

Plan de formación 2015

Jornada técnica

Conexión y desconexión de grupos electrógenos y
generación distribuida a la red eléctrica

Ponencia

Generación distribuida

Ponente

Jesús Pastor Soriano

Valencia, 28 de mayo de 2015



INTEGRACIÓN DE INSTALACIONES GENERADORAS EN LA RED



Valencia, mayo 2015



GENERALITAT VALENCIANA
CONSELLERIA D'ECONOMIA, HISENDA I OCUPACIÓ

INVASSAT

Institut Valencià de
Seguretat i Salut en el Treball



IBERDROLA
DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

Generación distribuida

Índice

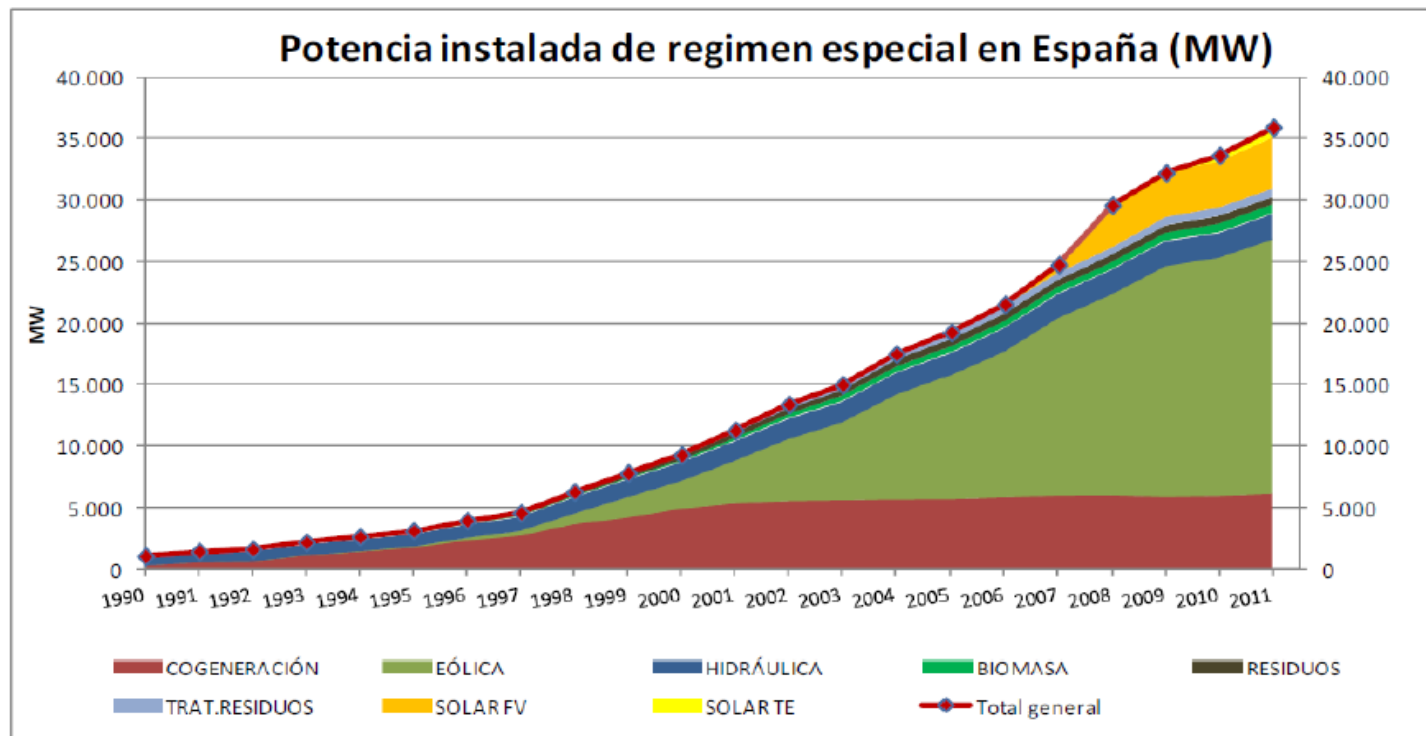
1. Introducción. Entorno de la generación distribuida
2. Requisitos de seguridad. Protecciones.
3. Anomalías detectadas en instalaciones fotovoltaicas
4. Criterios de actuación

1

Introducción. Entorno de la generación distribuida

Introducción.

- Hasta 2012: Generación distribuida primada
 - Desde los años 90, gran implantación de cogeneraciones
 - En 2007-2008, huertas fotovoltaicas, sobre todo en grandes plantas
 - Tras 2008, menor implantación, en tejados industriales y grandes plantas



Fuente: Previsión de cierre 2011, Comisión Nacional de Energía

2

Requisitos de seguridad. Protecciones

Seguridad de los trabajadores

- El RD 1699/2011 incluye un elemento que proporcione el aislamiento requerido por el RD 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
 - Cinco Reglas de Oro durante trabajos en la red:
 - 1 Desconectar
 - 2 Bloquear.
 - 3...
 - Actuar sobre todas los generadores ya que: *“La parte en la que se va a realizar el trabajo debe aislarse de todas las fuentes de alimentación.”*
 - No es suficiente con la parada del inversor, ya que *“El aislamiento estará constituido por una distancia en aire, o la interposición de un aislante, suficientes para garantizar eléctricamente dicho aislamiento.”*

Acceso al elemento de aislamiento

- Reglamento de Baja Tensión (ITC-BT 40):
 - 4.3.3 Equipos de maniobra y medida a disponer en el punto de interconexión.
“En el origen de la instalación interior y en un punto único y accesible de forma permanente a la empresa distribuidora de energía eléctrica, se instalará un interruptor automático sobre el que actuarán un conjunto de protecciones.”
- Reglamento de Alta Tensión (ITC MIE-RAT 19):
 - Instalaciones privadas conectadas a redes de servicio público:
“La disposición interior debe permitir a la explotación de la red pública tener en todo momento acceso al mando de interruptor general, al seccionador de corte y al equipo de medida.”
- Orden Ministerial del 5 de Septiembre de 1985
 - 9.1 Condiciones generales (protecciones)
“... todas las centrales interconectadas irán equipadas de interruptor de desacoplamiento de funcionamiento automático y manual, accesible permanentemente al personal de la empresa eléctrica.”

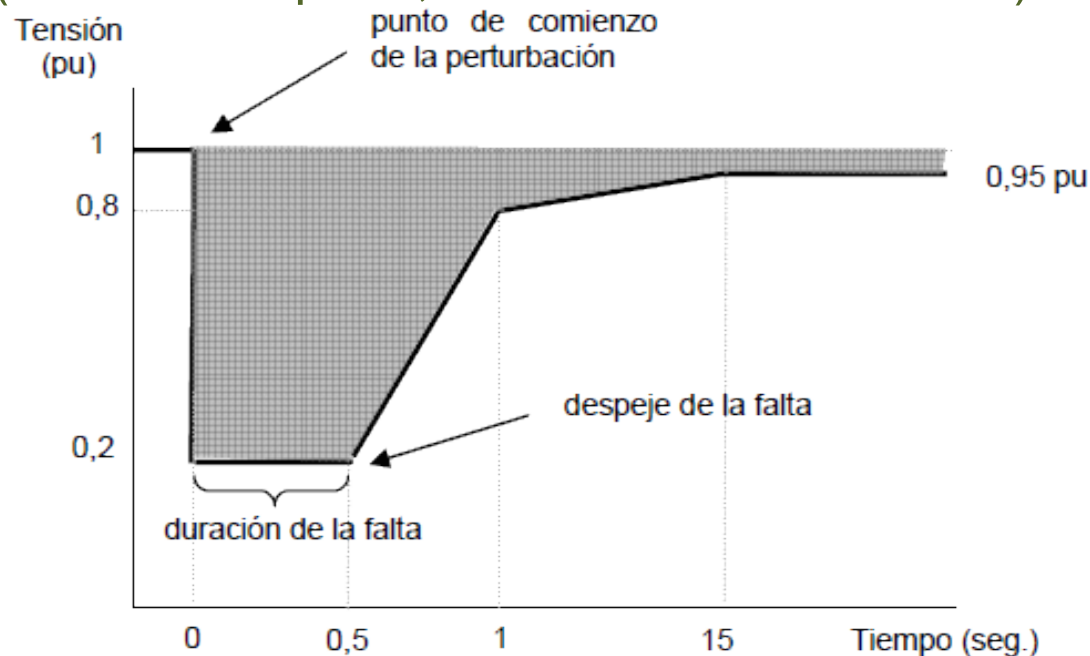
En la práctica, el acceso suele ser complicado y poco operativo

Requisitos sobre seguridad en legislación de generación distribuida

- En toda la legislación se incluyen párrafos sobre:
 - No provocar averías en la red pública
 - No dar origen a condiciones peligrosas de trabajo
 - No quedar funcionando en isla.
- En la práctica:
Disparar ante incidentes en la red de distribución
- Forma de definirlo en la legislación:
 - Mediante teledisparo u otros medios
 - Con disparo por alteraciones en la frecuencia o valor eficaz de la tensión

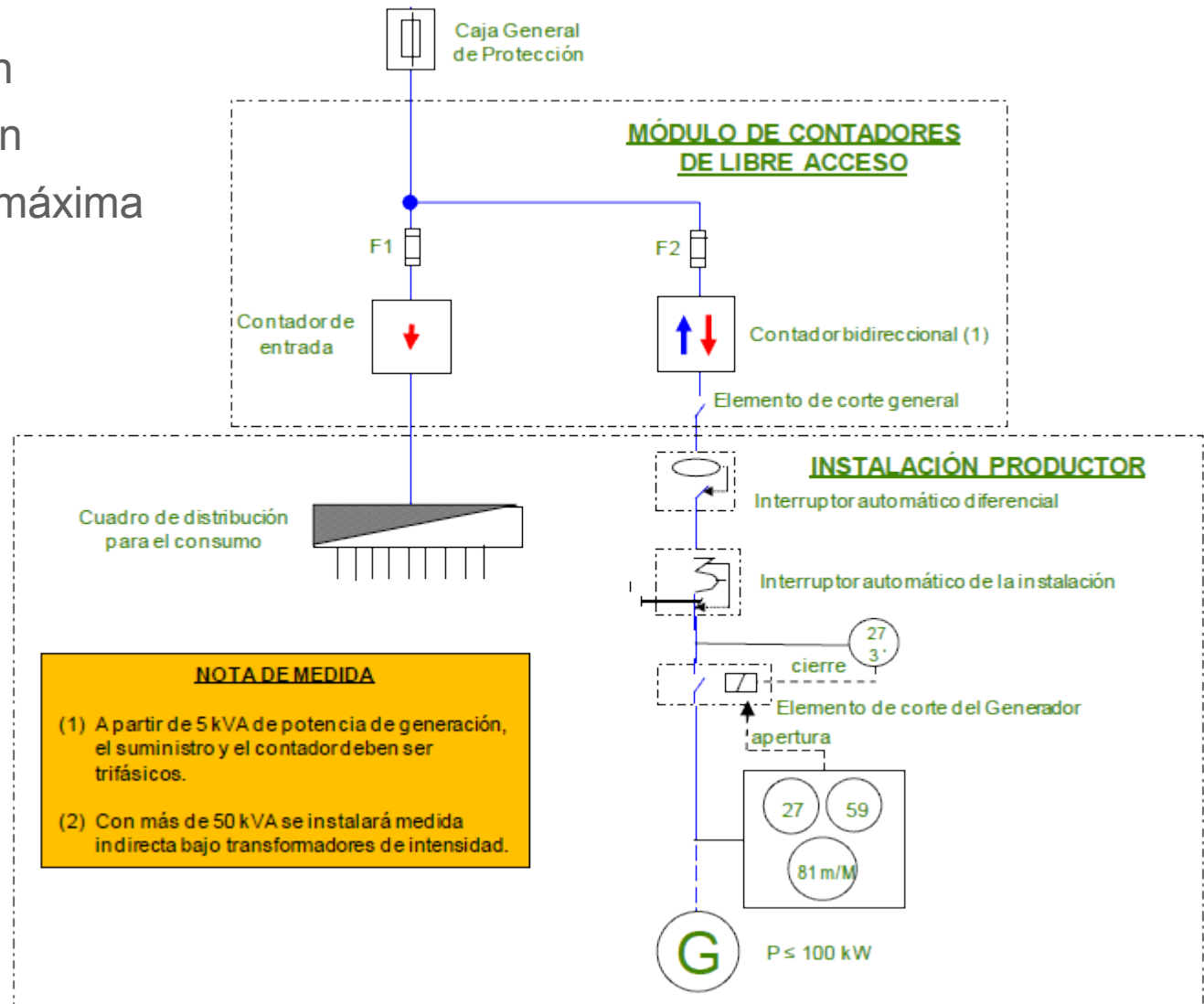
Requisitos de respuesta frente a huecos de tensión

- RD 1565/2010: PO12.3 aplicables a instalaciones de >2 MW
 - Objetivo:
No disparar ante incidentes en la red de transporte
 - Forma de definirlo:
Caída de tensión huecos de tensión, independientemente de su origen (red de transporte, de distribución o interna).



Protecciones para faltas externas (anti-isla) en BT

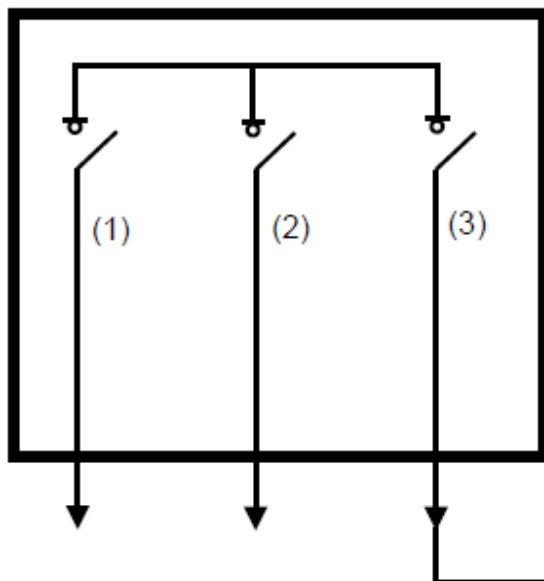
- 27: Mínima tensión
- 59: Máxima tensión
- 81m/M: Mínima y máxima frecuencia
- RA: Relé anti-isla



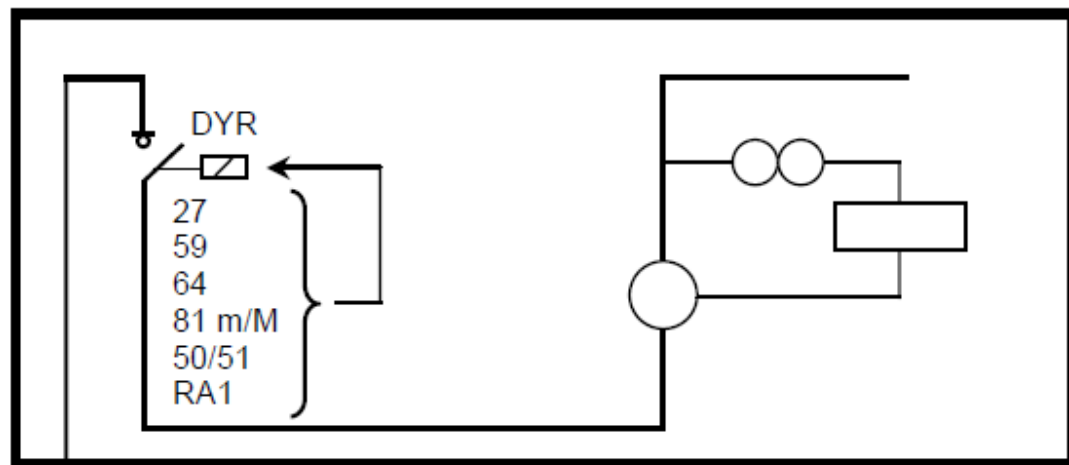
Protecciones para faltas externas (anti-isla) en AT

- 27: Mínima tensión
- 59: Máxima tensión
- 64 (ó 59N)
- 81m/M: Mínima y máxima frecuencia
- RA: Relé anti-isla

TELECONTROL



PROTECCION



TELEMEDIDA

Historial de ajustes de protecciones

- En reglamento electrotécnico y legislación del área de energía

BT / <i>MT</i>	OM 1985 (todos)	RD 1663/2000 (FV en BT)	REBT 2002 (BT)	RD 661/2007 (Todos)	RD 1699/2011 (Pequeña pot.)
27	85% - inst.	85% - ?	85% <0.5 seg.		85% ≤1.5 seg.
59	110% - inst.	110% - ?	110% <0.5 seg.		110% ≤1.5 seg. 115% ≤0.2 seg.
81m	49 Hz >100 ms	49 Hz - ?	49 Hz > 100 ms	48 Hz ≥ 3 seg.	48 Hz ≤ 3 seg.
81M	51 Hz >100 ms	51 Hz - ?	51 Hz > 100 ms	51 Hz - ?	50.5 Hz ≤ 3 seg.
27	<i>85% - inst.</i>				<i>85% ≤1.5 seg.</i>
59	<i>110% - inst.</i>				<i>110% ≤1.5 seg. 115% ≤0.2 seg.</i>
81m	49 Hz >100 ms			<i>48 Hz ≥ 3 seg.</i>	<i>48 Hz ≤ 3 seg.</i>
81M	51 Hz >100 ms			<i>51 Hz - ?</i>	<i>50.5 Hz ≤ 3 seg.</i>

Ha evolucionado desde gran sensibilidad en la detección de isla a mayor insensibilidad (evitar grandes incidentes, a costa de menor seguridad)

Protección anti-isla

- Externa (teledesconexión o relé)
- En inversores:
 - Solo está normalizado en ensayo para FV, no el método
 - Nuevo ensayo anti-isla publicado por AENOR (Informe UNE 206006 IN)

TÍTULO

Ensayos de detección de funcionamiento en isla de múltiples inversores fotovoltaicos conectados a red en paralelo

Integración en red inteligente

Filosofía que defiende Iberdrola sobre sistemas de comunicaciones:

- Deben contribuir a solucionar:
 - Los problemas de seguridad
 - Los problemas de control de la tensión
- Debe ser coherente con la evolución de las redes, aprovechando las redes de comunicaciones utilizadas en las redes inteligentes
 - Telegestión
 - Teledesconexión
 - Telemedidas en tiempo real

Los equipos de medida y control de la GD deben integrarse en los sistemas de control de las distribuidoras



Solución de mínimo coste que garantiza la estabilidad de la red

Integración en red inteligente

Información a
Operador del
Sistema y
Productores

← Centro de Gestión de Red de Distribución

Sistema de Telegestión



Sistema de Operación

Telegestión (Contadores inteligentes)

Red Inteligente (Remota de telecontrol)



Red B.T.

Contadores
(x 10⁶)



Red M.T.

Centros de
Transformación
(x 10⁴)



Red A.T.

Subestaciones
(ya automatizadas)
(x 10²)

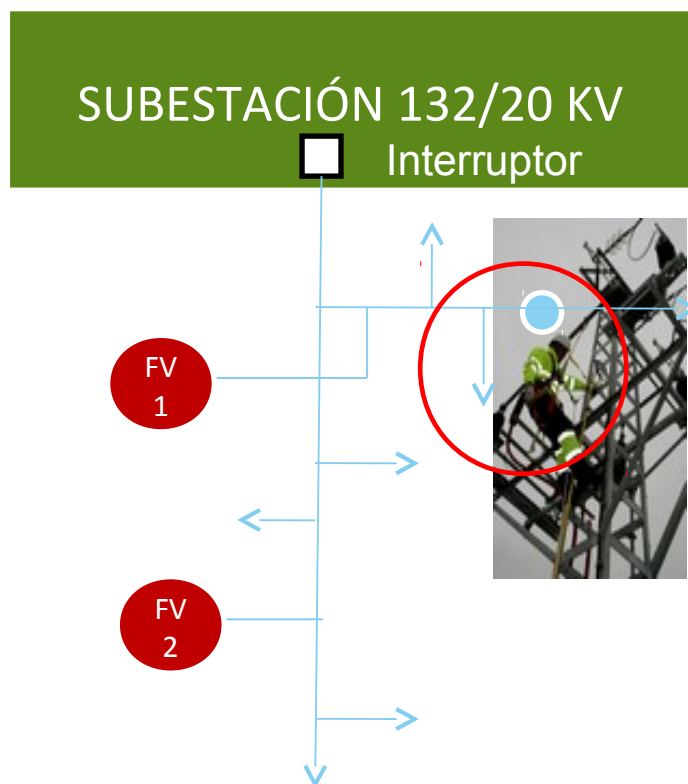
Conexiones
Generación Distribuida

Conexiones
Generación Distribuida

Anomalías detectadas en instalaciones fotovoltaicas

Funcionamiento en isla

Caso 1: Condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento de la red

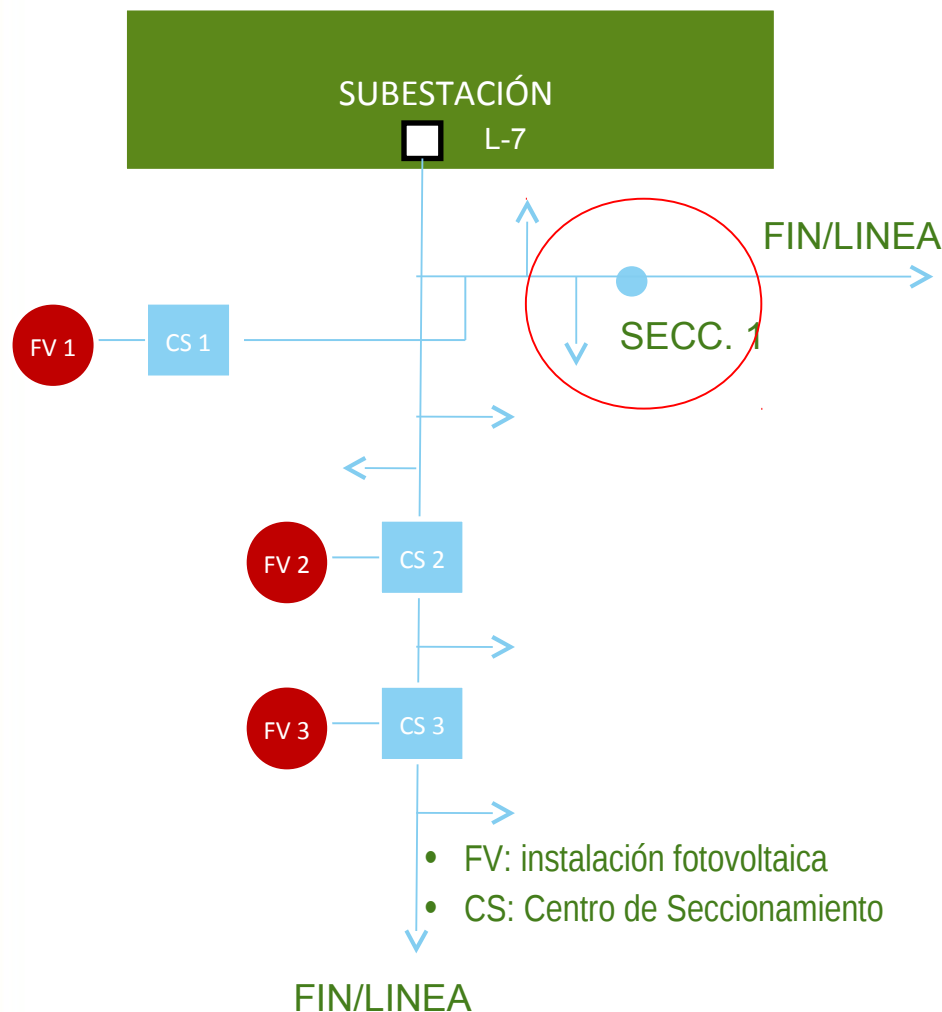


- Con el fin de poder maniobrar un seccionador de una línea de 20 kV, que está diseñado para su operación sin tensión y sin corriente, se abre el interruptor de línea.
- Al cerrar el seccionador perciben arco eléctrico a pesar de que la línea debería estar sin tensión.
- Se estudia la anomalía, verificando presencia de tensión en distintos puntos de la línea.
- La situación anómala permanece hasta pasados unos 40 minutos.
- **Se produjeron dos tipos de riesgo:**
 - **Riesgo eléctrico añadido**
 - **Riesgo por desprendimiento de partes del seccionador, al hacer la maniobra con carga.**

Funcionamiento en isla

o 2: Imposibilidad de maniobrar la red por presencia de tensión

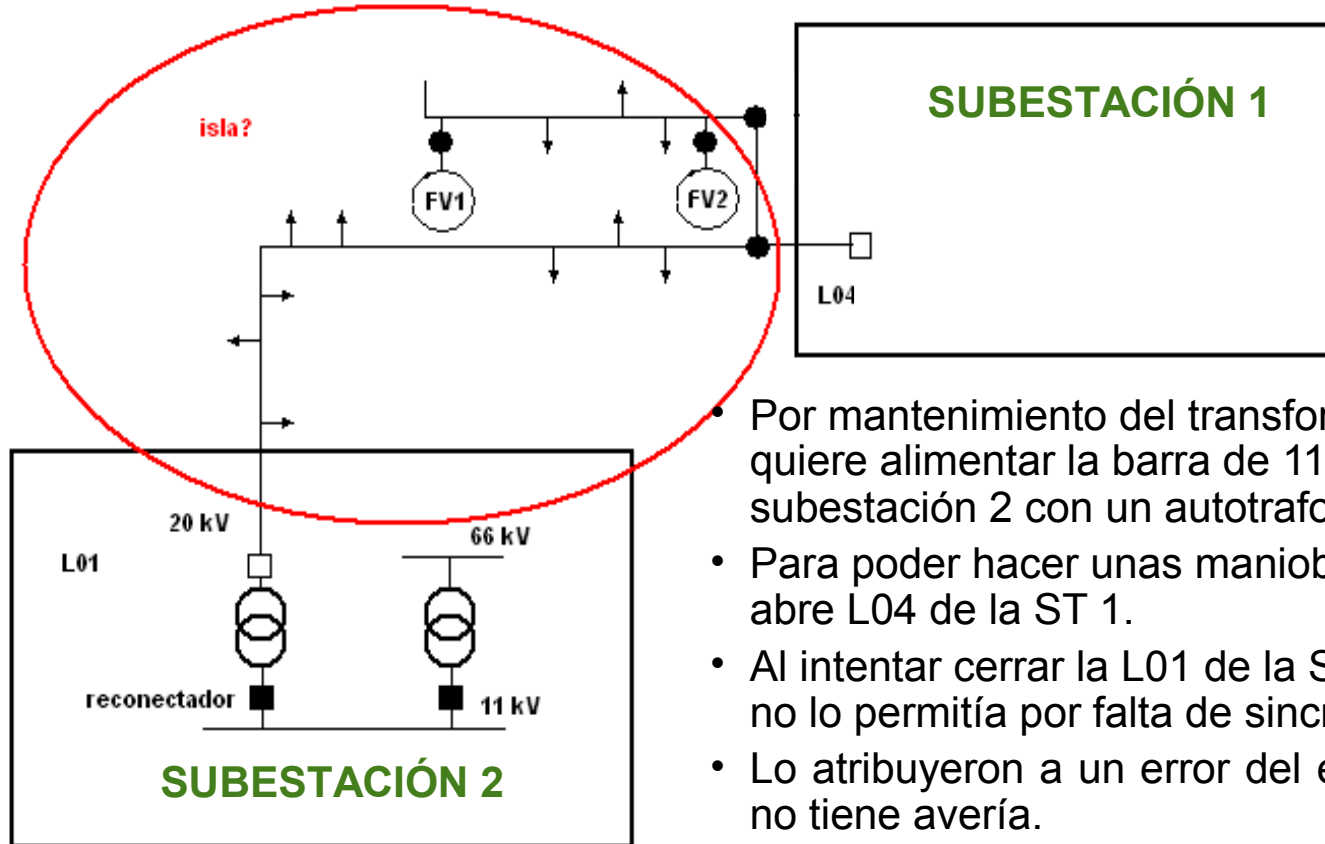
Caso 2: Imposibilidad de maniobrar la red por presencia de tensión



- Por trabajo programado es necesario abrir el seccionador 1 sin tensión.
- Al abrir el interruptor en cabecera, se verifica que hay tensión en línea en apoyo del seccionador 1.
- Se realizan maniobras de apertura/cierre del interruptor de cabecera de subestación y se sigue detectando tensión en línea.
- La tensión no desaparece en línea hasta que queda abierto interruptor en ST e interruptor intermedio en llegada de CS 2 (lo que desconecta a FV 2).
- Se comprueba que la generación era similar al consumo y que las plantas fotovoltaicas se quedaron en isla.

Funcionamiento en isla

Caso 3: Fallos de automatismos de la red



- Por mantenimiento del transformador 66/11 kV, se quiere alimentar la barra de 11 kV de la subestación 2 con un autotrafo de 20/11.
- Para poder hacer unas maniobras sin carga, se abre L04 de la ST 1.
- Al intentar cerrar la L01 de la ST 2 el interruptor no lo permitía por falta de sincronismo.
- Lo atribuyeron a un error del equipo. Se revisa y no tiene avería.
- Causa: las instalaciones FV1 y FV2 se quedan en isla manteniendo una tensión no sincronizada con la de la red.

Funcionamiento en isla

Caso 4: Daños en inversores fotovoltaicos



- Se han produciendo daños en los IGBT de inversores fotovoltaicos, coincidiendo con interrupciones de suministro:
 - Por trabajos de mantenimiento en la red
 - Por la actuación correcta de protecciones de la red ante faltas transitorias
- El motivo es:
 - Los inversores se quedan en isla, perdiendo la sincronización con la red.
 - Al reponerse la tensión normal de la red, el inversor está fuera de sincronismo, lo que da lugar a una sobrecorriente en los IGBT.
 - Si no disponen de una protección adecuada los IGBT se destruyen.
- Supone un incumplimiento de la Directiva Europea de Compatibilidad Electromagnética, que obliga a que cualquier equipo soporte una interrupción sin sufrir daño.

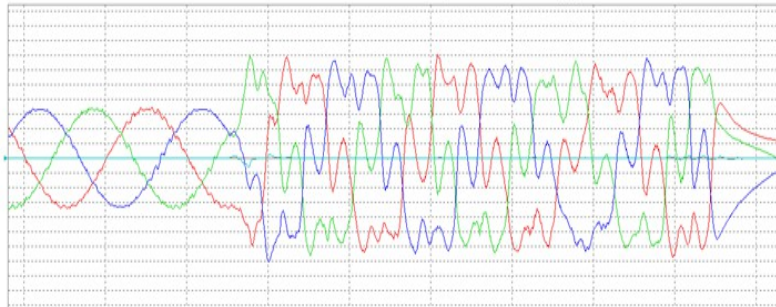
Sobretensiones en plantas fotovoltaicas

Caso 1: Daños en las plantas fotovoltaicas



Prague, 8-11 June 2009

ON SITE TEST IN LARGE PV PLANTS LV switch opening



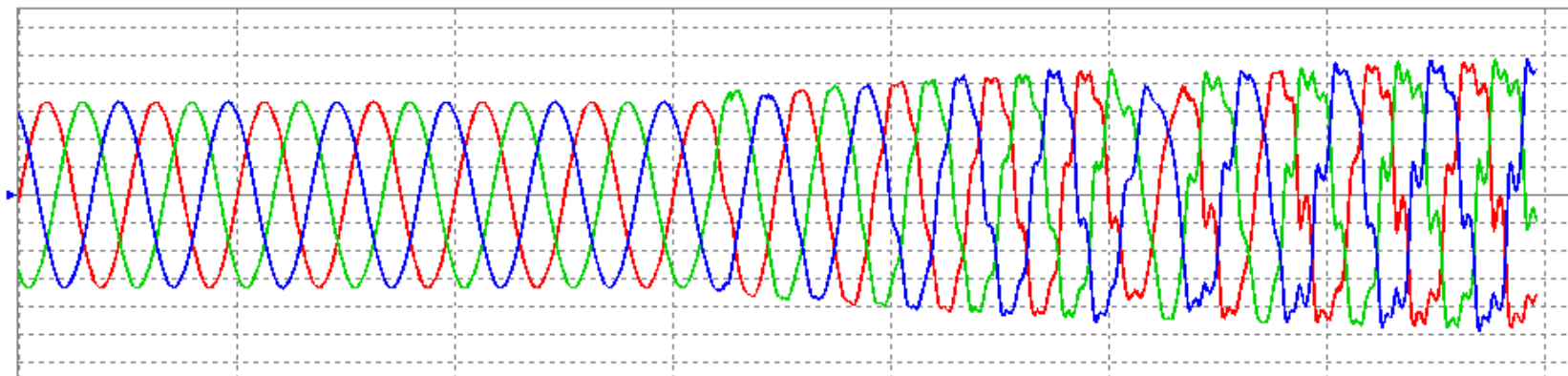
2 p.u. overvoltage

- Daños por sobretensiones en la huerta FV (desde 2008)
 - Más importante con algunos fabricantes de inversores
 - Identificada una mejora suficiente para evitar daños, e implementada por algunos fabricantes
 - Elementos afectados:
 - Contadores
 - Ocasionalmente otros equipos de control
- Comunicado por Iberdrola a titulares, asociaciones, grupos de normalización y conferencias nacionales e internacionales.

Sobretensiones en plantas fotovoltaicas

Caso 2: Daños a terceros

- En este caso se produjeron daños en electrodomésticos, motores y contadores de clientes de 6 CT diferentes, de manera simultánea, al abrir una línea de media tensión.
- Se realizaron ensayos comprobándose que:
 - Los daños son debidos a las sobretensiones generadas por una huerta FV de 5 MW, potencia superior a la de consumo de la línea.
 - El fenómeno es el mismo que causa daños internos en las huertas.
 - El 30% de la potencia del parque fue suficiente para producir daños en otros equipos.



¿Porqué se producen las anomalías?

Efecto del paso a isla

- Los efectos del paso a isla dependen de:

- El elemento maniobrado

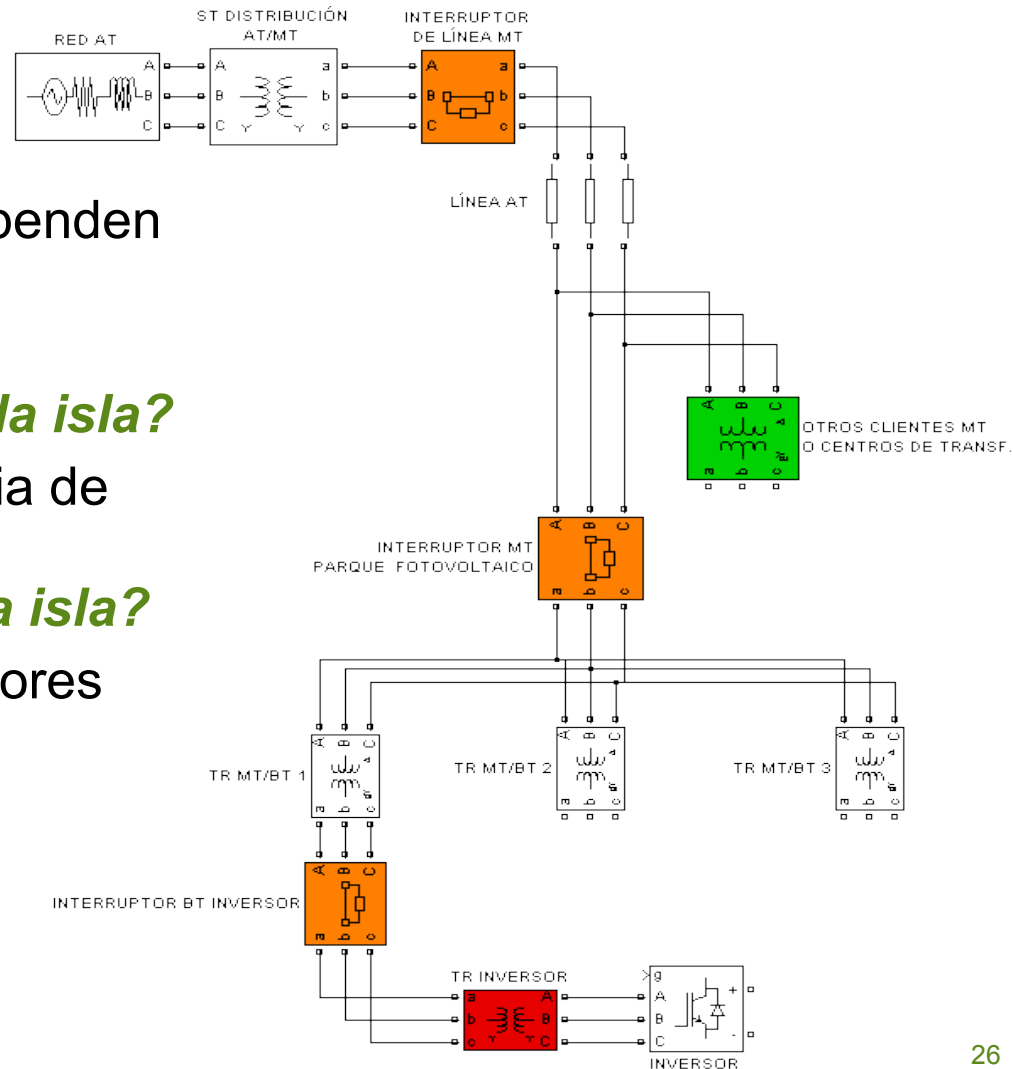
¿Quién queda dentro de la isla?

- La relación entre la potencia de generadores y clientes

¿Qué tensión queda en la isla?

- La tecnología de los inversores

¿Cuanto dura la isla?



¿Porqué se producen las anomalías?

Comportamiento de los inversores fotovoltaicos (1)

Principio de funcionamiento durante la isla

- Los inversores no intentan mantener un valor de tensión, sino dar salida a la potencia aportada por los paneles
- Si la generación es excesiva, suben la tensión hasta que el consumo suba lo suficiente
- Los paneles fotovoltaicos son capaces de generar tensiones superiores al 200% de la tensión nominal.
- Si la generación y el consumo son similares, el valor de tensión resultante estará dentro de márgenes normales.

¿Porqué se producen las anomalías?

Comportamiento de los inversores fotovoltaicos (2)

Funciones de control y protección

- Integradas en cada inversor (puede haber decenas de inversores en una huerta)
- Funcionando individualmente
 - Sin coordinación entre si
 - Sin supervisión de un sistema central
- Sin normalizar:
 - Diferente funcionamiento para cada fabricante

¿Porqué se producen las anomalías?

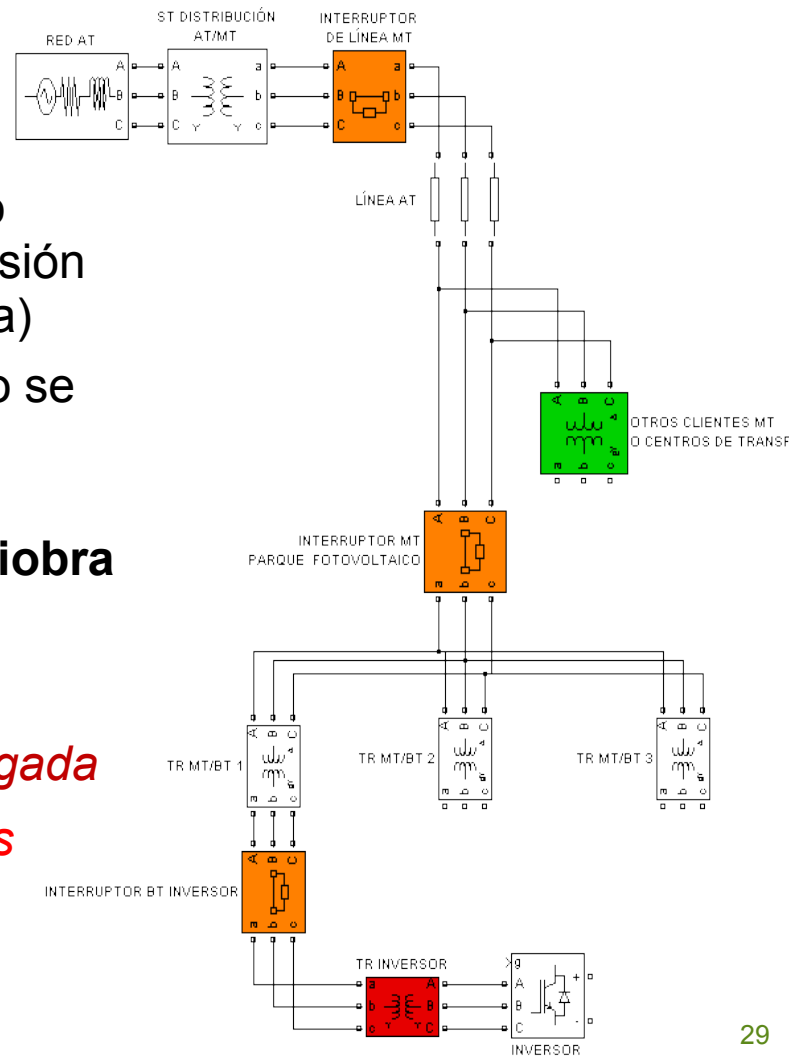
Instalaciones FV en líneas compartidas con consumos

Relación carga / tensión

- Las cargas funcionan aproximadamente como impedancias constantes (una variación de tensión implica una variación cuadrática de la potencia)
- Mediante un cambio de la tensión, el consumo se ajusta a la generación, fase a fase.

Apertura del interruptor de cabecera (por maniobra o falta) en líneas compartidas con clientes

- Generación < Consumo $\Rightarrow$ Sin problemas
- Generación $\approx$ Consumo $\Rightarrow$ Posible isla prolongada
- Generación $\gg$ Consumo $\Rightarrow$ Daños en clientes



¿Porqué se producen las anomalías?

Funcionamiento prolongado en isla

- El funcionamiento en isla es posible, cuando generación $\approx$ consumo en el momento de la apertura. Puede mantenerse muchos minutos.
- Los sistemas anti-isla de los inversores fotovoltaicos fallan por la interacción entre varios inversores
- Durante la isla las condiciones de la tensión se mantienen dentro de unos márgenes razonables.
- No es posible detectar la isla con la tecnología actual de protecciones ni de inversor ni de punto de conexión, con ajustes que, al mismo tiempo, permitan un funcionamiento normal.
- Hace falta el desarrollo de nuevos sistemas de protección, más fiables.

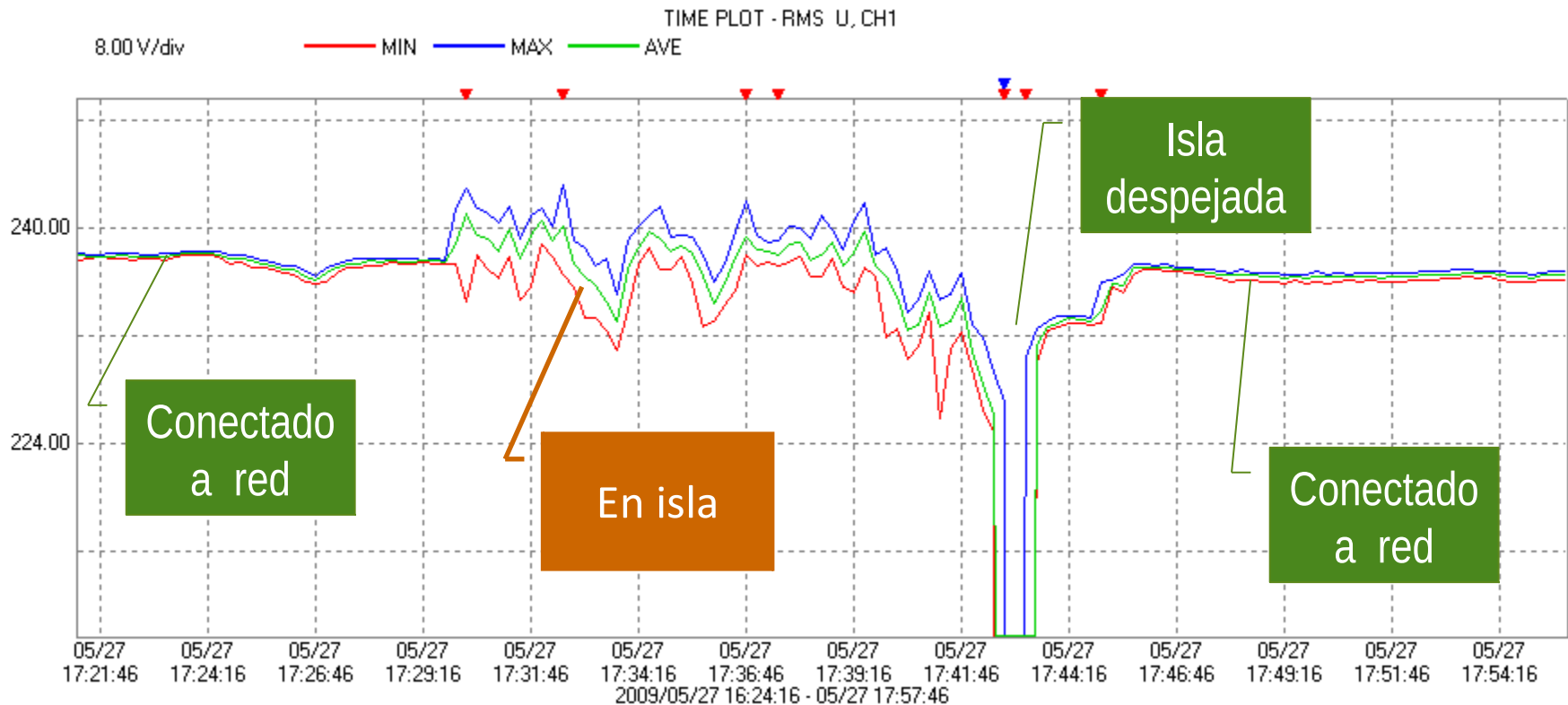
¿Porqué se producen las anomalías?

Funcionamiento prolongado en isla. Detección

- En teoría, los inversores deben disparar en caso de quedar desconectados de la red de distribución:
 - Si la tensión se sale del margen 85% - 110% durante décimas de seg.
 - Si la frecuencia se sale del margen 48 – 51 Hz
 - Si se detecta que la red no está presente, mediante un sistema de protección anti-isla
 - Sin normalizar, decidido por cada fabricante.
 - Calculando la impedancia de la red
 - Intentando mover la frecuencia o la fase
 - Detectando variaciones bruscas de frecuencia (ROCOF)
 - Abierto a otros métodos...
 - Verificado en laboratorio en condiciones no representativas de las instalaciones reales de una red, especialmente de MT:
 - Un solo inversor frente a una carga pasiva (sin motores)
 - Sin presencia de otros inversores en paralelo

¿Porqué se producen las anomalías?

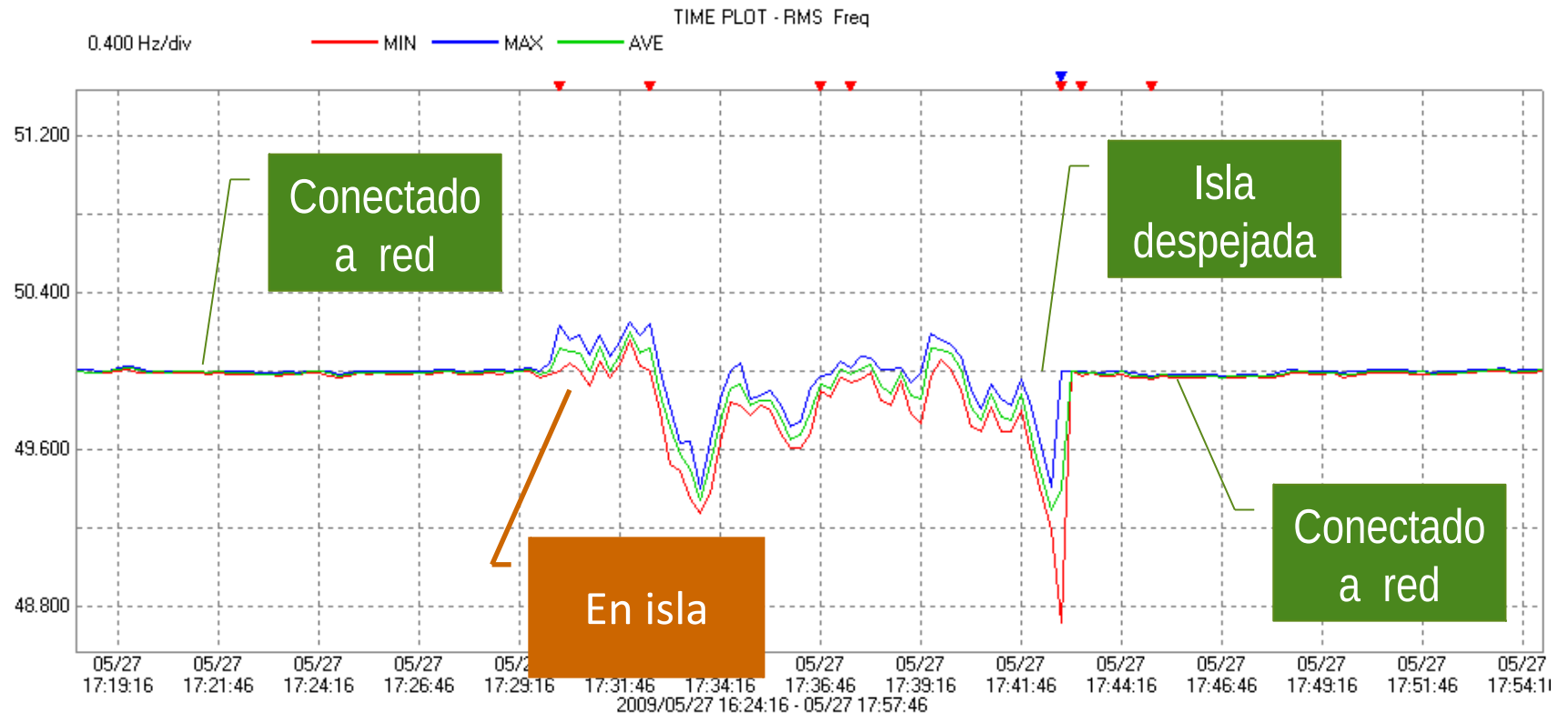
Funcionamiento prolongado en isla. Ensayos en campo



La tensión se mantiene dentro de los márgenes durante minutos

¿Porqué se producen las anomalías?

Funcionamiento prolongado en isla. Ensayos en campo



La frecuencia fluctúa, pero muy lejos de los límites reglamentarios

4

Criterios de actuación

Criterios actuación

- Cualquier tipo de generación está considerada como **FUENTE DE TENSIÓN**.
- Antes de realizar cualquier maniobra **SIN TENSIÓN**, se **comprobará** siempre **AUSENCIA DE TENSIÓN**.
- Si la instalación está comprendida ente los puntos de aislamiento de un descargo, se realizará **CORTE VISIBLE Y/O EFECTIVO** en dicha instalación.
- En realimentaciones de la generación comprobar tensiones, la generación puede provocar **SOBRETENSIONES** en la red.
- Si se detecta una isla, **DESHACER LA ISLA LO ANTES POSIBLE**.

FIN DE LA PRESENTACIÓN

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Plan de formación 2015

Conexión y desconexión de grupos electrógenos y generación distribuida a la red eléctrica

Presentaciones de las ponencias

1- Introducción normativa

2- Generación distribuida

3- Seguridad en la instalación de grupos electrógenos

4- Sistemas de protección de grupos electrógenos

