

Procedimiento de pruebas de las características del control de potencia activa/frecuencia de las plantas de generación eólicas y solares fotovoltaicas conectadas al SDL con capacidad efectiva neta o potencia máxima declarada igual o mayor a 1 MW y menor a 5 MW no despachadas centralmente– ANEXO 1

S-CONTROLES
CD
CO



Revisión	Fecha	Descripción
0	2022-08-05	Presentación Primer borrador
1	2022-08-22	Incorporación comentarios escritos miembros del C.N.O
2	2022-09-13	Versión final

ANEXO 1

Procedimiento de pruebas de las características del control de potencia activa/frecuencia de las plantas de generación eólicas y solares fotovoltaicos conectadas al SDL con capacidad efectiva neta o potencia máxima declarada igual o mayor a 1 MW y menor a 5 MW no despachadas centralmente

1. GENERALIDADES

DEFINICIONES:

Banda muerta:

Rango de frecuencia, dentro del cual las unidades de generación no varían automáticamente su potencia (Definición Resolución CREG 023-2001).

Error de rampa:

Diferencia porcentual entre el valor de rampa medido y el valor esperado.

Ecuación 1:

$$Error = \left(\frac{Rampa\ medida - Rampa\ esperada}{Rampa\ esperada} \right) * 100$$

Estatismo:

Característica técnica de una planta de generación, que determina la variación porcentual de potencia por cada unidad de variación porcentual de frecuencia. Se puede expresar en porcentaje de acuerdo con la siguiente expresión:

Ecuación 2:

$$R = \frac{\Delta f / f_{nom}}{\Delta P / P_{nom}} \times 100$$

Siendo:

Δf : Magnitud de variación de frecuencia en Hz aplicada.

$$\Delta f = f_{final} - f_{inicial}$$

f_{nom} : Frecuencia nominal del sistema en Hz

ΔP : Magnitud de variación de la potencia en MW debida a la variación de la frecuencia

$$\Delta P = P_{final} - P_{inicial}$$

Donde $f_{inicial}$ y $P_{inicial}$ corresponden a los valores de frecuencia y potencia resultantes del escalón anterior. En la Figura se aclaran estas variables.

P_{nom} : Potencia nominal del parque de generación o el valor proporcional para el caso de pruebas aplicadas a una porción de la planta, en el punto de conexión¹.

¹ Tener en cuenta que el requisito de aporte al control de frecuencia aplica en el Punto de Conexión, por lo tanto la configuración del estatismo a nivel de Unidad Generadora, si el aporte al control de frecuencia no se controla a nivel

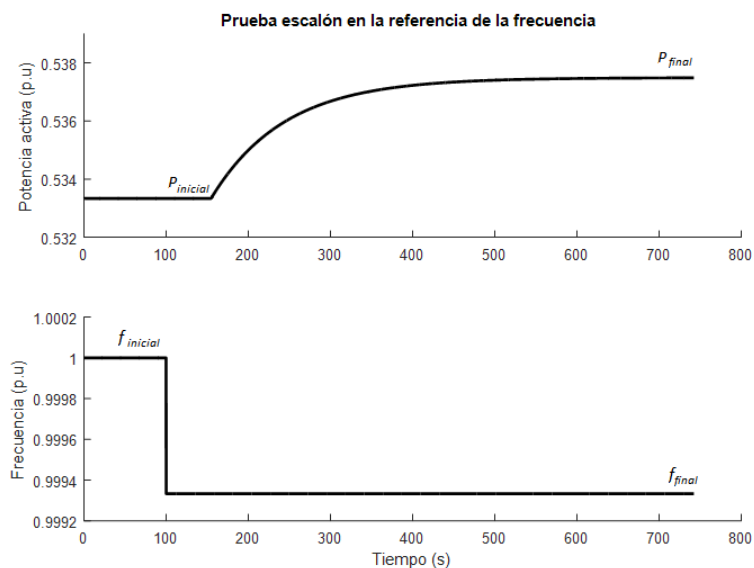


Figura 1. Parámetros a utilizar para cálculo del estatismo

Nota: La escala de tiempo, los valores de potencia y frecuencia indicados en la figura 1 son referenciales. Los tiempos se deben ajustar a lo que se indique en la regulación vigente.

Estabilización de potencia:

Es el valor de la potencia cuando esta alcanza su tiempo de establecimiento.

Evento de frecuencia:

Evento en el que la frecuencia se sale del rango normal de operación [59.8 – 60.2 Hz]

Granularidad del ajuste:

Se refiere al mínimo valor de variación que se puede ajustar en un parámetro del sistema de control de potencia activa/frecuencia.

Rango operativo de la planta o la unidad generadora

Rango de valores de la potencia activa entre el valor máximo declarado y el mínimo técnico

Tiempo de respuesta inicial (T_r):

Tiempo que tarda la potencia en salir de la banda del $\pm 3\%$ respecto al tamaño del cambio esperado después de haber sido sometida a un escalón en la frecuencia.

de planta, debe considerar que la potencia de referencia para el control es la potencia nominal de la planta y no la potencia nominal de la Unidad Generadora.

Tiempo de establecimiento (Te):

Tiempo que tarda la potencia en entrar a la banda del $\pm 3\%$ respecto al tamaño del cambio esperado y mantenerse en esa banda después de haber sido sometida a un escalón en la frecuencia (ver Figura 2).

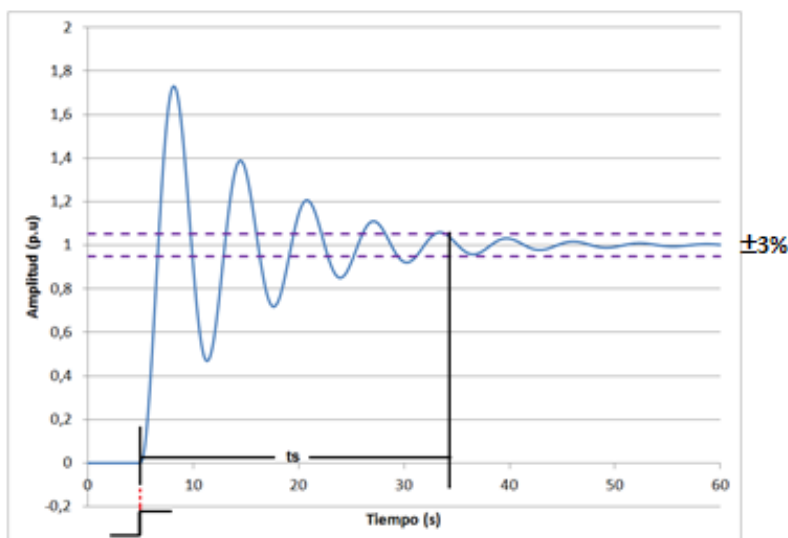


Figura 2. Cálculo del tiempo de establecimiento

Nota: La escala de tiempo y indicadores en la figura 2 son referenciales. Los tiempos se deben ajustar a lo que se indique en la Normativa vigente.

Unidad generadora o Unidad de generación:

Mínima unidad constitutiva de una planta de generación basada en fuentes de generación no convencional. Para el caso de las plantas fotovoltaicas corresponden a los inversores. Para el caso de las plantas eólicas corresponden a los aerogeneradores.

2. PROTOCOLO 1- DETERMINACIÓN DEL ESTADISMO PERMANENTE, LA BANDA MUERTA, EL TIEMPO DE RESPUESTA INICIAL Y EL TIEMPO DE ESTABLECIMIENTO DE LAS PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS CONECTADAS AL SDL

En esta sección se establecen diferentes protocolos para verificar el estadismo permanente, la banda muerta y los tiempos de respuesta de las plantas eólicas y solares fotovoltaicas conectadas al SDL con capacidad mayor a 1 MW y menor a 5 MW.

En el caso de plantas eólicas y solares existentes a la fecha de aprobación del presente Acuerdo, que por razones técnicas justificadas ante el Subcomité de Controles, no puedan desarrollar ninguno de los protocolos de estadismo y banda muerta establecidos en este Acuerdo, se deberá proponer un protocolo particular incluyendo el formato de presentación de resultados, el cual tiene que ser aprobado en primera instancia por el auditor de las pruebas y posteriormente por el Subcomité de Controles.

A continuación, se presentan los protocolos que se deben aplicar. Tener en cuenta que se presentan por cada caso (**a**- estadismo y tiempos de establecimiento y respuesta inicial y **b**- banda muerta) dos opciones de protocolos a seguir, dependiendo o no de la disponibilidad de un control central para las funciones a probar.

2.1 PROTOCOLO 1A DE ESTADISMO - TIEMPO DE ESTABLECIMIENTO Y RESPUESTA INICIAL

2.1.1 OBJETO

Documentar el procedimiento general para la verificación de los parámetros asociados al control de frecuencia/potencia activa de las plantas de generación eólicas y solares fotovoltaicas que no cuenten con un control centralizado de planta para la regulación primaria de la frecuencia, a través de: pruebas tipo escalón en el control de frecuencia/potencia activa a nivel de unidad generadora y de registros de frecuencia/potencia activa tomados en el punto de conexión.

2.1.2 ALCANCE

Este procedimiento deberá ser realizado en las plantas de generación eólicas y solares fotovoltaicas conectadas al SDL con capacidad mayor a 1 MW y menor a 5 MW que permitan inyecciones de señales análogas tipo escalón en su control de frecuencia/ potencia activa a nivel de unidad generadora, o que dispongan de lógicas internas que permitan generar este tipo de señales en el lazo de control de frecuencia/ potencia activa a nivel de unidad generadora.

2.1.3 PROCEDIMIENTO

La prueba debe realizarse siguiendo el procedimiento que se describe a continuación:

- a. Determinar el número de unidades generadoras sobre los cuales van a ser ejecutadas las pruebas indicadas, el cual corresponde al 10% del tamaño de la población. En todos los casos se debe aproximar el tamaño de la muestra al

entero mayor más próximo. Estas pruebas pueden realizarse considerando todas las unidades de la muestra en conjunto o de forma individual.

- b. Para plantas que cuenten con más de 100 unidades generadoras, el tamaño de la muestra será por defecto 10.
- c. Conectar la planta generadora al SIN.
- d. Realizar el montaje de la prueba, que según el caso puede corresponder a:

d.1 A través de inyección externa:

- Conmutar la señal de frecuencia a generador externo (Ver Figura 3).

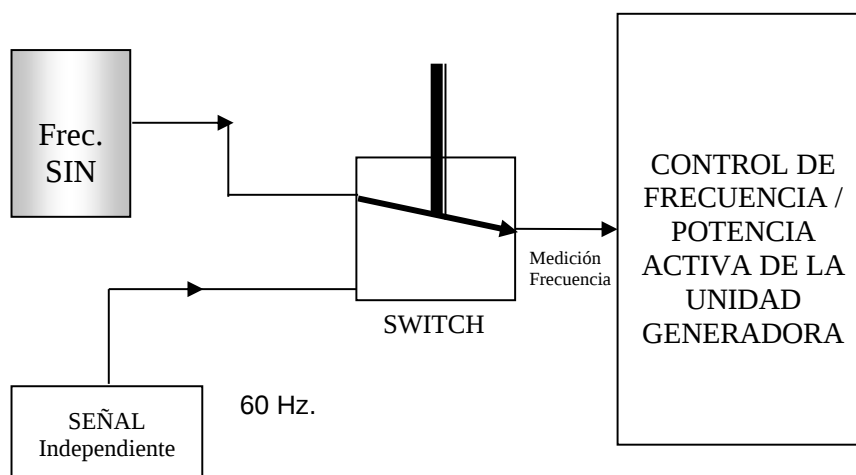


Figura 3. Esquema prueba – Generador Externo

- Conectar un generador de señales externo que se sume a la señal de F del SIN o de F_{ref} (Ver Figura 4).

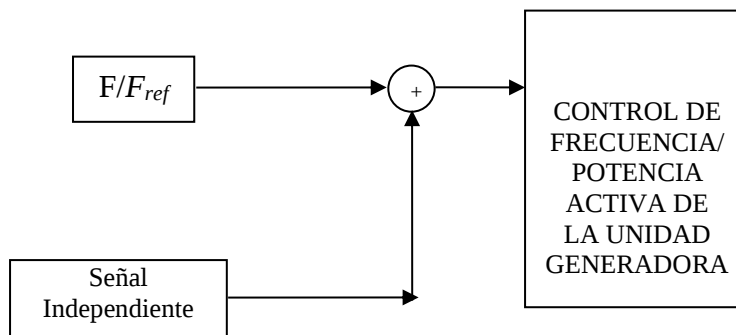


Figura 4. Esquema prueba protocolo de estatismo A – Generador externo sumado a señal F ó F_{ref}

De acuerdo con la Figura anterior, la prueba se puede realizar haciendo escalones en las variables: F : frecuencia, F_{ref} : Referencia de la frecuencia, o a través de una señal independiente que simule estas mismas variables.

d.2 A través de Software interno del control de potencia activa / frecuencia:

- Conmutar la señal de frecuencia a una señal escalón disponible en la lógica interna del control de potencia activa / frecuencia de la unidad generadora.
 - Habilitar la señal escalón disponible en la lógica interna del control de frecuencia / potencia activa a un generador de señales externo que se suma a la señal de frecuencia de la unidad generadora, o la reemplace según las alternativas disponibles en el control.
- e. Limitar el efecto de las variaciones de frecuencia del sistema en los resultados de la prueba. En caso de que no sea posible por restricción operativa de las unidades generadoras, se debe procurar realizar las pruebas correspondientes en periodos en los que la variación de la frecuencia sea no mayor al valor de banda muerta parametrizado en el lazo de control de planta.
- f. Calcular el tiempo de establecimiento tal como se presenta en las definiciones. Para ello se aplica un escalón ascendente de 0.2 Hz (vistos efectivamente por el sistema de control como perturbación total de sobrefrecuencia) a la unidad generadora bajo prueba, y esta se despacha en una potencia tal que ante el escalón aplicado no se produzca limitación de la potencia. Se determinará el tiempo de establecimiento ante el escalón realizado .

En la Figura 5 se presentan ejemplos del resultado esperado para el cálculo del tiempo de establecimiento y de respuesta inicial, considerando los diferentes valores de tiempo de establecimiento y respuesta inicial que puede ser obtenido en cada caso. En la Figura 5 $Te1$ es el tiempo de establecimiento para el escalón y $Tr1$ el tiempo de respuesta inicial para el escalón

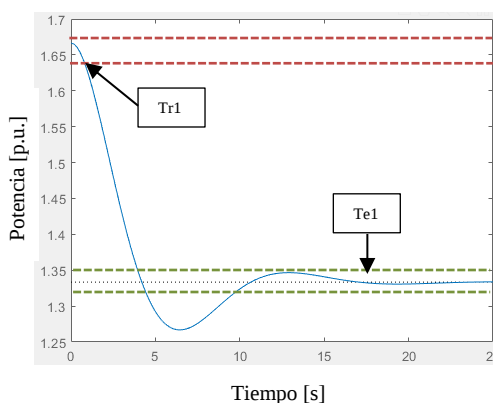


Figura 5. Prueba para el cálculo del tiempo de establecimiento y de respuesta inicial (sobrefrecuencia).

- g. Se inyectan escalones positivos de frecuencia (simulando situaciones de sobrefrecuencia), de manera que se cubra al menos el 80% del rango operativo de la unidad generadora bajo prueba con una tolerancia hasta del 5%. Los escalones deben ser de 0.2 Hz (vistos efectivamente por el sistema de control como perturbación total de sobrefrecuencia). En caso de que no se logre cubrir el 80 % del rango operativo (menos la tolerancia) con los escalones realizados, se deberá complementar la prueba partiendo de otros valores de generación (despacho) y realizando la misma magnitud de escalones establecidos. En total se deben realizar mínimo 5 escalones en toda la prueba. Se debe evitar que la respuesta de la unidad se vea limitada por capacidad de generación, dado que en este caso se desvirtúa la respuesta de la unidad por efecto del estatismo.

Después de aplicar cada escalón se debe esperar al menos el tiempo de establecimiento calculado en el paso anterior antes de aplicar el siguiente escalón. El valor de potencia alcanzado después de que se cumpla este tiempo corresponderá al P_{final} definido en la ecuación 1 (ver definiciones- Estatismo) $\pm 3\%$ del tamaño del escalón.

- h. Registrar datos de consigna de referencia de frecuencia (inicial y final), frecuencia, variación de frecuencia, referencia de potencia y potencia en la unidad generadora bajo prueba.
- i. Para cada uno de los escalones aplicados, se calcula el estatismo utilizando la ecuación 1 (ver definiciones- Estatismo), el tiempo de establecimiento y el tiempo de respuesta inicial. El valor definitivo de estos parámetros se calcula como el promedio de los valores calculados para todos los escalones realizados. Se reportan los resultados como se presenta en el Anexo 2 (en forma tabular y en forma gráfica en donde se represente las líneas de tendencia que relacionan la frecuencia, la potencia y el tiempo).
- j. Para verificar el rango configurable para el estatismo, se deben realizar dos escalones ascendentes (simulando situaciones de sobrefrecuencia) de 0.2 Hz sobre al menos una unidad generadora de la planta de generación para los valores extremos del rango de estatismo definidos en el Capítulo 12 del Anexo general al Reglamento de Distribución o aquel que lo modifique o sustituya. El valor definitivo de estos parámetros se calcula como el promedio de los valores calculados para todos los escalones realizados en cada punto extremo. Se reportan los resultados como se presenta en el Anexo 2.

De forma alternativa, se puede entregar un documento del fabricante en el que se especifique el rango de configuración de este parámetro para cada tipo de unidad de generadora presente en la planta de generación.

22 PROTOCOLO 1A DE BANDA MUERTA

221 OBJETO

Documentar el procedimiento general para la verificación del parámetro de banda muerta de las plantas de generación eólicas y fotovoltaicas conectadas al SDL que no cuenten con un control centralizado de planta para la regulación primaria de la frecuencia a través de pruebas tipo escalón en el control de potencia activa/ frecuencia a nivel de unidad generadora y de registros de frecuencia/ potencia activa tomados en el punto de conexión.

222 ALCANCE

Este procedimiento deberá ser realizado en las plantas de generación eólicas y fotovoltaicas conectadas al SDL, que permitan inyecciones de señales análogas tipo escalón por unidad generadora, o que dispongan de lógicas internas que permitan generar este tipo de señales en el lazo de control potencia activa/ frecuencia por unidad generadora.

223 PROCEDIMIENTO

La prueba debe realizarse siguiendo el procedimiento que se describe a continuación:

- a. Determinar el número de unidades generadoras sobre los cuales van a ser ejecutadas las pruebas indicadas, el cual corresponde al 10% del tamaño de la población. En todos los casos se debe aproximar el tamaño de la muestra al entero mayor más próximo. Estas pruebas pueden realizarse considerando todas las unidades de la muestra en conjunto o de forma individual.
- b. Para plantas que cuenten con más de 100 unidades generadoras, el tamaño de la muestra será por defecto 10.
- c. Conectar la unidad generadora al SIN.
- d. Realizar el montaje de la prueba que según el caso puede corresponder a:

d.1 A través de inyección externa:

- Conmutar la señal de frecuencia a generador externo (Ver Figura 6).

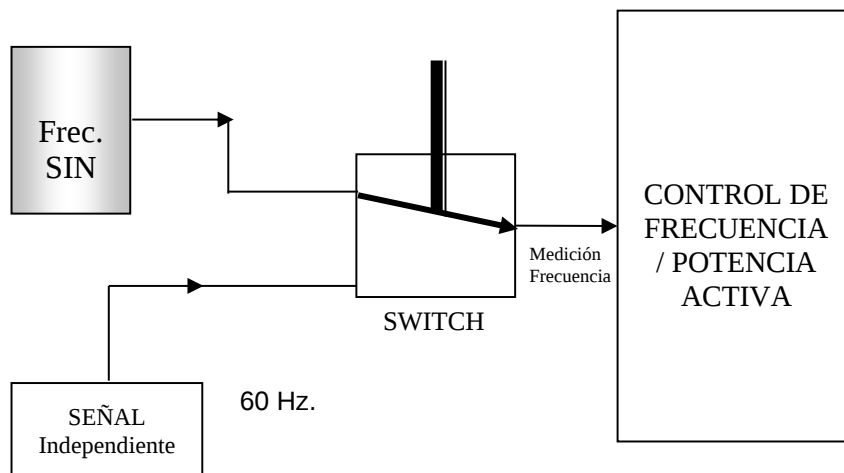


Figura 6. Esquema prueba – Generador Externo

- Conectar un generador de señales externo que se sume a la señal de F_{ref} del generador (Ver Figura 7).

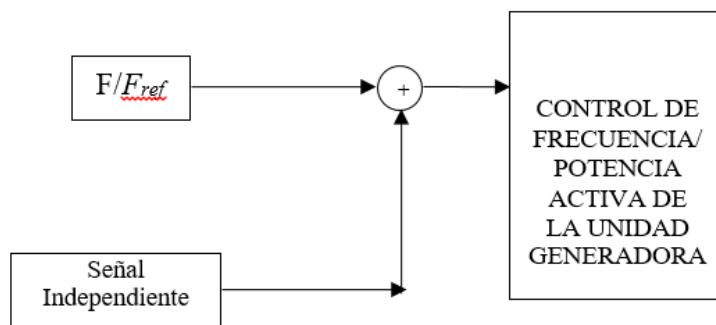


Figura 7. Esquema prueba protocolo de banda muerta A – Generador externo sumado a señal F_{ref}

De acuerdo con la Figura anterior, la prueba se puede realizar haciendo escalones en las variables: F : frecuencia, F_{ref} : Referencia de la frecuencia, o a través de una señal independiente que simule estas mismas variables.

d.2 A través de Software interno del control de potencia activa / frecuencia:

- Conmutar la señal de frecuencia a una señal escalón disponible en la lógica interna del control de potencia activa / frecuencia.
- Habilitar la señal escalón disponible en la lógica interna del control de frecuencia / potencia activa a un generador de señales externo que se

sume a la señal de frecuencia del generador o la reemplace según las alternativas disponibles en el control.

- e. Se deben inyectar pasos del menor tamaño posible siempre y cuando este sea inferior o igual a 0.02 Hz hasta evidenciar la respuesta en contrafase de la potencia. Las inyecciones o variaciones deben permitir evaluar la respuesta de la unidad generadora en la franja superior de la banda muerta (sobrefrecuencia). Se deben obtener al menos dos puntos dentro de la banda muerta, y 2 puntos por encima de la franja superior de la banda muerta. En cada escalón se debe esperar el tiempo de establecimiento.
- f. Se deben reportar las siguientes gráficas:
 - Frecuencia vs. Potencia en la unidad generadora bajo prueba
 - Potencia en punto de conexión vs. tiempo
 - Frecuencia vs. tiempo
 - Setpoint de potencia de la unidad generadora en toda la prueba.

La banda muerta a reportar corresponde a los valores de frecuencia donde se empieza a observar la respuesta en contrafase de la potencia con la variación de la frecuencia. Los resultados asociados a esta prueba deben ser reportados como se presenta en el Anexo 3.

- g. Para verificar el rango configurable para la banda muerta, se deben realizar dos escalones ascendentes (simulando situaciones de sobrefrecuencia) de 0.02 Hz sobre al menos una unidad generadora de la planta de generación para el valor mínimo del rango de banda muerta definido en el Capítulo 12 del Anexo general al Reglamento de Distribución o aquel que lo modifique o sustituya.

Para el valor superior de banda muerta se deben realizar dos escalones ascendentes simulando situaciones de sobrefrecuencia) El primero de estos escalones debe tener una magnitud menor al valor máximo del rango de banda muerta y el segundo escalón debe tener una magnitud mayor al valor máximo del rango de banda muerta. Los resultados asociados a esta prueba deben ser reportados como se presenta en el Anexo 3.

De forma alternativa, se puede entregar un documento del fabricante en que se especifique el rango de configuración de este parámetro para cada tipo de unidad de generadora presente en la planta de generación.

23 PROTOCOLO 1B DE ESTADISMO, TIEMPO DE ESTABLECIMIENTO Y RESPUESTA INICIAL

23.1 OBJETO

Documentar el procedimiento general para la verificación de los parámetros asociados al control de frecuencia/potencia activa de las plantas de generación eólicas y solares fotovoltaicas que cuentan con un control centralizado de planta para la regulación primaria de frecuencia a través de pruebas tipo escalón.

232 ALCANCE

Este procedimiento deberá ser realizado en las plantas de generación eólicas y solares fotovoltaicos conectadas al SDL que permitan inyecciones de señales análogas tipo escalón en su control de frecuencia/ potencia activa a nivel planta o que dispongan de lógicas internas que permitan generar este tipo de señales en el lazo de control de frecuencia/ potencia activa a nivel planta.

233 PROCEDIMIENTO

La prueba debe realizarse siguiendo el procedimiento que se describe a continuación:

- Conectar la planta generadora al SIN.
- Realizar el montaje de la prueba, que según el caso puede corresponder a:

b.1 A través de inyección externa:

- Conmutar la señal de frecuencia a generador externo (Ver Figura 8).

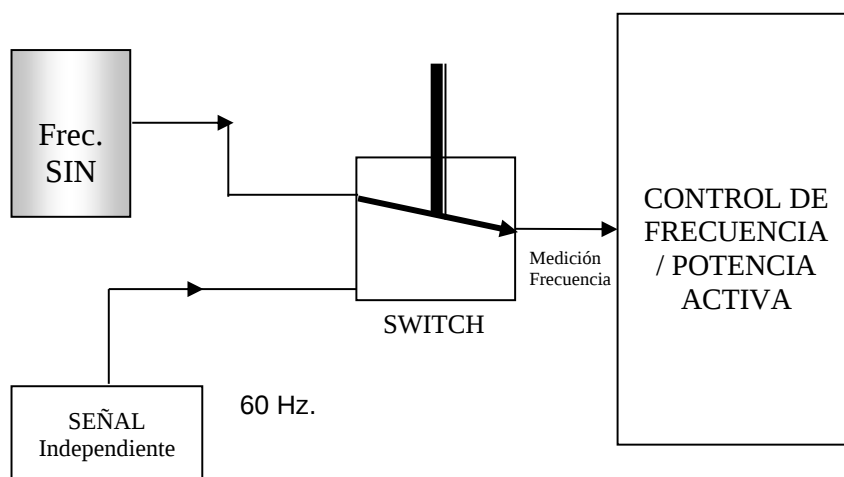


Figura 8. Esquema prueba – Generador Externo

- Conectar un generador de señales externo que se sume a la señal de F_{ref} del generador (Ver Figura 9).

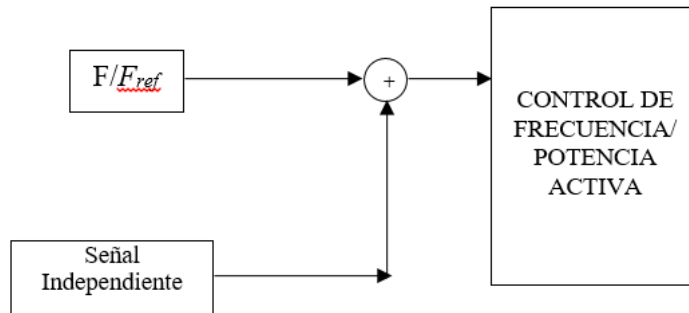


Figura 9. Esquema prueba protocolo de estatismo B – Generador externo sumado a señal F_{ref}

De acuerdo con la Figura anterior, la prueba se puede realizar haciendo escalones en las variables: F : frecuencia, F_{ref} : Referencia de la frecuencia, o a través de una señal independiente que simule estas mismas variables.

b.2 A través de Software interno del control de potencia activa / frecuencia:

- Conmutar la señal de frecuencia a una señal escalón disponible en la lógica interna del control de potencia activa / frecuencia.
 - Habilitar la señal escalón disponible en la lógica interna del control de frecuencia / potencia activa a un generador de señales externo que se sume a la señal de frecuencia del generador.
- c. Limitar el efecto de las variaciones de frecuencia del sistema en los resultados de la prueba. En caso de que no sea posible por restricción operativa de la planta, se debe procurar realizar las pruebas correspondientes en periodos en los que la variación de la frecuencia sea no mayor al valor de banda muerta parametrizado en el lazo de control de planta.
- d. Calcular el tiempo de establecimiento tal como se presenta en las definiciones. Para ello se aplica un escalón ascendente de 0.2 Hz (vistas efectivamente por el sistema de control como perturbación total de sobrefrecuencia) a la planta bajo prueba, y esta se despacha en una potencia tal que ante el escalón aplicado no se produzca limitación de la potencia. Se determinará el tiempo de establecimiento ante el escalón realizado.

En la Figura 5 se presentan ejemplos del resultado esperado para el cálculo del tiempo de establecimiento y de respuesta inicial, considerando los diferentes valores de tiempo de establecimiento y respuesta inicial que puede ser obtenido en cada caso.

- e. Se inyectan escalones positivos de frecuencia (para simular situaciones de sobrefrecuencia) de manera que se cubra al menos el 80% del rango operativo de la planta. con una tolerancia hasta del 5%. Los escalones deben ser de 0.2 Hz (vistas efectivamente por el sistema de control como perturbación total de sobrefrecuencia). En caso de que no se logre cubrir el 80 % del rango operativo (menos la tolerancia) con los escalones realizados, se deberá complementar la prueba partiendo de otros valores de generación (despacho) y realizando la misma magnitud de escalones establecidos. En total se deben realizar mínimo 5 escalones en toda la prueba. Se debe evitar que la respuesta de la planta se vea limitada por capacidad de generación, dado que en este caso se desvirtúa la respuesta de la misma por efecto del estatismo.

Después de aplicar cada escalón se debe esperar al menos el tiempo de establecimiento calculado en el paso anterior para aplicar el siguiente escalón. El valor de potencia alcanzado después de que se cumpla este tiempo corresponderá al P_{final} definido en la ecuación (1) $\pm 3\%$ del tamaño del escalón.

- f. Registrar datos de consigna de referencia de frecuencia (inicial y final), frecuencia, variación de frecuencia, referencia de potencia, potencia inicial en el punto de conexión, potencia final en el punto de conexión, variación de potencia en toda la prueba.
- g. Para cada uno de los escalones aplicados, se calcula el estatismo utilizando la ecuación (1), el tiempo de establecimiento y el tiempo de respuesta inicial. El valor definitivo de estos parámetros se calcula como el promedio de los valores calculados para todos los escalones realizados. Se reportan los resultados como se presenta en el Anexo 2 (en forma tabular y en forma gráfica en donde se represente las líneas de tendencia que relacionan la frecuencia, la potencia y el tiempo).
- h. Para verificar el rango configurable para el estatismo, se deben realizar dos escalones ascendentes (simulando situaciones de sobrefrecuencia) de 0.2 Hz sobre el control a nivel de la planta de generación para los valores extremos del rango de estatismo definidos en el Capítulo 12 del Anexo general al Reglamento de Distribución o aquel que lo modifique o sustituya. El valor definitivo de estos parámetros se calcula como el promedio de los valores calculados para todos los escalones realizados. Se reportan los resultados como se presenta en el Anexo 2.

De forma alternativa, se puede entregar un documento del fabricante en que se especifique el rango de configuración de este parámetro a nivel de la planta de generación.

- i. Normalizar la Banda Muerta, en caso que aplique.

2.4 PROTOCOLO 1B DE BANDA MUERTA

2.4.1 OBJETO

Documentar el procedimiento general para la verificación del parámetro de banda muerta de las plantas de generación eólicas y fotovoltaicas conectadas al SDL que cuenten con un control centralizado a través de pruebas tipo escalón en el control de potencia activa/frecuencia a nivel de planta.

2.4.2 ALCANCE

Este procedimiento deberá ser realizado en las plantas de generación eólicas y fotovoltaicas conectadas al SDL que permitan inyecciones de señales análogas tipo escalón por planta o que dispongan de lógicas internas que permitan generar este tipo de señales en el lazo de control potencia activa/frecuencia por planta.

243 PROCEDIMIENTO

La prueba debe realizarse siguiendo el procedimiento que se describe a continuación:

- Conectar la planta de generación al SIN.
- Realizar el montaje de la prueba que según el caso puede corresponder a:

b.1 A través de inyección externa:

- Conmutar la señal de frecuencia a generador externo (Ver Figura 10).

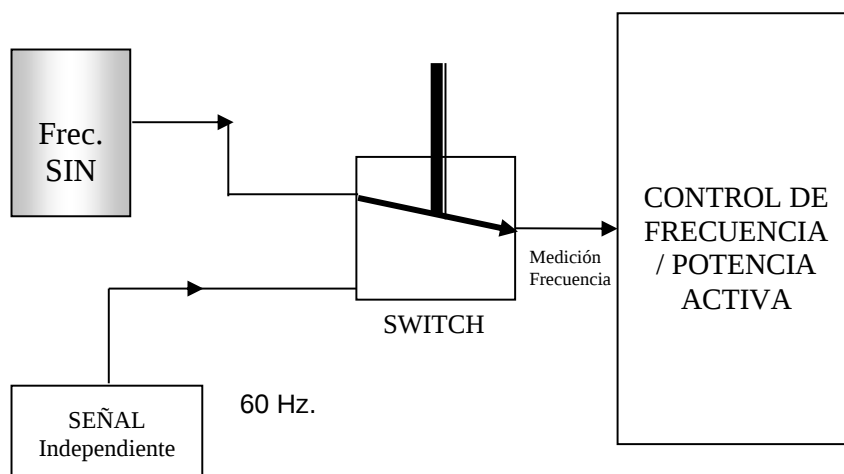


Figura 10. Esquema prueba – Generador Externo

- Conectar un generador de señales externo que se suma a la señal de F_{ref} del generador (Ver Figura 11).

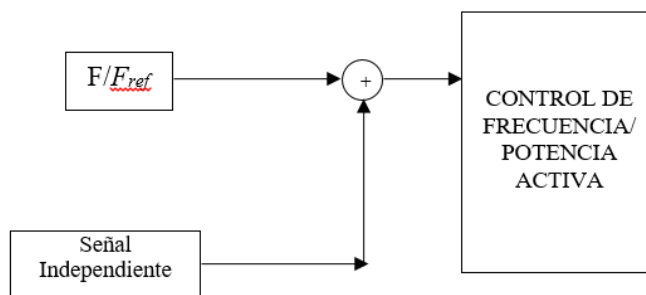


Figura 11. Esquema prueba protocolo de banda muerta B – Generador externo sumado a señal F_{ref}

De acuerdo con la Figura anterior, la prueba se puede realizar haciendo escalones en las variables: F : frecuencia, F_{ref} : Referencia de la frecuencia, o a través de una señal independiente que simule estas mismas variables.

b.2 A través de Software interno del control de potencia activa / frecuencia:

- Conmutar la señal de frecuencia a una señal escalón disponible en la lógica interna del control de potencia activa / frecuencia.
 - Habilitar la señal escalón disponible en la lógica interna del control de frecuencia / potencia activa a un generador de señales externo que se sume a la señal de frecuencia del generador.
- c. Se deben inyectar pasos del menor tamaño posible siempre y cuando este sea inferior o igual a 0.02 Hz hasta evidenciar la respuesta en contrafase de la potencia. Las inyecciones o variaciones deben permitir evaluar la respuesta de la unidad generadora en la franja superior de la banda muerta (sobrefrecuencia). Se deben obtener al menos dos puntos dentro de la banda muerta y 2 puntos por encima de la franja superior de la banda muerta. En cada escalón se debe esperar el tiempo de establecimiento.
- d. Se deben reportar las siguientes gráficas:
- Frecuencia vs. Potencia activa en el punto de conexión
 - Potencia activa en el punto de conexión vs. tiempo
 - Frecuencia vs. tiempo
 - Setpoint de potencia de la planta en toda la prueba.

La banda muerta a reportar corresponde a los valores de frecuencia donde se empieza a observar la respuesta en contrafase de la potencia con la variación de la frecuencia. Los resultados asociados a esta prueba deben ser reportados como se presenta en el Anexo 3.

- e. Para verificar el rango configurable para la banda muerta, se deben realizar dos escalones ascendentes (simulando situaciones de sobrefrecuencia) de 0.02 Hz sobre el control a nivel de la planta de generación para el valor mínimo del rango de banda muerta definido en el Capítulo 12 del Anexo general al Reglamento de Distribución o aquel que lo modifique o sustituya.

Para el valor superior de banda muerta se deben realizar dos escalones ascendentes (simulando situaciones de sobrefrecuencia). El primero de estos escalones debe tener una magnitud menor al valor máximo del rango de banda muerta y el segundo escalón debe tener una magnitud mayor al valor máximo del rango de banda muerta. Los resultados asociados a esta prueba deben ser reportados como se presenta en el Anexo 3.

De forma alternativa, se puede entregar un documento del fabricante en que se especifique el rango de configuración de este parámetro para el control a nivel de la planta de generación.

3. PROTOCOLO 2 - VERIFICACIÓN DE RECEPCIÓN DE CONSIGNAS DE POTENCIA ACTIVA DE FORMA LOCAL

El propósito de este protocolo es verificar que la planta recibe y gestiona consignas de potencia activa de forma local. Para esta verificación se deben realizar dos cambios de consigna de potencia activa a toda la planta, uno descendente y uno ascendente, de máximo 10% de la potencia nominal de la planta generadora con una velocidad igual o menor a la máxima definida para rampas operativas en el Capítulo 12 del Anexo general al Reglamento de Distribución o aquel que lo modifique o sustituya.

Se deben presentar las señales de potencia activa en el punto de conexión vs tiempo y la potencia de referencia en el punto de conexión vs. Tiempo. La información se debe reportar considerando lo definido en el Anexo 4 de este Acuerdo. La evaluación del cumplimiento del requisito de cambio de consignas de forma local se realizará verificando que la planta alcance la potencia de consigna.

4. PROTOCOLO 3 - VERIFICACIÓN DE LA CARACTERÍSTICA DE LAS RAMPAS OPERATIVAS DE LAS PLANTAS EÓLICAS Y SOLARES FOTOVOLTAICAS CONECTADAS AL SDL

4.1 OBJETO

Documentar el procedimiento general para la verificación de las rampas operativas de las plantas de generación eólicas y solares fotovoltaicas.

4.2 PROCEDIMIENTO

- a. Realizar escalones en la consigna operativa de potencia activa, considerando un tamaño del escalón del 50% del rango operativo de la planta tanto para subir como para bajar la potencia activa teniendo en cuenta cada uno de los siguientes ajustes de rampa: Mínimo valor de rampa, un valor intermedio entre el mínimo valor de rampa y el 14% Pn/min considerando la granularidad del ajuste, el 14 % Pn/min, y el máximo valor que alcance si este es superior al 14 % Pn/min.
- b. Registrar la potencia activa en cada caso con una resolución no inferior a 1 muestra por segundo.
- c. Para cada caso (se deben llevar a cabo al menos 5 mediciones o experimentos para cada rampa de subida de bajada), se debe calcular el valor de rampa medido, es decir la relación entre el cambio de potencia activa y el tiempo total requerido para el cambio en MW/minuto y en % de la potencia nominal/minuto. La información tomada debe registrarse en el formato establecido en el Anexo 5 del presente Acuerdo.

Para que la prueba sea considerada exitosa se debe asegurar que el valor del coeficiente de variación estadístico de los 4 experimentos realizados para rampas de subida y para rampas de bajada sea inferior al 15% y que el promedio de los datos tomados difiera del valor de rampa ajustado en menos del 2%, utilizando para su cálculo la Ecuación 2 (para más detalles referirse al Anexo 5 del presente Acuerdo).

- d. Enviar al OR un informe, con al menos la siguiente información:
 - Rango de rampas en que puede operar la unidad de generación.
 - Fecha y hora de las pruebas realizadas.
 - Registros de potencia, potencia/frecuencia de referencia y frecuencia en formato txt y en formato gráfico, obtenidos durante las pruebas en los valores de rampa verificados y el valor del parámetro o parámetros ajustados para lograr la rampa requerida.
 - Cálculo de las rampas, cálculo del coeficiente de variación y del error final.

4.3 Certificado del fabricante para las rampas operativas de arranque y parada de las Unidades Generadores

Se debe anexar certificado o documento oficial del fabricante de las unidades generadores donde se incluya la siguiente información:

- Valor mínimo y máximo en que se pueden configurar las rampas de potencia activa de las unidades generadores (valores expresados en unidades de potencia sobre unidades de tiempo).
- Indicar si el ajuste en el valor de las rampas se puede hacer con valores continuos o con pasos discretos (indicar el valor de los pasos).
- Indicar si hay restricciones para el ajuste de la rampa dependiendo de la disponibilidad del recurso energético primario

El certificado o documento oficial debe corresponder al mismo tipo y modelo de las unidades generadoras utilizadas en la planta bajo pruebas.

Así mismo se debe anexar un certificado o documento oficial del fabricante del control central de la planta (PPC), del proveedor del PPC o del EPC donde se especifique el valor mínimo y máximo con que se pueden configurar las rampas de potencia activa a nivel de planta.