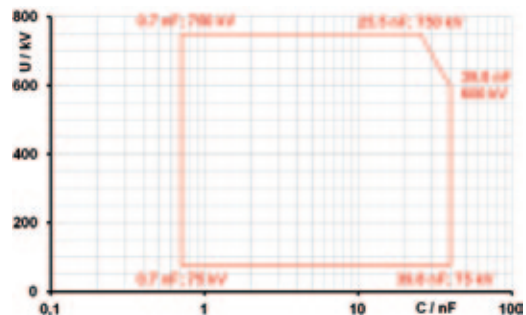
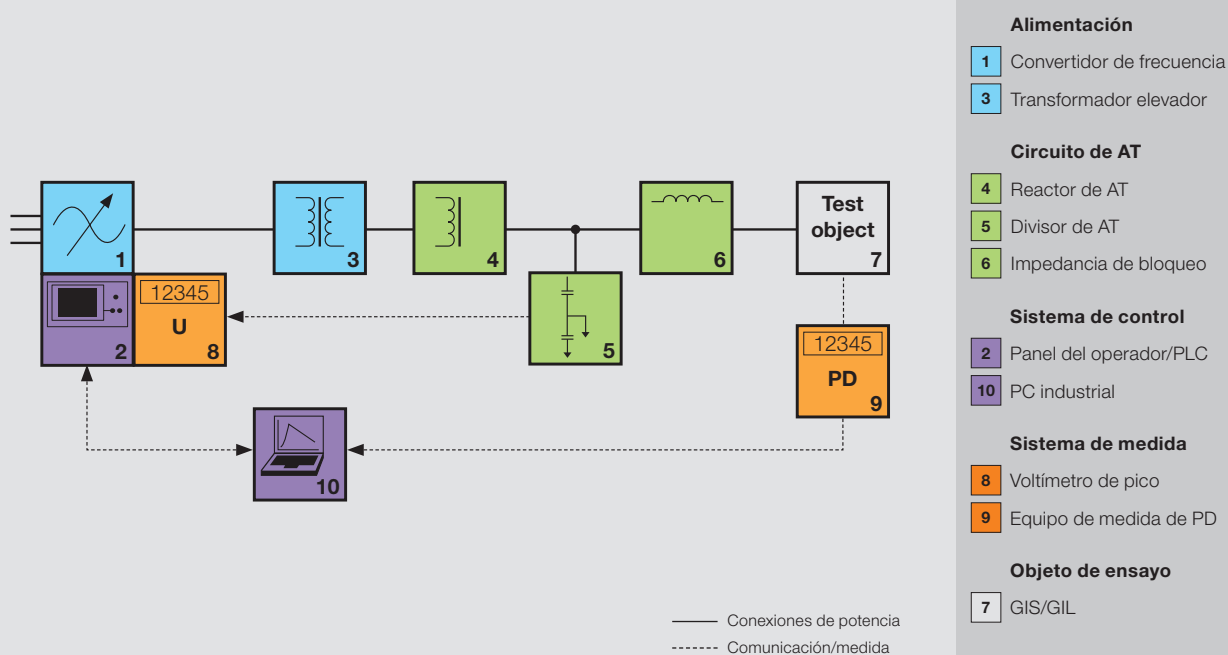


Fig. 8 de WRV 6/750 G (ejemplo)



## Alimentación

- 1 Convertidor de frecuencia
- 3 Transformador elevador

## Circuito de AT

- 4 Reactor de AT
- 5 Divisor de AT
- 6 Impedancia de bloqueo

## Sistema de control

- 2 Panel del operador/PLC
- 10 PC industrial

## Sistema de medida

- 8 Voltímetro de pico
- 9 Equipo de medida de PD

## Objeto de ensayo

- 7 GIS/GIL

Fig. 9 Diagrama de bloques de los ensayos AC de GIS con sistemas de ensayo resonante de frecuencia variable

## DATOS TÉCNICOS

Mediante el uso del principio de resonancia a frecuencia variable es posible disponer de sistemas de ensayo muy compactos con pocos componentes:

El sistema consiste principalmente en el módulo de control y alimentación, que contiene un convertidor de frecuencia estática (ver fig. 9, ítem 1) y el sistema de control básico HiCOS (2). El convertidor de frecuencia convierte la tensión de entrada trifásica en una tensión de salida monofásica con forma de onda rectangular. El sistema de control también integra el voltímetro de pico para la medida de tensión.

La frecuencia se ajusta automáticamente y exactamente a la frecuencia de resonancia del circuito resonante serie de AT formado por el reactor resonante (4) y el objeto de ensayo GIS/GIL (7). La tensión de ensayo se regula mediante la tensión de salida del inversor y la medida mediante un sistema de medida calibrado con voltímetro de pico en el sistema de control (8) y un divisor de medida de tensión (5).

El transformador de excitación (3) aísla el convertidor del circuito de ensayo e incrementa la tensión de salida del convertidor, dependiendo de la tensión de ensayo requerida y las pérdidas del circuito resonante serie de AT.

La impedancia de bloqueo (6) protege al reactor contra las sobretensiones de transitorios que se podrían generar en el circuito de ensayo de AT, en caso de un fallo del objeto bajo ensayo GIS/GIL.

El sistema de ensayo puede ser convenientemente controlado por nuestro sistema HiCOS que incluye un panel de usuario integrado en el control y un módulo de alimentación y un ordenador opcional (10) que permite realizar cómodamente ensayos complejos, registro de datos, almacenamiento y generación de protocolos de ensayo automatizados con el software iCOS.

Se pueden llevar a cabo medidas sensibles de PD en la GIS/GIL mediante un sistema de medida de PD (9). Son posibles las medidas convencionales, UHF así como medidas acústicas.

## VENTAJAS

### SISTEMA AISLADO EN SF<sub>6</sub> – WRVG G

- DISEÑO ULTRACOMPACTO
- PESO LIGERO
- FACIL DE MANEJAR Y ELEVAR PARA EMBRIDARLO EN GIS COMPLETOS

### SISTEMA AISLADO EN ACEITE – WRV G

- DISEÑADO PARA GRANDES CARGAS
- CICLOS DE TRABAJO LARGOS
- DISEÑO COMPACTO

# SISTEMAS DE ENSAYO AC PARA GIS/GIL

## ¿QUÉ SISTEMA PARA QUÉ ENSAYO?

La tabla a continuación contiene nuestra recomendación de sistemas para cada aplicación.

Principio de operación	Basado en transformador		Resonancia a frecuencia variable	
	gas SF <sub>6</sub>	aceite	gas SF <sub>6</sub>	aceite
Medio aislante				
Modelo	Tipo WPG G	Tipo WP G	Tipo WRVG G	Tipo WRV G
Grandes GIS completas	Potencia muy baja	✓	✓✓	✓✓
Pequeñas GIS completas	✓	✓✓	✓✓	✓✓
Componentes GIS (alguno por día, p.e. ensayo tipo)	✓✓	✓	✓✓	✓
Componentes GIS (ensayos de rutina de producción, muchos por día)	Ciclo de trabajo muy corto	✓✓	Ciclo de trabajo muy corto	✓✓
Ensayos de lluvia y polución en SF <sub>6</sub> a bornes aéreos	✓✓	✓✓	Pérdidas demasiado altas en el objeto ensayado	
Ensayos de transformador de tensión inductivo <sup>1)</sup>	Dependiendo del diseño del TT		✓✓	✓✓
Ensayo de transformador de tensión capacitivo	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓
Calibración de transformadores de medida a frecuencia nominal	✓✓	✓✓	Frecuencia no fijada	
Medida y diagnóstico de PD	Posible	Posible	Posible	Posible

1) Ensayos de transformadores de tensión inductivos precisan mayores frecuencias de ensayo para evitar la saturación del núcleo del TT.

- ✓ posible ensayo con este sistema
- ✓✓ sistema de ensayo idealmente recomendado para este ensayo

Para más información ponerse en contacto con:

**HIGHVOLT Prüftechnik Dresden GmbH**  
 Marie-Curie-Straße 10  
 01139 Dresden  
 Germany

Phone +49 351 8425-700  
 Fax +49 351 8425-679  
 E-mail sales@highvolt.de  
 Web www.highvolt.de