

Protocolo de Habilitación de Relés que Participan en los Esquemas de Baja Frecuencia

Diciembre 2015

1. INTRODUCCIÓN

Este documento complementa los requisitos establecidos en el procedimiento DO *“Habilitación de Instalaciones para Control de Frecuencia, Control de Tensión, EDAC y PRS”*, específicamente se establecen las pruebas y ensayos que deberán llevar a cabo los Coordinados, para efectos de habilitar los esquemas de desprendimiento automático de carga por baja frecuencia, previo a su puesta en servicio.

2. HABILITACIÓN DE INSTALACIONES DE CLIENTES PARA EL EDAC

Todo Cliente del SIC que solicite habilitar sus instalaciones para participar en esquemas de desconexión de carga por baja frecuencia (*“Solicitante”*), deberá realizar ensayos y/o mediciones a efectos de demostrar que:

1. Dispone de los equipamientos y automatismos suficientes para participar en el EDAC por baja frecuencia, en la magnitud que la DO determine, como resultado del Estudio de EDAC especificado en el Capítulo N° 6 de la NT o de los Estudios Específicos que se realicen.
2. Dispone de adecuados sistemas de comunicaciones con el CDC para el monitoreo y control en tiempo real de la operación del SIC, de acuerdo con los requerimientos del artículo 3-45 de la NT.
3. Los relés de baja frecuencia para el EDAC verifican las prestaciones técnicas mínimas establecidas en el Título 5-3 de la NT.

3. OBJETIVO DE LOS ENSAYOS Y MEDICIONES

Mediante mediciones en campo, se requiere verificar el desempeño de las instalaciones de Clientes que participan de un EDAC del SIC.

Para la habilitación de cada instalación y/o equipamiento de Clientes que participan en el EDAC se requiere como mínimo:

1. Medir los tiempos de respuesta de los relés dedicados/instalados para el EDAC por señal de baja frecuencia en el SIC.
2. Ensayar los relés dedicados/instalados para el EDAC por señal de baja frecuencia, a efectos de evaluar su correcto y preciso funcionamiento en la medición de los niveles absolutos de la frecuencia, así como también, en la medición de la tasa de variación de la frecuencia.
3. Verificar la calidad de energía en las instalaciones de Clientes que participan en el EDAC, de manera de asegurar la integridad de las señales que son evaluadas por los relés.

4. INSTRUMENTAL REQUERIDO PARA LOS ENSAYOS

Como mínimo el equipamiento utilizado deberá ser capaz de:

1. Almacenar los valores capturados en unidades de medida (por ejemplo V, mA) sin ser afectados por escalas, filtrado u otras adaptaciones.
2. Registrar las variables medidas con una frecuencia de muestreo tal que garantice la legibilidad del proceso observado. En general el tiempo entre muestras deberá ser menor que tres veces la menor constante de tiempo del sistema físico bajo ensayo.
3. Poseer una resolución mayor o igual a 12 bits.
4. Presentar un error máximo a fondo de escala de 0.5%.

Para el caso de variables medidas mediante transductores -potencia eléctrica, tensión, etc-, éstos deberán ser de Clase 0.5 o mejores.

En los casos en los que los sistemas de control sean de tecnología digital, se podrán utilizar los registros tomados directamente del sistema de control, siempre y cuando se verifique que la frecuencia de muestreo y la resolución con se almacenan los valores, son acordes con lo indicado en este ítem.

En cada caso, el Solicitante deberá indicar el instrumental utilizado para las pruebas, justificando las diferencias respecto de estos requerimientos, si las hubiera.

5. PROTOCOLOS DE ENSAYOS

En la Tabla 5.1 se resume los ensayos y documentación técnica requerida, a efectos de facilitar el proceso de habilitación de los automatismos y equipos de las instalaciones de Clientes, requeridos para la participación en esquemas de baja frecuencia.

En la columna “Ensayo” se describen sintéticamente las mediciones y pruebas de campo, mientras que en la columna “criterio de evaluación de aptitud técnica” se sintetiza la respuesta esperada para aquellos recursos técnicos aptos para participar en el esquema.

	Ensayo	Evaluación
A	Evaluación del tiempo de medición de los relés de frecuencia, para los niveles absolutos de frecuencia y tasas de variación de la misma.	Tiempos de medición debajo de los máximos admitidos por la NT para el EDAC por baja frecuencia correspondiente.
B	Ensayos recomendados por el fabricante del relé.	Resultados en conformidad a lo especificado en los respectivos manuales de puesta en servicio de cada fabricante.
C	Inspección del ajuste de las protecciones de frecuencia del EDAC	Valores verificados conforme a lo solicitado por el presente Protocolo.

D	Ensayo de la/s protección/es de señal específica, baja frecuencia instalada/s para el EDAC.	Operación correcta y precisa.
E	Evaluación del tiempo de Apertura de interruptores asociados a cada escalón o etapa del EDAC.	Tiempo máximo de operación del EDAC de acuerdo con lo establecido en el Estudio EDAC, Plan de Defensa contra Contingencias Extremas y los Estudios Específicos de la NT.
F	Evaluación del tiempo total de actuación de cada uno de los escalones o etapas del EDAC-BF.	Tiempo máximo de operación del EDAC de acuerdo con lo establecido en el Estudio EDAC, la NT y los Estudios Específicos.
G	Evaluación de la calidad de las señales eléctricas que se inyectan al relé.	Valores de THDV debajo de los máximos admitidos por la NT.

Tabla 5.1 Protocolos de ensayos

6. GUÍA DE ENSAYOS PARA HABILITACIÓN DE INSTALACIONES DE CLIENTES PARA EL EDAC

Los ensayos e inspecciones que se detallan en esta sección tienen por finalidad evaluar las Instalaciones de Clientes, para efectos de habilitar las protecciones y/o automatismos que participan en esquemas de desprendimiento de carga por baja frecuencia, conforme a las exigencias establecidas en la NT y el presente Protocolo. Sin perjuicio de lo anterior, los ensayos especificados son complementarios y no remplazan a las pruebas que el fabricante cada relé especifique en su manual de puesta en servicio.

Cada relé de frecuencia que el Solicitante instale para el EDAC será ensayado a efectos de demostrar que:

1. El tiempo de muestreo de la frecuencia absoluta y por gradiente de frecuencia del SIC en forma local se realiza cumpliendo lo indicado en el Título 5-3 de la NT.
2. Cuando la frecuencia desciende por debajo del umbral de disparo, se envía en forma instantánea la señal de apertura a los interruptores que desconectan los consumos y cargas que participan del EDAC.
3. Los niveles de frecuencia absoluta y gradiente de frecuencia de disparo se corresponden con las etapas de activación del EDAC por baja frecuencia definido por la DO en el Estudio EDAC.
4. El tiempo total de actuación de cada escalón o etapa del EDAC BF es menor al máximo tiempo requerido por la NT y al tiempo crítico establecido por la DO.
5. Los algoritmos de cálculo y filtrado de señal permiten una operación confiable de estos equipos, ante perturbaciones en el SIC que no ameriten la operación del esquema.

6.1. INSPECCIÓN PRELIMINAR

Se debe verificar visualmente que, en cada uno de los circuitos involucrados, el cableado e identificación de equipos estén conforme a plano.

- Circuitos de medición y/o adquisición
- Circuitos de control y disparo de interruptores
- Esquemas de comunicación

Se debe verificar en planta si se dispone de los recursos necesarios para establecer la comunicación con los relés involucrados.

- PC y Software
- Cables de conexión
- Personal con conocimiento para la operación.

6.2. PRUEBA DE MEDICIÓN DE LA CALIDAD DE ENERGÍA

Se deberá conectar a la entrada del relé un equipo de calidad de energía, por un periodo de tiempo mínimo de 24 horas.

- Si la medición es correcta, es decir, si los niveles de armónicos cumplen con lo establecido en el artículo 5-73 de la NT SyCS, se debe proceder a la ejecución de los ensayos mediante inyección secundaria.
- Si la medición es deficiente, en el caso de que sea posible, se desconectará el circuito secundario de medición de tensión en los bornes de los TP asociados, para así realizar la medición directamente en bornes secundarios de dichos TP.
- Si persiste la mala calidad de la señal, se informará que el inconveniente proviene del sistema y se recomendará realizar un estudio de calidad de producto eléctrico.
- Si la señal es de buena calidad, se concluye que el inconveniente se presenta en el cableado o equipos asociados al circuito secundario de medición de tensión. Teniendo en cuenta lo anterior, se medirá en diferentes puntos para poder aislar el equipo o tramo de circuito que genera el inconveniente.

6.3. PRUEBAS DE INYECCIÓN SECUNDARIA

Mediante inyección secundaria se procederá a la determinación de los valores de actuación del relé (pick-up y tiempos de actuación). La tensión normal de prueba será la correspondiente a la del relé bajo ensayo. Los ensayos comprenderán tres grandes grupos:

- Inyección de rampas de valores definidos y sin armónicos.
- Inyección de tensión a valores nominales con distorsión armónica.
- Generación de archivos COMTRADE a partir de registros oscilográficos de fallas reales, o en su defecto, a partir de fallas simuladas, que permitan evaluar la actuación de estos equipos ante condiciones sistémicas de interés.

Previo a los ensayos anteriormente descritos, se deberá comprobar las salidas de cada relé mediante un escalón en frecuencia.

Para las pruebas de inyección de tensiones con distorsión armónica, se tendrán que utilizar dos tipos de señales, con niveles de THDV de 7% y 15% respectivamente, las componentes armónicas a considerar en cada caso se describen en las siguientes figuras:

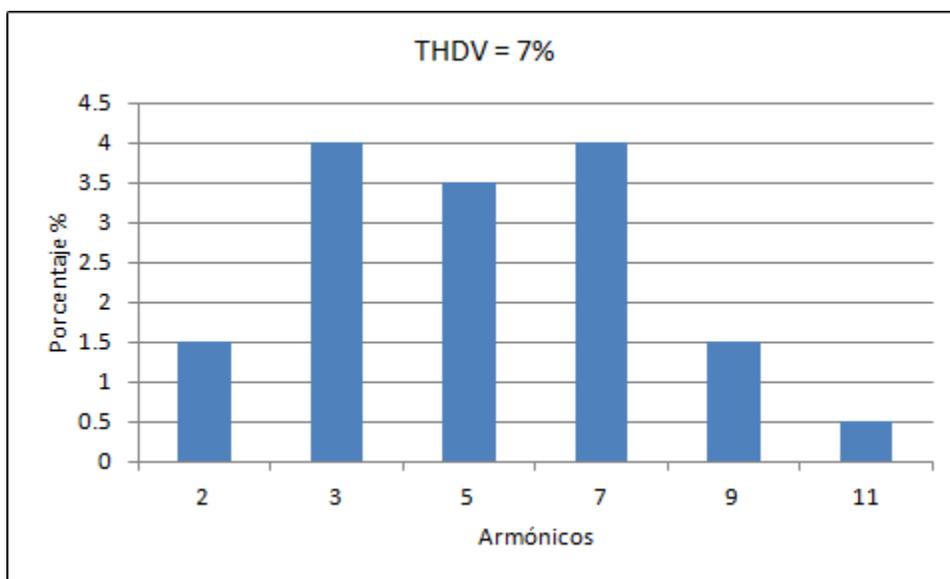


Figura 6.1 Armónicos para señal con THDV = 7%

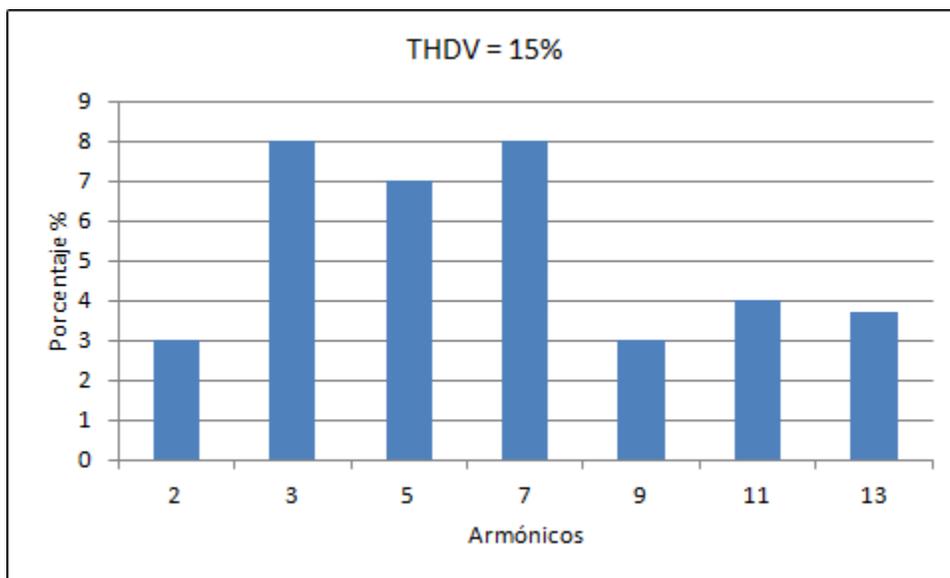


Figura 6.2 Armónicos para señal con THDV = 15%

6.4. PRUEBAS DE INYECCIÓN SECUNDARIA A RELÉS QUE IMPLEMENTAN EL EDAC-BF y EL EDAC-CEx

A continuación se detallan los pasos descritos en el punto anterior para la verificación y habilitación de relés que participen en los esquemas EDAC-BF y EDAC-CEx.

6.4.1. Escalones operados por frecuencia absoluta y gradiente de frecuencia.

a) Mediante la inyección de tensiones de amplitud constante, equilibradas y sin armónicos, se determinará:

- Pick-up de frecuencia absoluta y pick-up de gradiente de frecuencia

Partiendo de una frecuencia superior y una pendiente menor al arranque de la protección, se aplicarán rampas en el gradiente de la frecuencia con pasos de $-0,025\text{Hz/seg}$ hasta encontrar el pick-up.

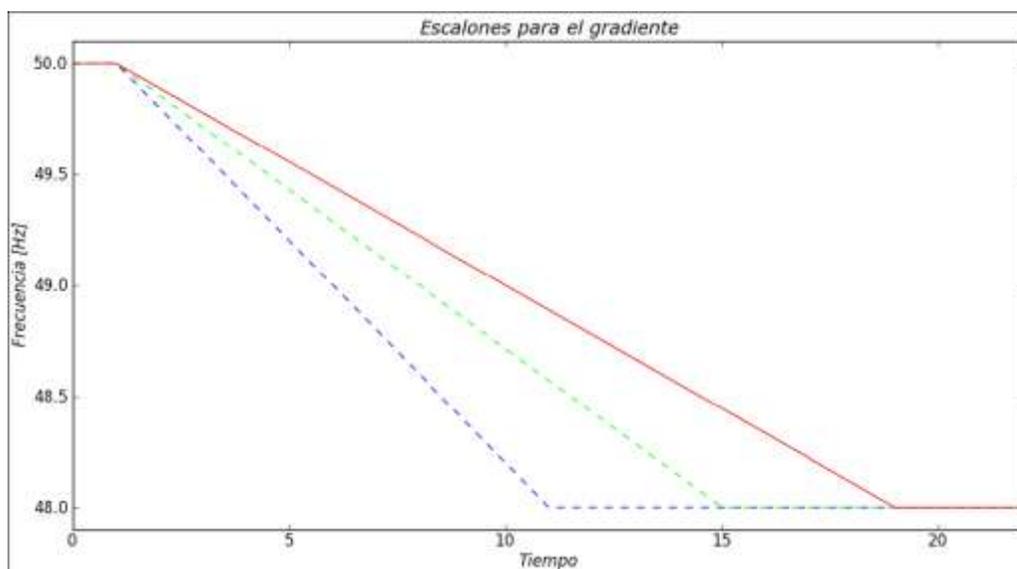


Figura 6.3 Rampas para evaluar gradiente de frecuencia

- Tiempos de actuación

Para determinar el tiempo de actuación, considerando los valores de pick-up de frecuencia absoluta y de pick-up de gradiente de frecuencia determinados anteriormente, se inyectará al relé señales con las siguientes características:

Frecuencia: pick-up – 0,5 Hz

Gradiente de frecuencia: pick-up – 0,4 Hz/s

- Se repetirán las determinaciones del literal a), para tensiones del 90% y 110% de la tensión nominal de trabajo.
- Pruebas mediante archivos COMTRADE.

Los archivos COMTRADE a utilizar pueden ser registros disponibles de actuaciones previas o generados en base a simulaciones, a fin de lograr las evoluciones de interés.

- Evolución de la frecuencia que alcance valores mínimos cercanos al pickup (no actuación).
- Evolución de la frecuencia que alcance valores mínimos inferiores al pickup (actuación), tanto en valores absolutos de frecuencia como en gradientes de frecuencia.

La Tabla 6.1 muestra un resumen de ejemplos de archivos COMTRADE para la verificación de relés de baja frecuencia que implementen los escalones N°1y N°3 del EDAC-BF, mientras que la tabla 6.2 muestra un resumen de ejemplos de archivos COMTRADE para la verificación de los escalones N°1, N°2 y N°3 del EDAC-CEx, en el Anexo N°1 de este documento se incluyen las representaciones gráficas de cada uno de los archivos listados en las tablas.

Escalón	Nombre del Comtrade	Características	Actuación esperada
Nº1	01_4895_-05Hzs.cfg	Frecuencia mínima = 48,95 Hz; df/dt= -0,5 Hz/s	NO
	02_4895_-07Hzs.cfg	Frecuencia mínima = 48,95 Hz; df/dt= -0,7 Hz/s	SI
Nº3	05_4873_-05Hzs.cfg	Frecuencia mínima = 48,73 Hz; df/dt= -0,5 Hz/s	NO
	06_4872_-07Hzs.cfg	Frecuencia mínima = 48,72 Hz; df/dt= -0,7 Hz/s	SI
Nº1 y Nº3	13_4840_-05Hzs.cfg	Frecuencia mínima = 48,40 Hz; df/dt= -0,5 Hz/s	NO
	14_4840_-07Hzs.cfg	Frecuencia mínima = 48,40 Hz; df/dt= -0,7 Hz/s	SI

Tabla 6.1 Archivos COMTRADE para evaluar escalones Nº1 y Nº3 del EDAC-BF

Escalón	Nombre del Comtrade	Características	Actuación esperada
Nº1	01_495_-08Hzs.cfg	Frecuencia mínima = 49,5 Hz; df/dt= -0,8 Hz/s	NO
	02_495_-10Hzs.cfg	Frecuencia mínima = 49,5 Hz; df/dt= -1,0 Hz/s	SI
Nº2	03_495_-11Hzs.cfg	Frecuencia mínima = 49,5 Hz; df/dt= -1,1 Hz/s	NO
	04_495_-13Hzs.cfg	Frecuencia mínima = 49,5 Hz; df/dt= -1,3 Hz/s	SI
Nº3	05_495_-18Hzs.cfg	Frecuencia mínima = 49,5 Hz; df/dt= -1,8 Hz/s	NO
	06_495_-20Hzs.cfg	Frecuencia mínima = 49,5 Hz; df/dt= -2,0 Hz/s	SI

Tabla 6.2 Archivos COMTRADE para evaluar escalones Nº1, Nº2 y Nº3 del EDAC-CEx

Para otros esquemas de desprendimiento de carga por baja frecuencia, que operen por activación de frecuencia absoluta y gradiente de frecuencia, se deberán generar archivos COMTRADE similares, considerando los respectivos ajustes de las etapas a evaluar.

6.4.2. Escalones operados sólo por frecuencia absoluta

a) Mediante la inyección de tensiones de amplitud constante, equilibradas y sin armónicos, se determinará:

- Pick-up de frecuencia absoluta

Se varía la frecuencia inyectada considerando un tiempo superior al retardo de cada escalón de la protección (por ejemplo 1s), con el objeto de permitir la actuación de la misma. Las rampas tendrán un paso de 0,1Hz, partiendo de un valor superior al ajuste hasta encontrar el pick-up.

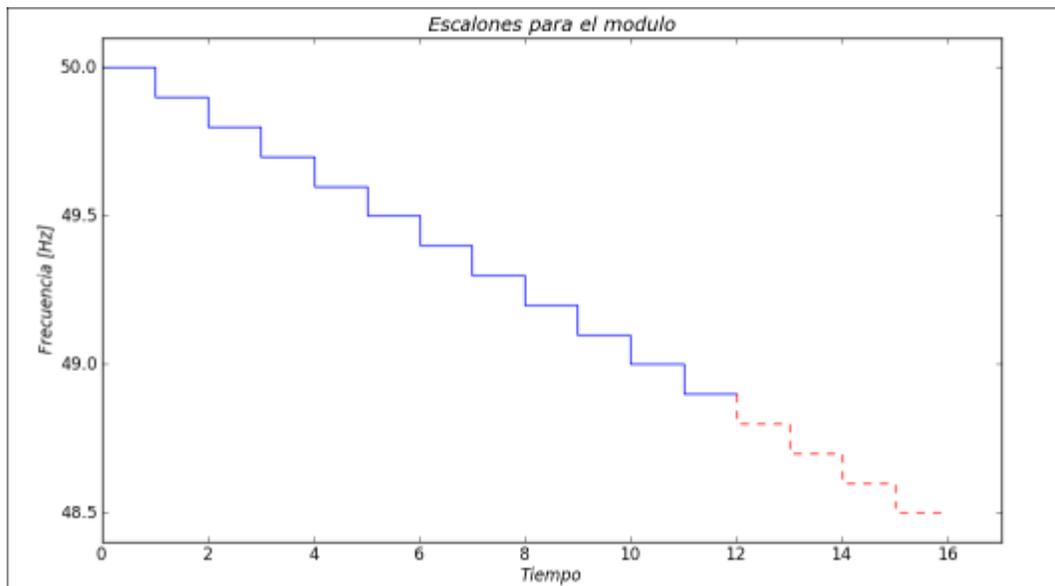


Figura 6.4 Rampas para evaluar el módulo de frecuencia

- Tiempos de actuación

Para determinar el tiempo de actuación, considerando el valor de pick-up de frecuencia absoluta determinado anteriormente, se inyectará al relé una señal con las siguientes características:

Frecuencia: Pick-up absoluto – 0,5 Hz.

b) Mediante la inyección de tensiones de amplitud constante, equilibradas y con niveles elevados de THDV, se realizarán las mediciones del literal a).

- Condiciones de no actuación:

Frecuencia igual al pickup + un delta de 0,1 Hz (no actuación) se inyectará

THDV = 7%

THDV = 15%

- Condiciones de actuación:

Frecuencia igual al pickup - un delta de 0,1 Hz (actuación) se inyectará

THDV = 7%

THDV = 15%

c) Se repetirán las determinaciones del literal a), para tensiones del 90% y 110% de la tensión nominal de trabajo.

d) Pruebas mediante archivos COMTRADE.

Los archivos COMTRADE a utilizar pueden ser registros disponibles de actuaciones previas o generados en base a simulaciones a fin de lograr las evoluciones de interés.

- Evolución de la frecuencia que alcance valores mínimos cercanos al pickup (no actuación).
- Evolución de la frecuencia que alcance valores mínimos inferiores al pickup (actuación).

La Tabla 6.2 muestra un resumen de ejemplos de archivos COMTRADE para la verificación de relés de baja frecuencia que implementen los escalones N°2, N°4, N°5 y N°6 del EDAC-BF, en el Anexo N°1 de este documento se incluyen las representaciones gráficas de cada uno de los archivos listados en la tabla.

Escalón	Nombre del Comtrade	Características	Actuación esperada
N°2	03_4891Hz.cfg	Frecuencia mínima = 48,91 Hz	NO
	04_4889Hz.cfg	Frecuencia mínima = 48,89 Hz	SI
N°4	07_4871Hz.cfg	Frecuencia mínima = 48,71 Hz	NO
	08_4869Hz.cfg	Frecuencia mínima = 48,69 Hz	SI
N°5	09_4851Hz.cfg	Frecuencia mínima = 48,51 Hz	NO
	10_4849Hz.cfg	Frecuencia mínima = 48,49 Hz	SI
N°6	11_4831Hz.cfg	Frecuencia mínima = 48,31 Hz	NO
	12_4829Hz.cfg	Frecuencia mínima = 48,29 Hz	SI

Tabla 6.3 Archivos COMTRADE para evaluar escalones N°2, N°4, N°5 y N°6 del EDAC-BF

Para otros esquemas de desprendimiento de carga por baja frecuencia, que operen solamente por activación de frecuencia absoluta, se deberán generar archivos COMTRADE similares, considerando los respectivos ajustes de las etapas a evaluar.

7. ANEXO Nº1 ARCHIVOS COMTRADE

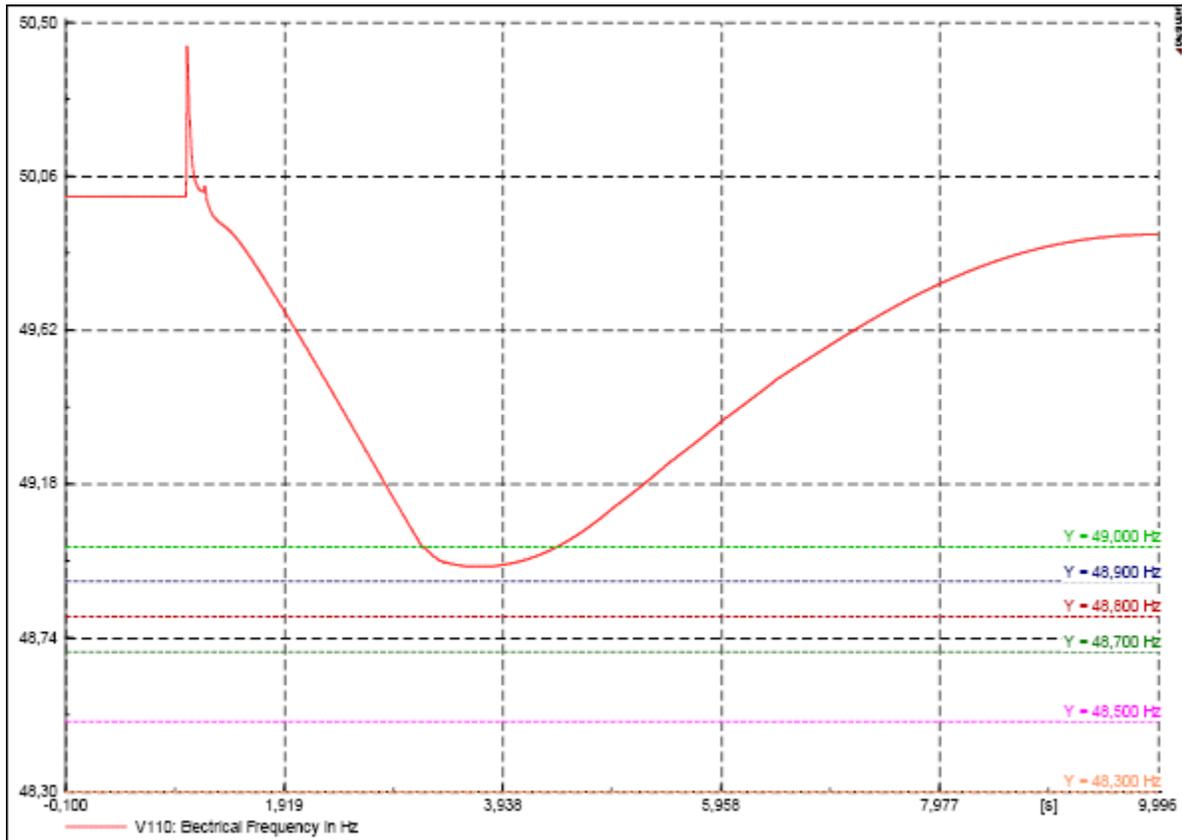


Figura 7.1 COMTRADE 01_4895_-05Hzs.cfg

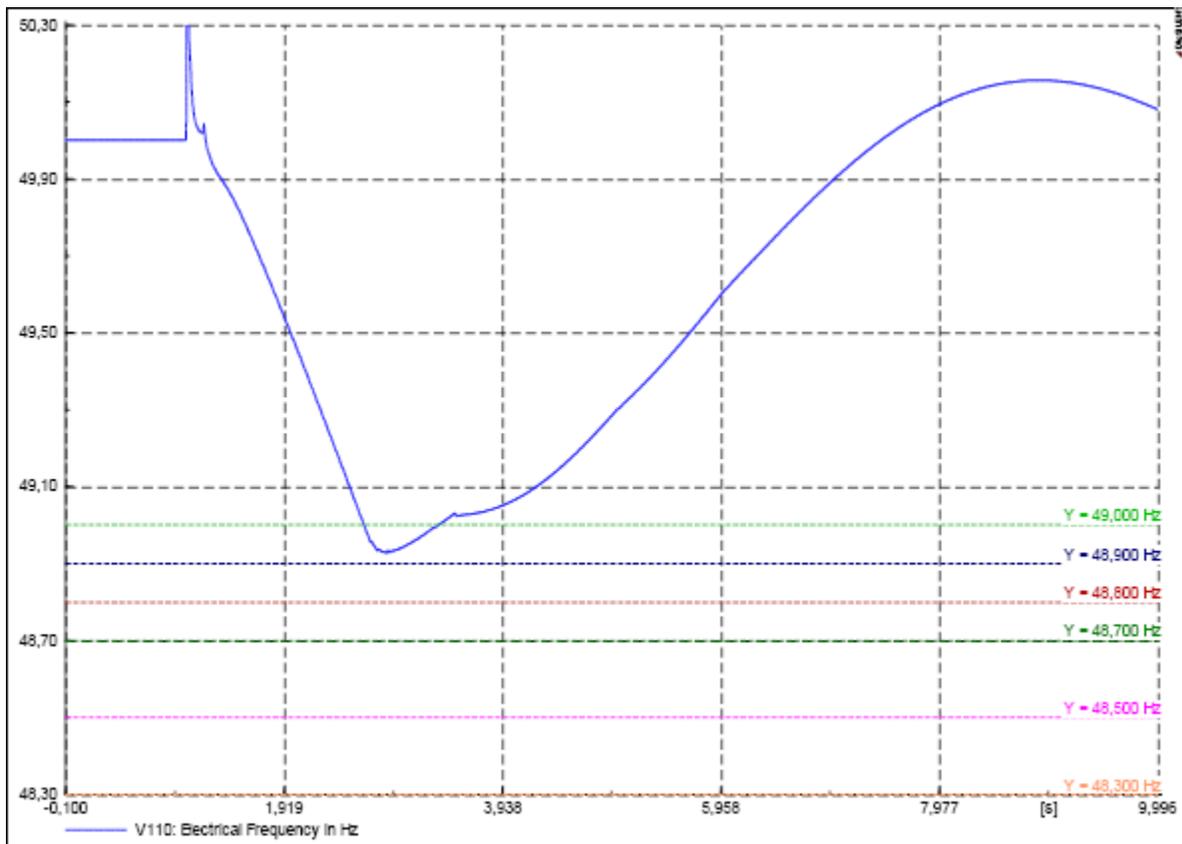


Figura 7.2 COMTRADE 02_4895_-07Hzs.cfg

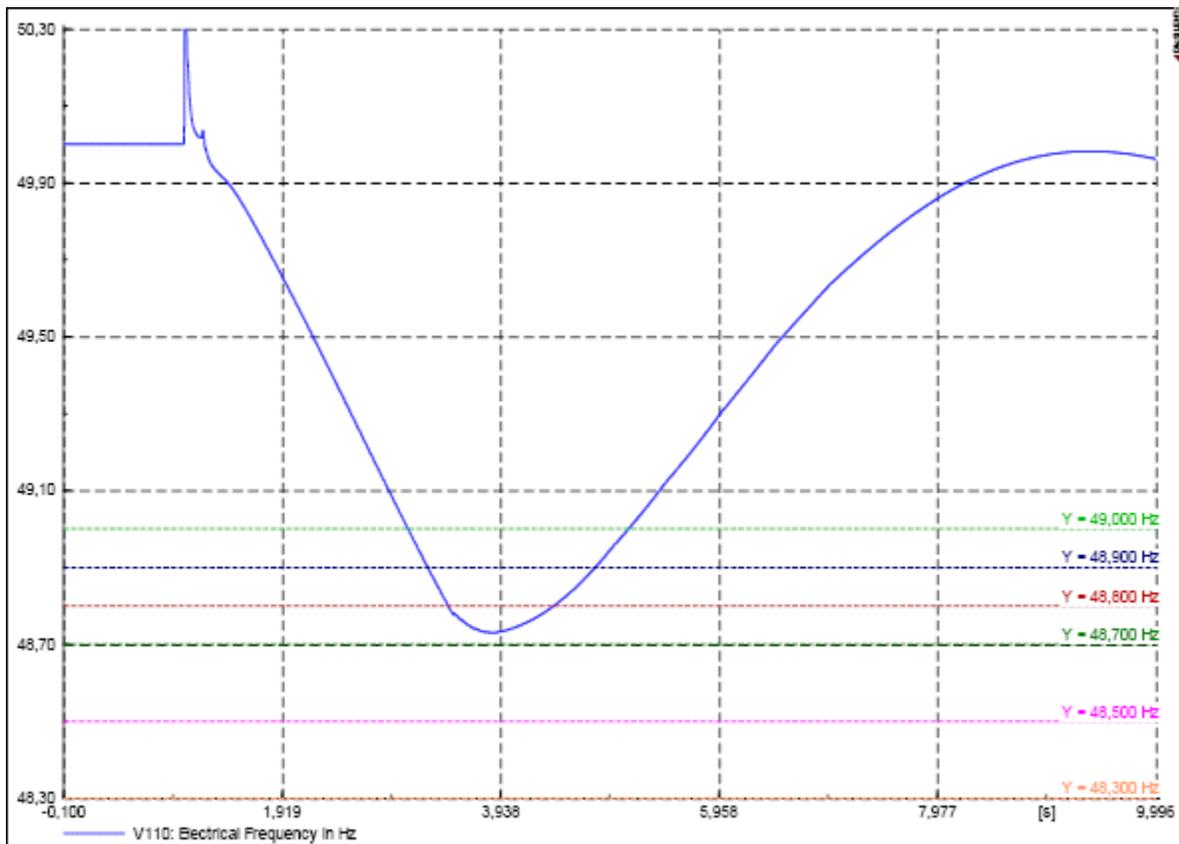


Figura 7.3 COMTRADE 05_4873_-05Hzs.cfg

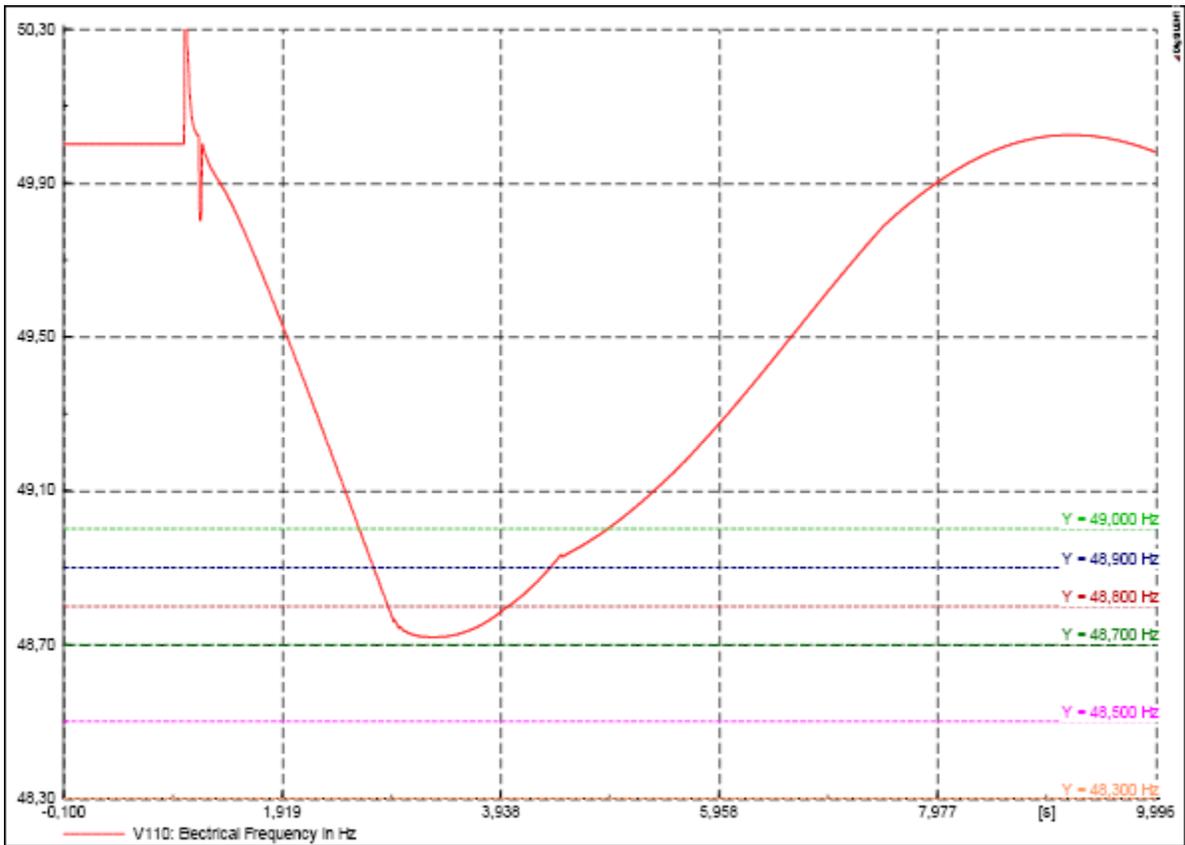


Figura 7.4 COMTRADE 06_4872_-07Hzs.cfg

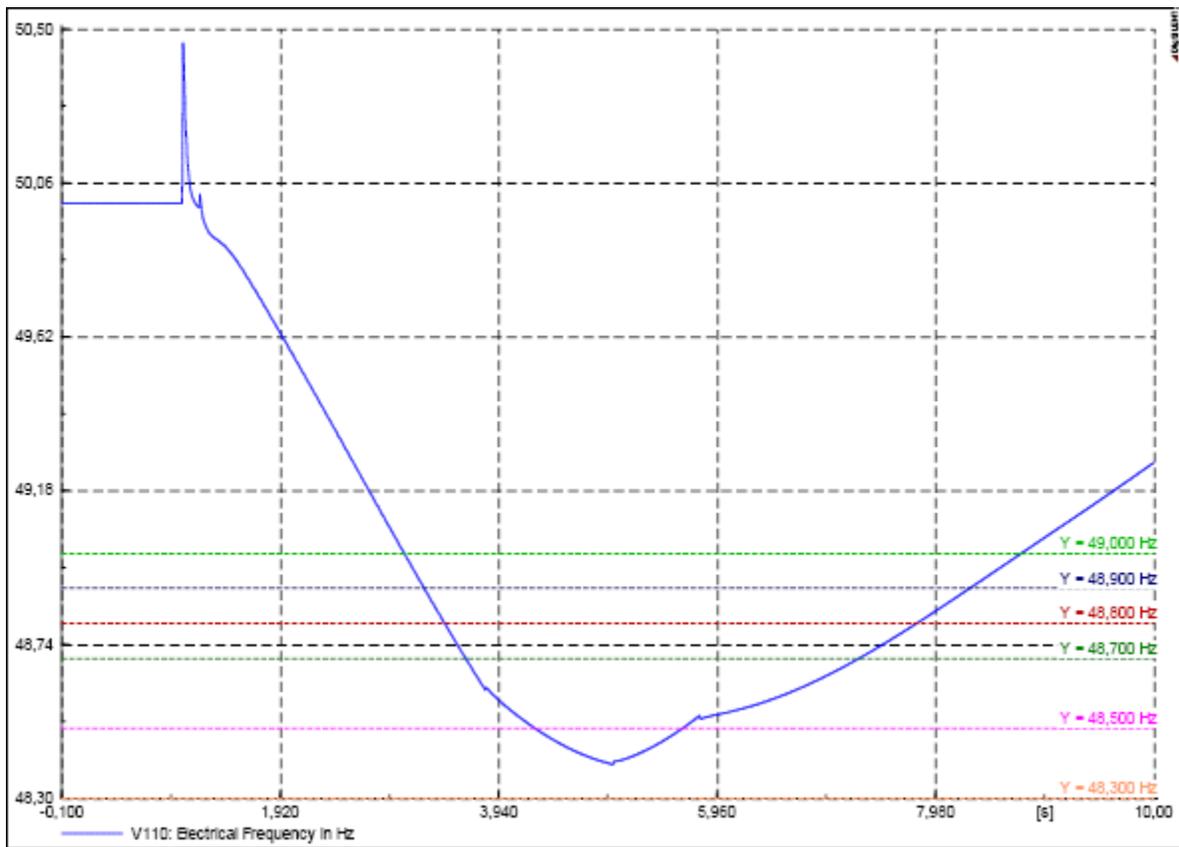


Figura 7.5 COMTRADE 13_4840_-05Hzs.cfg

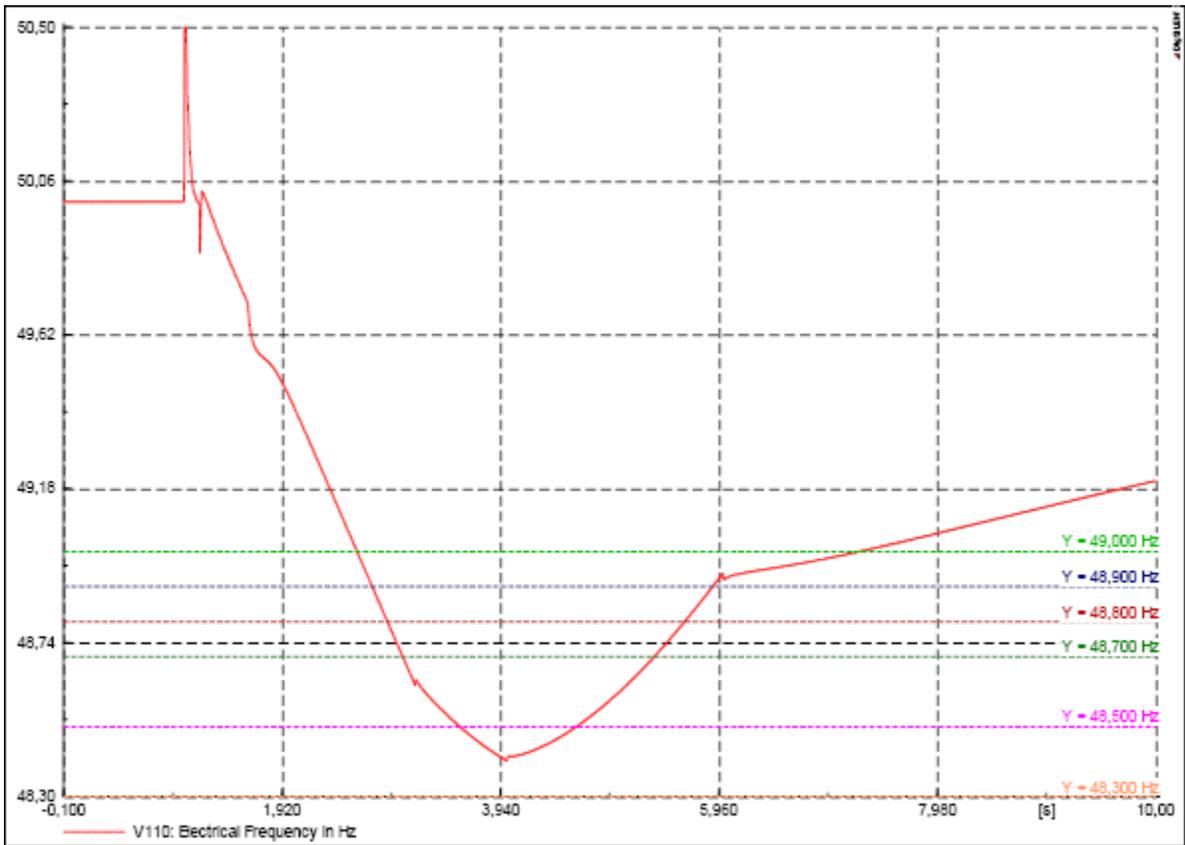


Figura 7.6 COMTRADE 14_4840_-07Hzs.cfg

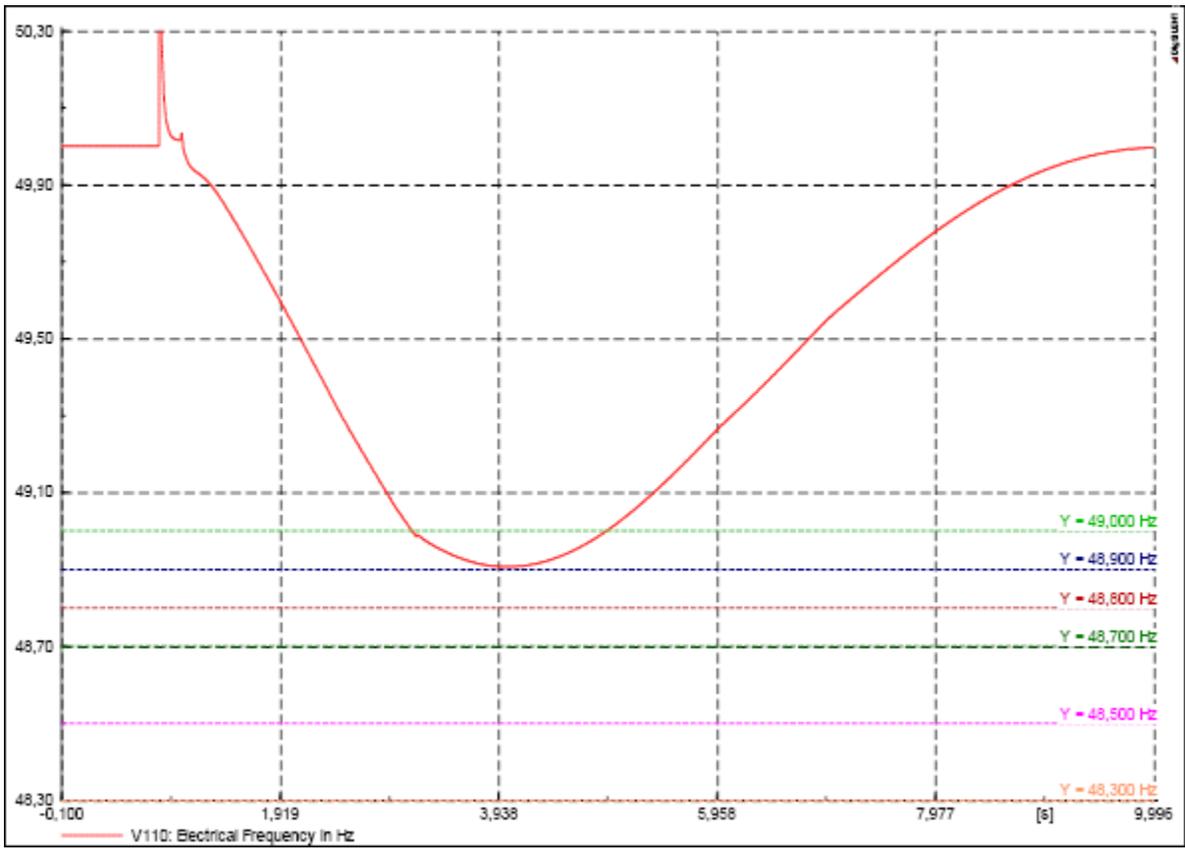


Figura 7.7 COMTRADE 03_48491Hz.cfg

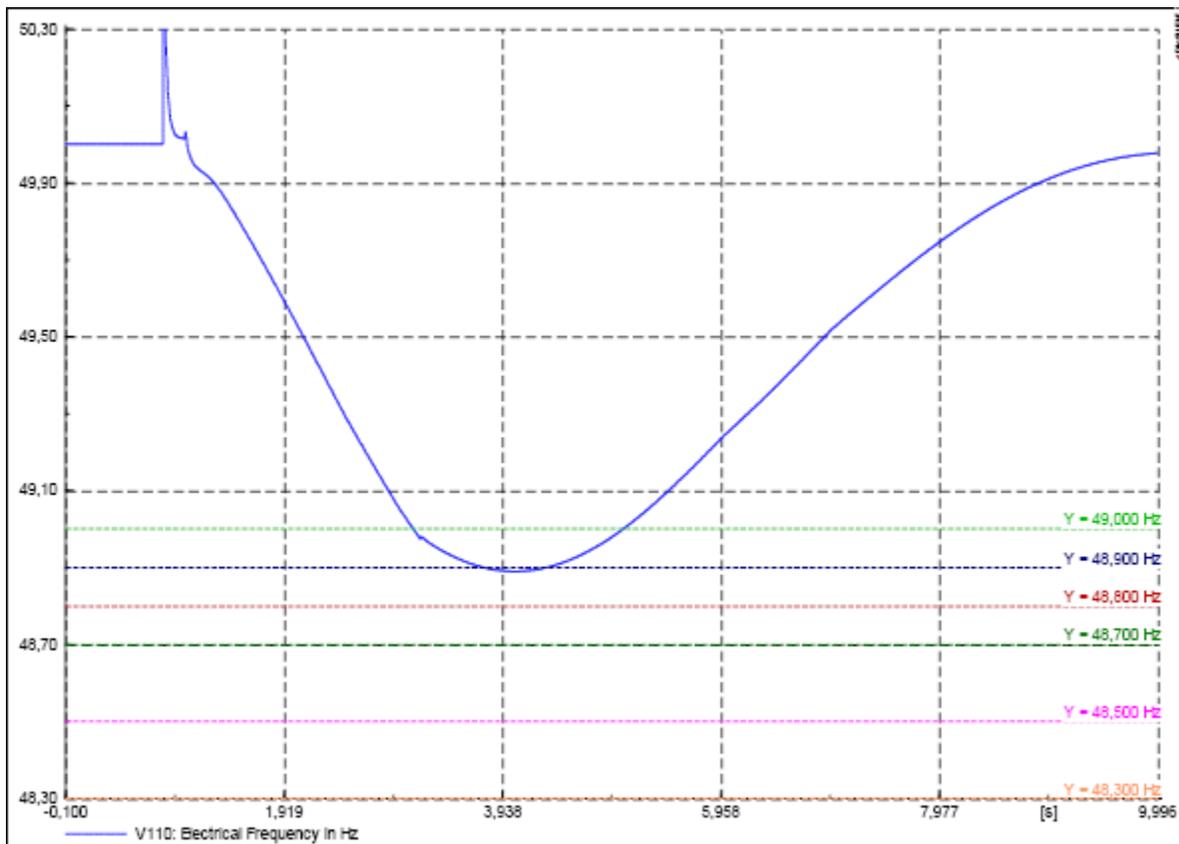


Figura 7.8 COMTRADE 04_4889Hz.cfg

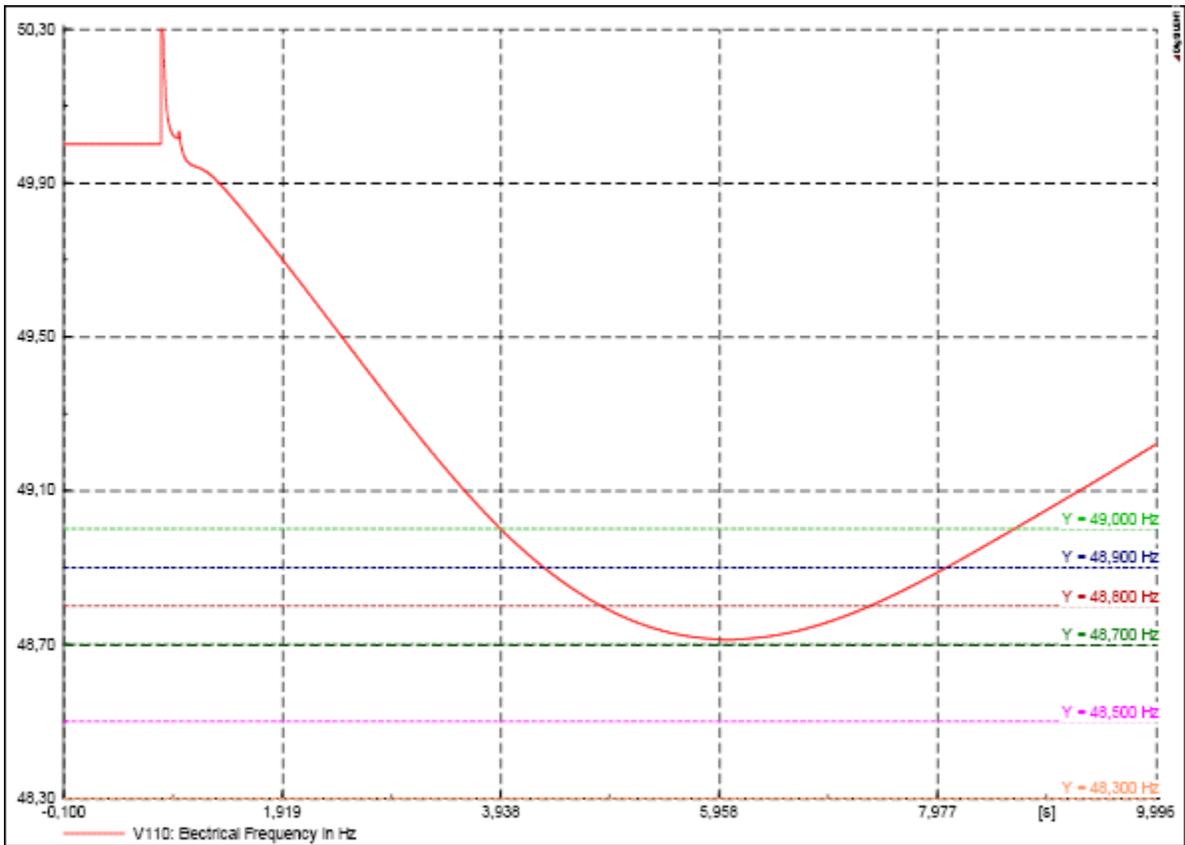


Figura 7.9 COMTRADE 07_4871Hz.cfg

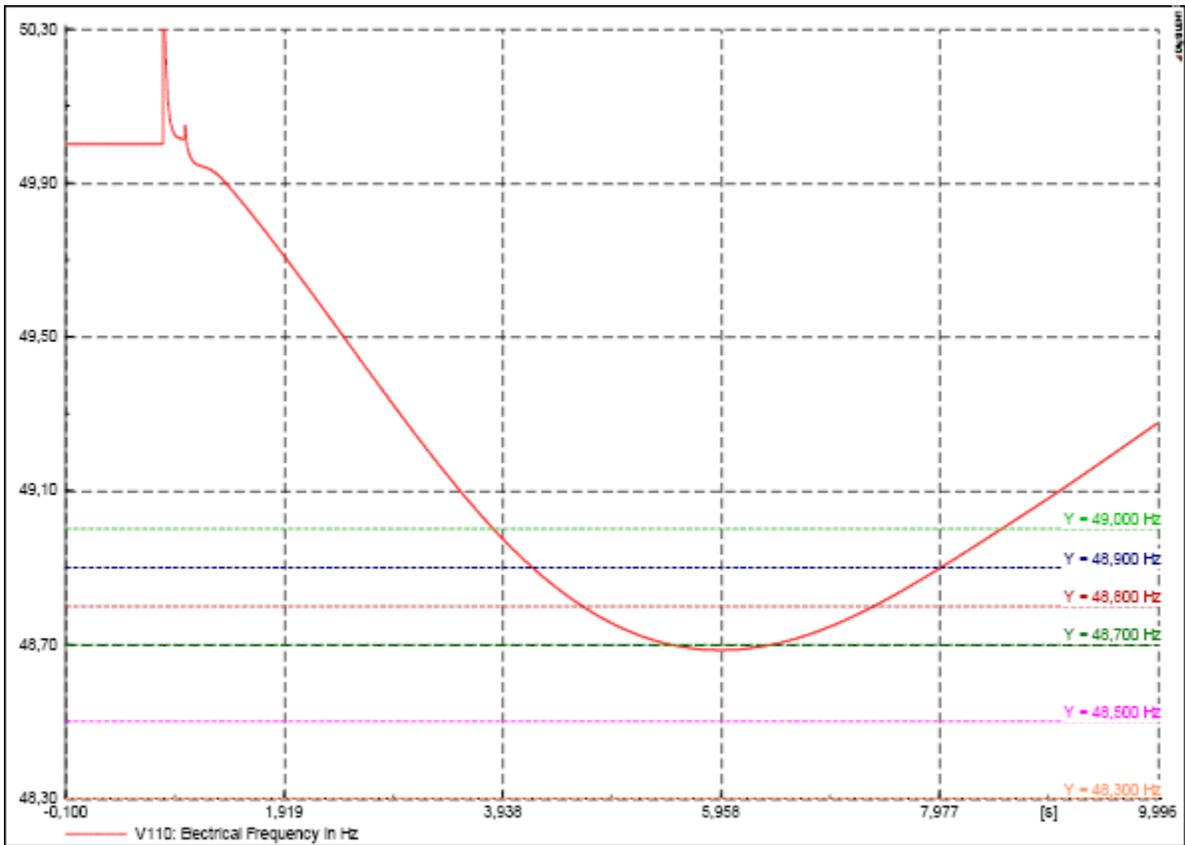


Figura 7.10 COMTRADE 08_4869Hz.cfg

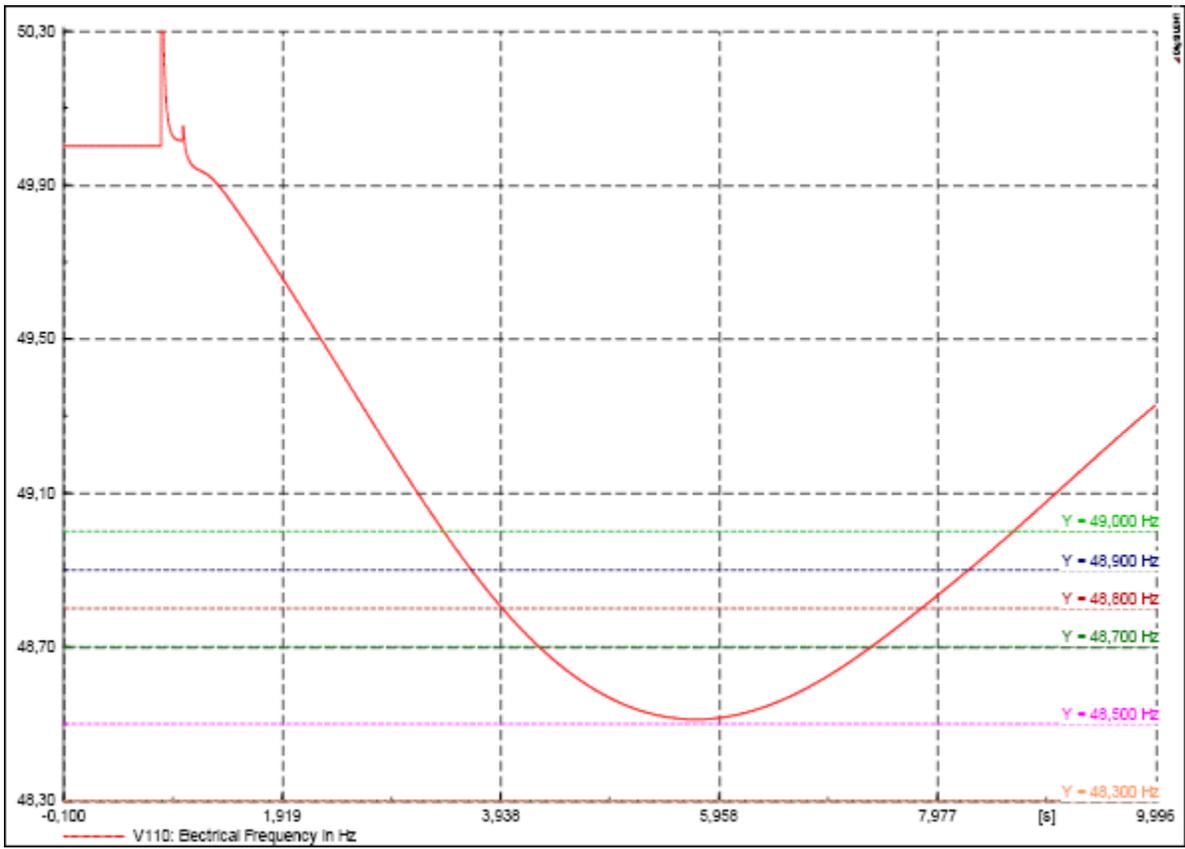


Figura 7.3 COMTRADE 09_4851Hz.cfg

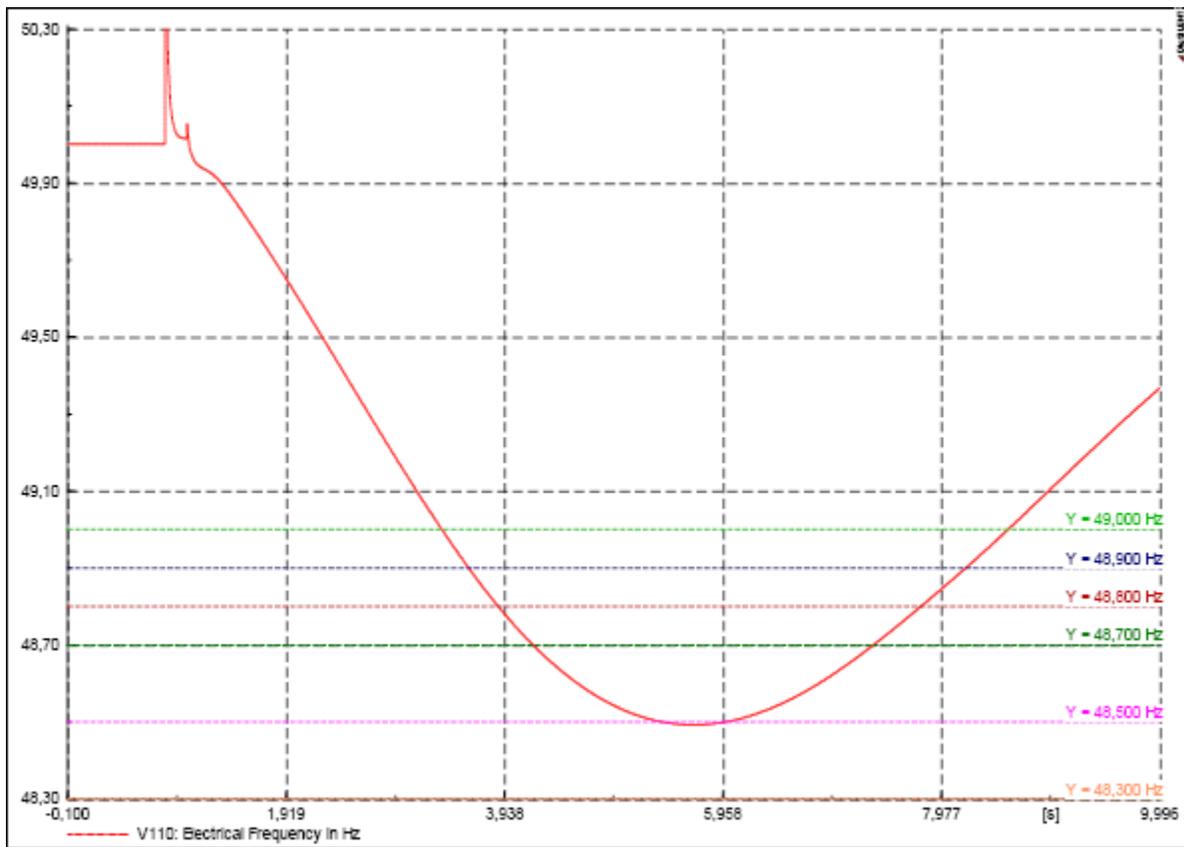


Figura 7.11 COMTRADE 10_4849Hz.cfg

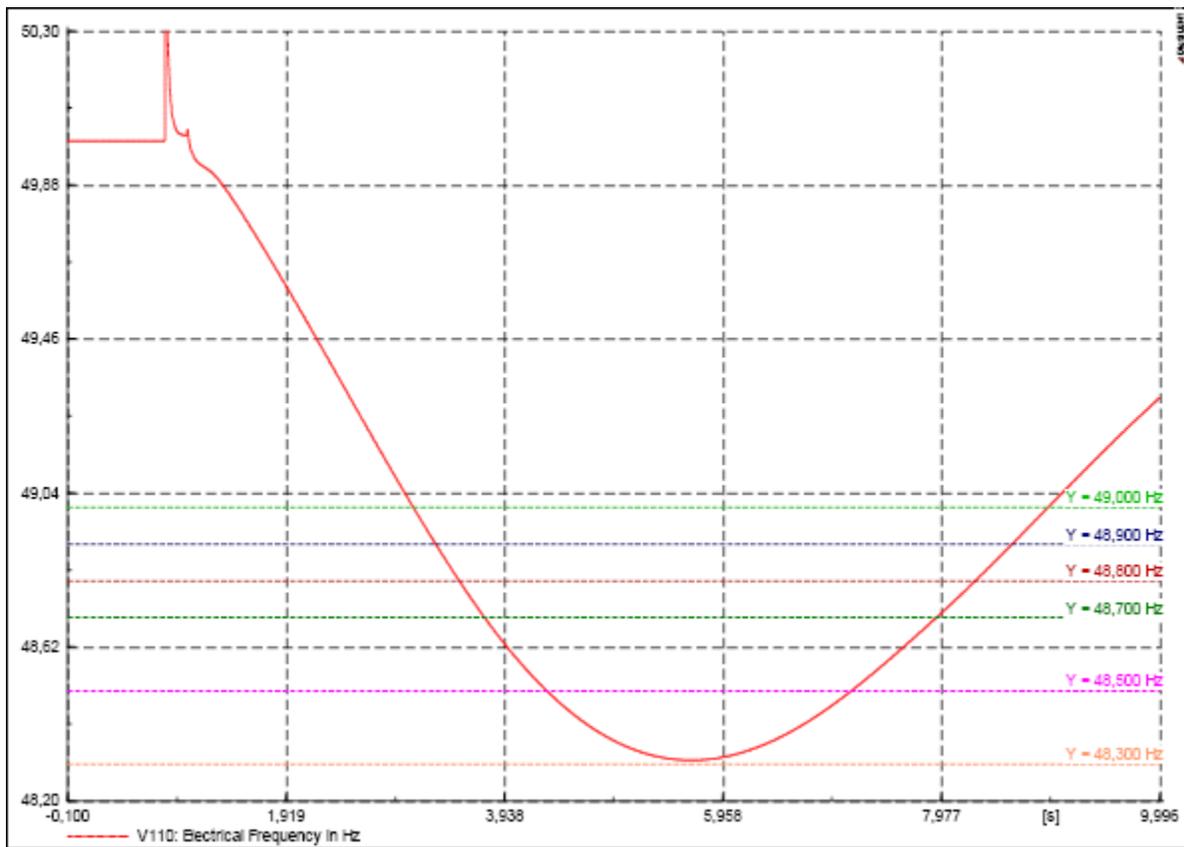


Figura 7.12 COMTRADE 11_4831Hz.cfg

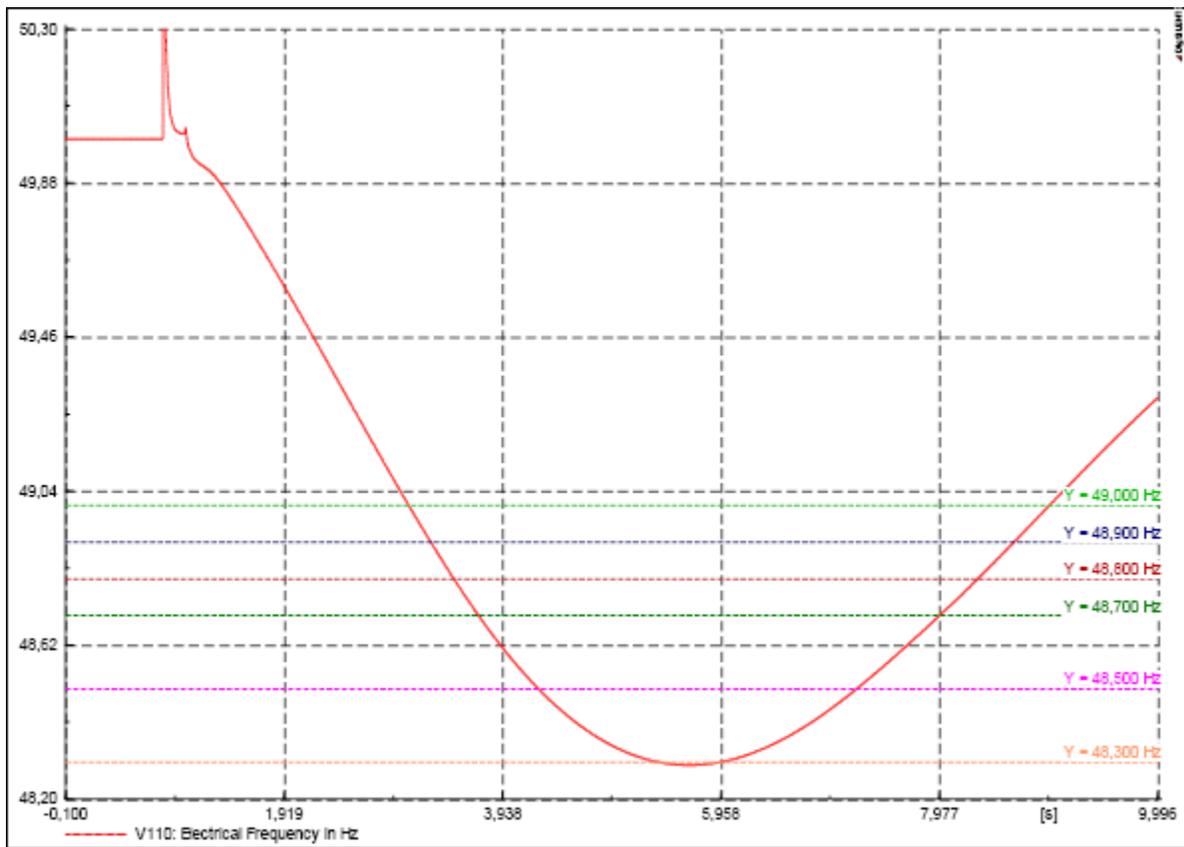


Figura 7.13 COMTRADE 12_4829Hz.cfg

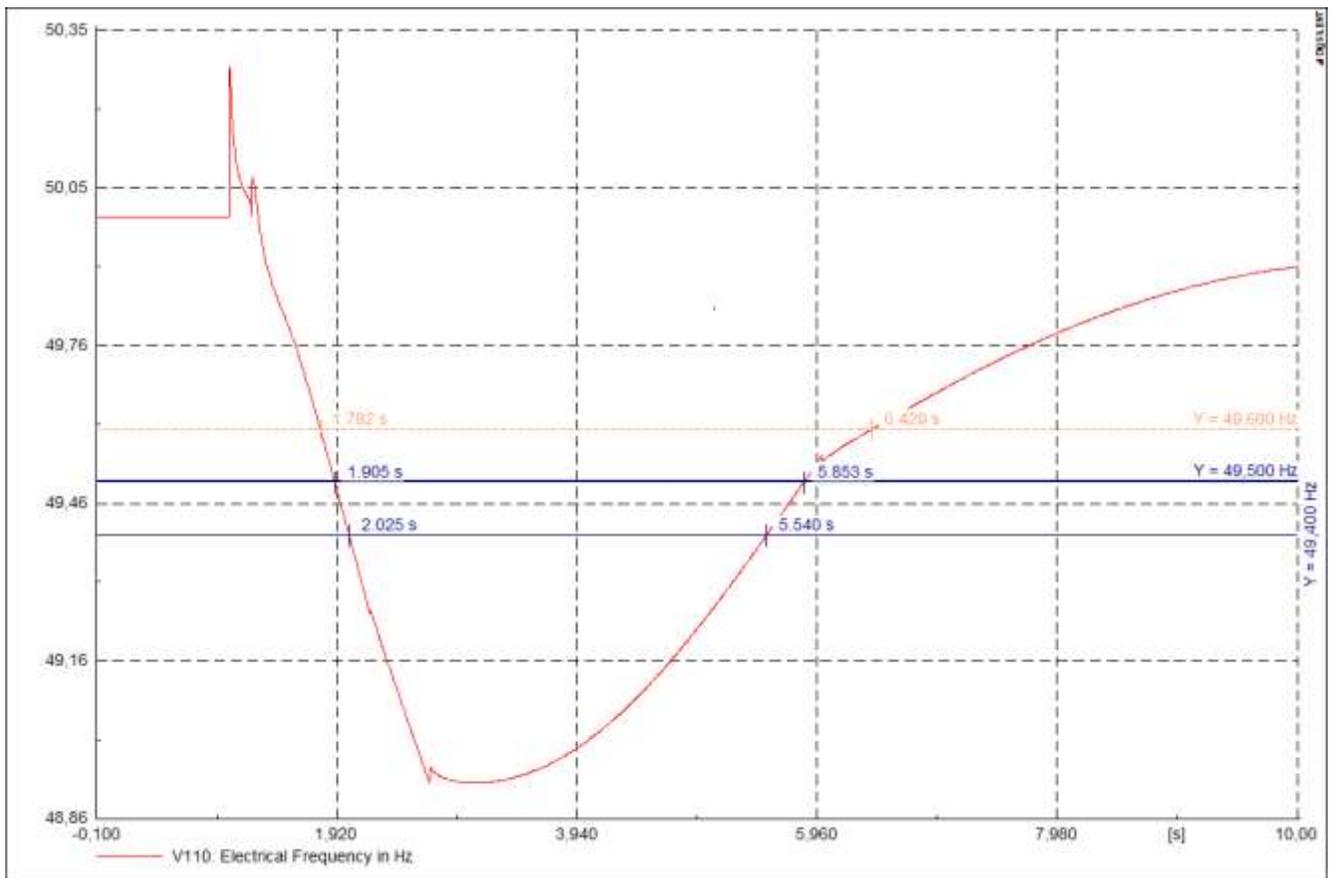


Figura 7.14 COMTRADE 01_495_-08Hz.cfg

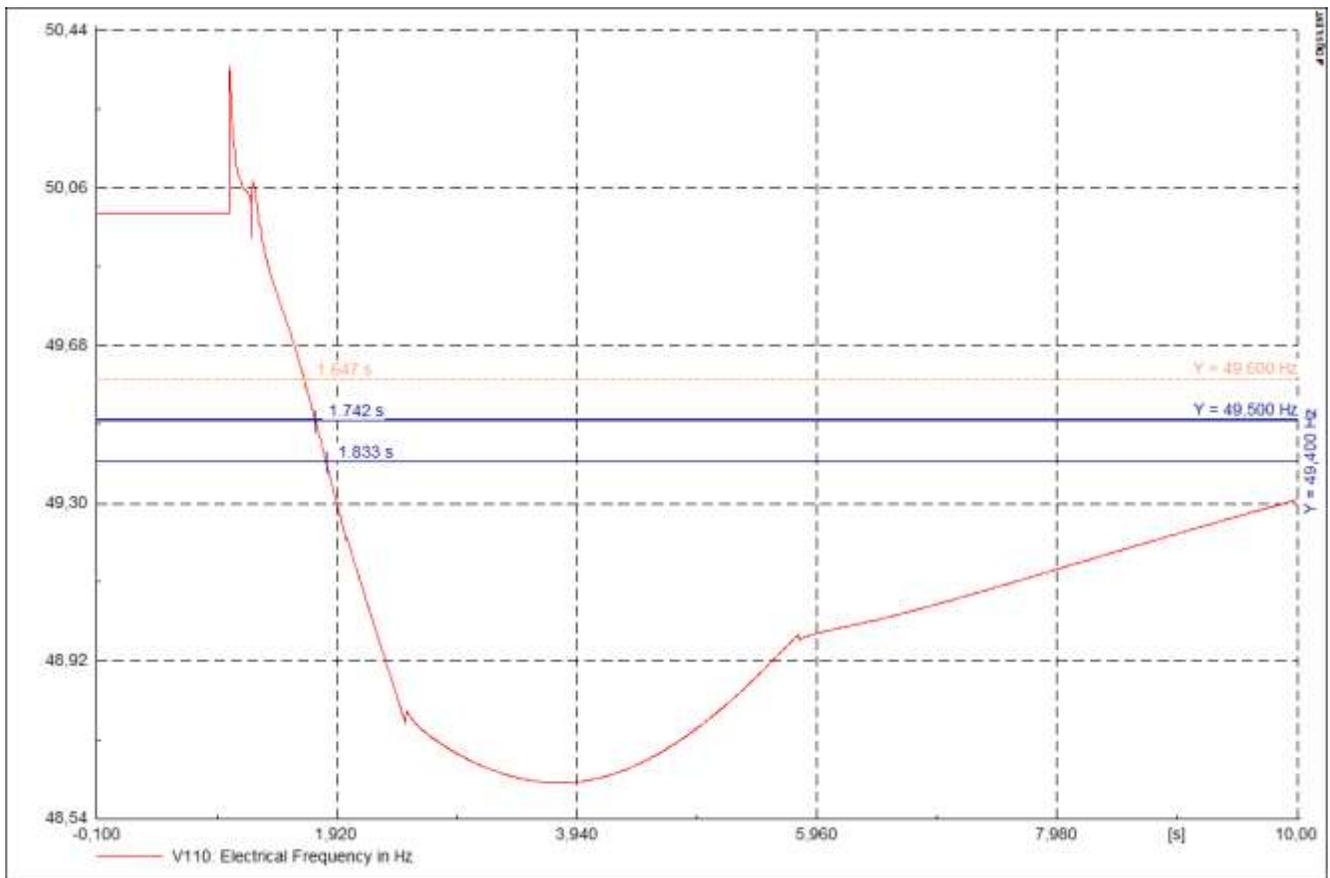


Figura 7.15 COMTRADE 02_495_-10Hzs.cfg

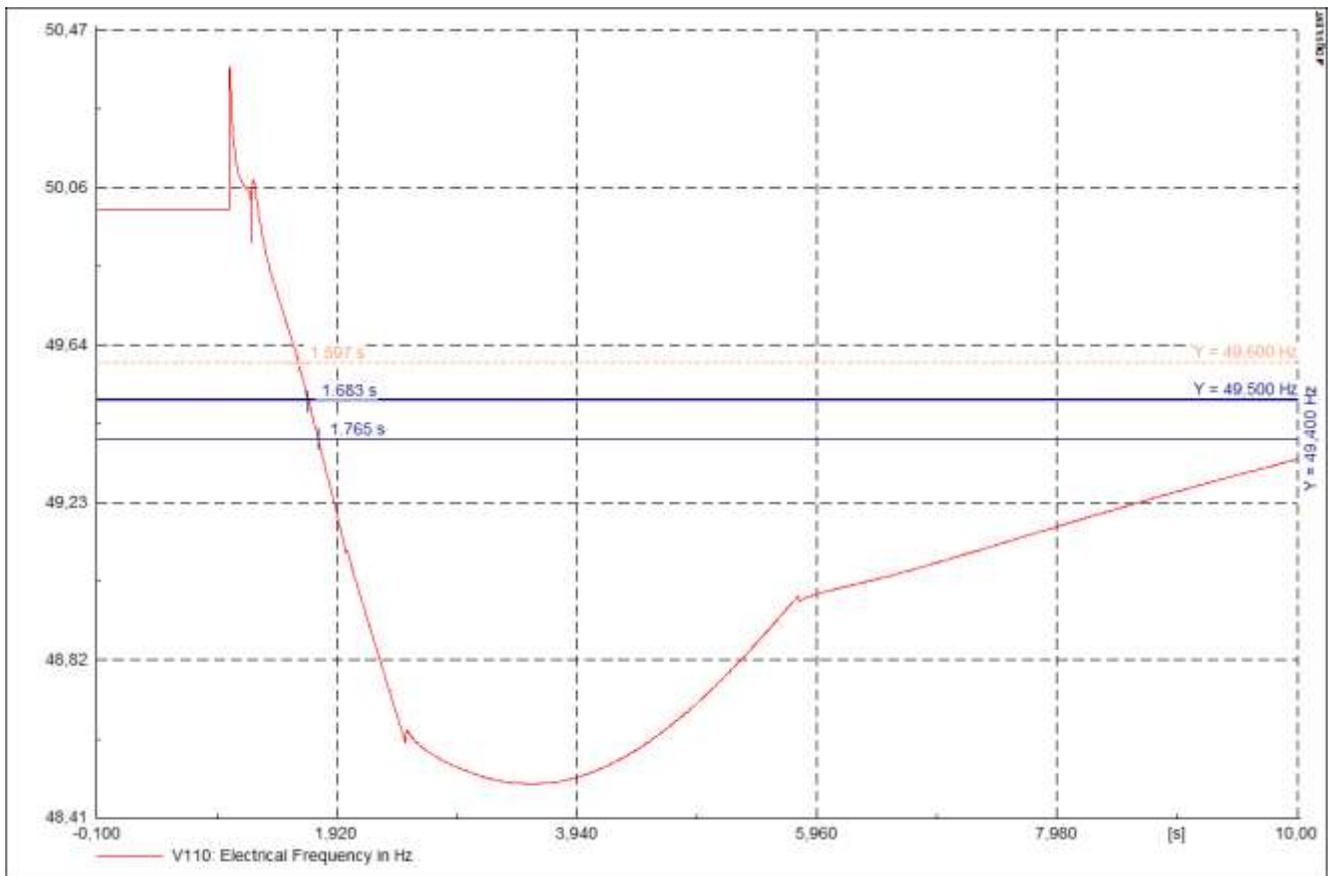


Figura 7.16 COMTRADE 03_495_-11Hzs.cfg

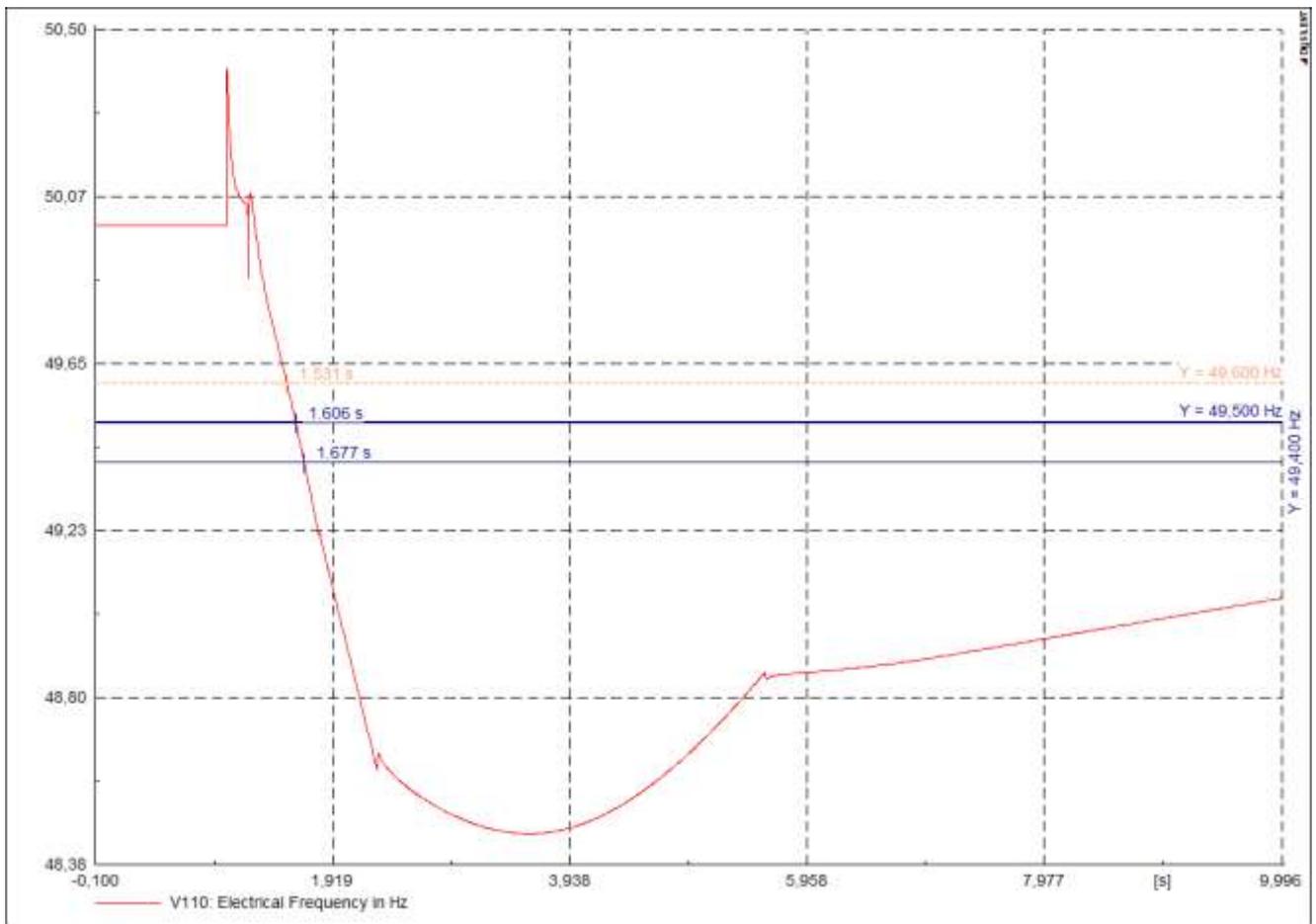


Figura 7.17 COMTRADE 04_495_-13Hzs.cfg

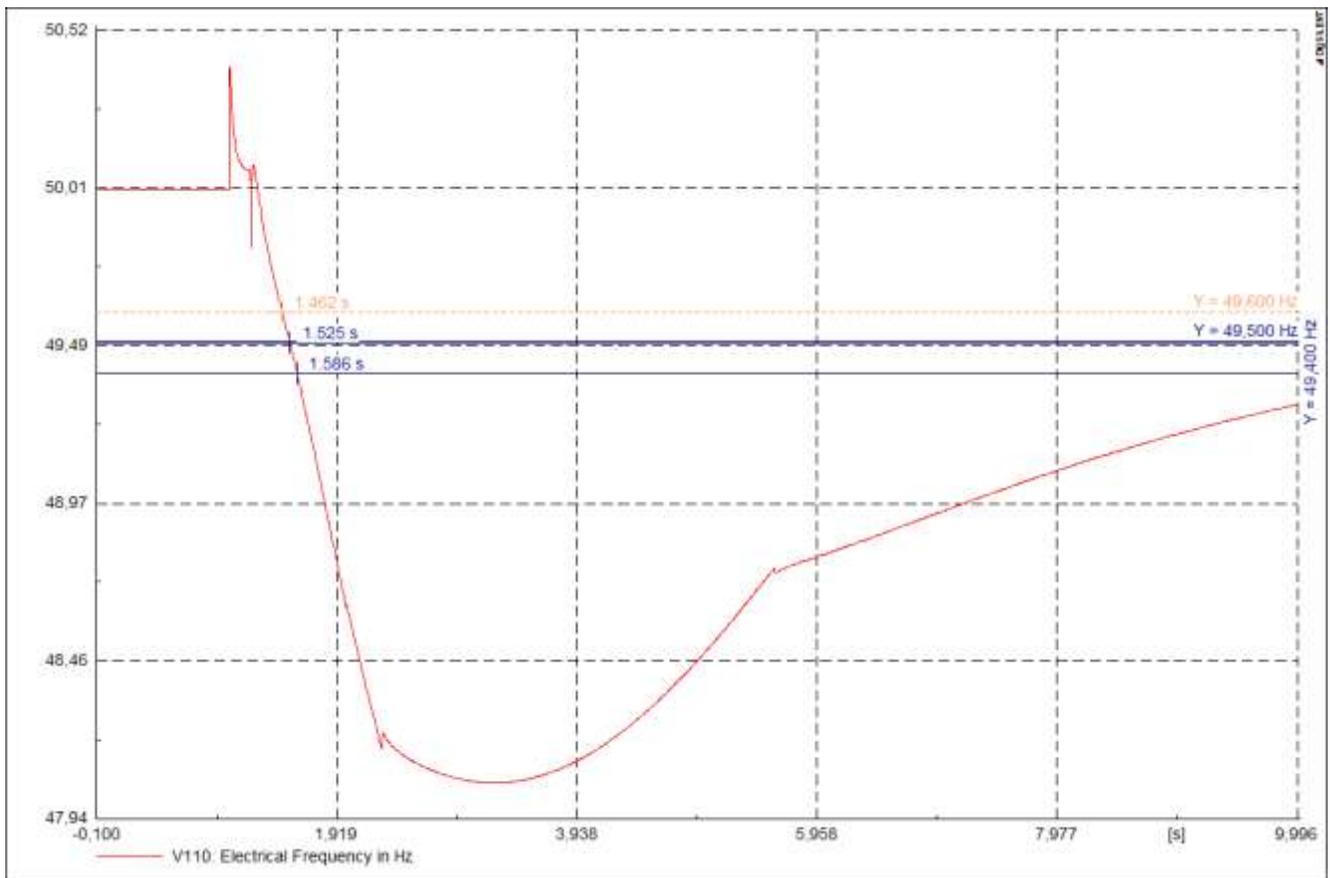


Figura 7.18 COMTRADE 05_495_-18Hzs.cfg

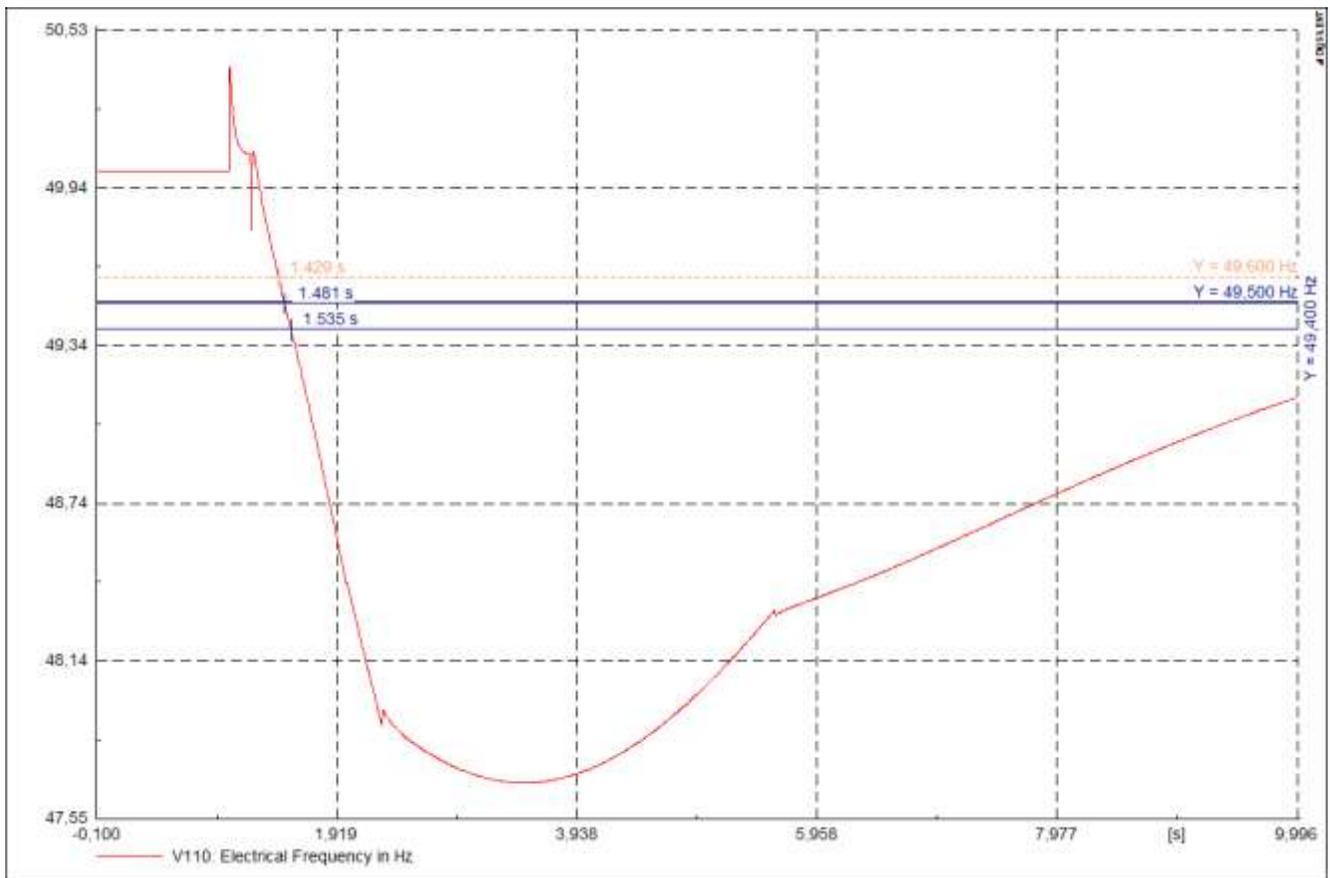


Figura 7.19 COMTRADE 05_495_-20Hzs.cfg