



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

Grupo Red Eléctrica

Guía para la presentación del informe de amortiguamiento de oscilaciones y de emulación de inercia de la NTS

Versión 2

Dirección de Desarrollo del Sistema
Departamento de Fiabilidad del Sistema Eléctrico

18 de noviembre de 2021



Control de cambios

Versión	Descripción
1 (8/10/2021)	Versión inicial.
2 (18/11/2021)	Revisión por parte de certificadores e inclusión de la emulación de inercia.



Índice

1	Introducción.....	1
2	Procedimiento de entrega de informes	2
2.1	Requisitos de oscilaciones 5.9 y 5.10	2
2.2	Requisito (voluntario) de emulación de inercia 5.6	3
3	Plantilla recomendada para presentar los informes	5
3.1	Introducción.....	5
3.2	Descripción del modelo utilizado.....	5
3.3	Análisis de amortiguamiento de oscilaciones	6
4	Emisión de la conformidad a través de carta.....	8
	Anexo: Modelo de carta asociada a la validación de la OPCION B.....	9



1 Introducción

Este documento se realiza con el objetivo de proporcionar una orientación sobre el contenido tanto del informe de oscilaciones como del informe de emulación de inercia que los MGE han de presentar al GRT (REE) para dar cumplimiento a lo establecido en los subapartados de la NTS siguientes:

- 5.6, en relación con la capacidad de emulación de inercia,
- 5.9 y 5.10 en relación con la capacidad de amortiguar las oscilaciones de potencia o de no deteriorar el amortiguamiento de estas.

Consideraciones previas a tener en cuenta:

- En el subapartado 5.6 de la NTS, de aplicación **voluntaria** a los MPE, se exponen dos metodologías posibles para la elaboración del informe (ver subapartado 5.6.2 de la NTS). Por lo tanto, el **informe de emulación de inercia** únicamente será proporcionado por aquellos MPE que dispongan de esta capacidad no obligatoria.
- El subapartado 5.9 de la NTS se aplica a los MGES y la metodología que se resume en este documento para la elaboración del **informe de oscilaciones requerido**, también se aplica a los MGES, siendo una alternativa a la metodología indicada en el subapartado 5.9.4 de la NTS. No obstante, la guía se ha enfocado en su redacción principalmente hacia los MPE, es decir, según el subapartado 5.10.
- En el subapartado 5.10 de la NTS, de aplicación a los MPE, se exponen dos metodologías posibles para la elaboración del **informe de oscilaciones requerido**, que no son de libre elección, sino basadas en la disponibilidad o no de POD en el MPE.

A partir del 15 de febrero de 2022 sólo se considerará de aplicación esta versión (2) del documento y dejará de tener validez la versión 1 publicada el 8/10/2021.



2 Procedimiento de entrega de informes

A continuación, se proporcionan indicaciones sobre el procedimiento de entrega de ambos informes:

2.1 Requisitos de oscilaciones 5.9 y 5.10

A continuación, se detalla el procedimiento de entrega del informe de oscilaciones para los subapartados 5.9 (aquellos MGES que no empleen el procedimiento 5.9.4 de la NTS) y 5.10. Tal como se indica en la NTS, el propietario del MGE (o la entidad designada por este) proporcionará a REE el **informe de oscilaciones**. No obstante, y con carácter transitorio hasta la publicación de la versión siguiente de la NTS, y **a partir del 15 de febrero de 2022, REE sólo admitirá las siguientes opciones** en lo que respecta a la figura del emisor del informe:

- a) **OPCIÓN A:** Que sea el propietario del MGE el que realice el informe del MGE.
- b) **OPCIÓN B:** Que los fabricantes de equipos como UGE y CAMGE proporcionen a REE, por adelantado, los informes que contengan estudios que den cobertura a una gama de equipos, y combinaciones de estos, determinada.

REE únicamente evaluará informes integrales de MGE. Es decir, un MGE que está constituido por UGE y CAMGE debe proporcionar un informe que considere en el estudio tanto los UGE como los CAMGE del MGE. En el caso de que el fabricante de la UGE y del CAMGE sean diferentes, se entregará un informe conjunto que contenga el estudio con ambos equipos.

En la **OPCION A**, el certificador autorizado evaluará el cumplimiento con el requisito, siendo posible que el informe lo realice una entidad no acreditada para la NTS. Por tanto, estos informes tendrán el mismo tratamiento que cualquier otro requisito técnico de los evaluados en la NTS, **y no se deberán trasladar a REE a través de la dirección de correo infoestructural@ree.es**, como en la versión anterior de la presente guía. En el certificado final de MGE deberá incluirse la conformidad del requisito 5.9/5.10 que sea de aplicación.

En la **OPCION B**, una vez el informe sea validado por REE, se entregará al fabricante una **carta de conformidad** que indicará el cumplimiento con el requisito, como se detalla en el apartado 5. Dicha carta se podrá proporcionar, por parte del fabricante, a sus clientes (propietarios de MGE) que tengan dichos UGE y CAMGE en sus MGE, y el propietario del MGE, a su vez, la proporcionará al certificador autorizado para que evalúe la aplicabilidad de la carta al MGE bajo evaluación. Las cartas de conformidad serán válidas para todos los MGE mientras exista concordancia entre el tipo de UGE y CAMGE validado por REE en el informe y el tipo de UGE y CAMGE del MGE, o las combinaciones de estos que se reflejen en el informe de oscilaciones. Los fabricantes deberán remitir, por defecto, los informes a la dirección de correo: oscilacionesNTS@ree.es, indicando en el asunto "informe oscilaciones NTS [fabricante UGE/CAMGE]". El certificador autorizado evaluará la cobertura del informe de oscilaciones para el MGE evaluado, considerando el contenido de la carta emitida. En el certificado final de MGE deberá incluirse la referencia de la carta utilizada y la conformidad del MGE con esta carta.

Sin perjuicio de todo lo anterior y de las posibles alternativas disponibles, **el propietario del MGE es el responsable último en garantizar el cumplimiento del requisito de oscilaciones** conforme a la metodología establecida en la NTS.

El **plazo de 2 meses** que la NTS establece para la revisión de esta documentación por parte de REE (opción B únicamente), comenzará a computarse una vez recibida la información completa (informe y modelo si procede) y tras haber sido subsanadas, todas las posibles deficiencias de la documentación, en su caso, requeridas por REE.

A continuación, se muestra un flujograma en la **iError! No se encuentra el origen de la referencia.** que comienza en el cuadro MPE y que resume el proceso indicado en el subapartado 5.10.1 de la NTS (análogo para MGES en 5.9) en lo que respecta a la opción (B):

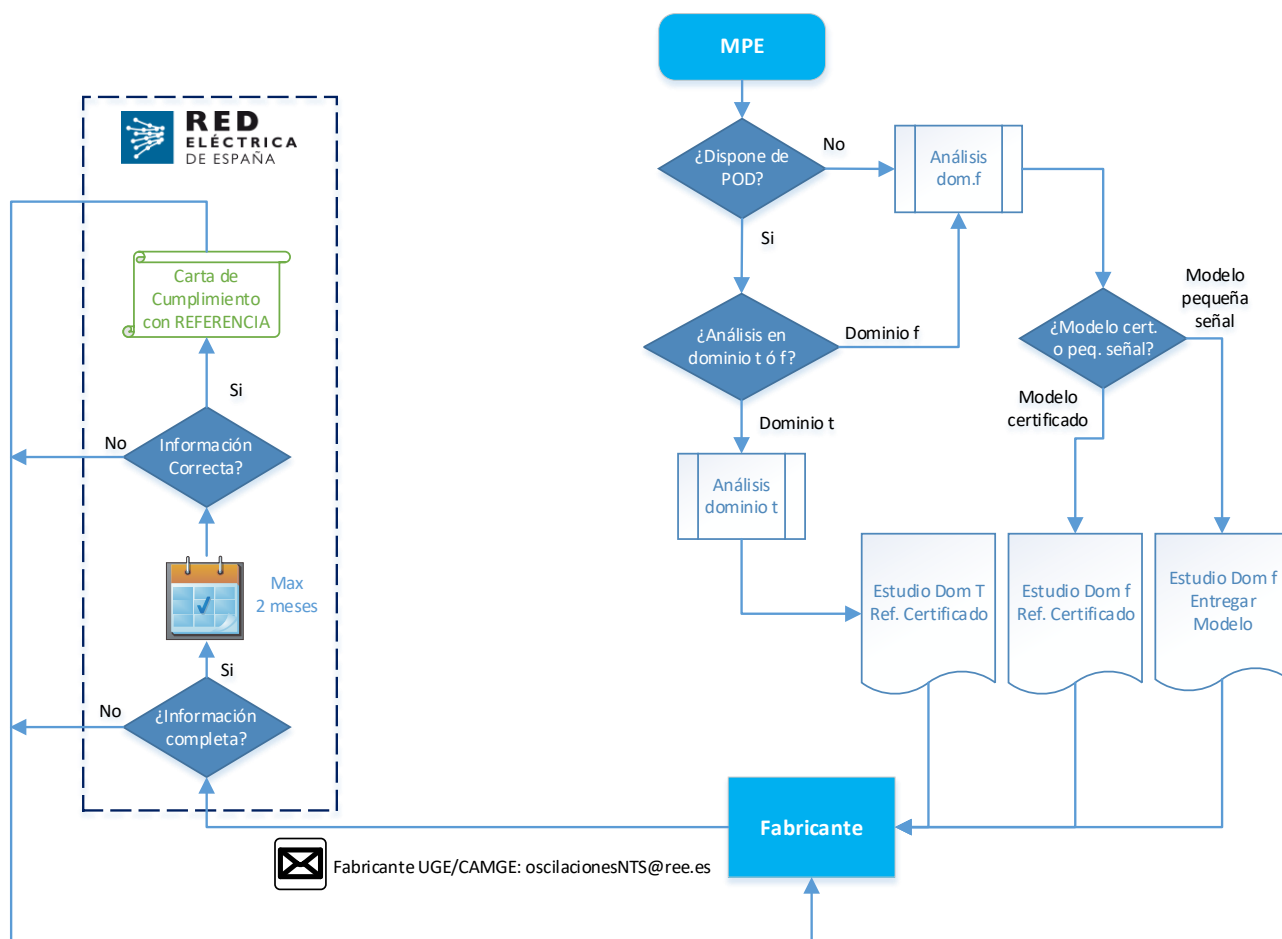


Figura 1. Flujograma seguido por un MPE para la entrega del informe de oscilaciones a REE (opción B).

2.2 Requisito (voluntario) de emulación de inercia 5.6

A continuación, se detalla el procedimiento de entrega del informe de emulación de inercia para el subapartado 5.6, que se pretende que sea de forma totalmente análoga a la entrega del informe de oscilaciones. Tal como se indica en la NTS, el propietario del MPE (o la entidad designada por este) proporcionará a REE el **informe de emulación de inercia**. No obstante, y con carácter transitorio hasta la publicación de la versión siguiente de la NTS, y **a partir del 15 de febrero de 2022, REE sólo admitirá las siguientes opciones** en lo que respecta a la figura del emisor del informe:

- OPCIÓN A:** Que sea el propietario del MPE el que realice el informe del MPE.
- OPCIÓN B:** Que los fabricantes de equipos como UGE y CAMGE proporcionen a REE, por adelantado, los informes que contengan estudios que den cobertura a una gama de equipos, y combinaciones de estos, determinada.

REE únicamente evaluará informes integrales de MPE. Es decir, un MPE que está constituido por UGE y CAMGE debe proporcionar un informe que considere en el estudio tanto los UGE como los CAMGE del MPE. En el caso de que el fabricante de la UGE y del CAMGE sean diferentes, se entregará un informe conjunto que contenga el estudio con ambos equipos.

En la **OPCIÓN A**, el certificador autorizado evaluará el cumplimiento con el requisito, siendo posible que el informe lo realice una entidad no acreditada para la NTS. Por tanto, estos informes tendrán el mismo tratamiento que cualquier otro requisito técnico de los evaluados en la NTS. En el certificado final de MGE deberá incluirse la conformidad del requisito 5.6 que sea de aplicación.



En la **OPCION B**, una vez el informe sea validado por REE, se entregará al fabricante una carta de conformidad que indicará el cumplimiento con el requisito, como se detalla en el apartado 5. Dicha carta se podrá proporcionar a sus clientes (propietarios de MPE) que tengan dichos UGE y CAMGE en sus MPE, y el propietario del MPE, a su vez, la proporcionará al certificador autorizado para que evalúe la aplicabilidad de la carta al MGE bajo evaluación. Las cartas de conformidad son válidas para todos los MPE mientras exista concordancia entre el tipo de UGE y CAMGE validado por REE en el informe y el tipo de UGE y CAMGE del MGE, o las combinaciones de estos que se reflejen en el informe de emulación de inercia. Los fabricantes deberán remitir, por defecto, los informes a la dirección de correo: inerciaNTS@ree.es, indicando en el asunto "informe emulación de inercia NTS [*fabricante UGE/CAMGE*]". El certificador autorizado evaluará la cobertura del informe de emulación de inercia para el MPE evaluado, considerando el contenido de la carta emitida. En el certificado final de MPE deberá incluirse la referencia de la carta utilizada y la conformidad del MPE con esta carta.

En lo que respecta a la necesidad del análisis modal establecido en el epígrafe 2 del subapartado 5.6.2, debe ser compatible con el análisis modal realizado en el subapartado 5.10 ya que el módulo de emulación de inercia debe estar activado para dicho análisis.

Sin perjuicio de todo lo anterior y de las posibles alternativas disponibles, **el propietario del MPE es el responsable último en garantizar el cumplimiento del requisito (voluntario) de emulación de inercia** conforme a la metodología establecida en la NTS.

El **plazo de 2 meses** que la NTS establece para la revisión de esta documentación por parte de REE (opción B únicamente), comenzará a computarse una vez recibida la información completa (informe y modelo si procede) y tras haber sido subsanadas, todas las posibles deficiencias de la documentación, en su caso, requeridas por REE.



3 Plantilla recomendada para presentar los informes

Se recomienda utilizar la estructura indicada en los subapartados siguientes **para la realización del informe de oscilaciones**. En aquellos aspectos compatibles con el requisito de emulación de inercia, se recomienda también seguir la misma estructura.

3.1 Introducción

Explicación de qué información se está entregando y objetivo del informe:

1. MPE **con/sin POD**. En caso de contar con un POD, bien a nivel UGE o a nivel CAMGE, será necesaria su descripción de la funcionalidad, adicional a la solicitada en el subapartado 4.2 siguiente.
2. **Forma de evaluación:**
 - Evaluación UGE y/o CAMGE (fabricantes).
 - Evaluación MPE en conjunto (propietario o empresa designada).

En ambos casos, si existe un CAMGE, será necesario modelarlo de forma conjunta con la UGE en las simulaciones requeridas.

3. **Opciones elegidas** en función de las posibilidades existentes:
 - Estudio en el dominio del tiempo o en el dominio de la frecuencia (valores propios).
 - Modelo certificado o modelo abierto linealizado.
4. **Objetivo del informe:** obtener la aprobación para una determinada combinación de UGE y CAMGE o bien para un rango/familias/tipo de UGE y CAMGE a los que es de aplicación el informe. En este segundo caso se requiere una justificación técnica sobre la extensión de la aplicabilidad de las conclusiones del informe a una determinada familia de UGE y CAMGE. La denominación de las familias de UGE y CAMGE debe ser clara y precisa, de forma que se pueda cotejar esta denominación por parte del certificador autorizado en el certificado final de MGE.

3.2 Descripción del modelo utilizado

Los siguientes puntos contienen la información mínima del modelo que se solicita:

1. **Descripción de los modelos** de UGE y CAMGE utilizados:
 - a) Si son modelos certificados conforme al apartado 6 de la NTS. En dicho caso, sólo sería necesaria la presentación o referencia al certificado. La denominación del certificado del modelo debe ser clara y precisa, de forma que se pueda cotejar esta denominación en el certificado de MGE. Los modelos certificados deben ser apropiados para el análisis en el dominio de la frecuencia basado en valores propios. Se recomienda mostrar en el informe los parámetros de los modelos certificados y debe ser visible la variación de las trayectorias de los modos de oscilación al modificar el modo de control de tensión. En caso de que existan dudas respecto a la idoneidad del modelo presentado, REE podrá requerir la utilización de un modelo apto para este tipo de análisis, es decir, un modelo linealizado y específico para pequeña señal.
 - b) Si se opta por la realización de un modelo linealizado y especialmente desarrollado para pequeña señal, sin la obligatoriedad de que haya sido certificado, se requerirá tanto el modelo en formato abierto, en la plataforma o herramienta de software de simulación escogida por el emisor del modelo, como una descripción de este.

En ambos casos, a) y b), si el MPE dispone de un POD se proporcionará una descripción en detalle de dicho módulo a través de diagramas de bloques.

En el caso de que se tenga que proporcionar el modelo deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- Se debe informar de la plataforma o herramienta de software de simulación (y su versión) en la que se ha desarrollado el modelo.



- El modelo proporcionado será en formato abierto, es decir, no se admiten modelos encriptados. Se mantendrá la confidencialidad debida conforme al Artículo 12 del Reglamento UE 2016/631.
- Se proporcionará una descripción en detalle de sus módulos y de los parámetros de cada módulo.
- Se darán instrucciones precisas e inequívocas para trabajar con el modelo en los distintos modos de operación del control de tensión.
- De manera opcional, aunque recomendable, se indicarán los pasos seguidos para la linealización del modelo y cómo se ha validado dicho modelo frente a pequeñas perturbaciones.
- Los parámetros del modelo proporcionado deben corresponder con los implementados en el estudio del subapartado 4.3.

2. Descripción de los **modos de control de tensión** existentes en el MGE (factor de potencia, consignas de tensión, consigna de reactiva), ya que se requiere el análisis y la representación para cada uno de estos modos.

3.3 Análisis de amortiguamiento de oscilaciones

Se indicará qué tipo de análisis se ha realizado en coherencia con las posibilidades anteriormente expuestas e indicadas en la NTS:

- o Estudio en el dominio del tiempo.
- o Estudio en el dominio de la frecuencia (valores propios).

Por defecto se utilizará la red de pruebas propuesta en el subapartado 5.10.2.1 de la NTS. No obstante, si se han realizado alteraciones en dicha red de pruebas, se detallarán y se justificarán.

REE podrá proporcionar, bajo petición, la red de prueba en formato PSS/E (archivos .raw (caso) y .dvr (datos dinámicos)), pero es responsabilidad del emisor del informe la revisión de los datos.

Los análisis se pueden realizar con cualquier herramienta de simulación.

De manera adicional a los modelos dinámicos de los generadores del nudo 1 y del nudo 2, se debe utilizar un modelo dinámico para las cargas tipo IZ. En el subapartado 7.2 de la NTS se describe cómo se realiza el modelado IZ a través de las siguientes expresiones:

$$P(V) = P_1 \times V \text{ (p. u.)}$$

$$Q(V) = Q_1 \times V^2 \text{ (p. u.)}$$

1. En el caso de **estudio en el dominio del tiempo**, se mostrarán las gráficas solicitadas, tanto con el MPE desconectado como con el MPE conectado con el CAMGE habilitado para todos los modos de control de tensión. Se indicará el cálculo del amortiguamiento, conforme a la fórmula indicada en el subapartado 5.10.3.2 de la NTS, mostrando en gráficas, del tipo de la Figura 2, los valores máximos y mínimos utilizados para el cálculo del amortiguamiento:

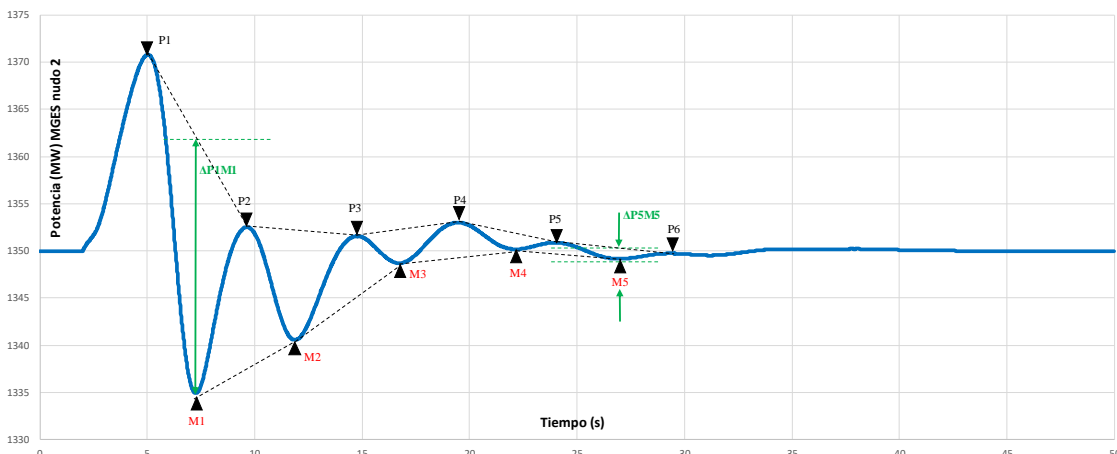




Figura 2. Criterio alternativo de aceptación del amortiguamiento de simulaciones temporales.

Para facilitar la revisión del informe, se recomienda representar en cada una de las gráficas, la comparación de las dos situaciones (con MPE desconectado y con MPE conectado) para cada valor de reactancia de línea utilizado.

2. En el caso de **estudio en el dominio de la frecuencia basado en valores propios**, se mostrarán las gráficas solicitadas tanto con el MPE desconectado como con el MPE conectado con el CAMGE habilitado, para todos los modos de control de tensión

Para facilitar la comparación, se recomienda dibujar los valores propios correspondientes a cada una de las dos situaciones (con y sin MPE) superpuestos, y en distinto color, sobre el mismo diagrama.

En el caso en el que se haga entrega del modelo, además de las gráficas del informe, para facilitar la revisión, se recomienda proporcionar los casos de simulaciones en el formato que permita reproducir los resultados del estudio en la plataforma de software utilizada por el suministrador del informe (fabricante/propietario). Adicionalmente, en los casos en los que no se entrega el modelo, si existen dudas en la interpretación de los resultados por parte de REE, se solicitará también esta información.



4 Emisión de la conformidad a través de carta

Este apartado aplica únicamente a la OPCIÓN B indicada en los apartados 2.1 y 2.2: “Que los fabricantes de equipos como UGE y CAMGE proporcionen a REE, por adelantado, los informes que contengan estudios que den cobertura a una gama de equipos determinada. ”

Una vez REE haya revisado la información suministrada, si procede, emitirá en un plazo no superior a 2 meses desde la recepción de la información completa, una **carta de acuse de recibo, con una referencia indicando su conformidad**. En el caso de que la información no esté completa o sea incorrecta, REE trasladará los comentarios al emisor del informe.

El modelo de carta que se emitirá a los fabricantes es el indicado en el anexo. En dicha carta se hace constar una referencia del tipo *DF.21_XXX* que será la que el fabricante deberá proporcionar al propietario del MGE para que sea incluida en el certificado de MGE, como condición necesaria para la emisión de la FON.

Dicha carta de acuse de recibo, con la información pertinente en cuanto a las UGE y CAMGE, y combinaciones de estos, a la que es de aplicación, será proporcionada por el fabricante al propietario del MGE. El propietario del MGE proporcionará la carta al certificador autorizado para que pueda evaluar si es de aplicación al MGE a evaluar.

En el subapartado 7.1.1.2 de la NTS 2.1, “Modelo de certificado de cumplimiento de requisitos técnicos a través de certificador autorizado” se deberá considerar la siguiente línea:

CERTIFICACIÓN DEL REQUISITO TÉCNICO				FORMA DE EVALUACIÓN	
Requisito en la NTS	Referencia de certificado	Nombre Entidad emisora	Sin obligatoriedad de cumplir (marcar con X, en su caso)	MPE	MGES
5.9 ó 5.10- Amortiguamiento de oscilaciones de P				(5.10) S o C	(5.9) S o C
5.6 - Emulación de inercia durante variaciones de frecuencia muy rápidas				S o C	N/A

Indicando “S” que se ha utilizado la opción (B), carta de acuse de recibo de fabricante, o “C”, que se ha escogido la opción (A), es decir, que el certificador ha evaluado a nivel MGE el requisito.

Adicionalmente, en el subapartado 7.1.1.2, antes del final del punto (3) Cuerpo del documento, se deberá indicar la referencia de la carta de acuse de recibo utilizada, si se ha seguido la opción B.

3) Cuerpo del documento:

(...)

En el caso de que se haya utilizado la siguiente documentación, indicar referencias:

- Excepciones
- Justificaciones técnicas de no cumplimiento emitidas por el GRP
- Escritos de conformidad del GRP
 - **Referencia de la carta de acuse de recibo del requisito 5.6, 5.9 ó 5.10 proporcionada por REE, en el caso de haber sido empleada.**



Anexo: Modelo de carta asociada a la validación de la OPCIÓN B

Ref: **DF.21_xxx**

Estimado Sr. [**EMISOR DEL INFORME**]:

Acusamos recibo de la información y los datos siguientes recibidos vía correo electrónico en relación con el informe de amortiguamiento de oscilaciones requerido en el subapartado 5.6/5.9/5.10 de la NTS versión 2.1/NTS SENP versión 1.1 para los siguientes modelos de UGE de [**FABRICANTE**] de la serie [**TIPO DE UGE**] de [**POTENCIA NOMINAL**] kW y/o CAMGE de [**FABRICANTE**] de la serie [**TIPO DE CAMGE**]:

1. Informe de amortiguamiento de oscilaciones/emulación de inercia [**REFERENCIA INFORME DE OSCILACIONES/EMULACIÓN DE INERCIA**].
2. Modelo:
 - a. no encriptado de UGE y/o CAMGE, entregados en formato [**FORMATO**], que caracterizan el comportamiento dinámico para el estudio de pequeña señal de los MPE constituidos por UGE y/o CAMGE de las series antes indicadas, o
 - b. referencia del modelo certificado según apartado 6 de la NTS versión 2.1
3. Confirmación de que, la información suministrada (informe y modelo), se ajustan a todas las configuraciones posibles de MPE con UGE de [**FABRICANTE**] de la serie [**TIPO DE UGE**] de [**POTENCIA NOMINAL**] kW y/o CAMGE de [**FABRICANTE**] de la serie [**TIPO DE CAMGE**] que serán implementadas en España en tanto no se actualice la información.

La información anteriormente indicada es válida para dar cumplimiento al requisito 5.6/5.9/5.10 de la NTS versión 2.1 y NTS SENP versión 1.1.

(sólo en caso de actualización: Adicionalmente, para su consideración le informamos de que la referencia [**DF.21_yyy**] que REE proporcionó a [**FABRICANTE**] con anterioridad para el modelo de la serie ZZZ debe ser sustituida por la presente para futuras comunicaciones.)

Adicionalmente, para su consideración le informamos de que la referencia [**DF.21_xxx**] será necesario incorporarla para la tramitación de la FON.

Firmado:

Jefe de departamento de Fiabilidad del Sistema Eléctrico



Red Eléctrica de España
www.ree.es