

Presentación de resultados de los grupos de trabajo:
ALTERNATIVAS AL SF6
16/05/202



9:30 - 11:30 - GT SF6

09:30 – 09:40 Introducción al grupo de trabajo

D. Mikel Zaldunbide - Ormazabal

09:40 – 09:50 Principales conclusiones del reglamento Europeo

D. Mikel Zaldunbide – Ormazabal

09:50 – 10:20 Requisitos de mercado

Transporte (D^a Maribel Martín - Redeia)

Distribución (D^a Carla Miranda - CIDE)

10:20 – 11:00 Estado del arte para transporte y distribución

Equipos y Tecnologías de Transporte:

D. Lorenzo González - GE Vernova

Equipos y Tecnologías de Distribución:

D. Francesc Iñiguez – Schneider Electric

D. Mikel Zaldunbide - Ormazabal

11:00 – 11:30 Mesa redonda – moderada por Pedro Llovera - ITE

D^a Maribel Martín – Redeia, D^a Carla Miranda – CIDE, D. Lorenzo González - GE Vernova, D. Francesc Iñiguez – Schneider Electric, D. Mikel Zaldunbide – Ormazabal

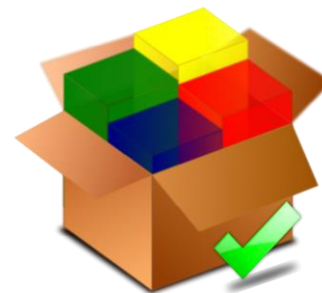
Introducción al grupo de trabajo

- D. Mikel Zaldunbide - Ormazabal

PLAN DE TRABAJO DESARROLLADO:



1. Análisis de otros documentos de posicionamiento existentes a nivel Español y Europeo
2. Análisis regulatorio
3. Análisis de enfoques tecnológicos / estado del arte
4. Análisis de necesidades / requisitos de mercado
5. Conclusiones



MIEMBROS DEL GRUPO DE TRABAJO

COMPAÑÍAS ELÉCTRICAS



INDUSTRIA

COORDINADOR del grupo

Mikel Zaldunbide

mzs@ormazabal.com



CENTROS DE INVESTIGACIÓN Y UNIVERSIDADES



MIEMBROS DEL GRUPO:

• COMPAÑÍAS ELÉCTRICAS

- Carla Miranda (**CIDE**)
- Alicia Sanchez (**ENEL-ENDESA**)
- Rubén Iranzo (**ENEL-ENDESA**)
- José Ramón Tejedo (**I-DE**)
- Ángel Gonzalo (**UFD**)
- Elena Navarro (**UFD**)
- Maribel Martín Díaz-Toledo (**REDEIA**)

• OFERTA TECNOLÓGICA

- Pedro Llovera (**ITE**)
- Pedro Cruz Romero (**AICIA / Universidad de Sevilla**)

• INDUSTRIA

- Francesc Íñiguez (**SCHNEIDER ELECTRIC**)
- Mikel Zaldunbide (**ORMAZABAL**) - **COORDINADOR**

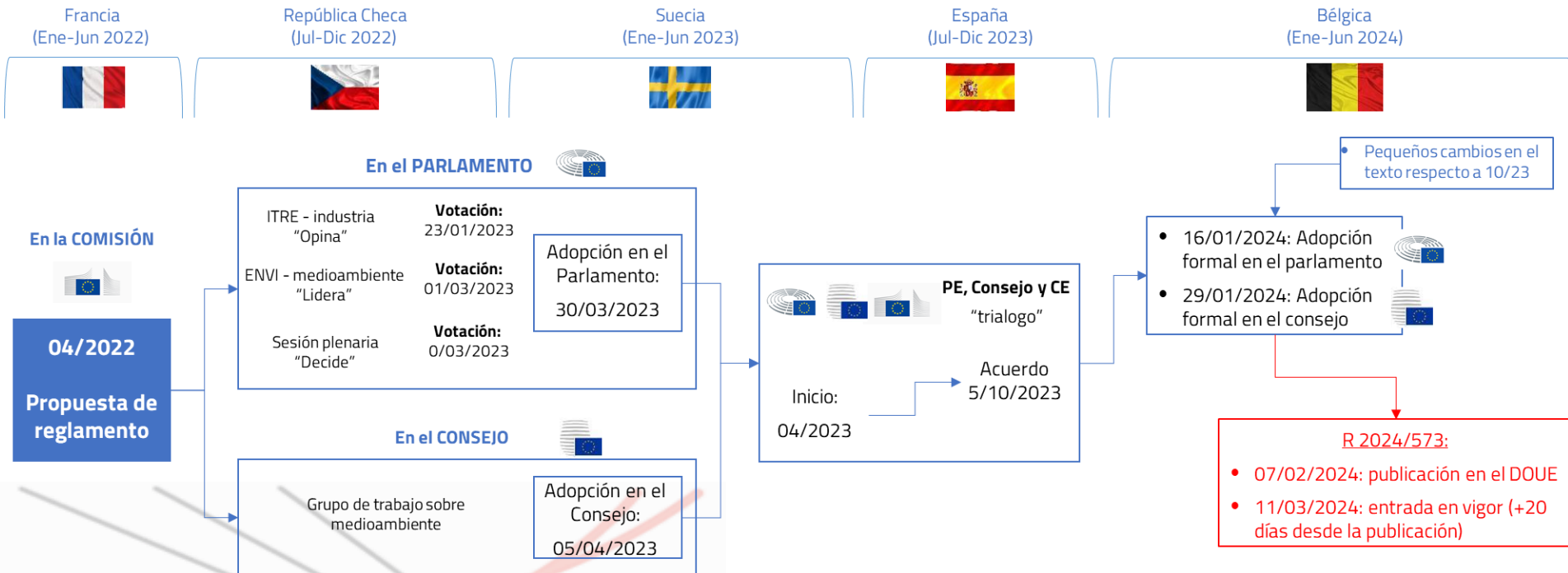


Principales conclusiones del reglamento Europeo

- D. Mikel Zaldunbide – Ormazabal

Principales conclusiones del reglamento Europeo

Proceso legislativo



Principales conclusiones del reglamento Europeo

Despliegue del reglamento

11/03/24
Entrada en vigor



Directamente aplicable en
todos los países de la UE

Pero...



Áreas grises



Desarrollo
normativo
pendiente



Diferencias en
los idiomas



Guías de
interpretación



Umwelt
Bundesamt



Diario Oficial
de la Unión Europea

2024/573

ES
Serie L

20.2.2024

REGLAMENTO (UE) 2024/573 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO
de 7 de febrero de 2024

sobre los gases fluorados de efecto invernadero, por el que se modifica la Directiva (UE) 2019/1937, y
se deroga el Reglamento (UE) n.º 517/2014

(Texto pertinente a efectos del EEE)

Conceptos principales: OBLIGACIONES

- “Prevention of emissions”: reducir el riesgo de fugas de SF6 durante la fabricación, transporte, uso y fin de vida
- “leakage checks”
 - “La aparamenta eléctrica no estará sujeta a control de fugas, siempre que cumpla algunas condiciones”
- “recovery and destruction” // fin de vida
 - Los operadores de aparatos que contengan f-gases garantizarán que dichas sustancias se recuperen y, tras el desmantelamiento de los aparatos, se reciclen, regeneren o destruyan.
- “certification and training”
 - La Comisión ya ha puesto en marcha el procedimiento de revisión del reglamento de ejecución sobre los requisitos para la certificación de las personas que manipulen aparamenta con gas fluorado (objetivo: Q3/2024)
- “labelling”: Etiquetado e información sobre los productos y aparatos
- Uso de SF6 no virgen a partir del 01/01/2035
- Portal de gases fluorados
- Importación-exportación de f-gases y aparatos: presentación de una licencia válida a las autoridades aduaneras

Conceptos principales: PROHIBICIONES

- “The **putting into operation** of the following electrical switchgear using, or whose functioning relies upon, **fluorinated greenhouse gases** in **insulating or breaking medium** shall be prohibited as follows”:
 - “medium voltage electrical switchgear for primary and secondary distribution”
 - $kV \leq 24$: 01/01/2026
 - $24 < kV \leq 52$: 01/01/2030
 - “high voltage electrical switchgear”
 - $52 < kV \leq 145$ & $\leq 50kA$ cc: 01/01/2028
 - $145 < kV$ & $> 50 kA$ cc: 01/01/2032

Conceptos principales: DEROGACIONES DE LAS FECHAS

- **PEDIR PERMISO**
 - Por medio de un “implementing act”: exención de hasta 4 años:
 - No hay alternativas disponibles o no se pueden utilizar por razones técnicas o de seguridad
 - Costos desproporcionados (sin especificar el umbral)
- **NOTIFICAR y DOCUMENTAR**
 - Derogación en “**CASCADA**”
 - **EXTENSIÓN**: Si no hay compatibilidad, o las nuevas tecnologías implican el reemplazo de todos los equipos
 - “**Order**” previo al 11/03/2024
- Sólo **DOCUMENTAR**
 - **REUTILIZACIÓN**: Se permite desinstalar un equipo “en operación” para instalarlo en otro lugar (dentro de la UE)
 - Equipos con F-gases con emisiones de CO2 equivalentes durante su ciclo de vida, menores que los equipos sin F-gases (de acuerdo a la **DIRECTIVA DE ECODISEÑO**)
- **REPARACIÓN**:
 - Si no hay un cambio del F-gas que implique aumento del GWP o aumento de la cantidad de gas

Conceptos principales: DEROGACIONES DE LAS FECHAS

- Derogación en “cascada”: **NOTIFICAR y DOCUMENTAR**
 - Se permite $GWP < 1000$, si después de un **PROCEDIMIENTO DE CONTRATACIÓN**:
 - $< 52 \text{ kv}$
 - ≤ 2 años: 0/1 fabricantes que no utilice F-gases
 - > 2 años: 0 ofertas que no utilicen F-gases
 - $> 52 \text{ kv}$
 - ≤ 2 años: 0/1 fabricantes con $GWP < 1$
 - > 2 años: 0 ofertas con $GWP < 1$
 - Se permite $GWP \geq 1000$ si, después de un procedimiento de contratación:
 - No se reciben ofertas con $GWP < 1000$

Areas Grises

- Significado de “putting into operation”
 - Traducción ES: “puesta en funcionamiento”
 - Traducción FR: “mise en service” – “puesta en servicio”
 - Blue guide: “putting into service takes place at the moment of first use within the European Union by the end user for the purposes for which it was intended”
 - Interpretaciones:
 - Alemania: “initial commissioning”
 - Francia: “mise en service”: Coincide contractualmente con la fecha de recepción de uso del producto entregado
- Aplicación práctica de la derogación en “cascada” y del “procedimiento de contratación”
- No hay ninguna referencia a exenciones ligadas:
 - Cumplimiento de “plazos” y “cantidades”
 - Necesidad de pilotaje o experiencia en campo
- Diferencias en los idiomas – caso de ES:
 - “procurement procedure” vs. “procedimiento de contratación pública”

Requisitos de mercado

- Transporte (D^a Maribel Martín - Redeia)

NORMALIZACIÓN Y HOMOLOGACIÓN

Criterios RAMS para avanzar en la normalización:

- **Fiabilidad:** las TSO, distribuidoras y usuarios necesitan que las alternativas tengan una madurez contrastada en tiempo, TRL avanzados, pilotos reales, con un tiempo suficiente para poder ser normalizados.
- **Disponibilidad:** las alternativas tienen que incluir todas las familias, **aplicaciones** de uso, **ratings** para que las utilities puedan homologar los equipos. Disponibilidad industrial suficiente para suministrar al mercado y poder asegurar plazos de entrega.
- **Mantenibilidad:** Desarrollado de todos los controles necesarios para confirmar las características que deben controlarse en los gases. Equipos de control y manejo de los gases de acuerdo a las necesidades específicas de las nuevas tecnologías.
- **Seguridad:** las características de seguridad y toxicidad de los nuevos gases utilizados en las soluciones alternativas. La evolución en el tiempo de los gases, y de su interacción con los componentes y materiales de los equipos, así como su comportamiento y descomposición en caso de arco interno, fin de vida de los mismos.

INVERSIÓN (CAPEX y OPEX)

La limitación del uso de SF6 introducida por esta Regulación implicará un aumento muy significativo en el valor de la inversión por cada nuevo activo a instalar. A día de hoy puede incrementarse el valor de compra de estos equipos de un 30 a un 40%

En el ciclo de vida del activo este cambio de tecnología supondrá una inversión en:

- Incremento en el coste de tratamiento de nuevas alternativas. Duplicidad o triplicidad de equipos de tratamiento de gas, accesorios, botellas, etc
- Incremento de stock de nuevos repuestos, fungibles, accesorios, etc
- Formación y capacitación de técnicos para el uso y control de nuevos dieléctricos.

La regulación debe adaptarse a estos nuevos requerimientos y en particular la retribución de las nuevas soluciones.

Requisitos de mercado

- Distribución (D^a Carla Miranda - CIDE)



Suficiente disponibilidad de equipos



Prestaciones técnicas de los equipos: destacando la seguridad.



Sustitución y reparación de equipos instalados con SF6



Proceso de adaptación



Alternativas económicamente viables



Competitividad de mercado



Mantenimiento



Compatibilidad de los nuevos equipos con aquellos ya instalados:

- Por cambio de dimensiones
- Por conexión entre elementos
- No supongan un cambio sustancial en la operación de las redes.

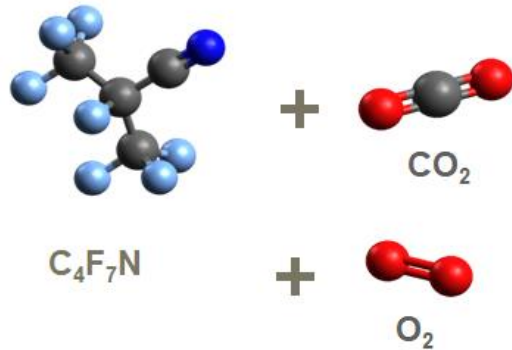
Estado del arte para transporte y distribución

Equipos y Tecnologías de Transporte:

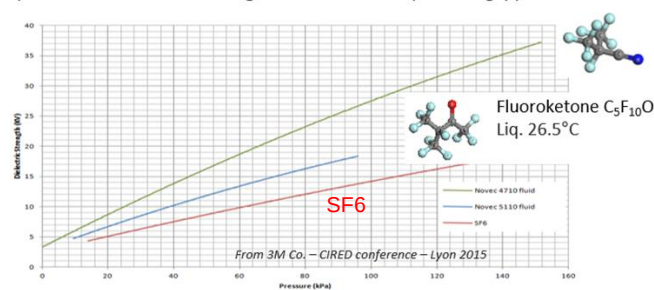
- D. Lorenzo González - GE Vernova

Estado del arte para transporte – Soluciones con $\text{C}_4\text{F}_7\text{N}$ FutuRed

Soluciones basadas en $\text{C}_4\text{F}_7\text{N}$



(Dielectric breakdown voltage acc. ASTM D877 (2.5 mm gap))



Cómo soluciona el problema del SF_6 ?

- **Mismas dimensiones y capacidad** dieléctrica y de cortocircuito que sus equivalentes en SF_6 .
- **99% de reducción del GWP** respecto al SF_6 .
- **Menor huella de CO_2** vs otras tecnologías cuando se evalúa el ciclo de vida.
- Única alternativa para **reemplazar equipos** de SF_6 existentes obsoletos.
- Única solución **escalable en todos los niveles de tensión**.



GE GIS 145 kV



GE GIS 145 kV SF_6

Cómo encaja en la nueva regulación

9. Se prohibirá la puesta en funcionamiento de la siguiente aparatación eléctrica que use gases fluorados de efecto invernadero, o cuyo funcionamiento dependa de ellos, en un medio aislante o de ruptura:

- a) a partir del 1 de enero de 2026, aparatación eléctrica de media tensión para distribución primaria y secundaria de hasta 24 kV;
- b) a partir del 1 de enero de 2030, aparatación eléctrica de media tensión para distribución primaria y secundaria de más de 24 kV hasta 52 kV, inclusive;
- c) a partir del 1 de enero de 2028, aparatación eléctrica de alta tensión a partir de 52 kV hasta 145 kV, inclusive, y hasta 50 kA, inclusive, de corriente de cortocircuito, con un potencial de calentamiento global igual o superior a 1;
- d) a partir del 1 de enero de 2032, aparatación eléctrica de alta tensión de más de 145 kV o más de 50 kA de corriente de cortocircuito, con un potencial de calentamiento global igual o superior a 1.

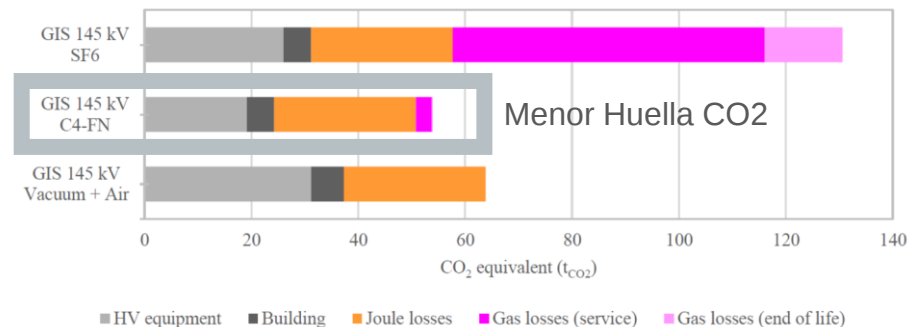
13. El apartado 9 no se aplicará a la aparatación eléctrica respecto de la cual se haya establecido, con arreglo a los requisitos de diseño ecológico adoptados en virtud de la Directiva 2009/125/CE, que las emisiones equivalentes de CO₂ durante su ciclo de vida serían inferiores a las derivadas de aparatos equivalentes que cumplan los requisitos pertinentes de diseño ecológico y que cumplan los límites de potencial de calentamiento global establecidos en el apartado 9.

16. Cuando se aplique alguna de las excepciones enumeradas en los apartados 10, 11, 12, 13, 14 o 15, el operador conservará la documentación acreditativa de la excepción durante al menos cinco años y la pondrá a disposición de la autoridad competente del Estado miembro interesado o de la Comisión, previa solicitud.

17. El operador notificará a la autoridad competente en el Estado miembro el lugar de puesta en funcionamiento de la aparatación eléctrica cuando aplique una de las excepciones enumeradas en los apartados 11, 12, 14 o 15.

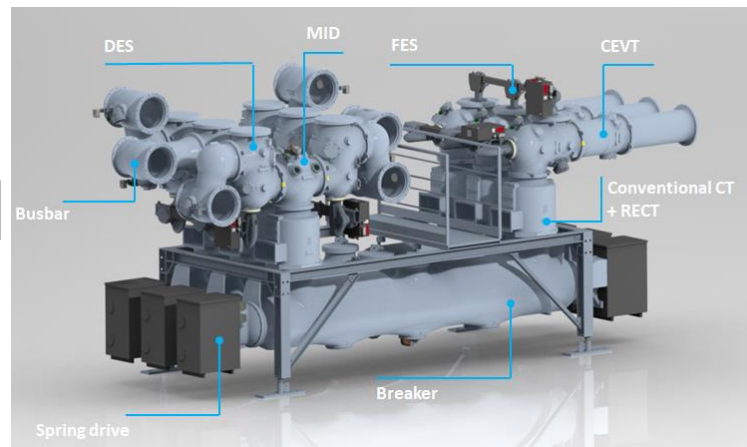
CIGRE paper B3-10674^[1]

CO₂ overall footprint distribution



- $U_n \leq 145$ kV:
 - Soluciones basadas en **C₄F₇N**
 - Soluciones basadas en aire limpio + corte en vacío
- $U_n > 145$ kV:
 - Actualmente únicamente soluciones basadas en **C₄F₇N**

GE GIS 420 kV



Estado del arte para transporte y distribución

Equipos y Tecnologías de Distribución:

- D. Francesc Iñiguez – Schneider Electric

TECNOLOGIAS



- **Antiguas:** aire, aislamiento en dieléctricos minerales
- **Actual y extendida:** SF6, aislamiento sólido
- **Nuevas:** nuevos dieléctricos (naturales o sintetizados)

Los fabricantes se enfrentan al reto de ofrecer nuevas tecnologías para la sustitución de la tecnología del SF6 donde se les exige un “must” irrenunciable:



- **GWP reducido**
- **Seguridad**

La elección por parte de clientes/usuarios vendrá dada por lo que pueda ofrecer cada fabricante en relación a la percepción de:



- Disponibilidad y plazos de entrega
- Vida útil de los equipos
- Fiabilidad
- Funcionamiento a diferentes condiciones
- Coste fin de vida del producto
- Impacto de los activos: CAPEX y OPEX

TECNOLOGIAS

Retos a los que se enfrentan los fabricantes con sus nuevas tecnologías:



- Conseguir la **rigidez dieléctrica** adecuada (priorizando el uso de bajas presiones)
- Conseguir la **estabilidad** del gas utilizado a lo largo de su uso y vida útil de los equipos
- Alinear sus nuevas gamas de productos en función del **nivel de aislamiento** (de 7,2 a 52kV)
- Establecer estrategias de las nuevas gamas (**compatibilidad** gamas existentes de SF6, ...)
- Garantizar la **disponibilidad** (timing) alineadas con la prohibición del reglamento EU
- Proceder a exigencias de **calificación** de producto para algunas clientelas (DSO)

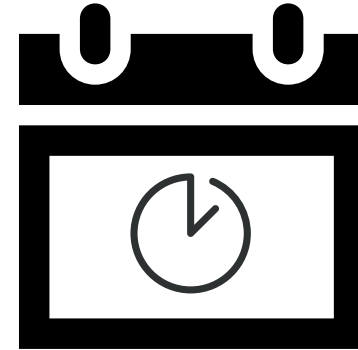
Cada fabricante también quiere garantizar su **propiedad intelectual**, por lo que estos costosos desarrollos de nuevas tecnologías les ha llevado a:



- Adquisición de **patentes** de los equipos desarrollados
- Gran nivel de inversión
- **Comercializar** sus soluciones (g3, aire puro, Clean Air, blue air, aire industrial, dry air, ...)

ASPECTOS NO LIGADOS DIRECTAMENTE A LA TECNOLOGIA

- **Valor de adquisición:**
 - Costes de materiales/mano de obra en la producción
 - Amortización de las inversiones (desarrollo e industrialización)
 - A mayor número de fabricantes mayor competitividad
- Sentido de la **urgencia** del cambio:
 - ¿Todos los sectores son conscientes del cambio?
 - Existe un timing para el cambio que es **ley**
 - La urgencia es un **hecho**



¡20 meses para el cambio en 24kV!

Estado del arte para transporte y distribución

Equipos y Tecnologías de Distribución:

- D. Mikel Zaldunbide - Ormazabal

Punto de partida



ENFOQUE TÉCNICO

- Lo más parecido a los equipos actuales:
 - Tecnología GIS
 - Vida útil y fiabilidad
 - Seguridad
 - Prestaciones en diferentes condiciones atmosféricas (T^a , humedad, presión, etc...)
 - Mantenimiento de los ensayos de rutina existentes
 - Familias completas con todas las funciones
 - Cumpliendo las especificaciones particulares de clientes
 - Mantener las funcionalidades de telemando y automatización
 - Mismo comportamiento frente a arco interno

Punto de partida

Principales atributos
exigidos a los
equipos



Gas



Presión



Operación y
explotación



Dimensiones

Pero ...
... no hay solución
“like-for-like”!

Punto de Llegada



Gases de origen natural



Presión de llenado similar a las actuales



Experiencia en corte y conexión



Dimensiones compactas



Nativo digital



Gases de origen natural

Características:

- Solo componentes del aire (sin F-gases)
- Fabricado industrialmente, totalmente controlado y ensayado
- Fácilmente reproducible y comercialmente accesible
- Libre de patentes

Norma IEC 63360:

- Fluidos para aplicaciones electrotécnicas



Corte y conexión

Operación similar a los equipos actuales

Automático (v)

- Tecnología muy conocida y probada
- En combinación con seccionador en serie

Interruptor de corte en carga (I y p)

- Sin mecanismos complejos
- Verificación del estado in situ con manómetro



Presión de llenado

- Similar a los equipos con SF6



Dimensiones

- Dimensiones compactas



Nativo digital

- Preparado para sensórica y monitorización
- Listo para una completa automatización

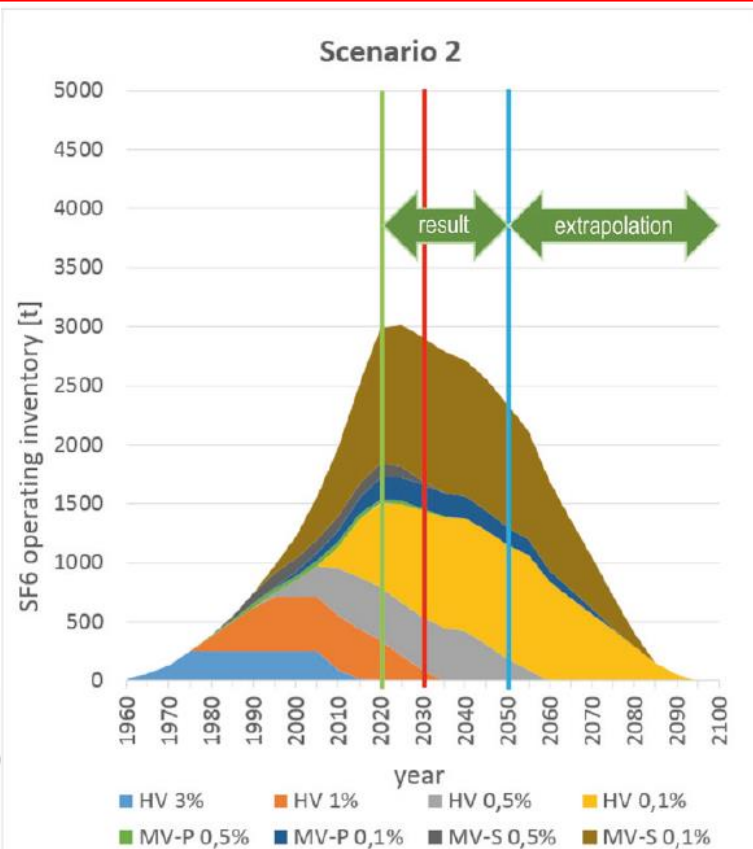
Pero ... necesitamos más cosas además de tecnología que funcione

- El reglamento no exime de ninguna obligación: Las redes eléctricas deben seguir ofreciendo unas prestaciones excelentes con los niveles actuales de continuidad de suministro y calidad
- De acuerdo a varios estudios (IEA), hay que doblar la inversión en redes para hacer realidad la transición energética: renovables, autoconsumo, vehículo eléctrico, bombas de calor, etc ...
- Necesitamos disponer de soluciones libres de SF6 en las cantidades requeridas en los plazos necesarios, con soluciones industriales robustas, con la misma vida útil y completamente testeadas en las redes.
- No hay que renunciar a ninguna de las prestaciones de los equipos actuales
- Hay que contar con un mercado de soluciones alternativas competitivo con suficientes proveedores que cumplan las características anteriores
- Y para ello, hay que mantener los procedimientos de contratación habituales que aseguran una instalación de productos robustos y testeados: especificaciones, homologación, incluyendo la experimentación en campo, licitaciones

MESA REDONDA

(Moderada por PEDRO LLOVERA – ITE)

- D^a Maribel Martín – Redeia
- D^a Carla Miranda - CIDE
- D. Lorenzo González - GE Vernova
- D. Francesc Iñiguez – Schneider Electric
- D. Mikel Zaldunbide – Ormazabal

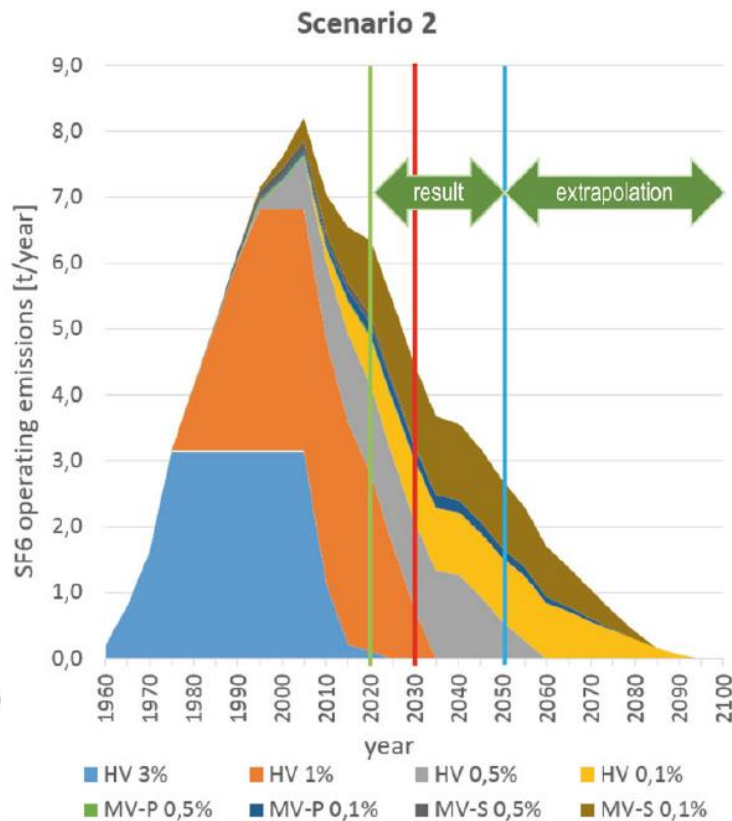


EVOLUCIÓN ESTIMADA DEL STOCK DE SF6 EN ALEMANIA

Escenario 2:

Todos los nuevos equipos a partir de hoy se realizan con tecnología libre de SF6 para sustituciones por final de vida o ampliaciones a medida que las tecnologías están disponibles.

Fuente: German Electrical and Electronic Manufacturers' Association, Scenario for reducing SF6 operating emissions from electrical equipment through the use of alternative insulating gases. 2020



EVOLUCIÓN ESTIMADA DE LAS EMISIONES DE SF6 EN ALEMANIA

Escenario 2:

Todos los nuevos equipos a partir de hoy se realizan con tecnología libre de SF6 para sustituciones por final de vida o ampliaciones a medida que las tecnologías están disponibles.

Fuente: German Electrical and Electronic Manufacturers' Association, Scenario for reducing SF6 operating emissions from electrical equipment through the use of alternative insulating gases. 2020



GRACIAS

secretaria@futured.es