



Rubén González, PMM Transmission GIS Switzerland, Santiago de Chile 14.04.2015

# Gas Insulated Switchgear (GIS)

## Visión tecnológica hacia tecnología GIS

# Transmission GIS – Jornadas Técnicas

## Contenido

- GIS Alrededor del mundo
- GIS Descripción general y beneficios
  - Aplicaciones y ejemplos
- Tópicos técnicos específicos de la GIS
  - Transferencia de barra
  - Compartimentación de gas
- GIS Portafolio de productos
  - Productos específicos para Chile

# ABB Primera GIS del mundo UW Sempersteig 170kV GIS (1967)





# Gas Insulated Switchgear (GIS)

## GIS Descripción general y beneficios

# GIS - Gas Insulated Switchgear

## Descripción general

Precio ↑

### LTB

- Interruptor



### DTB

- Interruptor
- Transf. de corriente



### Mód. híbridos

- Interruptor
- Transformador Corriente
- Transformador Tensión
- Seccionador
- Puesta a tierra



### GIS

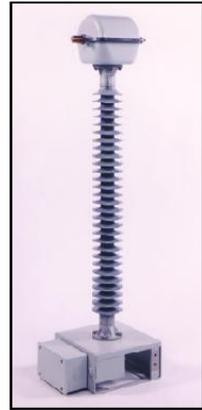
- Interruptor
- Transformador Corriente
- Transformador Tensión
- Seccionador
- Puesta a tierra
- Barras / GIBs



Integración de Funciones →

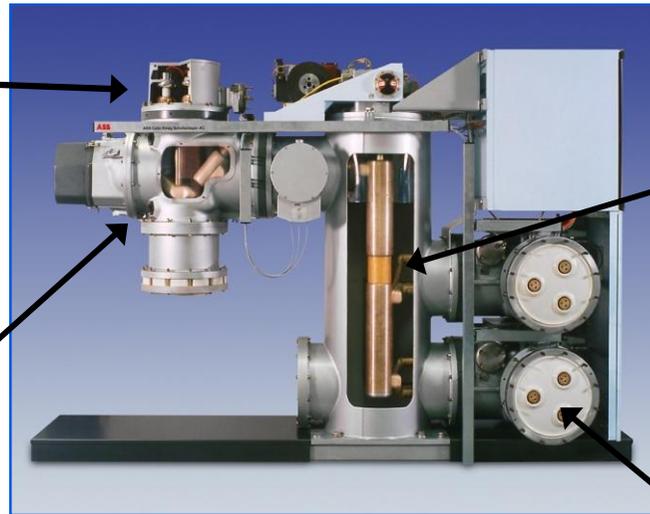
# ABB – GIS de alta tensión

## Integración de funciones



▪ Transformadores de medida

**GIS**



▪ Interruptor



▪ Seccionadores

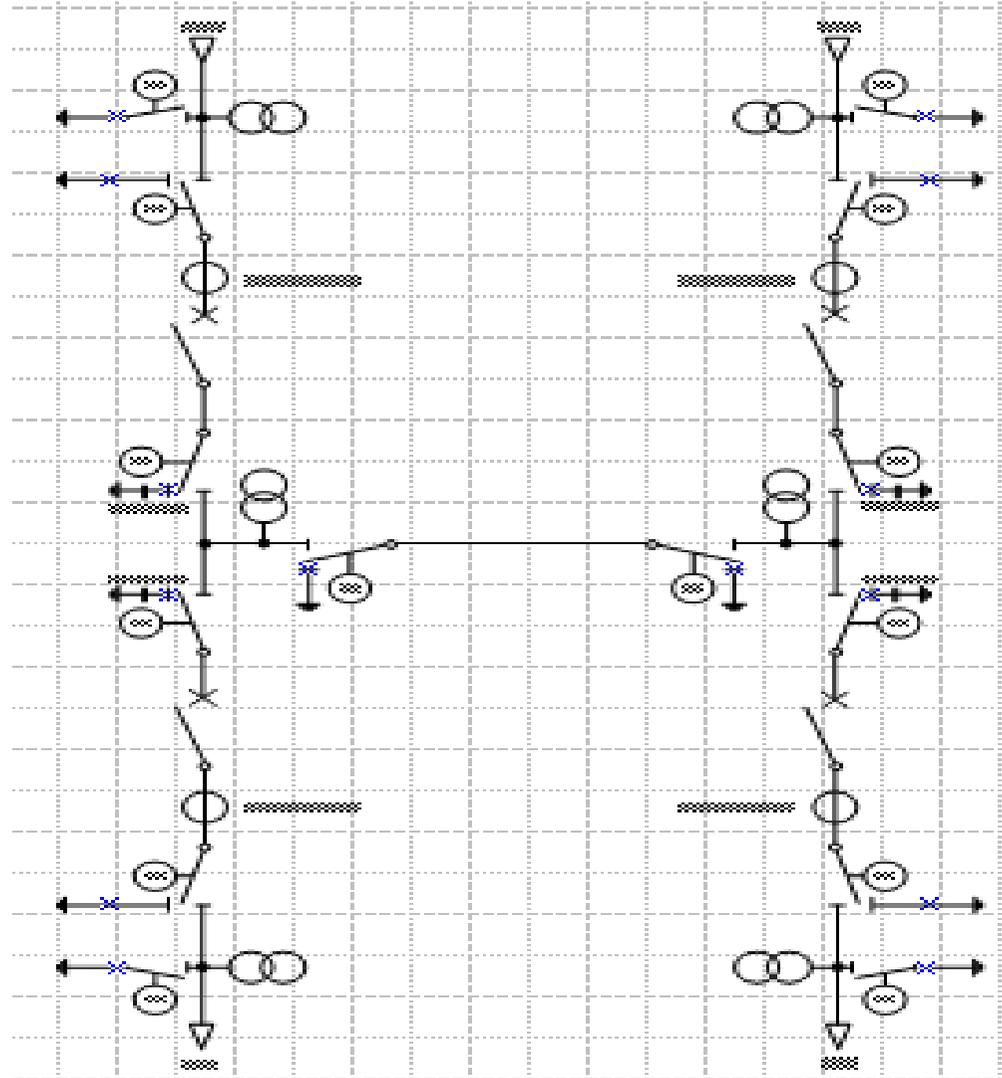
- Estructura Soporte
- Aisladores
- Cubículo de control
- Cableado de control
- Supervisión
- Pruebas en campo



▪ Barras

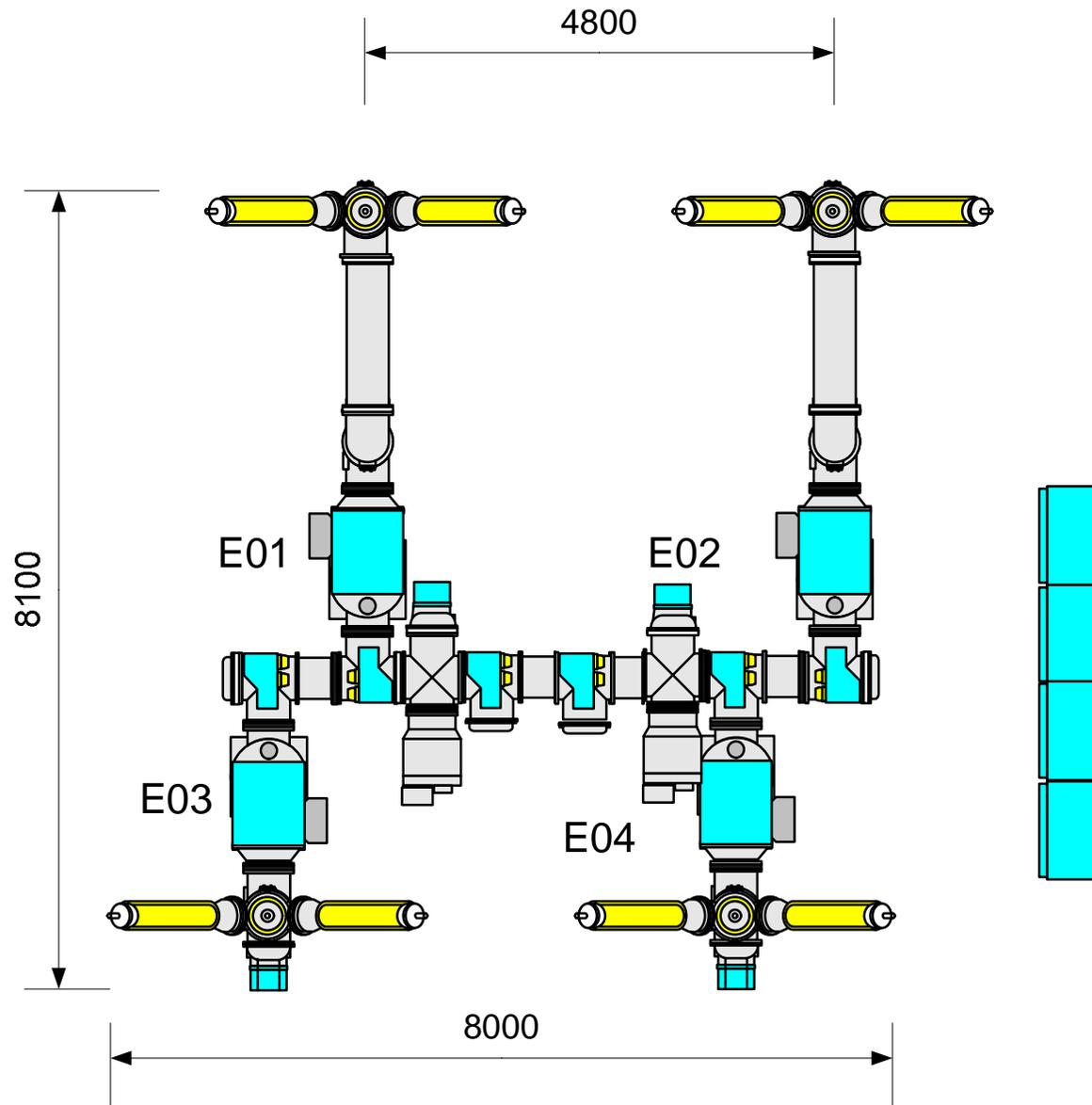
# Del unifilar a la configuration (1)

## Cómo se vería este unifilar?

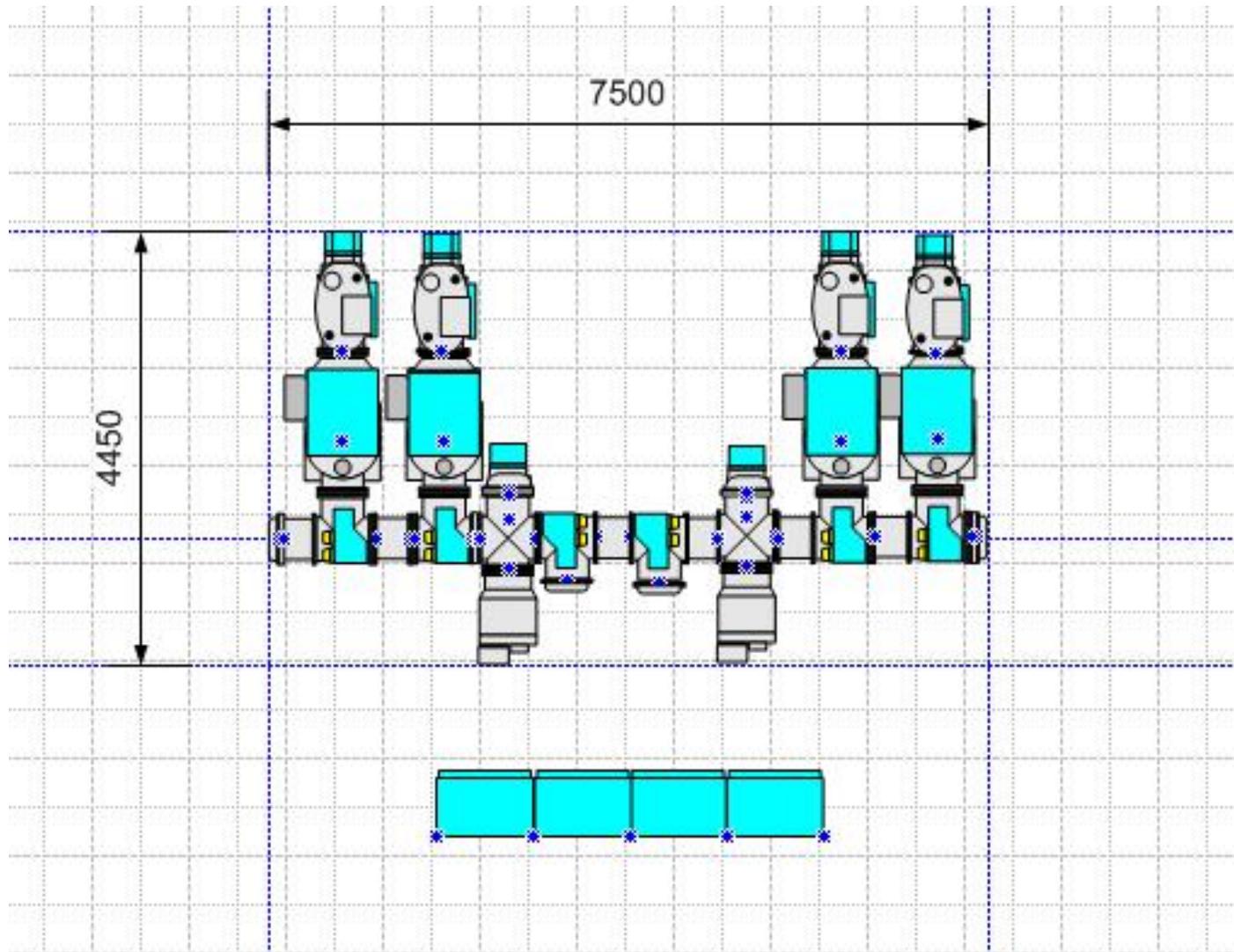


# From the SLD to a GIS configuration (2)

## Así?

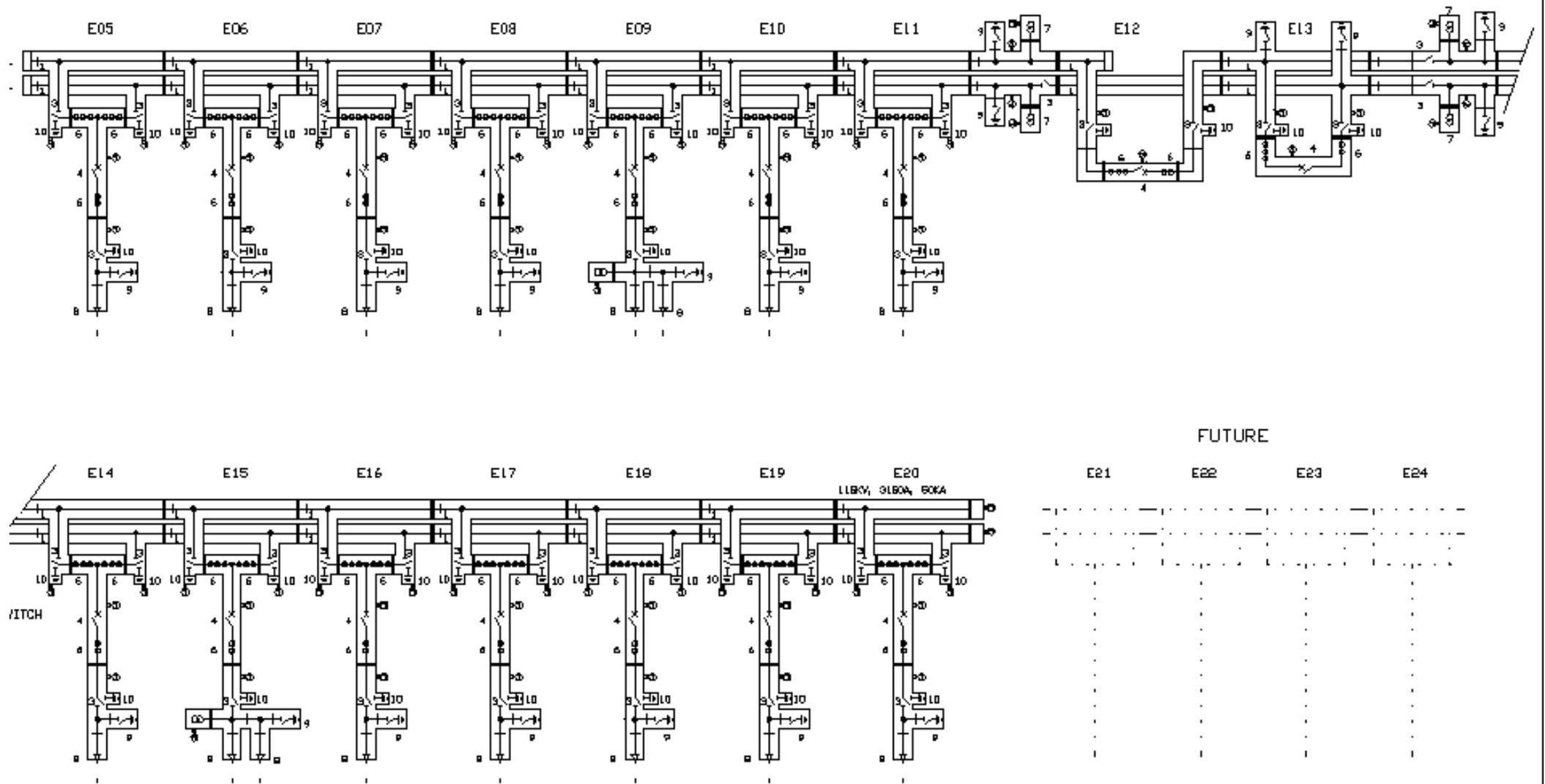


# Del unifilar a la configuration (3) ... o así?

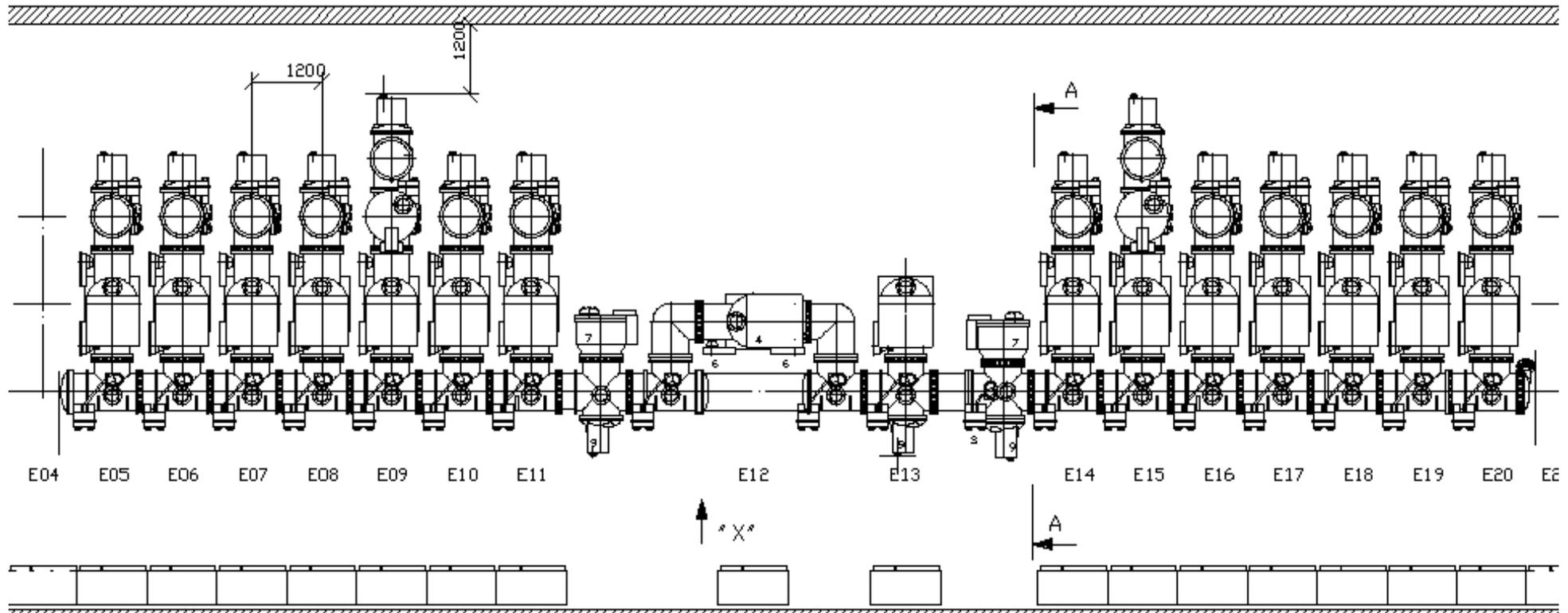


# Del unifilar a la configuration (4)

## otro ejemplo: cómo se verá el „layout“?

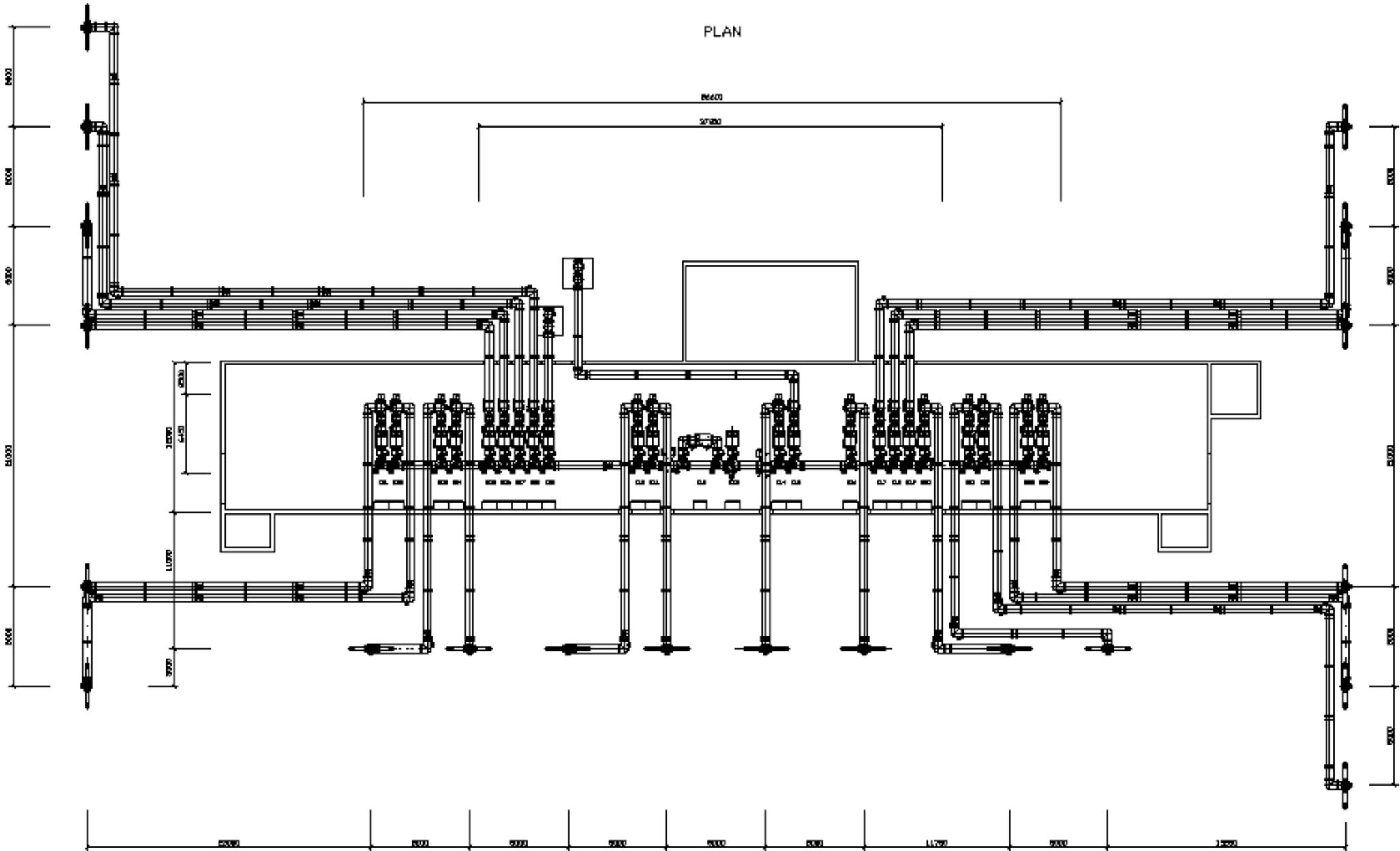


# Del unifilar a la configuration (5) así?



# Del unifilar a la configuration (6)

...o así?



# GIS Gas Insulated Switchgear Beneficios



- Resistencia a las influencias ambientales
- Bajo impacto ambiental
- Apropiaada para áreas sísmicas
- Apropiaada para grandes altitudes
- Alta fiabilidad
- Bajos costos en el ciclo de vida
- Bajo requerimiento de espacio
- Flexibilidad en el diseño del proyecto

# Beneficios de la GIS Condiciones Ambientales

Completamente  
encapsulada

## Influencias Ambientales



- Inmune a:
  - Polución (agua, sal, arena, suciedad)
  - Rayos
  - Animales
- Capaz de soportar:
  - Temperaturas: + 55°C / - 55°C
  - Clase de polución: IV
  - Humedad: 100%

### Sus beneficios

- Bajos niveles de mantenimiento

# Ejemplo – Reducción del Impacto Ambiental Subestación Barbaña 145 kV (Spain)

## Impacto Ambiental



### Caso

- Fuertes quejas por
  - Niveles de ruido
  - Consumo de energía (aire acondicionado, refrigeración)
  - Ecología (impresión visual)

### Solución ABB

- Subestación llave en mano 145kV
- Transformadores enfriados por agua
- Reducción del ruido por la cascada

### Sus beneficios

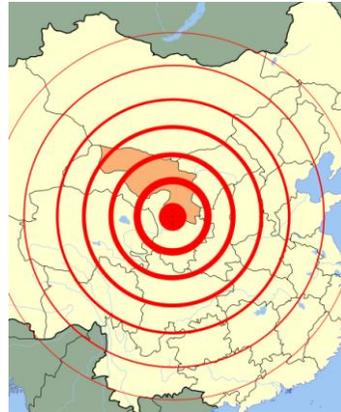
- Incremento en fiabilidad de la red
- Solución ecológica
- Apreciación ecológica del parque

# Beneficios de la GIS Regiones sísmicas

## Req. Sísmico



**Subestación  
Convencional**



**Magnitud  
de 7.9**



**SE Maoxian después  
del terremoto**

- Bajo centro de gravedad de la GIS de ABB
- Fiable contra terremotos

# Beneficios de las GIS Centros Urbanos

Subestaciones  
compactas

# Espacio



Características:

- Poco espacio - caras zonas urbanas
- Instalación cerca de centros urbanos
- Altos niveles de tensión al centro de la ciudad
- Estética
- Vandalismo

**Sus beneficios**

- Mayor aceptación
- Menores pérdidas en la línea
- Seguridad

# Ejemplo – Optimización del Espacio Subestación Copacabana (Brazil)

Light S.A.

Año de  
puesta en  
servicio:  
2005

# Espacio



## Caso

- Substitución (2) SE AIS en zona muy cara

## Solución ABB

- 138/13.8 kV GIS con 7 bays HV GIS bays and 62 MV GIS bays
- Optimización del espacio
- Sistema GIS sin mantenimiento

## Sus beneficios adicionales

- Incremento fiabilidad de la red
- Ingresos adicionales por venta de propiedad

# Ejemplo – Optimización del Espacio Simbach (Alemania) – 400kV - 2012 Actualización SE ... pero desde 220kV a 400kV

# Espacio



# Ejemplo – Optimización del Espacio

## Simbach (Alemania) – de 220kV a 400kV - 2012

**Espacio**



# Ejemplo – Optimización del Espacio

## Simbach (Alemania) – de 220kV a 400kV - 2012

**Espacio**



# Beneficios de las GIS

## ...aún cuando abunde el terreno!

# Flexibilidad

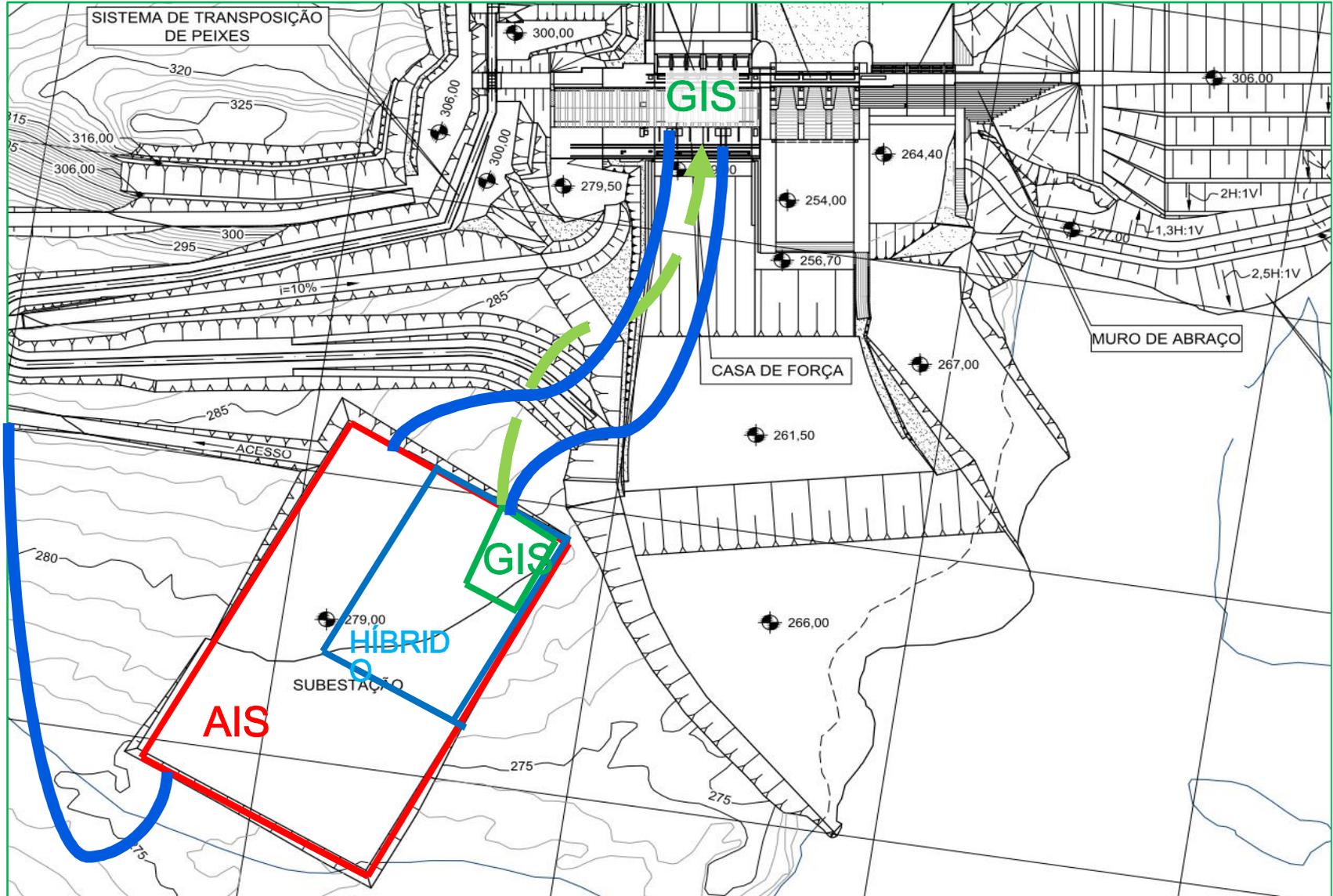
### Sus beneficios

- Flexibilidad en la ubicación
- Licencias ambientales
- Reducir el tiempo en sitio
- Reducir el personal en sitio
- Hacer el proyecto viable

# Beneficios de las GIS

## ...aún cuando abunde el terreno!

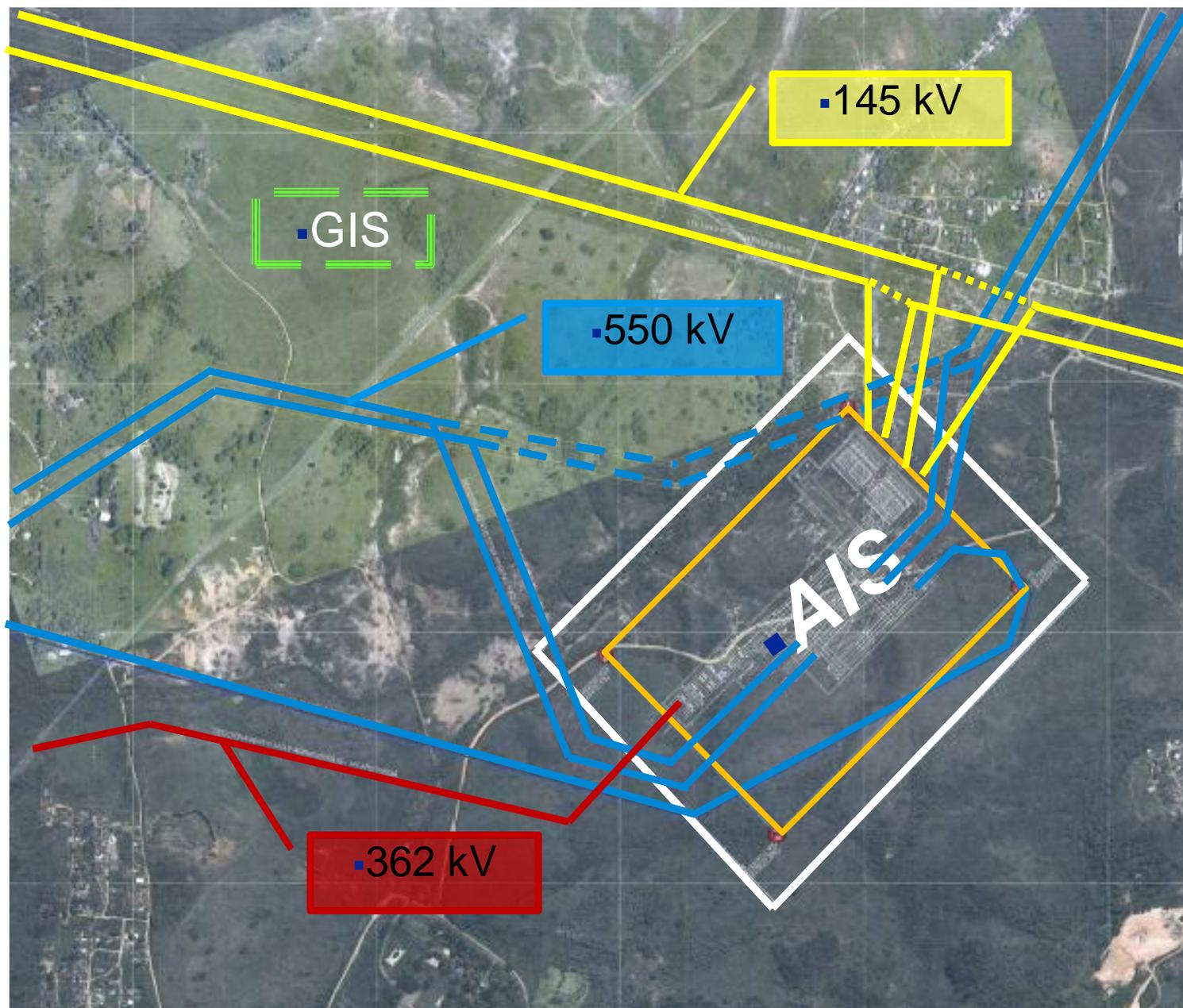
Flexibilidad



# Beneficios de las GIS

...aún cuando abunde el terreno!

Flexibilidad



# Beneficios de la GIS

## Largos intervalos de mantenimiento

Bajo manten.



### Aplicaciones

- Parques eólicos off-shore
- Plataformas petroleras

### Características

- Largos intervalos de mantenimiento
- Fiabilidad

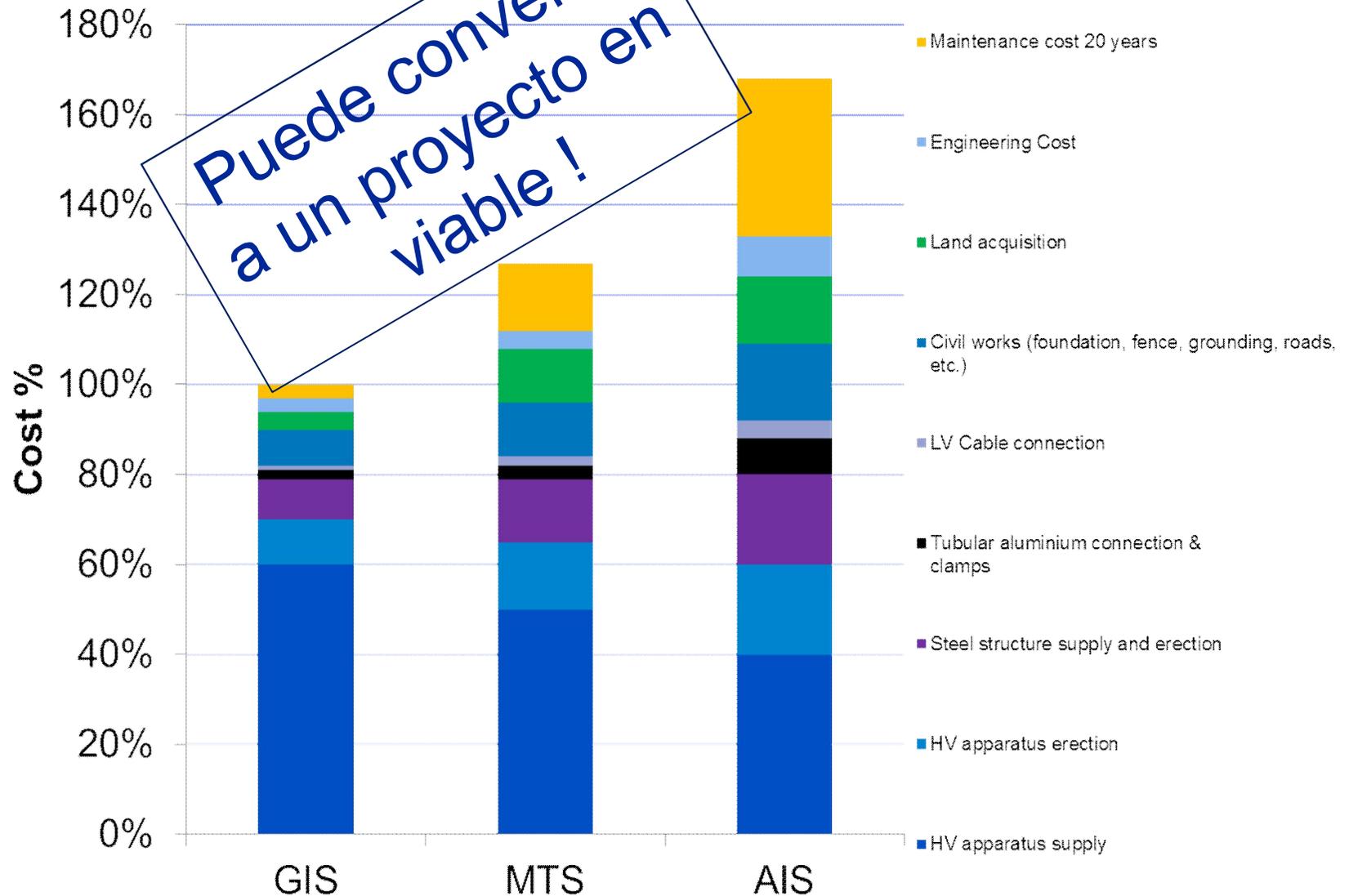
### Sus beneficios

- Sin apagones en SE remotas
- Ahorro de costes por espacio reducido

# Beneficios de la GIS

## Ciclo de vida – Bajo requerimiento de mantenimiento

# Ciclo de Vida



# Beneficios de la GIS

## GIS en contenedores – Estaciones móviles



Entrega ensamblada de fábrica

Aplicaciones

- Bypass SE para remodelaciones
- Rápido fortalecimiento de la red



**Sus beneficios**

- Rápida instalación
- Ingeniería civil minimizada



# ONS – Autoridade Eléctrica Brasileira

## Ejemplo de requerimiento mínimo

# Nivel Fiabilidade



Operador Nacional  
do Sistema Eléctrico

### Procedimentos de Rede

Assunto	Submódulo	Revisão	Data de Vigência
<b>REQUISITOS MÍNIMOS PARA TRANSFORMADORES E PARA SUBESTAÇÕES E SEUS EQUIPAMENTOS</b>	<b>2.3</b>	<b>1.1</b>	<b>16/09/2010</b>

**5.2** Esse atendimento compreende projeto, fabricação, manutenção e operação das instalações referidas no item 1.7 deste submódulo.

### 6 INSTALAÇÕES DA SUBESTAÇÃO

#### 6.1 Arranjo de barramento

##### 6.1.1 Condições básicas

6.1.1.1 Os arranjos de barramentos para subestações com isolamento a ar da rede básica são estabelecidos nos grupos abaixo, diferenciados por classe de tensão:

- (a) Barramentos de tensão igual ou superior a 345 kV: barra dupla com disjuntor e meio; e
- (b) Barramentos de 230 kV: barra dupla com disjuntor simples a quatro chaves.

##### 6.1.2 Condições especiais

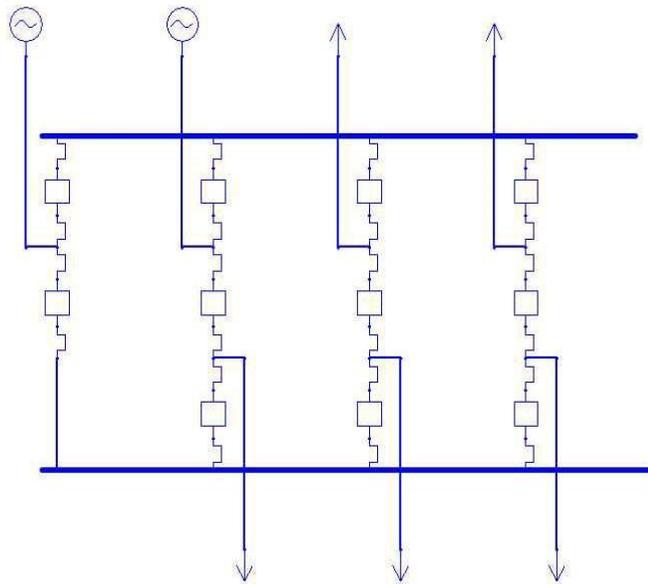
6.1.2.1 Arranjos de barramento alternativos podem ser utilizados, inclusive os de tecnologia com isolamento em SF-6, desde que apresentem desempenho igual ou superior ao dos arranjos estabelecidos no item 6.1.1.1 deste submódulo, o que deve ser comprovado pelo agente por meio de estudos de confiabilidade e disponibilidade (saída forçada e programada). Além disso, esses arranjos devem atender ao que estabelece o item 4.1 deste submódulo.

6.1.2.2 Os arranjos de barramento alternativos referidos no item 6.1.2.1 deste submódulo devem

# Comparación GIS vs AIS

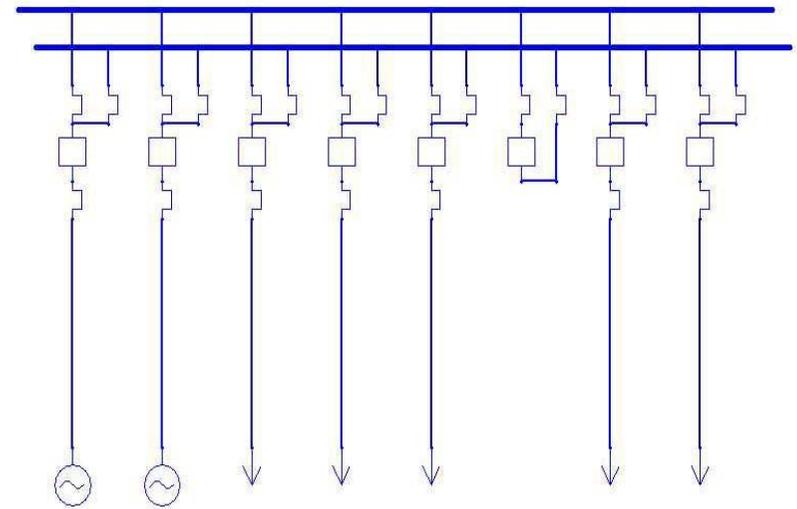
## Configuración DBB vs 1 ½ CB

# Nivel Fiabilidad



AIS

Vs

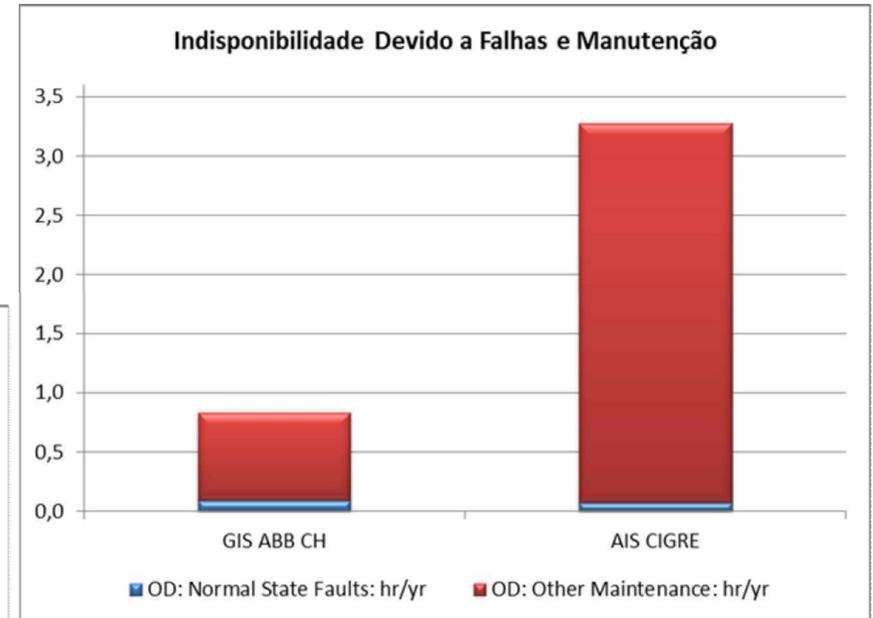
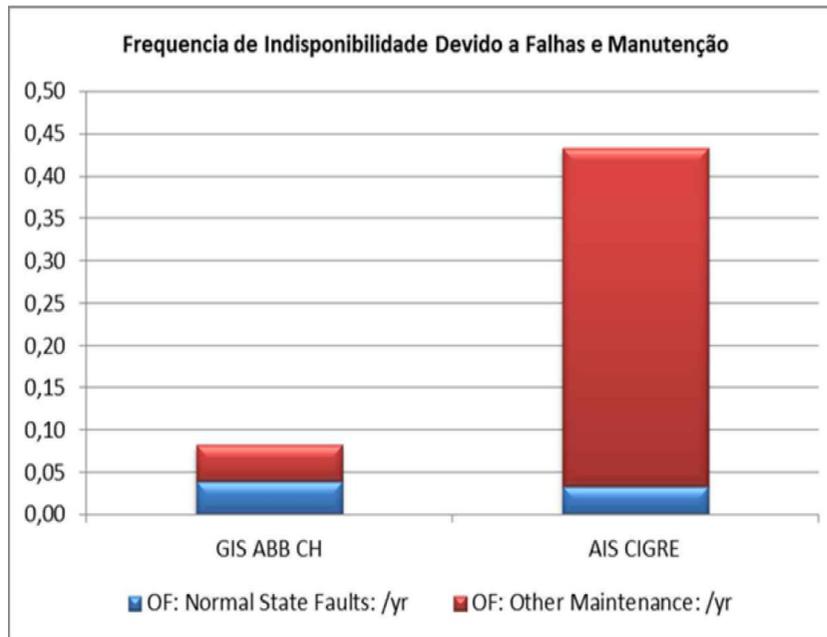


GIS

# GIS vs AIS comparison

## Configuration: DBB vs 1 ½ CB

# Nivel Fiabilidade



**Source:**

- CIGRE Brochure 510 - HV Equip Reliability Part 2 - Circuit Breaker.
- CIGRE Brochure 513 - HV Equip Reliability Part 5 GIS
- Maintenance and Repair Concept including Instructions Special Tools, 1HC0081026



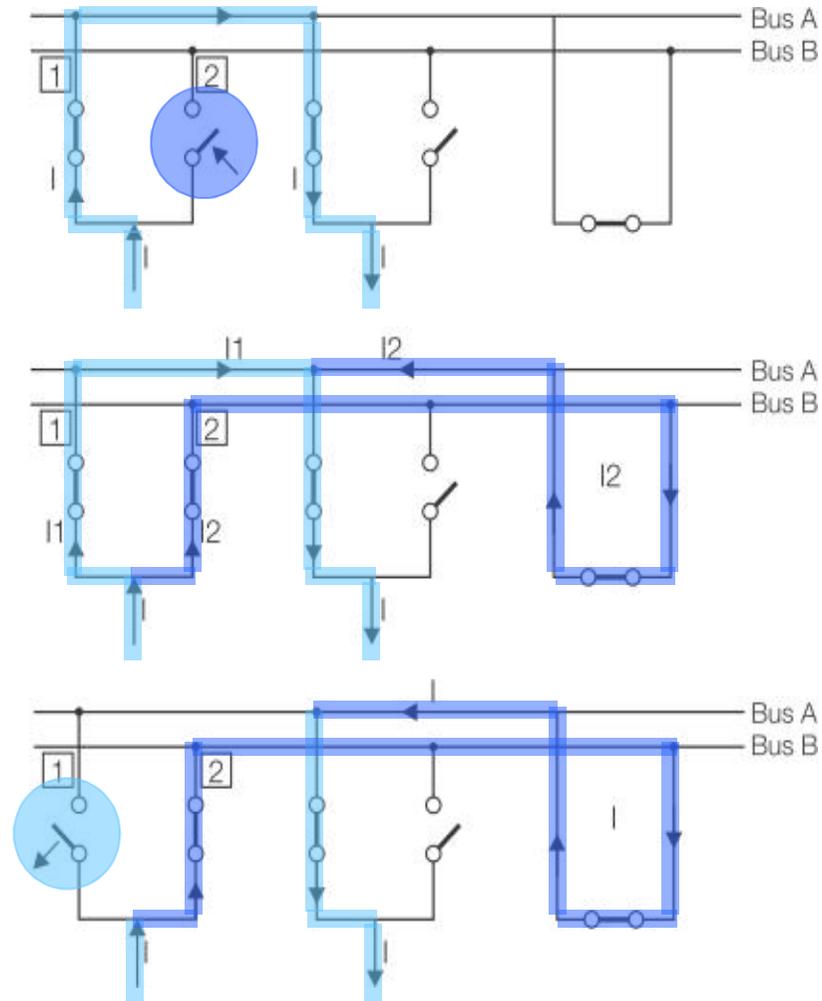
# Gas Insulated Switchgear (GIS)

## GIS Particularidades técnicas de la GIS

### Transferencia de barras

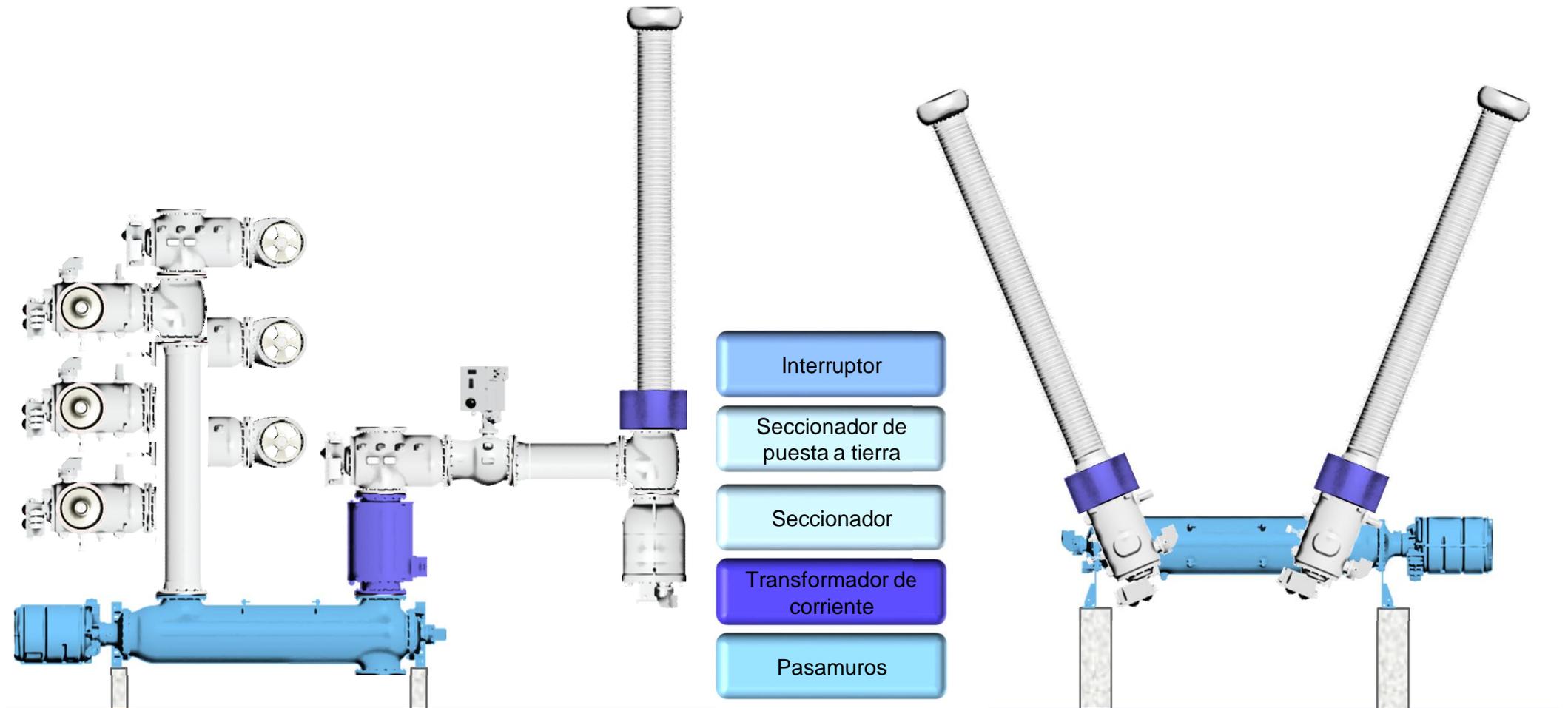
# ELK-TK3S

## Transferencia de Barras



# Módulos ELK híbridos

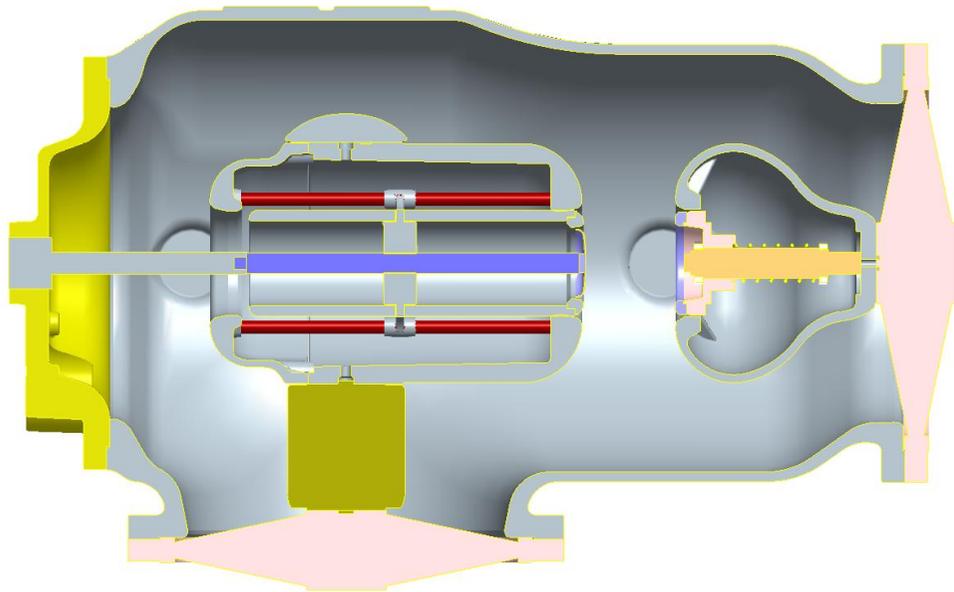
## Componentes idénticos para GIS y ELK híbrida



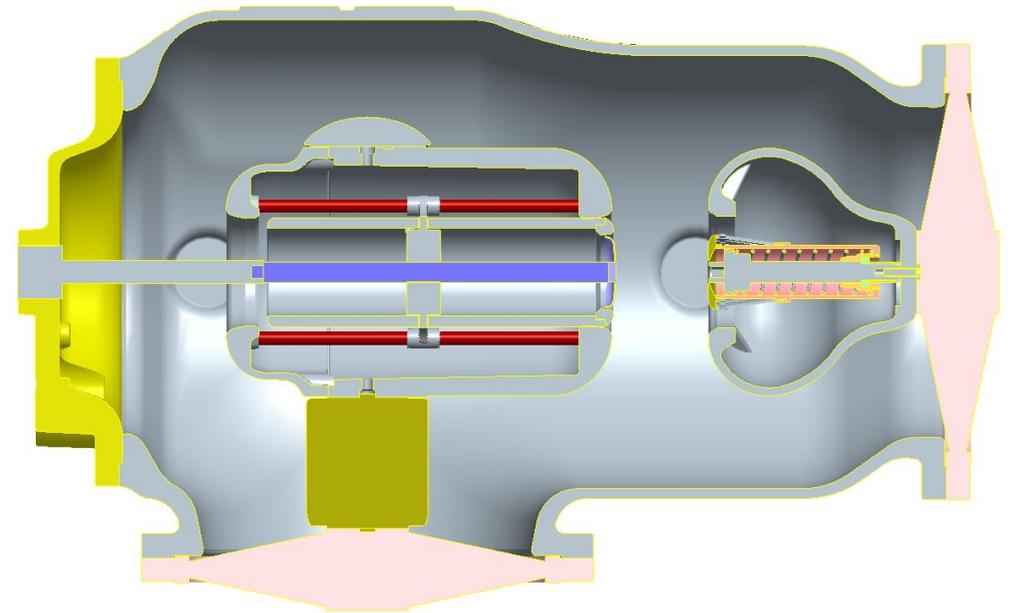
# ELK-TK3S

## Comparación Seccionador tipo ELK

- Seccionador ELK-TK3

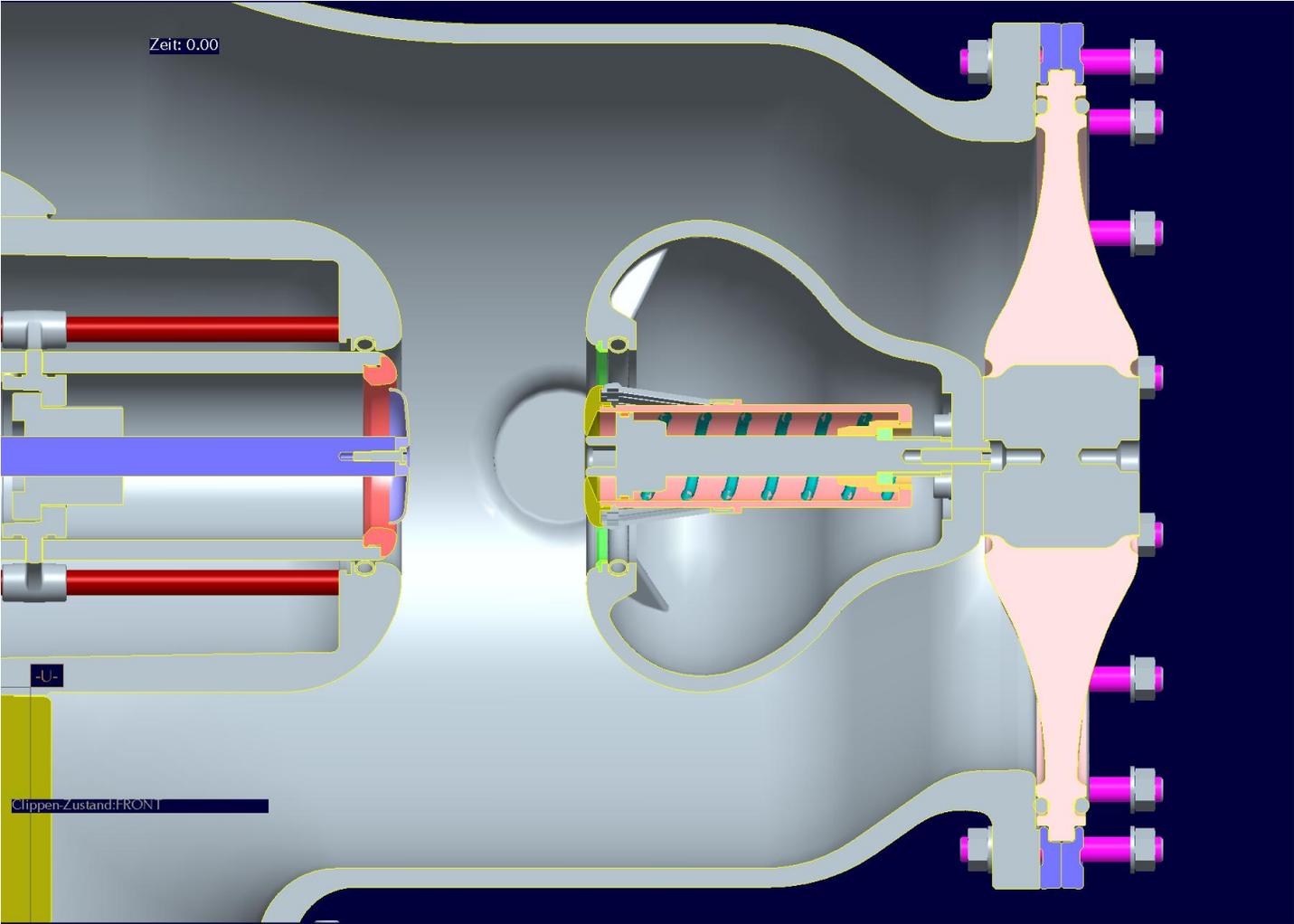


- Acción rápida ELK-TK3S



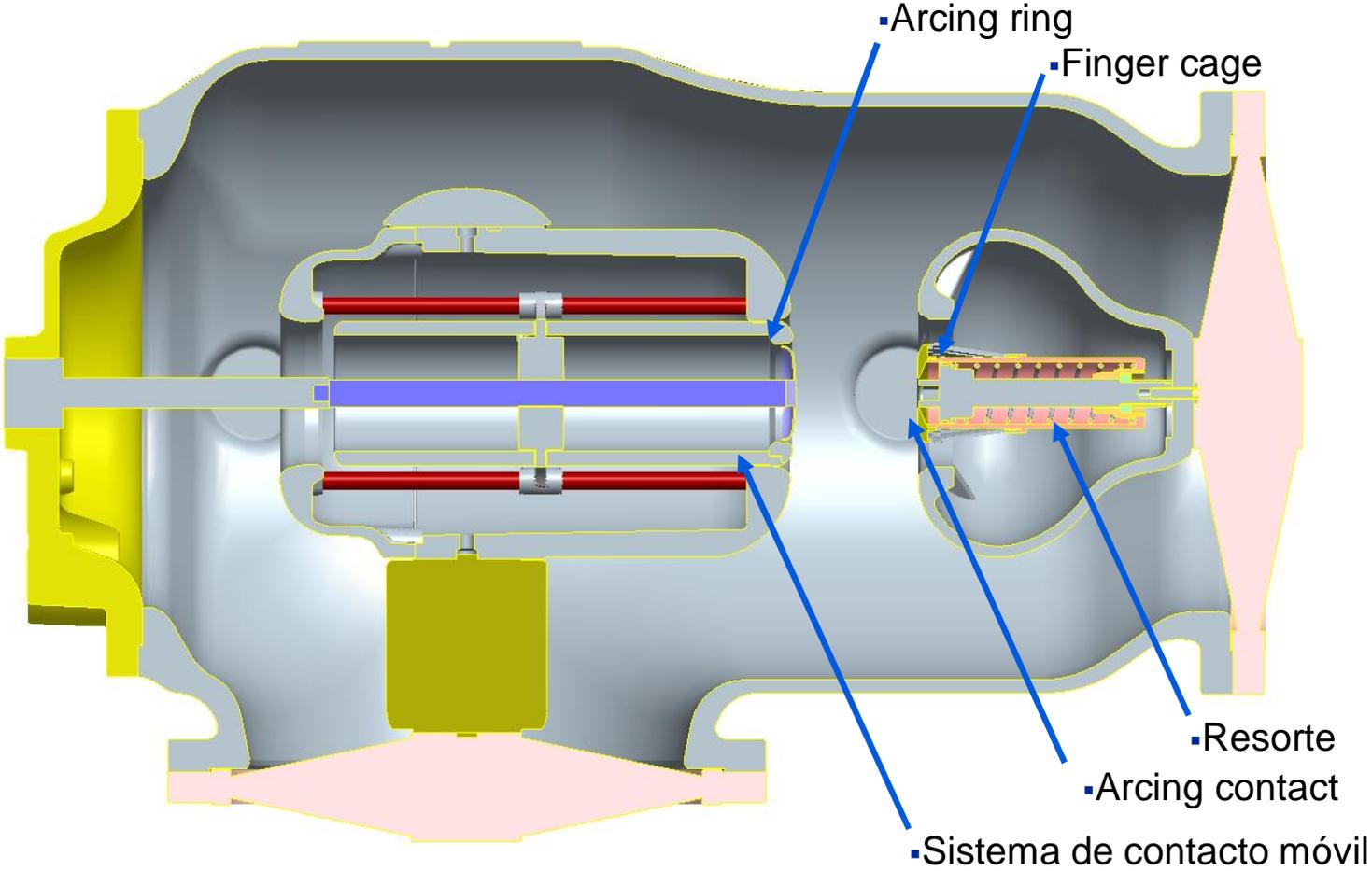
# ELK-TK3S

## Principio de funcionamiento



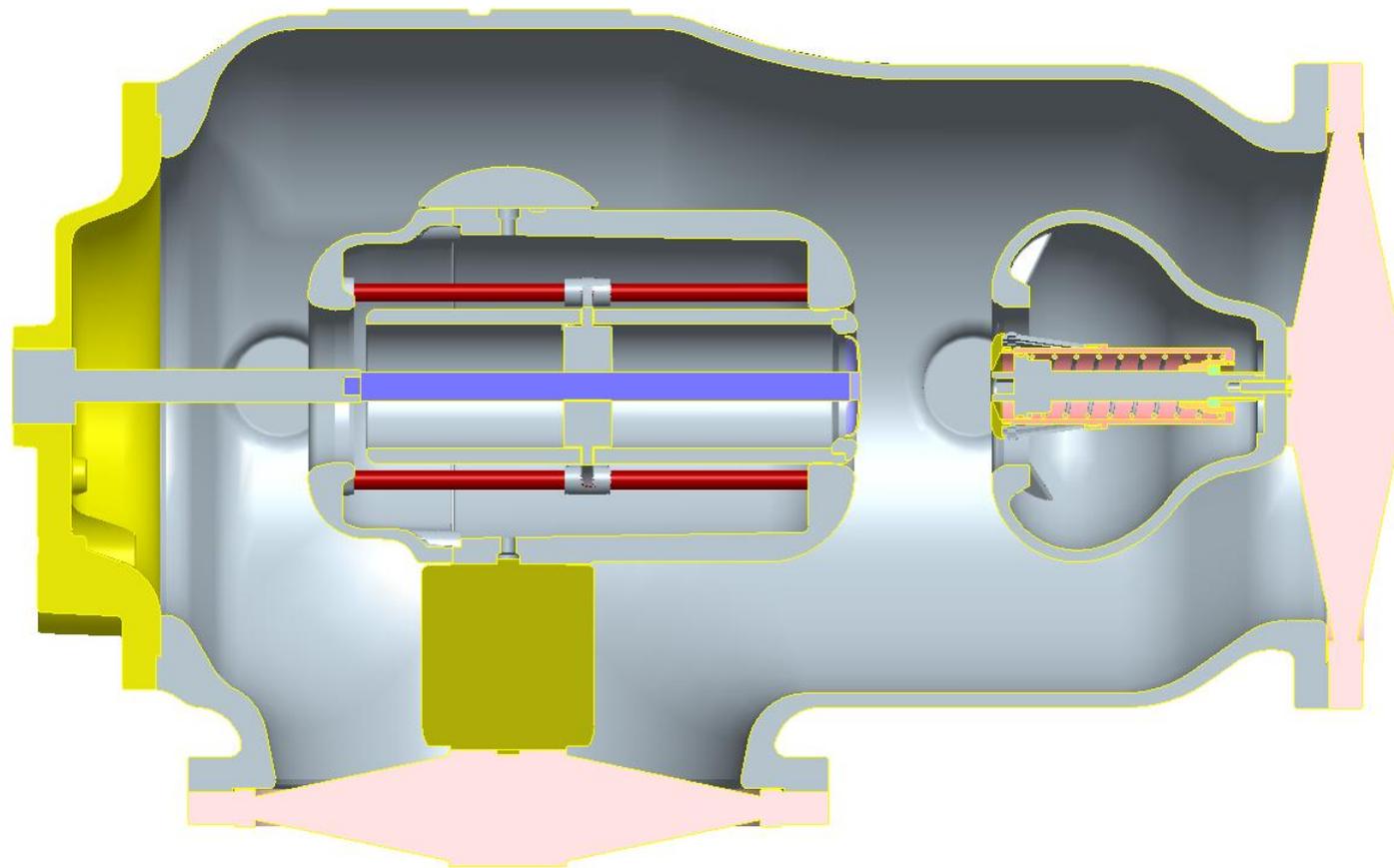
# ELK-TK3S

## Seccionamiento Rápido



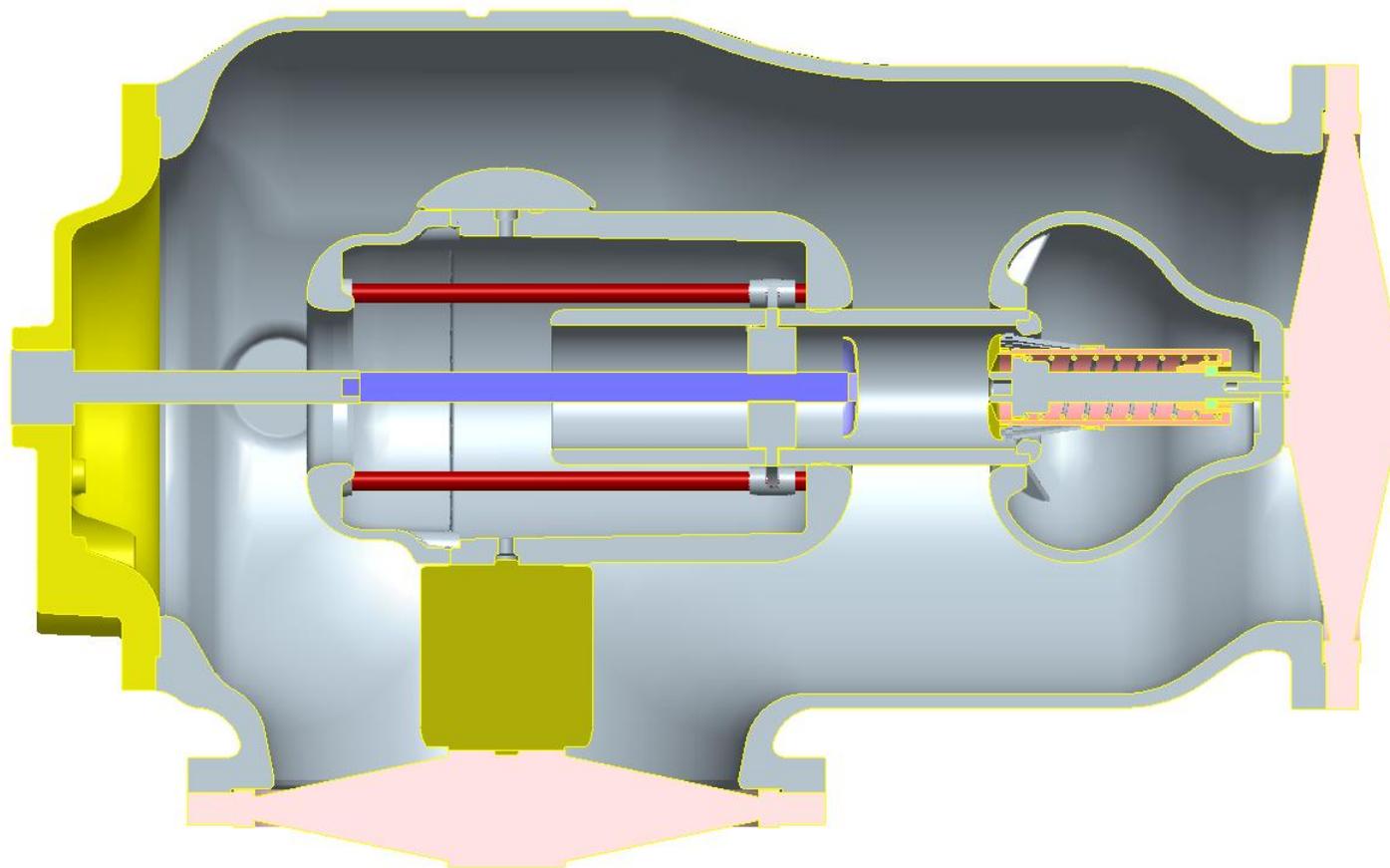
# ELK-TK3S

## Seccionador abierto



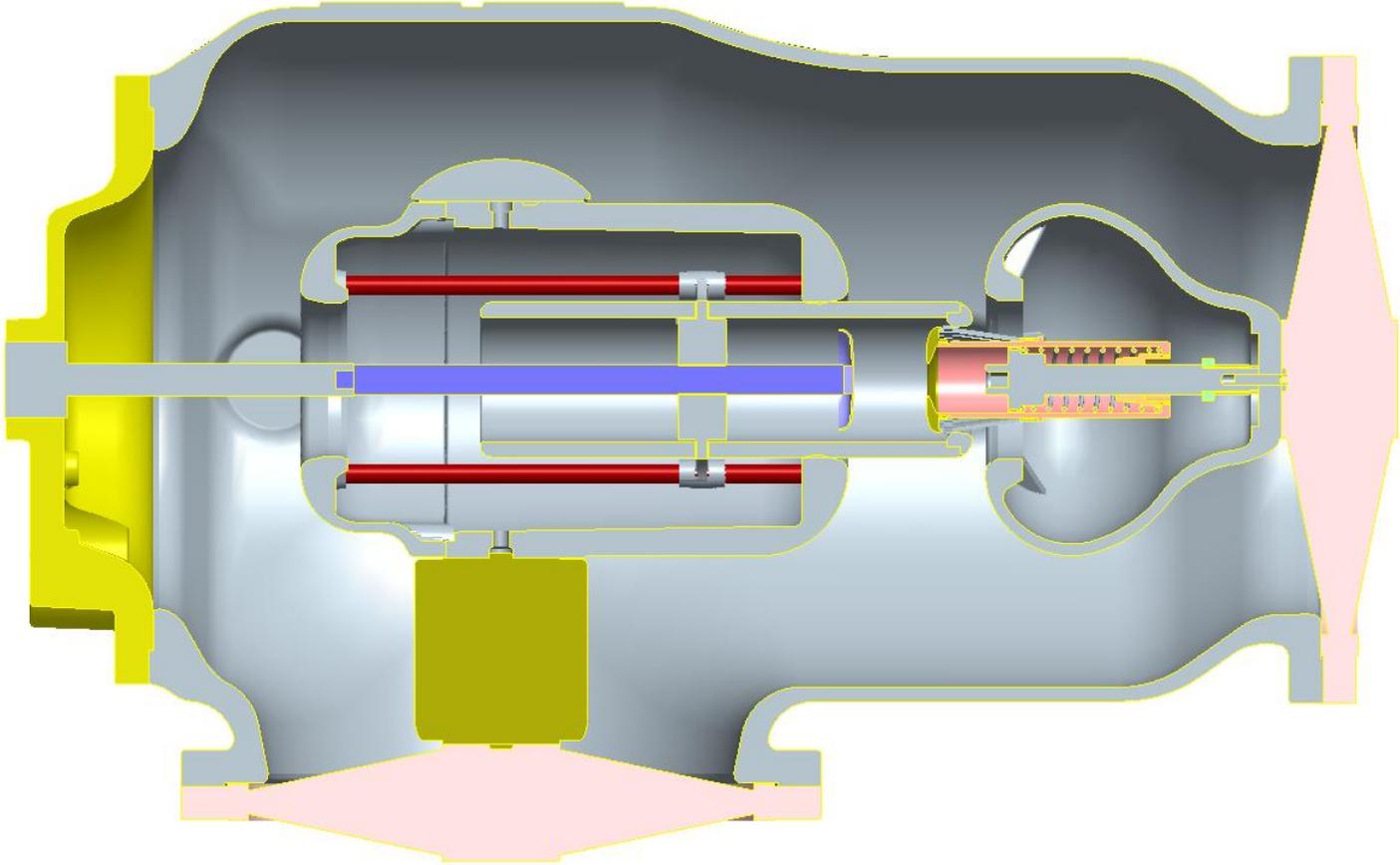
# ELK-TK3S

## Seccionador cerrado



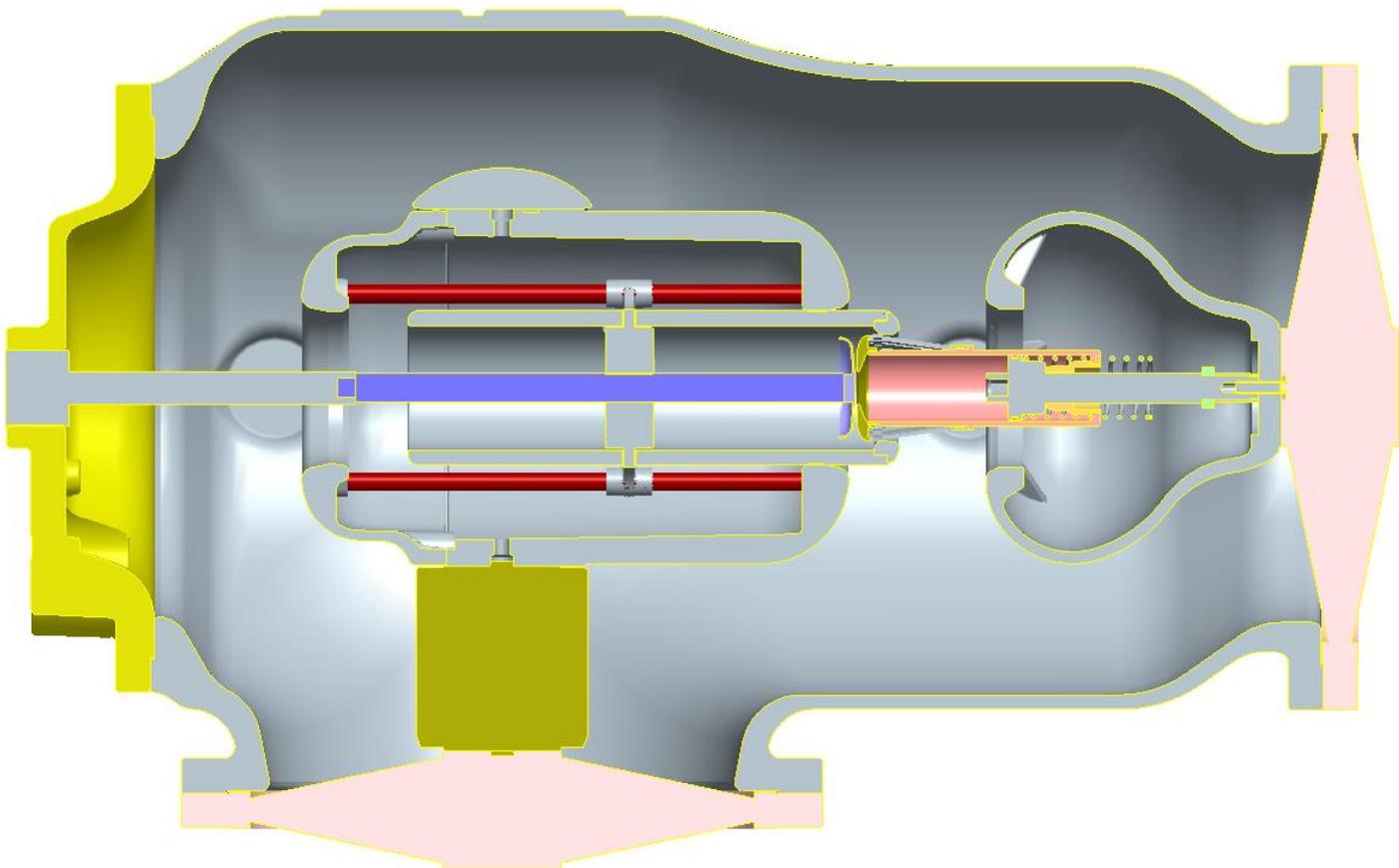
# ELK-TK3S

## Seccionador abriendo



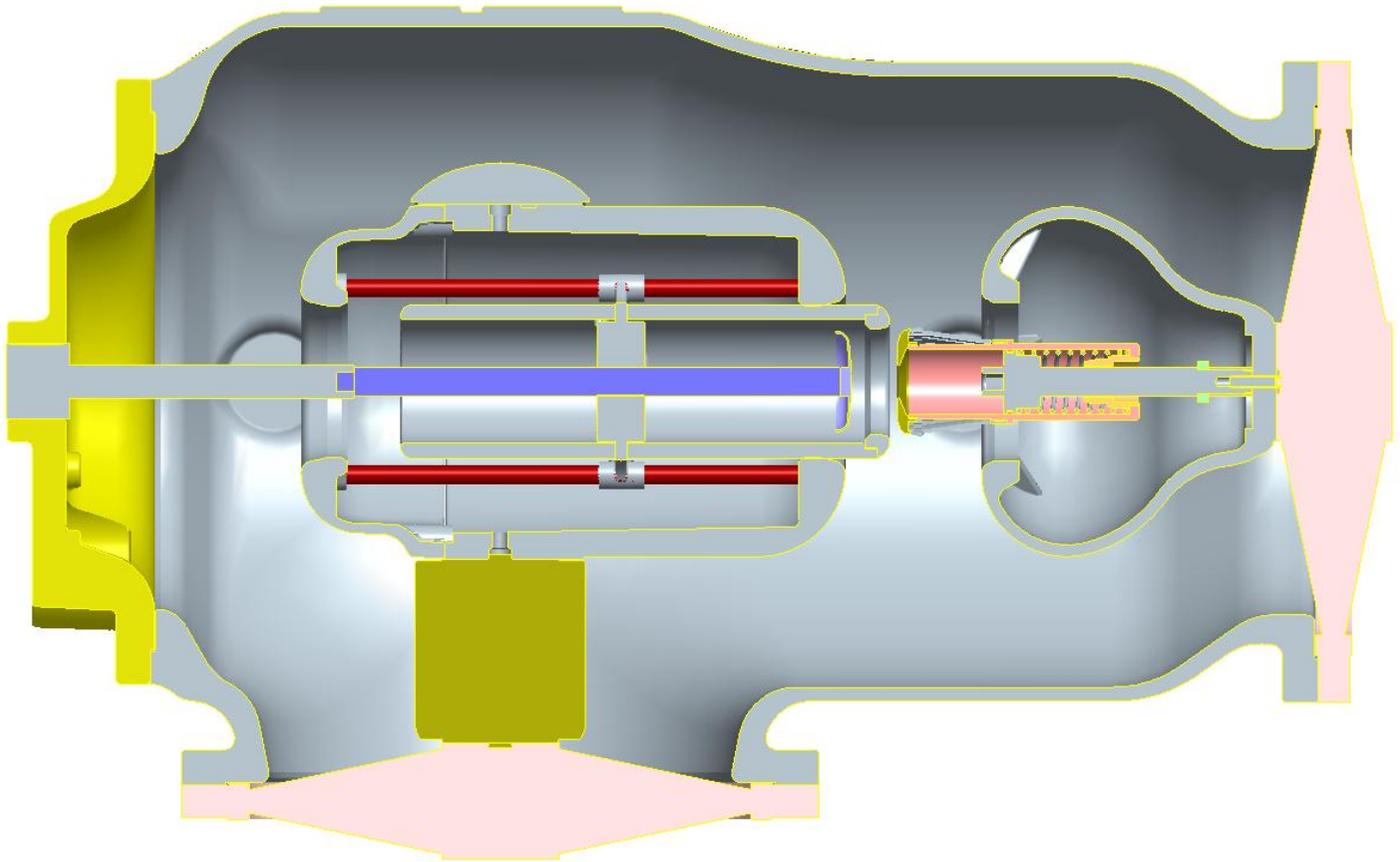
# ELK-TK3S

## Disconnecter opening



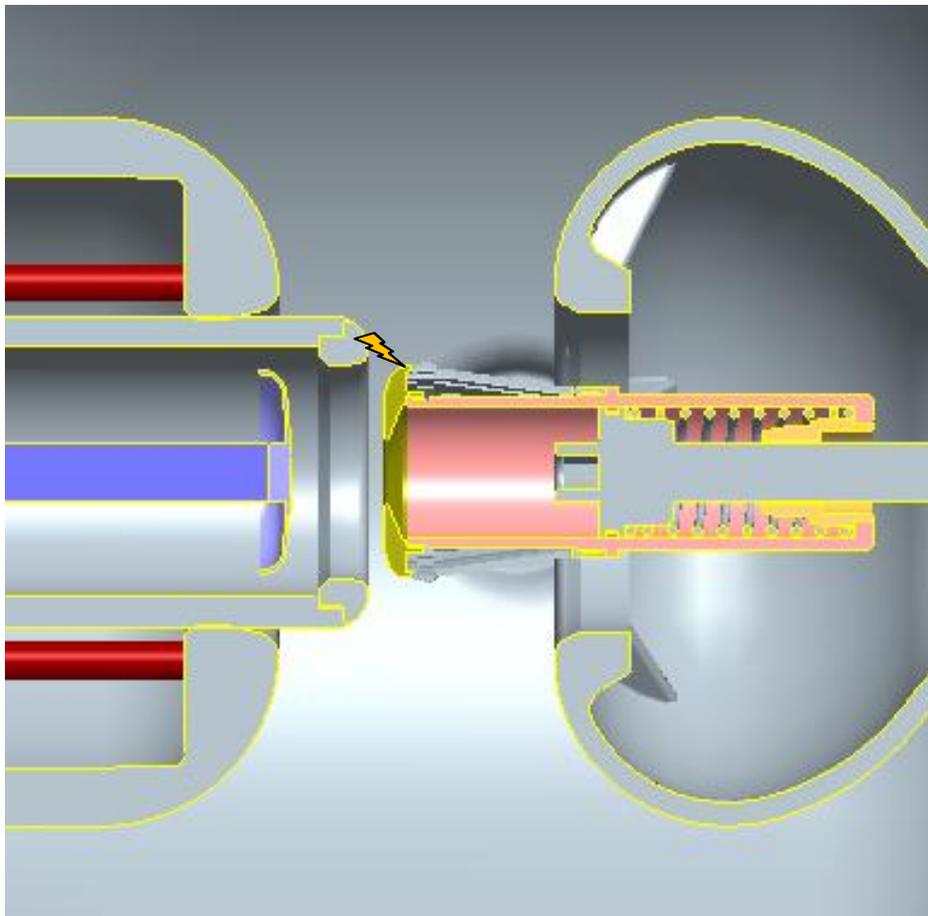
# ELK-TK3S

## Disconnecter opening



# ELK-TK3S

## Disconnecter opening



# Tensiones estándar - Tranf. barras - Seccionadores . IEC 62271-102

Tensión nominal $U_r$ kVA	AIS seccionadores V r.m.s.	GIS seccionadores V r.m.s.
52 72.5 100 123 145 170	110	10
245 300 362	200	20
420	300	40
550 800	<b>IEC 1600 A / ABB 3200 A</b>	40

# ELK-TK3S

## Prueba tipo en PHELA pasada exitosamente

### Tests performed:

Bus transfer current switching tests (100 CO operations), single pole tests at 50 Hz, with rated bus-transfer current: 3200 A and rated bus-transfer voltage: 300 V  
Condition check with applied voltage 520 kV phase to earth and  $2 \times 326 \text{ kV} = 652 \text{ kV}$  across insulating distance.

### Test results:

The test object met the requirements of the test specification with respect to behaviour during the tests and the condition after the tests. The test object passed the tests.



Mannheim, 22. February 2013

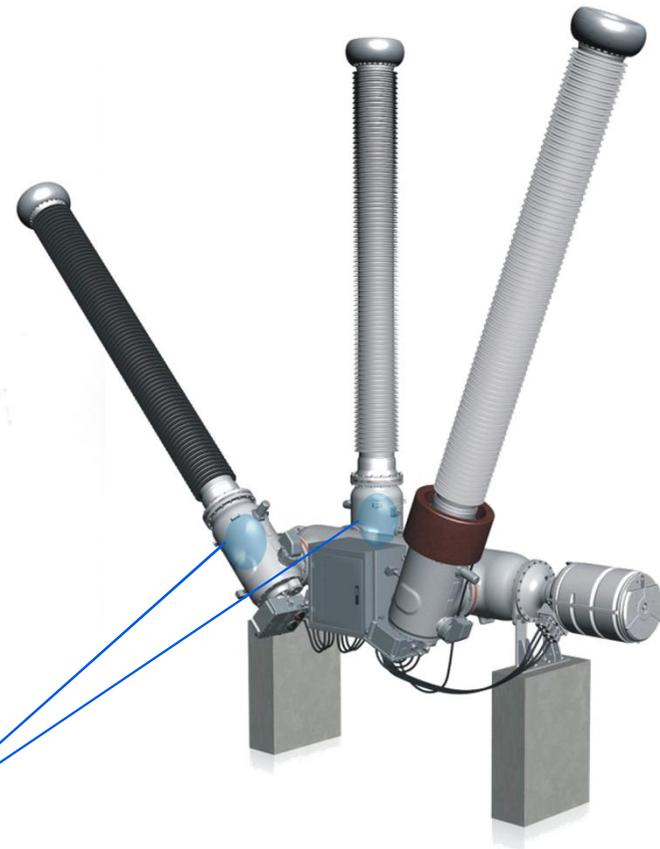
GESELLSCHAFT FÜR ELEKTRISCHE  
HOCHLEISTUNGSPRÜFUNGEN

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'E. John'.

Management Committee

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'R. K. H. H. H. H.'.

Technical Committee



3200 A

300 V

100 CO, DIT



# Gas Insulated Switchgear (GIS)

## GIS Particularidades técnicas de la GIS

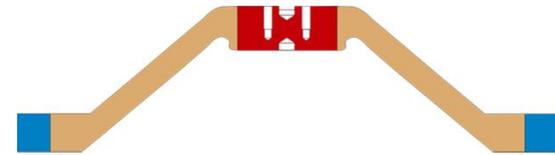
### Compartimentación de Gas

# ELK-3, 550kV Aisladores

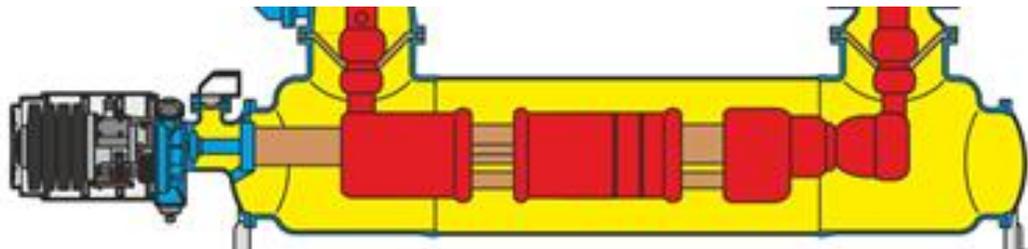
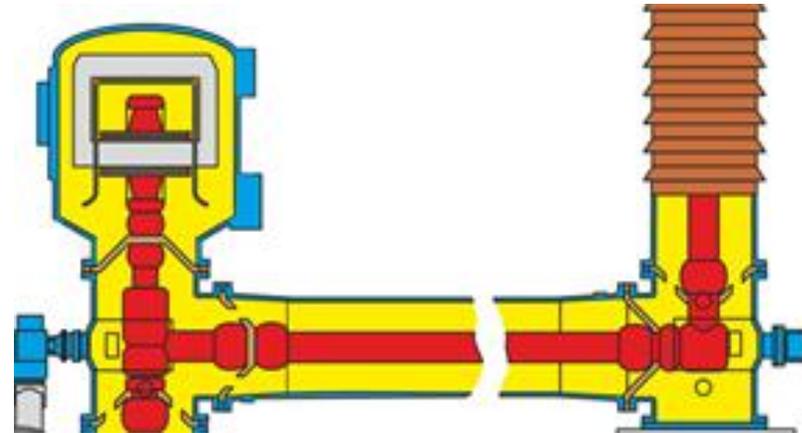
Aislador



Soporte

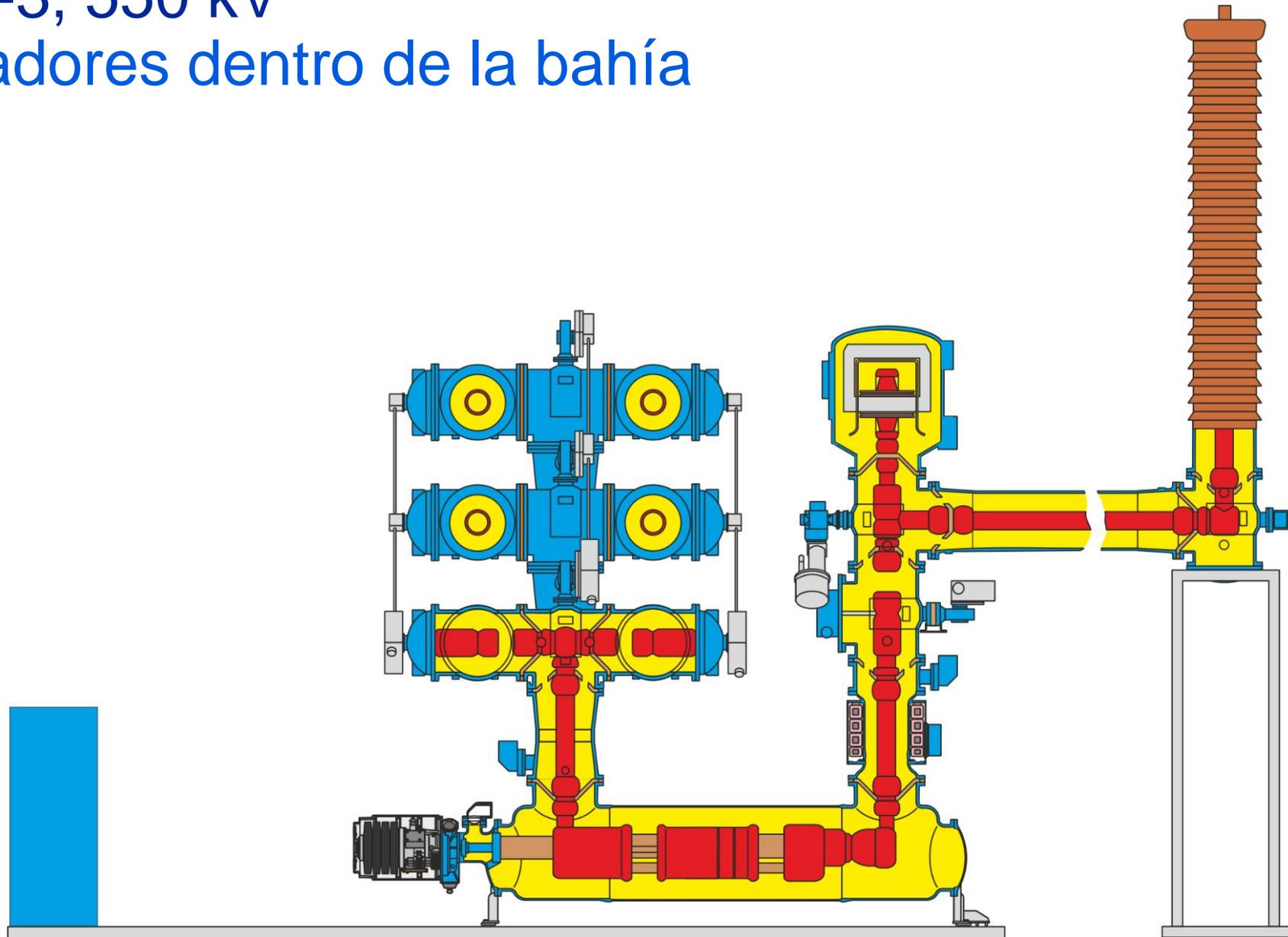


# ELK-3, 550 kV Aisladores



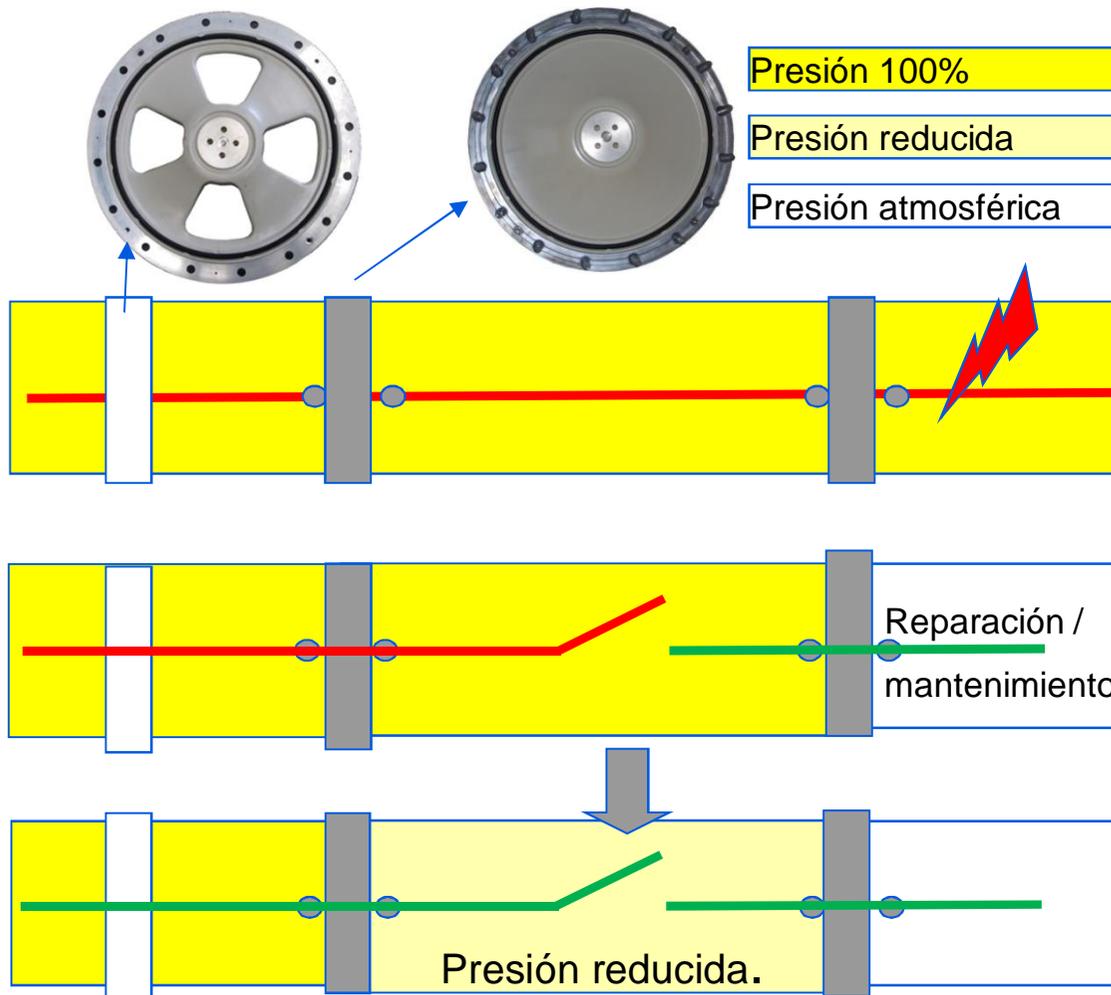
# ELK-3, 550 kV

## Aisladores dentro de la bahía



# Concepto de compartimentación

## Consideraciones de seguridad



— En tensión  
— A tierra

Remover el gas..  
Regulaciones de seguridad pueden prohibir trabajar al lado de una barrera presurizada que ha sido expuesta a un arco...

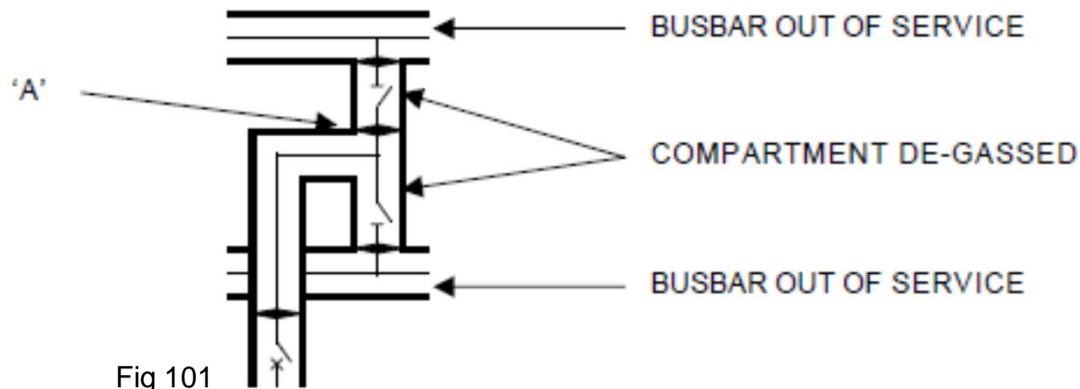
...por tanto, debe reducirse la presión en el compartimento adyacente...

**Consecuencia = presión reducida significa capacidad dieléctrica reducida**

# Impacto compartimentación en continuidad del servicio IEC 62271-203ed 2.0, recomendaciones – Anexo F

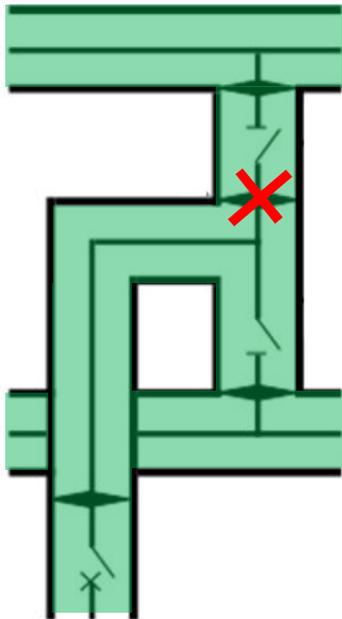
Examples of how partitioning of GIS may affect service continuity are given below.

In some arrangements the two busbar-disconnectors are separated by only one partition. In Figure F.101, the consequences of the removal of the gas compartment partition at 'A' requires both busbars of a double busbar substation to be isolated, with the loss of all feeders on that section of busbar for the duration of the repair.

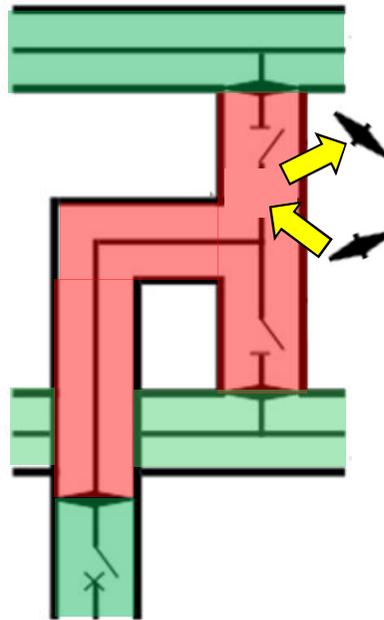


# Ejemplo de cómo la compartimentación de la GIS Puede afectar la continuidad del servicio

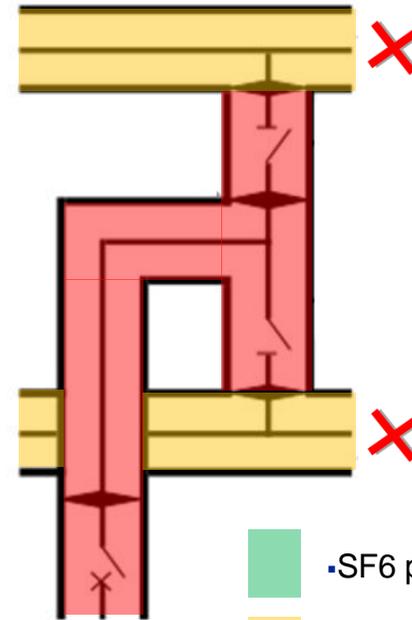
Reparación del aislador



Entre falla y reparación el compartimiento debe ser desenergizado



Presión en los compartimientos adyacentes debería ser reducida por motivos de seguridad

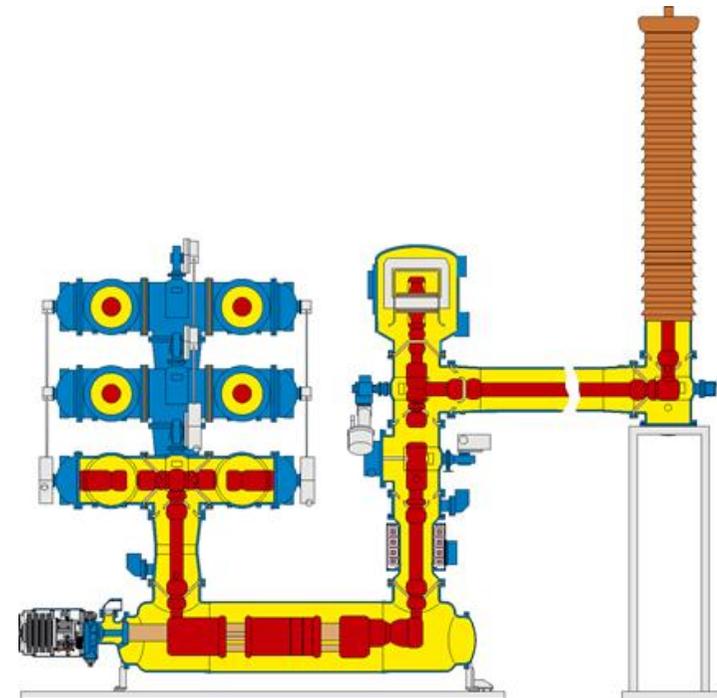
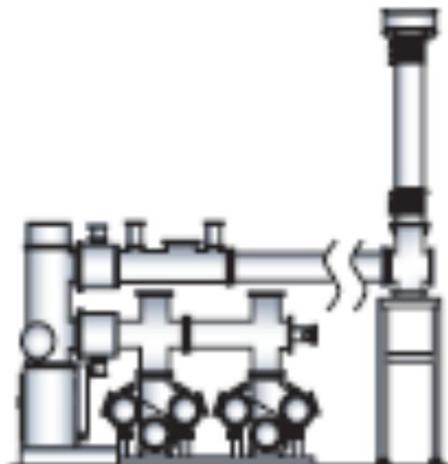
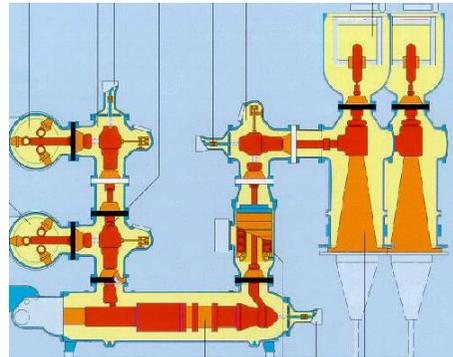


• **Ambas barras y todas las salidas quedan fuera de servicio**

- SF6 presión de operación
- SF6 presión reducida
- Presión atmosférica (sin gas)

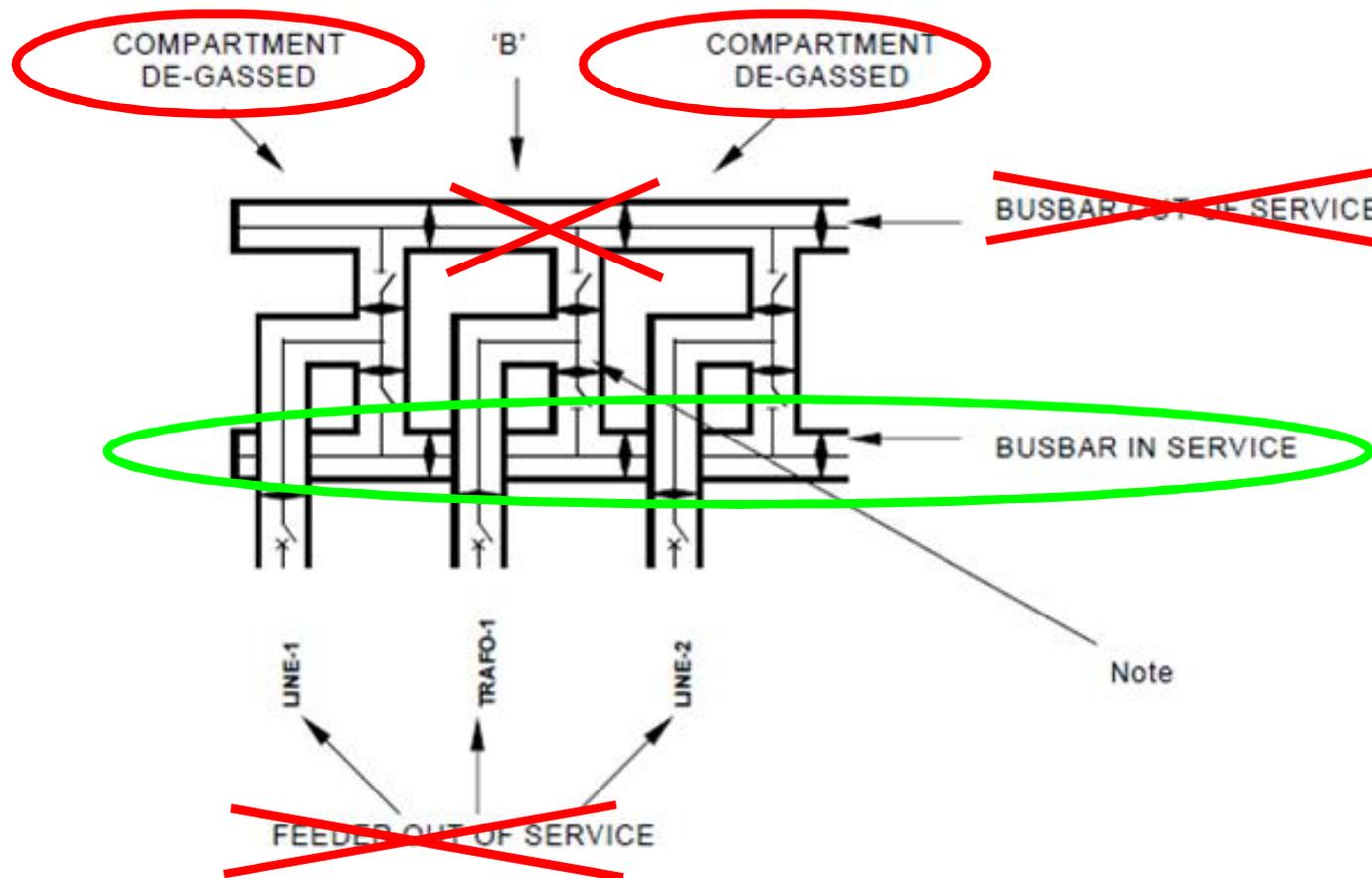
# Impacto compartimentación en continuidad del servicio IEC 62271-203ed 2.0, recomendaciones – Anexo F

Diferentes soluciones de diferentes fabricantes:



# Impacto compartimentación en continuidad del servicio IEC 62271-203ed 2.0, recomendaciones – Anexo F

In Figure F.102 the removal of the disconnecter, including its partitions, at 'B' requires the compartments of the adjacent disconnecters to be de-gassed. This causes the loss of the associated feeders for the duration of the repair.



NOTE If working adjacent to a pressurised partition is not allowed an outage of the second busbar could be needed also.

# Requerimientos del usuario en continuidad del servicio IEC 62271-203

It is the responsibility of users to define a strategy of maintenance relatively to the impact on service continuity and, it is the responsibility of manufacturers to design and define partitioning in order to fulfil users need.

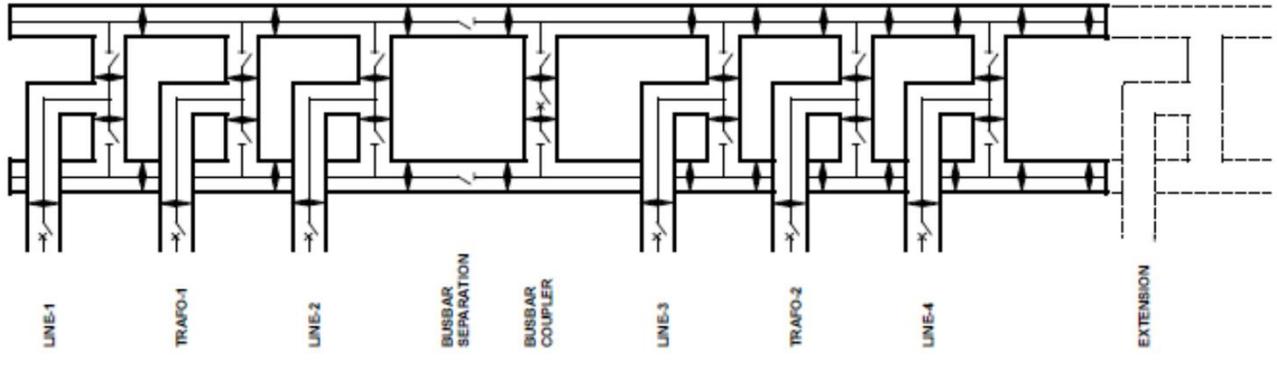
The service continuity requirements should achieve an appropriate balance between equipment cost and the criticality of the substation in the user's network.

The user may define some general statements that allow a quantitative assessment of the service continuity during maintenance, repair or extension. The following general statements are given as examples:

- At least one line- and transformer-feeder must remain in service during maintenance and repair
- Maximum one busbar and one feeder permitted out of service during maintenance and repair
- The power flow must be maintained between specified feeders during extension

*«El usuario puede definir los lineamientos generales que permitan evaluar la continuidad del servicio durante mantenimiento, reparación o extensión. Los siguientes son algunos ejemplos»:*

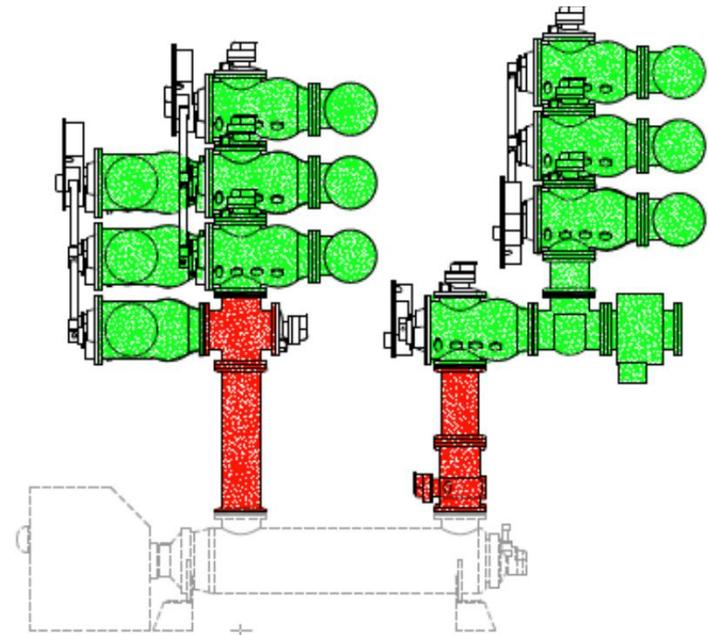
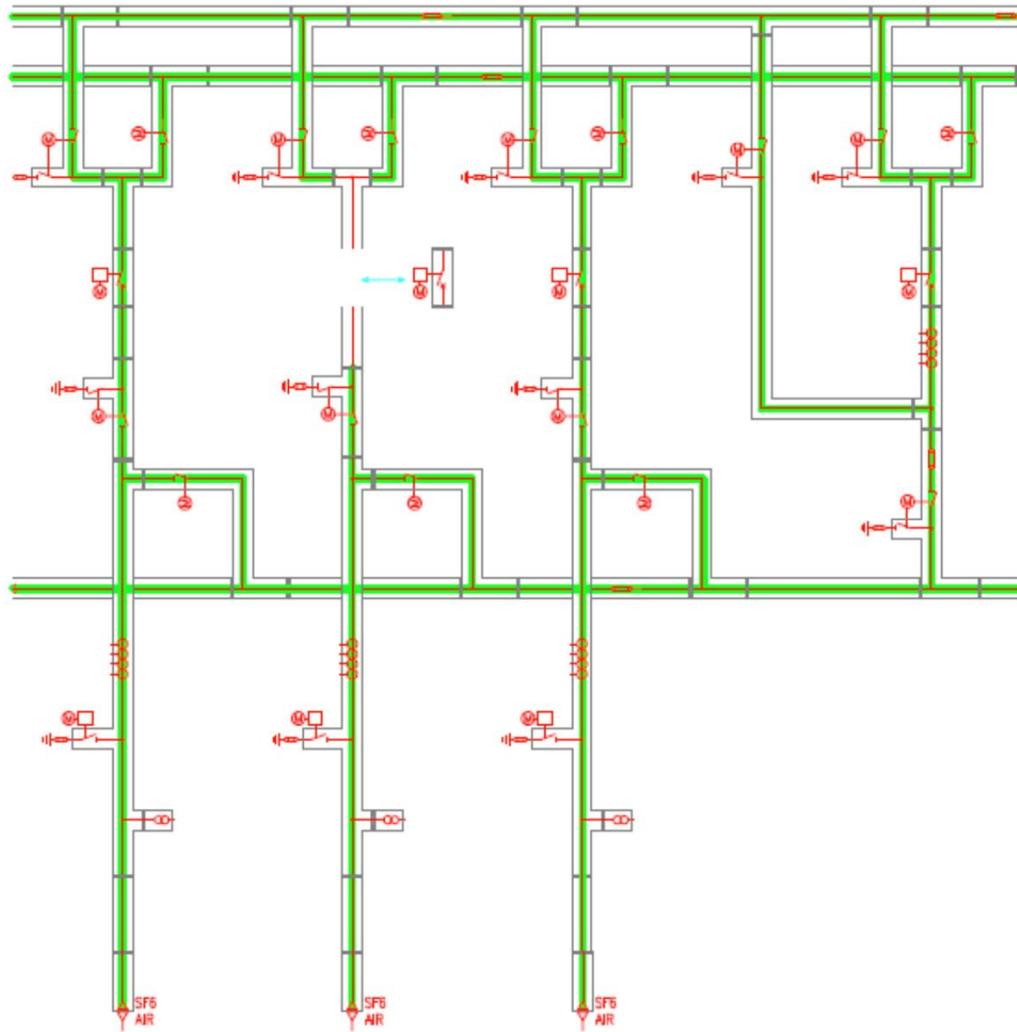
# Ejemplo requerimiento detallado para continuidad del servicio IEC 62271-203



	Maintenance		After failure until repair		Repair or replacement of a busbar disconnecter after failure		Dielectric test		Extension	
	→ See Annex F.3.1		→ See Annex F.3.2.1		→ See Annex F.3.2.2		→ See Annex F.3.4		→ See Annex F.3.3	
	Service continuity <sup>1)</sup>	Accepted duration (days) 2)	Service continuity <sup>1)</sup>	Accepted duration (days) 2)	Service continuity <sup>1)</sup>	Accepted duration (days) 2)	Service continuity <sup>1)</sup>	Accepted duration (days) 2)	Service continuity <sup>1)</sup>	Accepted duration (days) 2)
LINE-1										
TRAFO-1										
LINE-2										
BUSBAR-SEPARATION										
BUS-COUPLER										
LINE-3										
TRAFO-2										
LINE-4										
EXTENSION "RIGHT"										

# Impact of physical arrangement & partitioning

## Removal of circuit breaker



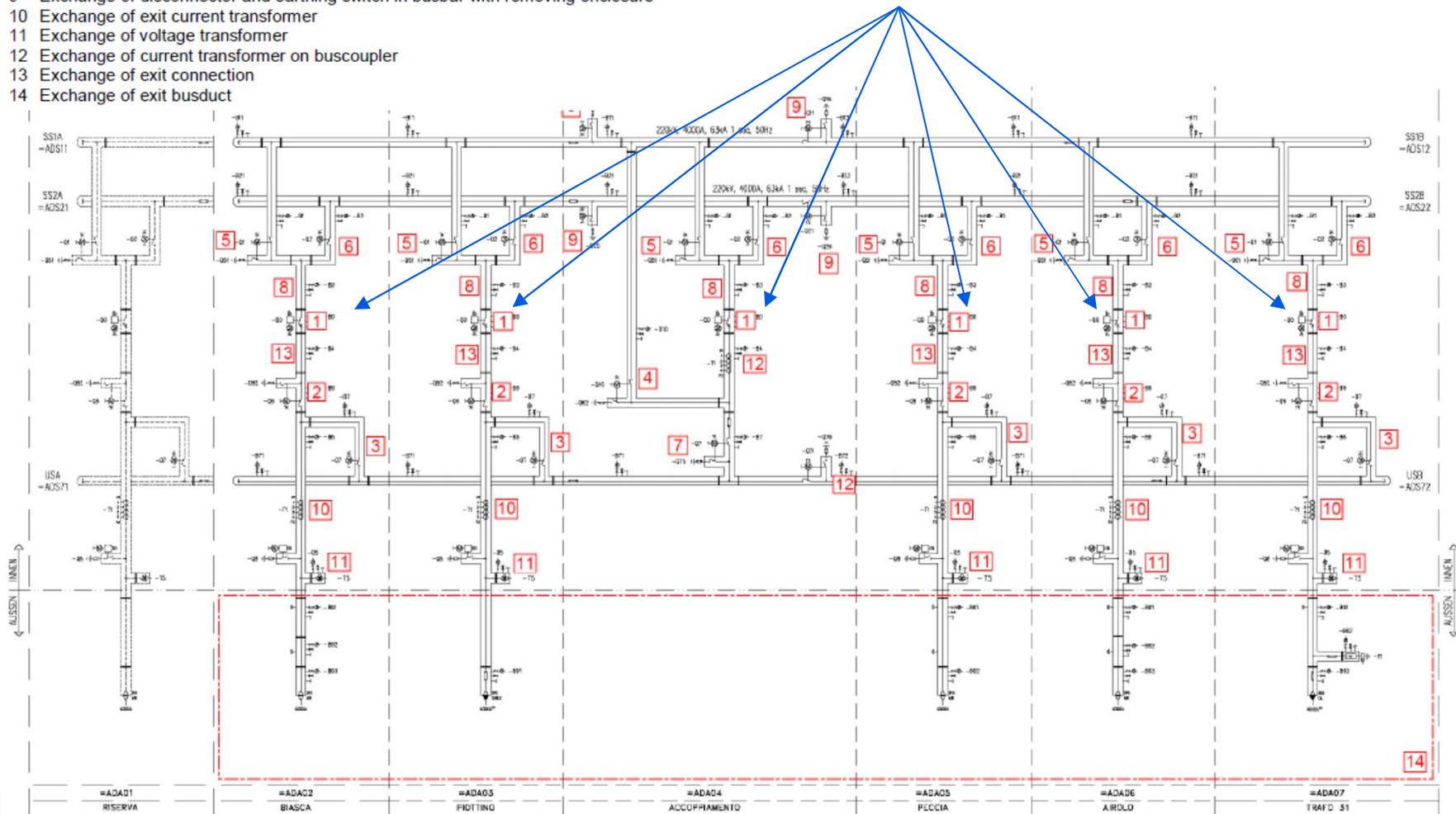
# Ejemplo para reparación y mantenimiento

## Diagrama esquemático de gas

### 2 Description of the inspection and repair cases

- 1 Exchange of the complete circuit-breaker
- 2 Exchange of the exit disconnector and earthing switch with removing enclosure
- 3 Exchange of the auxiliary bus disconnector with removing enclosure
- 4 Exchange of the bypass disconnector and earthing switch with removing enclosure
- 5 Exchange of the BB I disconnector and earthing switch with removing enclosure
- 6 Exchange of the BB II disconnector switch with removing enclosure
- 7 Exchange of the auxiliary bus disconnector with removing enclosure
- 8 Exchange of the VX/VG connection housing with removing enclosure
- 9 Exchange of disconnector and earthing switch in busbar with removing enclosure
- 10 Exchange of exit current transformer
- 11 Exchange of voltage transformer
- 12 Exchange of current transformer on buscoupler
- 13 Exchange of exit connection
- 14 Exchange of exit busduct

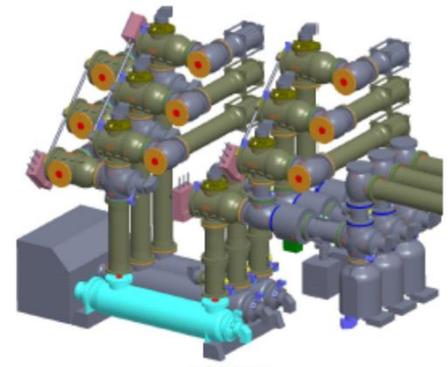
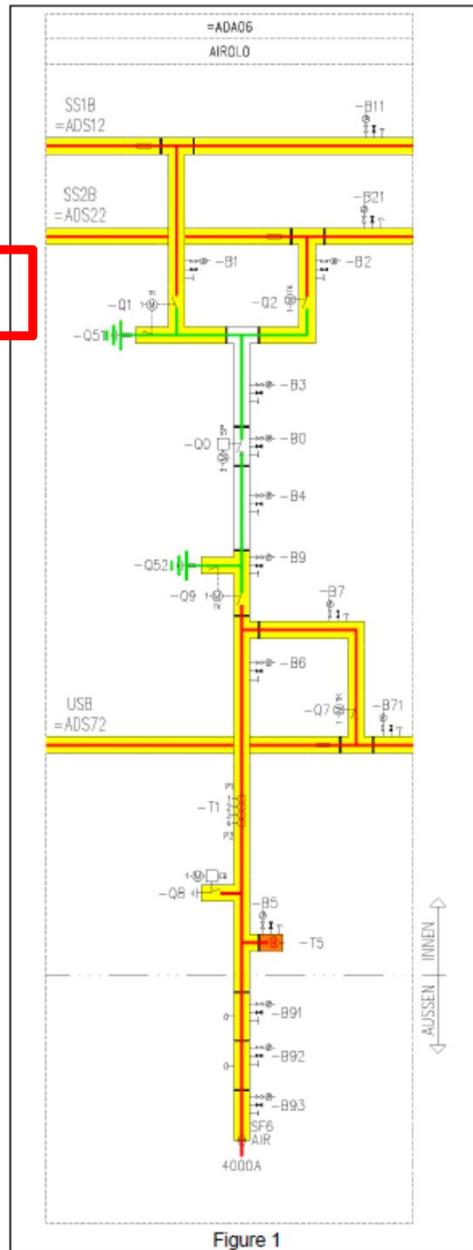
« 1.- Sustitución del interruptor completo »



# Ejemplo para reparación y mantenimiento

## Sustitución del interruptor completo

1



### Legend for gas schematic diagram

- In service
- Out of service and earthed
- Ambient pressure (air)
- SF6 (max 530kPa)
- SF6 (680kPa)

### GIS Parts in Service

	In service	Out of service
Busbar SS1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Busbar SS2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Busbar US	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Affected feeder	<input checked="" type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>
Adjacent feeder left	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Adjacent feeder right	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\* via bus coupler & USB





# Gas Insulated Switchgear (GIS)

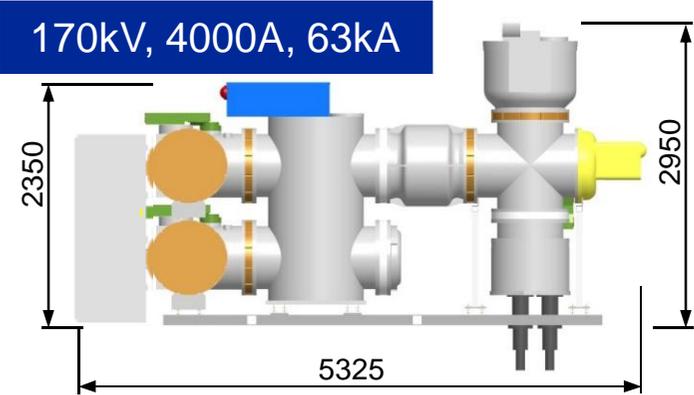
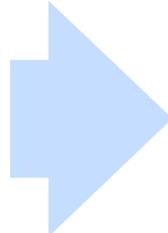
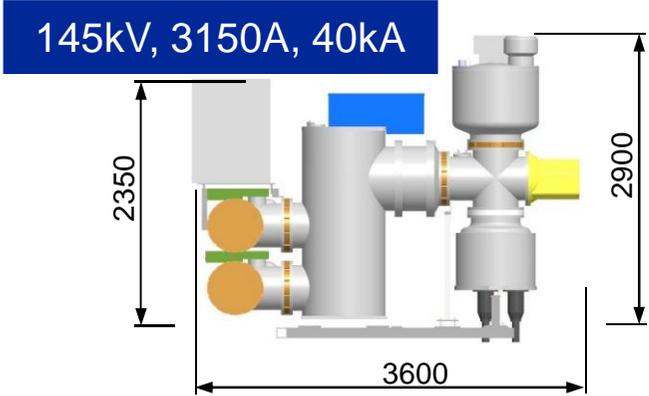
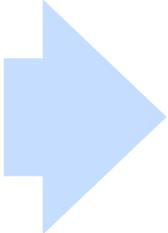
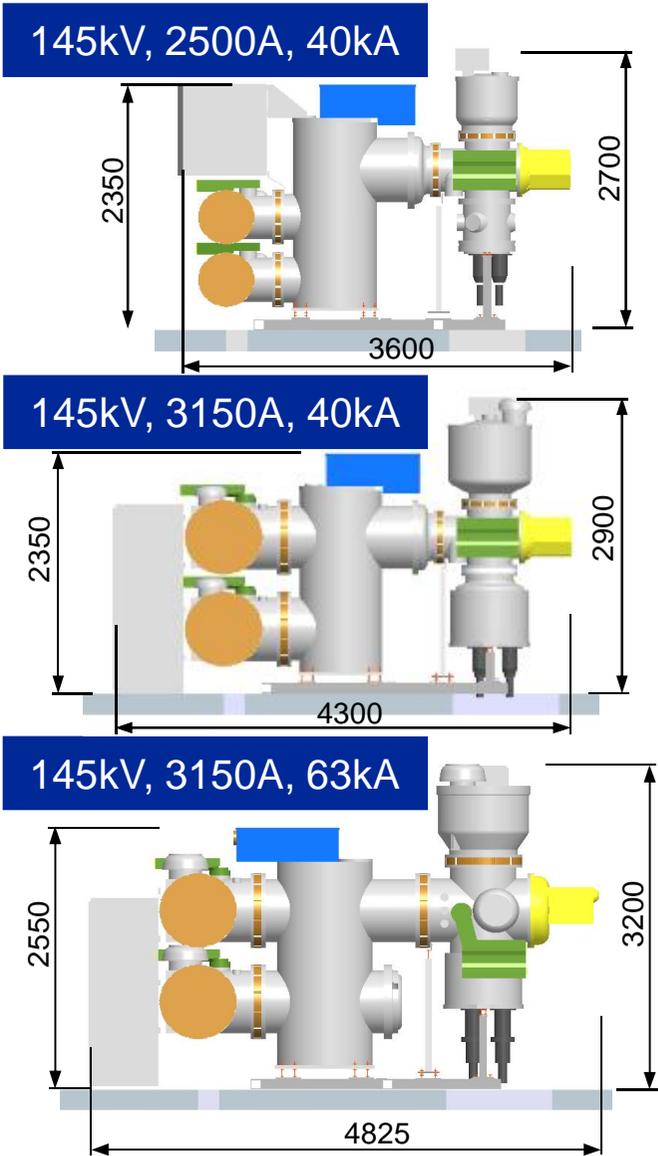
GIS Portafolio de productos  
Específicos al mercado chileno



# Gas-insulated switchgear ELK-04, 145-170 kV

## Sistema modular para GIS

# Portafolio Sub Transmisión Diferentes layout (Double barra)





# Gas-insulated switchgear ELK-14, 245 - 362 kV

## Sistema modular para GIS

# Gas-insulated switchgear

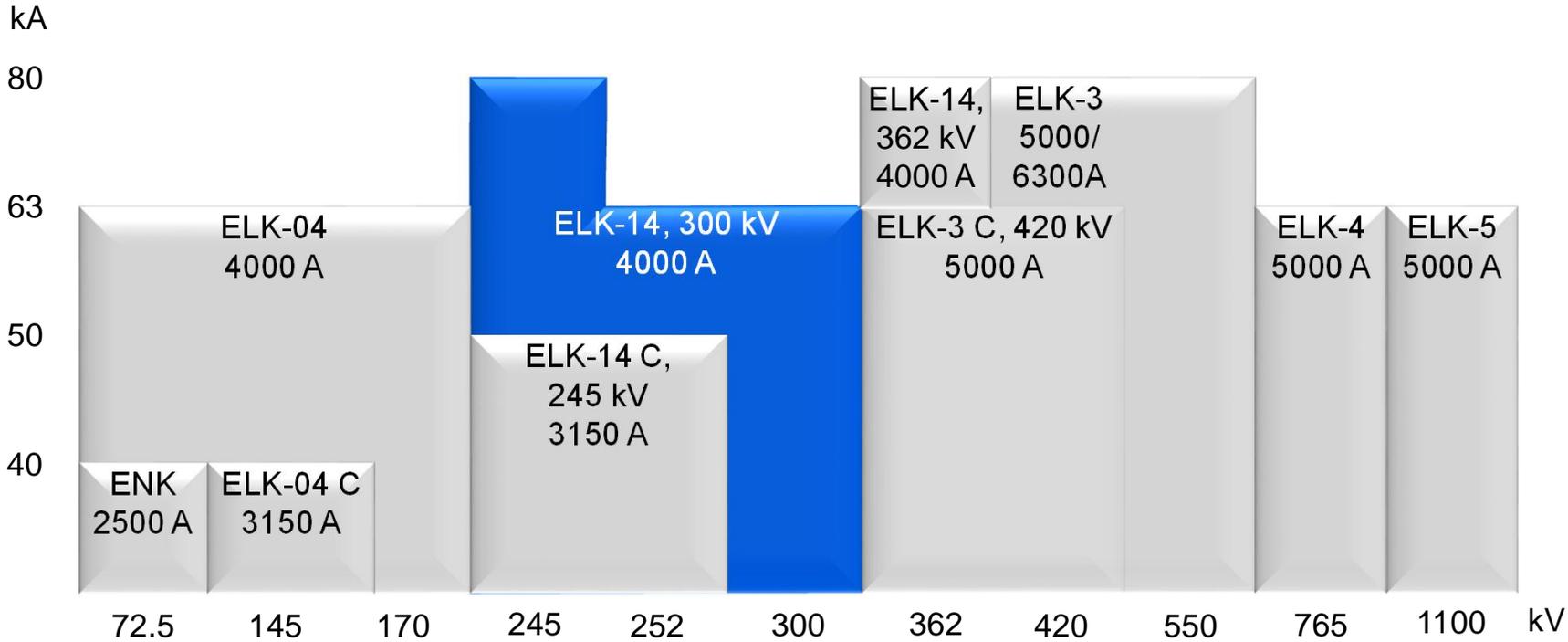
## GIS product portfolio overview and technical data



ELK-14, 300 kV  
duble busbar  
arrangement



ELK-14, 362 kV  
1½-breaker  
arrangement



# ELK-14, 245 - 362 kV

Maximum ratings up to 362 kV, 4000 A and 63/80 kA

ELK-14, 300 kV  
double busbar  
arrangement



# ELK-14, 245 - 300 kV

## Key ratings

Outdoor  
Prueba sísmica hasta 1.0g

Data		Value
Rated voltage	up to	<b>300 kV</b>
Power-frequency withstand voltage		460 kV
Rated current		4000 A
Rated short-time withstand current		50/63 kA, 3 sec
Rated frequency		50 / 60 Hz
Lightning impulse withstand voltage		1050 kV
Rated peak withstand current		135 / 171 kA
Circuit-breaker mechanical endurance class		<b>M2 (10,000 CO)</b>
First pole-to-clear factor		1.3 / 1.5
Mechanical endurance (DS/ES)		10,000 CO
Bay length (incl. LCC; excl. operator's corridor)		5900 mm
Bay width		1680 mm

# ELK-14, 362 kV

## Key ratings

# Diseño especial

## Mercado americano 80kA y brasileño 345kV

Data	Value
Rated voltage	<b>362 kV</b>
Power-frequency withstand voltage	520 kV
Rated current	4000 A
Rated short-time withstand current	63/80 kA, 3 sec
Rated frequency	50 / 60 Hz
Lightning impulse withstand voltage	1175 kV
Rated peak withstand current	171 / 216 kA
Circuit-breaker mechanical endurance class	<b>M2 (10,000 CO)</b>
First pole-to-clear factor	1.3 / 1.5
Mechanical endurance (DS/ES)	10,000 CO
Bay length (incl. LCC; excl. operator's corridor) 63 / 80 kA	6800 / 7500 mm
Bay width 63 / 80 kA	2160 / 2700 mm

# ELK-14 (hasta 300kV) & ELK-3 (550kV) Standards

ELK-14 & ELK-3 conforms to the latest set of IEC and IEEE standards

- **IEC 62271-203**  
Gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV
- **IEC 62271-100**  
High-voltage alternating current circuit-breakers
- **IEC 62271-102**  
High-voltage alternating current disconnectors and earthing switches
- **IEC 62271-209**  
Cable connections for gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV
- **IEC 62271-1**  
Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear
- and other related standards
- **IEEE Std C37-122**  
IEEE Standard for High Voltage Gas-Insulated Substations Rated above 52 kV
- **IEEE Std C37.04, IEEE Std C37.06  
IEEE Std C37.09, IEEE Std C37.010  
IEEE Std C37.011, IEEE Std  
C37.012 and IEEE Std C37.015**
- **IEEE Std C37-122**  
IEEE Standard for High Voltage Gas-Insulated Substations Rated Above 52 kV
- **IEEE Std 1300**  
IEEE Guide for Cable Connections for Gas-Insulated Equipment
- **IEEE Std C37-100.1**  
IEEE Standard of Common Requirements for High Voltage Power Switchgear Rated Above 1000 V
- and other related standards





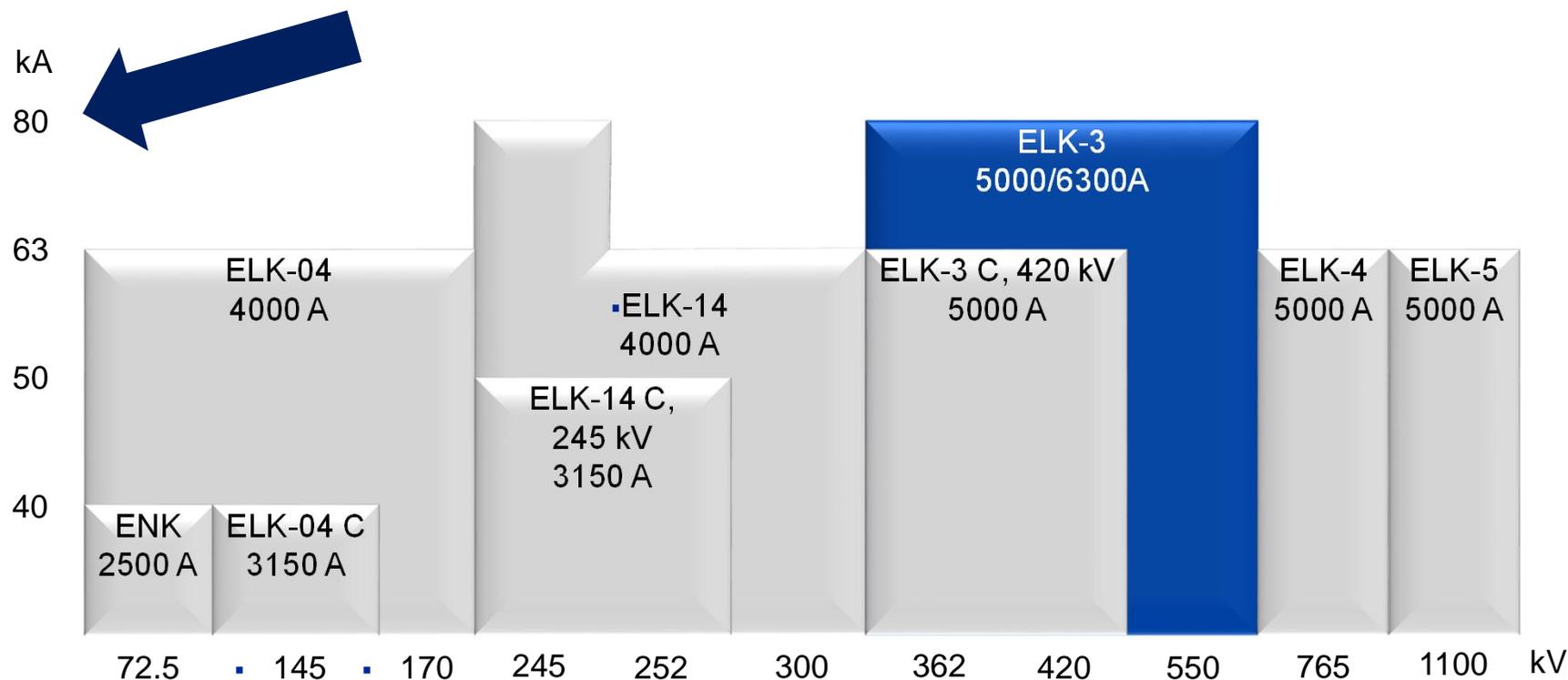
# Gas-insulated switchgear ELK-3, 550 kV GIS for maximum performance

# Gas-insulated switchgear

## GIS product portfolio overview and technical data



ELK-3, 550 kV



Test Duty	TRV Value	Rate of rise
TD10 (4kA)	1'500kV	2kV/μs
TD30 (12kA)	1'567kV	2kV/μs
TD60 (24kA)	1'058kV	2kV/μs



# ELK-3, 550 kV

## Key ratings

Outdoor  
Prueba sísmica hasta 1.0g

Data	Value
Rated voltage	550 kV
Power-frequency withstand voltage	740 kV
Rated current (busbar / feeders)	6300 / 5000 A
Rated short-time withstand current	63 / 80 kA, 3 sec
Rated frequency	50 / 60 Hz
Lightning impulse withstand voltage	1675 kV
Switching impulse withstand voltage	1250 kV
Rated peak withstand current	171 / 216 kA
Circuit-breaker mechanical endurance class	M2 (10,000 CO)
First pole-to-clear factor	1.3 / 1.5
Mechanical endurance (DS/ES)	5000 CO
Bay width	2700 mm

Power and productivity  
for a better world™

