

**Procedimiento de ajuste de los Estabilizadores
de los Sistemas de potencia (PSSs) del SIN**

Subcomité de Controles



Revisión	Fecha	Descripción
0	2021-08-17	Primera propuesta de Procedimiento de ajuste de los estabilizadores de los sistemas de potencia (PSSs) del SIN

Tabla de contenido

1. DEFINICIONES	1
2. CRITERIOS DE AJUSTE DE LOS PSS'S.....	2
3. INFORMACIÓN MÍNIMA A REPORTAR EN INFORME DE AJUSTE DE PSSS	3
4. PROCEDIMIENTO DE AJUSTE DE PSSS.....	4
5. PLAZOS	6
6. TRANSICIÓN	7

ANEXO 1

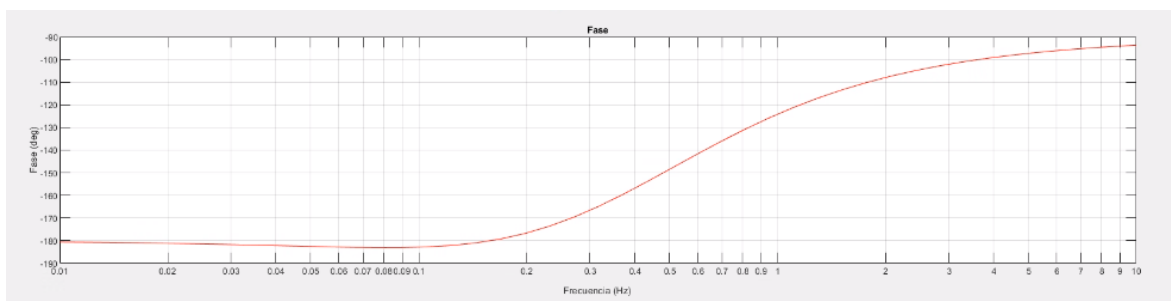
Procedimiento de ajuste de los Estabilizadores de los Sistemas de Potencia (PSSs) del SIN

1. DEFINICIONES

En esta sección se presentan definiciones que aplican según el alcance del Acuerdo.

- Escala logarítmica: Es un tipo de escala de medida que permite representar el valor del logaritmo de una función en un rango determinado. Para el alcance de este Acuerdo, la escala logarítmica se aplica para la frecuencia asociada a los modos de oscilación.
- Modo electromecánico: Una característica propia de los sistemas de potencia asociada a la interacción entre las componentes eléctricas y mecánicas de los elementos de la red. Esta característica se manifiesta como una oscilación que normalmente está en el rango de frecuencias que varían entre 0.2 y 3 Hz.
- Modo inter-área: Es un modo electromecánico en el que un grupo de unidades de generación oscilan contra otro grupo de unidades de generación utilizando la red que los conecta. La frecuencia de oscilación correspondiente se encuentra normalmente en el rango entre 0.2 y 0.8 Hz.
- Modo global: Es un modo de oscilación en el que todas las unidades de generación oscilan coherentemente con una frecuencia que varía normalmente en el rango de 0.02 a 0.08 Hz.
- Modo local: Es un modo electromecánico en el que una unidad de generación oscila contra el sistema de potencia utilizando la red que los conecta. La frecuencia de oscilación correspondiente se encuentra normalmente en el rango entre 0.8 Hz y 2 Hz.
- PSSs: Siglas derivadas del término en inglés Power System Stabilizer. Como su nombre lo indica es un elemento que permite el amortiguamiento de los modos electromecánicos presentes en los sistemas de potencia.

- Unidad logarítmica: unidad de la escala logarítmica, proporcional al logaritmo de la función. Para el caso del Acuerdo, un ejemplo de ± 2 unidades de escala logarítmica para una frecuencia de 0.4 Hz corresponde a un rango de tolerancia que va de 0.2 a 0.6 Hz. Si en cambio la frecuencia es 0.9 Hz, el rango de tolerancia va desde 0.7 a 2 Hz. Para una frecuencia de 0.04 el rango sería de 0.02 Hz a 0.06 Hz. En la Figura siguiente se presenta ejemplo para dos de las frecuencias indicadas.



2. CRITERIOS DE AJUSTE DE LOS PSS's

El ajuste del PSS debe realizarse teniendo en cuenta los siguientes requerimientos:

- La función del PSS debe amortiguar oscilaciones de potencia activa asociadas al modo local y a oscilaciones inter-área del sistema publicadas por el operador. Esto se verifica demostrando que se mejora el amortiguamiento de la respuesta a la potencia activa del AVR en combinación con la función del PSS, comparado con la respuesta a la potencia activa con solo el AVR. Para los casos asociados a los modos electromecánicos del sistema colombiano y considerando una tolerancia de ± 2 unidades de la escala logarítmica, se debe verificar que el PSS se encuentra adecuadamente ajustado si se logra una fase del sistema compensado en las frecuencias de interés en el rango de -30° a 20° . Para los demás modos de oscilación se debe garantizar que en el sistema compensado se logra una fase en las frecuencias de interés en el rango de -45° a 45° . En caso de que para los modos diferentes a los del sistema no se logre la fase indicada se debe reportar una justificación técnica.
- Una reducción de carga repentina del generador entre 1 y 0.6 p.u de la capacidad efectiva neta no debe generar oscilaciones no amortiguadas en la potencia activa o reactiva del generador.

- El PSS no debe generar inestabilidad en ningún modo de oscilación presente en el sistema ni modificar la frecuencia de los modos existentes en una proporción superior a la décima parte de una unidad logarítmica. Se debe procurar que el PSS provea amortiguamiento en el rango de 0.2 a 3 Hz. Este rango puede ser modificado de acuerdo con las condiciones del sistema.
- Si se trata de un PSS multibanda se debe lograr adicional a lo definido anteriormente, que este PSS provea amortiguamiento de oscilaciones en el rango de 0.02 a 0.2 Hz para los casos asociados a los modos del sistema colombiano con una tolerancia de ± 2 unidades de la escala logarítmica. Se exceptúa este requisito para aquellas unidades existentes que tengan excitatriz tipo Brushless. Adicionalmente, si se presentan situaciones en las cuales no se pueda cumplir este requisito para unidades existentes el agente deberá presentar las justificaciones para que estas sean evaluadas por el CND. En caso de que el CND y el agente no logren llegar a unanimidad de criterios, el tema será llevado al Subcomité de Controles para su revisión.
- Cuando un PSS esté ajustado de tal forma que no opere en un rango de carga del generador ubicado entre el mínimo técnico y la máxima potencia del generador, se deberá indicar la justificación técnica correspondiente.

3. INFORMACIÓN MÍNIMA A REPORTAR EN INFORME DE AJUSTE DE PSSs

Para demostrar el correcto ajuste del PSS el agente debe presentar un informe que contenga como mínimo lo siguiente:

- Simulaciones en el tiempo en las cuales se recreen las oscilaciones locales e inter-área y se muestre comparativamente la respuesta de la potencia activa y tensión con y sin PSS utilizando los modelos validados del generador, PSS y sistema de excitación. En este caso se debe considerar el impacto de los PSSs teniendo en cuenta una reactancia equivalente que varíe en un rango definido por XM considerando las características de conexión del generador y con este operando en la región de sobre y subexcitación al menos al 80 % de su capacidad efectiva neta. Se debe indicar claramente los escalones aplicados y condiciones bajo las cuales se recrearon las oscilaciones. Por condiciones se define estado de carga del generador, potencia reactiva, impedancia equivalente de la red vista desde el generador la tensión del generador y la tensión del nodo de conexión a la red.

- Diagramas de Bode de ganancia y fase del sistema a compensar sin PSS y Diagramas de Bode de ganancia y fase del sistema compensado con el PSS, donde se evidencie el aporte de amortiguamiento del PSS a los modos de oscilación requeridos y que no se genera inestabilidad en otros modos de oscilación diferentes que estén en el rango entre 0.02 a 3 Hz y otros modos de oscilación presentes en la planta como son los del tipo torsional. Este rango puede ser modificado por XM de acuerdo con las condiciones del sistema siempre y cuando esté en el dominio de acción de los PSSs y previa socialización y justificación en el Subcomité de Controles. En el Diagrama de Bode se debe indicar claramente la función de transferencia que se está representando. Este diagrama se debe realizar para los diferentes valores de reactancia equivalente en el rango definido por XM considerando las características de conexión del generador y con este operando en la región de sobre y subexcitación al menos al 80 % de su capacidad efectiva neta.
- Reporte de los parámetros del generador, PSS y sistema de excitación utilizados en el análisis que deben corresponder con los definidos en el Acuerdo CNO 1358 o aquel que lo modifique o sustituya

4. PROCEDIMIENTO DE AJUSTE DE PSSs

A continuación se presenta el procedimiento que se debe seguir para el proceso de ajuste de los PSSs:

1. XM realiza un análisis sistémico del SIN donde identifica los modos de oscilación que deben ser amortiguados. Este estudio debe ser realizado al menos una vez al año y los resultados deben publicarse en la página web de XM.
2. Es responsabilidad de cada agente realizar el estudio de ajuste de los PSSs teniendo en cuenta los requerimientos indicados en el presente Acuerdo y enviarlo a XM teniendo en cuenta los casos establecidos en la sección de plazos y periodicidad.
3. XM recibe el estudio y realiza verificaciones del cumplimiento de los requisitos.
4. XM revisa el estudio y notifica al agente sobre los resultados de esta revisión en un tiempo no superior a 30 días a partir del recibo. Cuando el ajuste

cumpla con los requerimientos se le indica al agente para que realice la implementación.

5. El agente realiza la implementación de los ajustes en un plazo no superior a 90 días después de la notificación satisfactoria de XM.

6. El agente comparte con XM los resultados de las pruebas en campo para la revisión conjunta. Estas pruebas en campo deben incluir como mínimo pruebas escalón de al menos el 2 % en el voltaje de referencia, con el generador operando en la región de sobre y subexcitación con y sin PSS al menos al 80 % de su capacidad efectiva neta. Se deben enviar los registros de potencia activa, reactiva y tensión en bornes del generador en formato que se anexa.

7. XM y el agente evalúan el procedimiento para la actualización de los parámetros del modelo.

8. XM hará el seguimiento semestral al ajuste y al desempeño dinámico del SIN. Con respecto al seguimiento, se evaluará en forma conjunta con el agente el desempeño del PSS de las unidades que participen en oscilaciones que se presenten en el sistema con una amplitud mayor a 60 mHz y un amortiguamiento menor al 3% (oscilación vista en la frecuencia) y cuando en una unidad se identifique una oscilación con una amplitud pico mayor a 3 MW con respecto a la referencia de potencia del generador, en un lapso igual o superior a 120 s. Para estas oscilaciones el CND evaluará el desempeño de los PSSs a través de simulaciones dinámicas en el que se reproduzcan las condiciones del evento en el que se presentó, considerando la información disponible. Adicionalmente se puede requerir el envío por parte del agente de registros asociados a voltaje en bornes, frecuencia, potencia activa y reactiva en bornes, estos deben enviar en formato que se anexa. Asimismo, en caso de que se tenga disponible, el agente enviará a XM los registros asociados a voltaje en punto de conexión, potencia activa y reactiva en punto de conexión, consumo de auxiliares, señales de entrada al PSS que no correspondan a las ya mencionadas y otras señales adicionales que se tengan del PSS y señales sincrofatorias en las condiciones disponibles para cada medición. Estas últimas variables se deben enviar en formato que se anexa.

Al final de cada año, se evaluarán los umbrales de amplitud y amortiguamiento de oscilaciones indicados y de acuerdo con esta evaluación se definirá si es necesario su reajuste.

5. PLAZOS

- Unidades existentes despachadas centralmente, con evaluación de ajuste de PSSs realizado por el CND: Todas las unidades existentes al momento de la emisión del presente Acuerdo, a las que XM haya identificado necesidad de ajuste, deben demostrar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el mismo mediante un estudio cumpliendo con las fechas definidas en el cronograma establecido por el Subcomité de Controles.
- Unidades existentes despachadas centralmente, que no cuentan con evaluación de ajuste de PSSs realizado por el CND: Todas las unidades existentes al momento de la emisión del presente Acuerdo, que no cuentan con estudio de ajuste de PSSs realizado por el CND, deben demostrar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el mismo mediante un estudio cumpliendo con las fechas definidas en el cronograma establecido por el Subcomité de Controles.
- Unidades nuevas o modernizadas: Dentro del estudio de validación de modelos de generadores y controles asociados, los generadores deben incluir un capítulo con el estudio de ajuste de PSSs siguiendo los requerimientos establecidos en el presente Acuerdo.
- Actualización de ajuste: En aquellos casos en los que se identifique un desempeño inadecuado del PSS, a través del seguimiento, XM enviará un informe técnico a los agentes que requieran un nuevo ajuste de PSSs para que estos realicen la revisión y reajuste correspondiente siguiendo los requisitos establecidos en el presente Acuerdo. En caso de que el CND y el agente no logren llegar a unanimidad de criterios, el tema será llevado al Subcomité de Controles para su revisión. La fecha para este ajuste será definida a través de cronograma, y el plan de trabajo se socializará a través del Subcomité de Controles. En ningún caso, este plan de trabajo deberá superar 12 meses tras la notificación del CND.
- Ampliación de plazos: Cuando un agente generador no pueda cumplir con los plazos de entrega de la información establecidos en el presente Acuerdo, deberá solicitar la ampliación del plazo a través de correo electrónico dirigido al Secretario Técnico del CNO, con una antelación mínima de 15 días a la fecha de vencimiento del plazo y deberá presentar la justificación correspondiente de tal situación ante el Subcomité de Controles, el cual dará el su concepto y en caso favorable se hará la actualización en el cronograma correspondiente.

6. TRANSICIÓN

Para el caso de los agentes generadores de las unidades despachadas centralmente, que al momento de emisión del presente Acuerdo se encuentren en proceso de contratación del ajuste de PSSs, XM revisará el informe con los resultados del estudio de ajuste correspondiente en el que verificará que el mismo permite el amortiguamiento de los modos inter-área presentes actualmente en el SIN y del modo local de la unidad, sin originar inestabilidad en el modo de oscilación global (0.02 – 0.08 Hz). Cuando XM de concepto favorable al estudio de ajuste y a la parametrización realizada en campo, los PSSs deberán acogerse al proceso de seguimiento de desempeño y a las condiciones que aplican en caso de modernizaciones y actualizaciones de parámetros definidas en el presente Acuerdo.

Cuando los agentes generadores hayan recibido un concepto favorable por parte de XM del ajuste de los PSSs, deberán acogerse al proceso de seguimiento de desempeño y a las condiciones que aplican en caso de modernizaciones y actualizaciones de parámetros definidas en el presente Acuerdo.