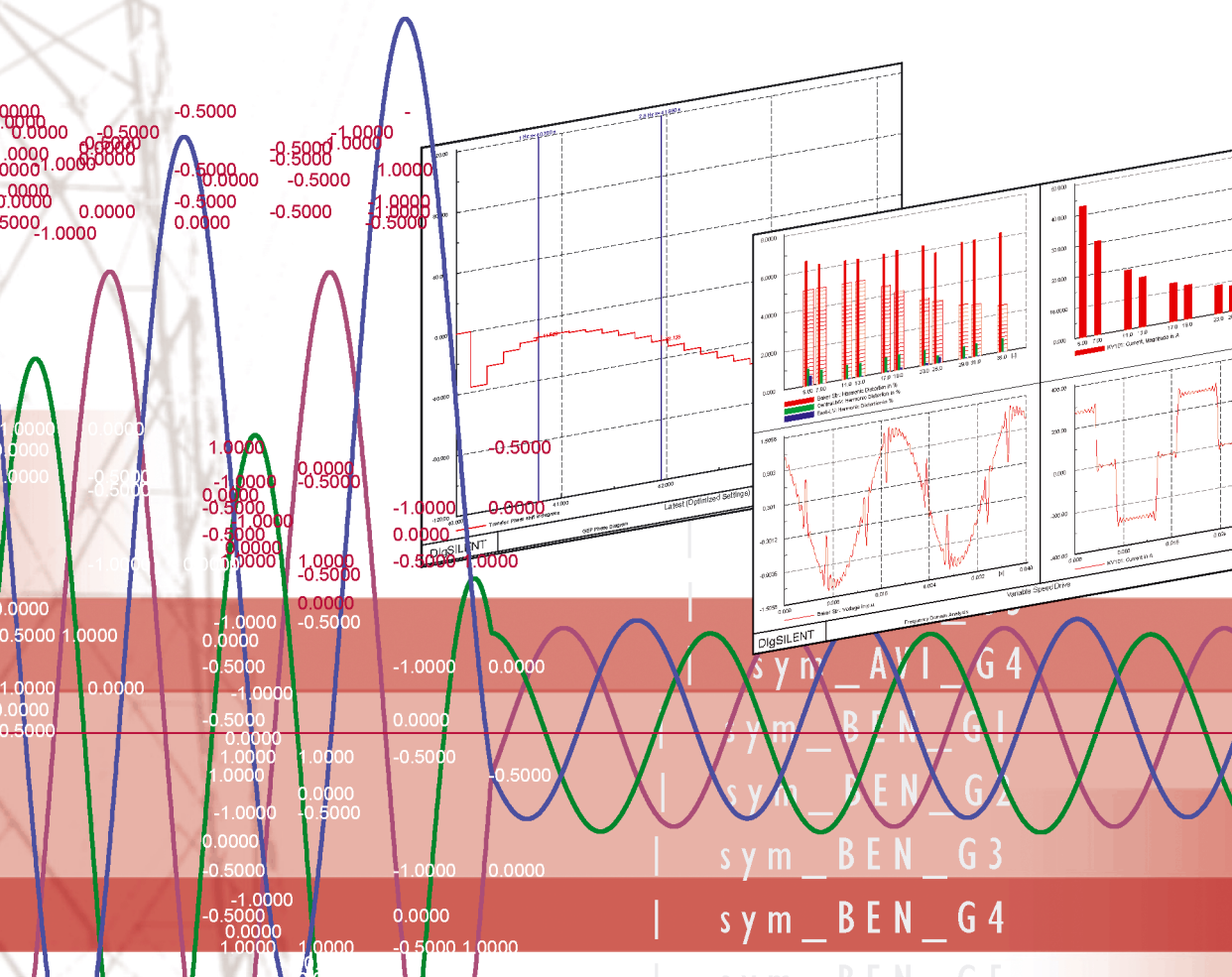


Fecha: 06/03/2019

Versión 1

# Implementación de los modelos de simulación propuestos en la Norma Técnica de Supervisión 2016/631 por el Grupo de Trabajo de Supervisión (GTSUP)

Anexo II de la NT: Red eléctrica equivalente del Sistema Eléctrico Peninsular y Sistema Europeo Interconectado para simulación



$T_p = 0.9$   
 41300 ALD---  
 ARG\_3.3-G  
 41811 AVI---G  
 41812 AVI---G  
 41813 AVI---G  
 41814 AVI---G  
 42011 BEN16--  
 42017 BEN16--  
 42011 BEN16--  
 42012 BEN16--  
 42013 BEN16--



DlGSILENT Ibérica S.L.  
Javier Ferrero, 8  
28002 – Madrid  
Tel.: +34911253379  
<http://www.digsilentiberica.es>  
e-mail: [info@digsilentiberica.es](mailto:info@digsilentiberica.es)

#### Contacto

A. Recas  
Tel.: +34911253379  
e-mail: [a.recas@digsilentiberica.es](mailto:a.recas@digsilentiberica.es)

REF: INF-NT 2016/631-GTSUP  
Versión: v001  
Fecha: 06.03.2019  
PF Build: 2019 Build 19.0.2 (9043)

© 2019 DlGSILENT Ibérica, S.L. Todos los derechos reservados. Este documento ha sido creado por DlGSILENT Ibérica, S.L. y contiene material registrado, marcas y otra información de nuestra propiedad. No está permitida la reproducción total o parcial ni la copia en ningún formato ni por ningún medio gráfico, electrónico o mecánico, incluyendo el fotocopiado, grabaciones, o información acerca del almacenamiento y sistemas de recuperación sin el permiso previo de DlGSILENT Ibérica, S.L. No está permitido alterar o quitar ninguna marca, registro u otra nota de este documento. Este documento es sólo para uso interno y no debe ser enviado a terceras partes sin el consentimiento de DlGSILENT Ibérica, S.L.

# Índice

<b>Versiones .....</b>	<b>5</b>
<b>Índice de figuras.....</b>	<b>6</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>8</b>
<b>1 Introducción .....</b>	<b>9</b>
<b>2 Descripción del modelo del Anexo II .....</b>	<b>10</b>
<b>3 Configuración de la red mediante DPL .....</b>	<b>12</b>
<b>4 Análisis de huecos de tensión en vacío .....</b>	<b>16</b>
4.1 Caso “01_RMS_132kV_3ph_0pc_150ms” .....	18
4.1.1 Descripción de la simulación.....	18
4.1.2 Resultados de simulación.....	19
4.2 Caso “02_RMS_132kV_3ph_40pc_830ms” .....	21
4.2.1 Descripción de la simulación.....	21
4.2.2 Resultados de simulación.....	21
4.3 Caso “03_RMS_132kV_3ph_75pc_1340ms” .....	23
4.3.1 Descripción de la simulación.....	23
4.3.2 Resultados de simulación.....	23
4.4 Caso “04_RMS_132kV_2ph_0pc_150ms” .....	25
4.4.1 Descripción de la simulación.....	25
4.4.2 Resultados de simulación.....	26
4.5 Caso “05_RMS_132kV_2ph_20+50pc_830ms” .....	29
4.5.1 Descripción de la simulación.....	29
4.5.2 Resultados de simulación.....	29
4.6 Caso “06_RMS_132kV_2ph_37.5+50pc_1340ms” .....	32
4.6.1 Descripción de la simulación.....	32
4.6.2 Resultados de simulación.....	33
4.7 Caso “07_EMT_132kV_3ph_0pc_150ms” .....	36
4.7.1 Descripción de la simulación.....	36
4.7.2 Resultados de simulación.....	37
4.8 Caso “08_EMT_132kV_3ph_40pc_830ms” .....	40
4.8.1 Descripción de la simulación.....	40
4.8.2 Resultados de simulación.....	41
4.9 Caso “09_EMT_132kV_3ph_75pc_1340ms” .....	44
4.9.1 Descripción de la simulación.....	44

---

4.9.2 Resultados de simulación.....	44
4.10 Caso “10_EMT_132kV_2ph_0pc_150ms” .....	47
4.10.1 Descripción de la simulación .....	47
4.10.2 Resultados de simulación .....	48
4.11 Caso “11_EMT_132kV_2ph_20+50pc_830ms” .....	50
4.11.1 Descripción de la simulación .....	50
4.11.2 Resultados de simulación .....	51
4.12 Caso “12_EMT_132kV_2ph_37.5+50pc_1340ms” .....	53
4.12.1 Descripción de la simulación .....	53
4.12.2 Resultados de simulación .....	54

## Versiones

Versión del informe	Fecha	Comentarios
INF-NT 2016/631-GTSUP-v001	06.03.2019	Implementación de los modelos según la "Norma técnica de supervisión de la conformidad de los módulos de generación de electricidad según el Reglamento UE 2016/631". Borrador. Documento de Trabajo. Versión 6. Febrero de 2019

# Índice de figuras

<b>Figura 1: Modelo de red eléctrica equivalente (esquema unifilar) .....</b>	<b>10</b>
<b>Figura 2: Modelo en DIgSILENT PowerFactory .....</b>	<b>10</b>
<b>Figura 3: DPL para configurar la Red Eléctrica Equivalente de REE .....</b>	<b>12</b>
<b>Figura 4: Interfaz del programa DPL para configurar la red equivalente.....</b>	<b>12</b>
<b>Figura 5: Tabla para determinar la tensión en terminales de GEN_EQ .....</b>	<b>13</b>
<b>Figura 6: Tabla para determinar el valor de R/X de la línea en función de las tensiones.....</b>	<b>14</b>
<b>Figura 7: Resultados de flujo de cargas.....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 8: Resultados de flujo de cargas sin el MGE conectado .....</b>	<b>16</b>
<b>Figura 9: Casos de estudio en DIgSILENT PowerFactory.....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 10: Gráfico de PQw en GEN_EQ.....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 11: Gráfico de Tensiones.....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 12: Gráfico de PQw en GEN_EQ.....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 13: Gráfico de Tensiones.....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 14: Gráfico de PQw en GEN_EQ.....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 15: Gráfico de Tensiones.....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 16: Gráfico Tensión Fase-Tierra en PCR.....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 17: Gráfico de PQw en GEN_EQ.....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 18: Gráfico de Tensiones.....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 19: Gráfico Tensión Fase-Tierra en PCR.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 20: Gráfico de PQw en GEN_EQ.....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 21: Gráfico de Tensiones.....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 22: Gráfico Tensión Fase-Tierra en PCR.....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 23: Gráfico de PQw en GEN_EQ.....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 24: Gráfico de Tensiones.....</b>	<b>35</b>
<b>Figura 25: Gráfico de PQw en GEN_EQ.....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 26: Gráfico de Tensiones.....</b>	<b>38</b>
<b>Figura 27: Gráfico de Tensiones Fase-Neutro PCR.....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 28: Gráfico de PQw en GEN_EQ.....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 29: Gráfico de Tensiones.....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 30: Gráfico de Tensiones Fase-Neutro PCR.....</b>	<b>43</b>
<b>Figura 31: Gráfico de PQw en GEN_EQ.....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 32: Gráfico de Tensiones.....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 33: Gráfico de Tensiones Fase-Neutro PCR.....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 34: Gráfico de PQw en GEN_EQ.....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 35: Gráfico de Tensiones Fase-Neutro PCR.....</b>	<b>49</b>

---

<b>Figura 36: Gráfico de PQw en GEN_EQ.....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 37: Gráfico de Tensiones Fase-Neutro PCR.....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 38: Gráfico de PQw en GEN_EQ.....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 39: Gráfico de Tensiones Fase-Neutro PCR.....</b>	<b>55</b>

---

# Índice de tablas

Tabla 2: Casos de estudio analizados para verificar el comportamiento de la Red Eléctrica Equivalente .....	17
---	----



# 1 Introducción

El objetivo de este informe es presentar la implementación en DigiSILENT PowerFactory de los modelos de simulación propuestos en el borrador de Norma Técnica (NT) por el Grupo de Trabajo de Supervisión (GTSUP) para la realización de simulaciones de conformidad.

El documento de referencia que se ha empleado es el siguiente:

*[1] "Norma técnica de supervisión de la conformidad de los módulos de generación de electricidad según el Reglamento UE 2016/631" Borrador. Documento de Trabajo. **Versión 6. Febrero de 2019.***

Este documento de referencia propone varios modelos para verificación de las unidades de generación:

- Sistema de prueba para amortiguamiento de oscilaciones de potencia en Módulos de Generación de Electricidad Síncronos (MGES, sección 5.9.2).
- Sistema de prueba para amortiguamiento de oscilaciones de potencia en Módulos de Parque Eléctrico (MPE, sección 5.10.2).
- Red eléctrica equivalente del Sistema Eléctrico Peninsular y Sistema Europeo Interconectado para simulación (Anexo II)

Esta primera versión recoge los detalles de la implementación del modelo descrito en el Anexo II.

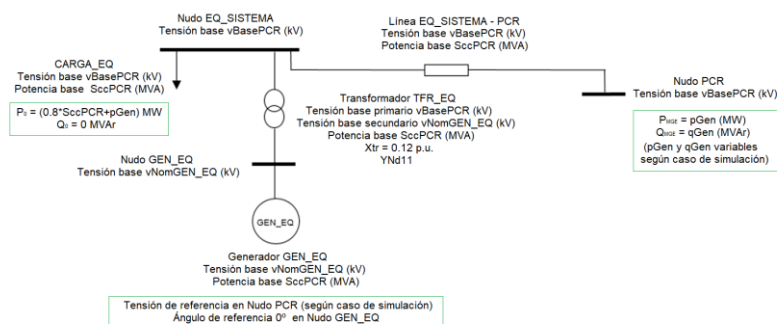
La implementación de los modelos se ha realizado con la herramienta de simulación DigiSILENT PowerFactory versión 2019 (Build 19.0.2).

Para facilitar al usuario el empleo de los modelos se ha programado una herramienta en lenguaje de programación DigiSILENT (DPL) que permite configurar la red externa de acuerdo con las diferentes opciones propuestas en la NT:

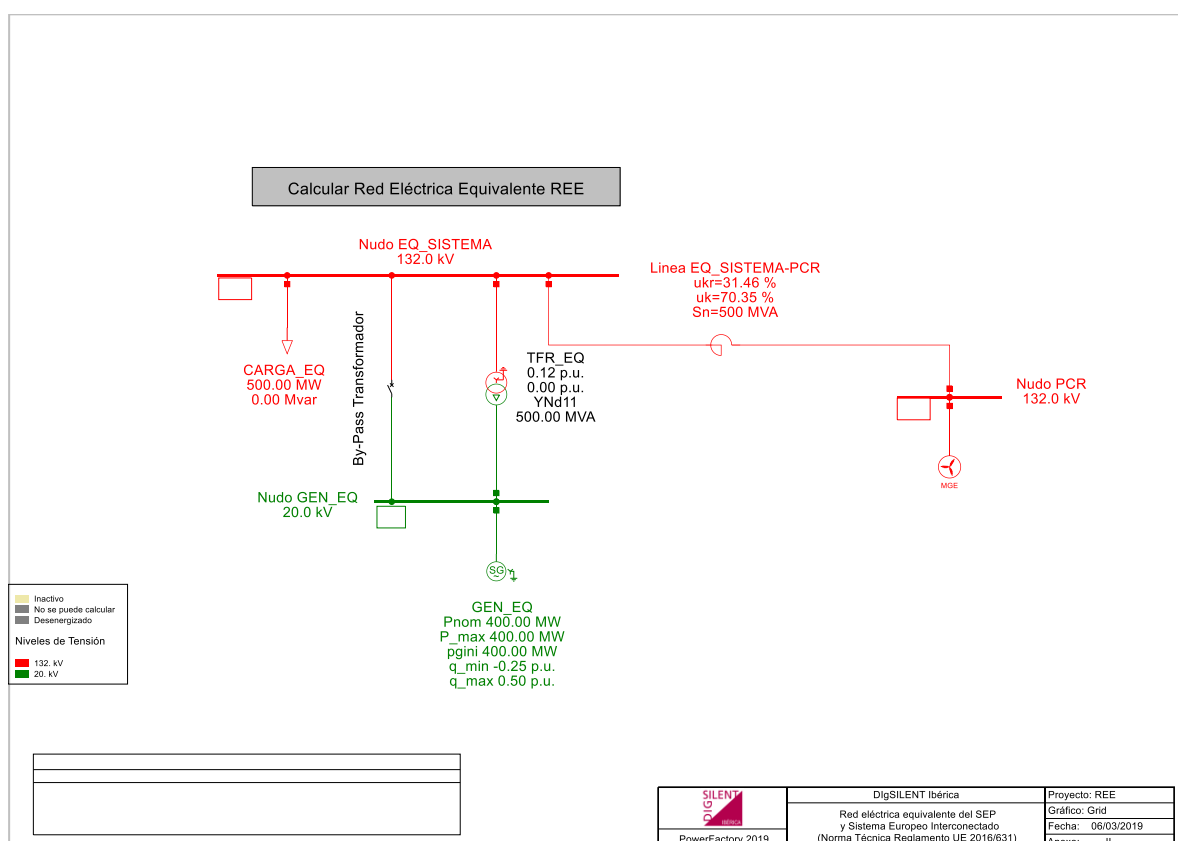
- Tensión nominal en el Punto de Conexión con la Red (PCR).
- Potencia nominal del MGE a evaluar.
- Relación de potencia de cortocircuito en el punto de conexión con la red respecto a la potencia nominal del MGE a evaluar (SCR).

## 2 Descripción del modelo del Anexo II

La figura siguiente muestra el esquema unifilar del modelo de red eléctrica equivalente para la realización de las simulaciones de conformidad. Los ajustes para resolver flujo de cargas se detallan en verde.



**Figura 1: Modelo de red eléctrica equivalente (esquema unifilar).**



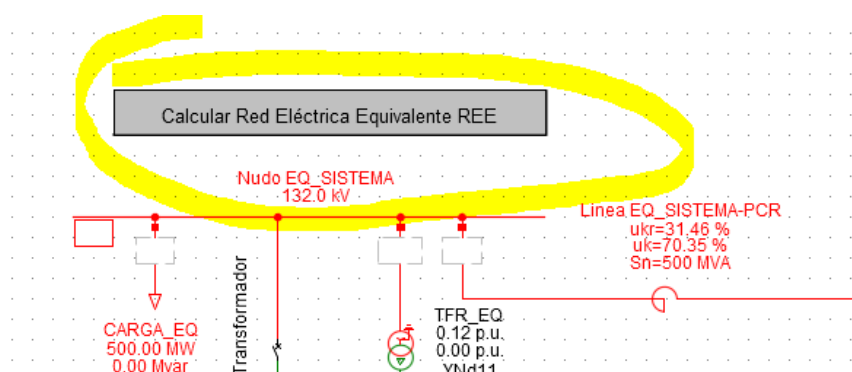
**Figura 2: Modelo en DigSILENT PowerFactory**

La Figura 2 representa el esquema unifilar del modelo de red eléctrica equivalente en DIgSILENT PowerFactory 2019. Para esta implementación se han utilizado los siguientes valores:

- Tensiones nominales:
  - o Nudo PCR: 132kV (nivel de tensión coloreado en rojo).
  - o Nudo EQ\_SISTEMA: 132kV (nivel de tensión coloreado en rojo).
  - o Nudo GEN\_EQ: 20kV (nivel de tensión coloreado en verde).
- SCR: 5
- MGE a evaluar:
  - o Potencia base: 100MVA
  - o Tensión base: 132kV
- Generador equivalente GEN\_EQ:
  - o Potencia base: 500MVA
  - o Tensión base: 20kV
- Carga:
  - o Potencia base: 400MVA + 100 MVA
  - o Tensión base: 132kV
- Transformador TFR\_EQ:
  - o Potencia base: 500MVA
  - o Tensión base arrollamiento alta tensión: 132kV
  - o Tensión base arrollamiento baja tensión: 20kV
  - o Ucc 12%
  - o Acoplamiento YNd11
- Línea EQ\_SISTEMA-PCR:
  - o Potencia base: 500MVA
  - o Tensión base: 132kV
  - o Parámetros de línea calculados en función de la tensión y potencia base (ver apartado siguiente).
- By-pass Transformador:
  - o Cerrado para tensiones en el PCR < 10kV
  - o Abierto para el resto de tensiones.

### 3 Configuración de la red mediante DPL

Para configurar automáticamente la red equivalente, se ha programado una DPL accesible desde un botón situado en la parte superior del diagrama unifilar, tal y como se representa en la figura siguiente. Mediante clic en este botón, podemos definir los parámetros mínimos necesarios para configurar la red, como se muestra en la Figura 4.



**Figura 3: DPL para configurar la Red Eléctrica Equivalente de REE**

Comando DPL - Scripts\SetExternalGrid.ComDpl

Nombre:

Selección General:

Parámetros de entrada:

	Tipo	Nombre	Valor	Unid...	Descripción
1	double	mBasePCR	100	MVA	Potencia nominal MGE a evaluar
2	double	vBasePCR	132	kV	Tensión nominal en PCR
3	double	SCR	5		Relación de SccPCR/mBasePCR
4	double	vPCR	1.05	p.u.	Tensión de consigna en PCR

Objetos Externos:

	Nombre	Objeto	Descripción
1			

Botones: Ejecutar, Cerrar, Cancelar, Guardar, Comprobar, Desenscriptar, Contenido

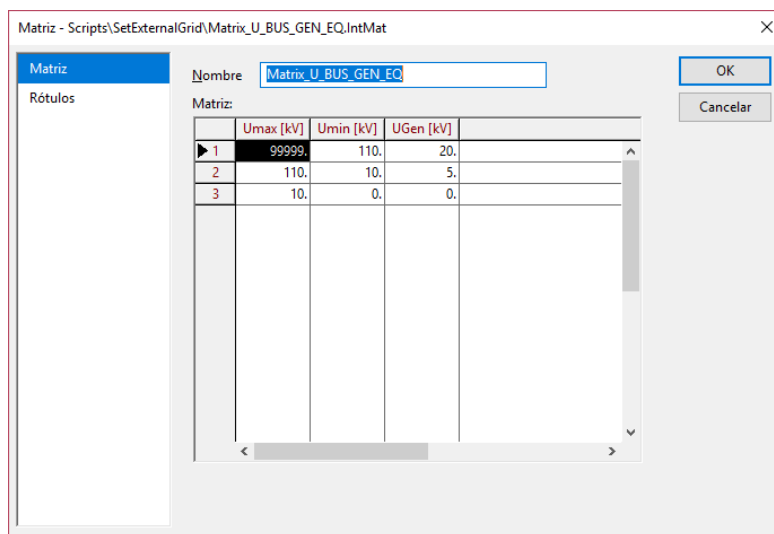
**Figura 4: Interfaz del programa DPL para configurar la red equivalente**

Los parámetros de entrada para ejecutar la DPL son:

- La potencia nominal del MGE a evaluar (mBasePCR, en este caso 100MW).
- La tensión nominal en el PCR (vBasePCR, en este caso 132kV).
- La relación de cortocircuito respecto a la potencia nominal del MGE (SCR, en este caso 5).
- La tensión objetivo en el nudo PCR para resolver flujo de cargas e inicialización dinámica (vPCR). Esta tensión de consigna será controlada por el GEN\_EQ, lo cual supone una simplificación respecto al método descrito en el documento de referencia [1] que especifica un método iterativo sobre la relación de transformación del transformador equivalente todavía por confirmar. La posibilidad de poder variar la tensión en el PCR es necesaria para poder emplear la red externa en casos de simulación con otras tensiones en el PCR diferentes de 1.05 p.u.

Al ejecutar la DPL, se realizarán las siguientes acciones:

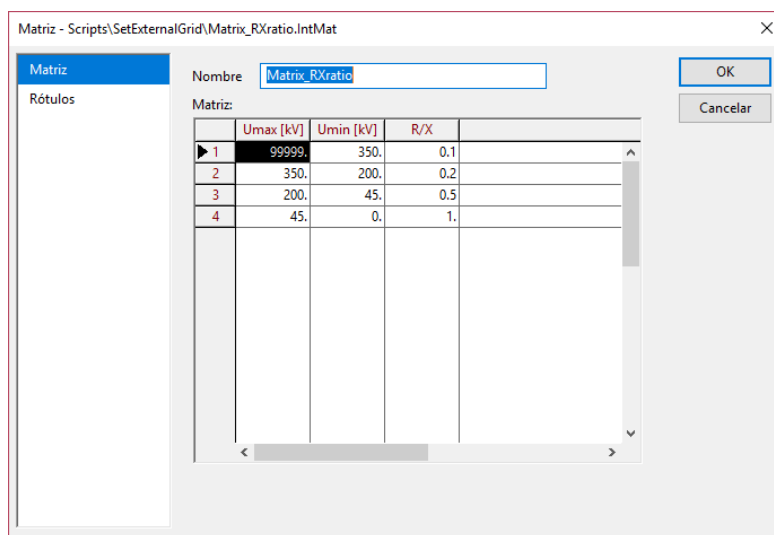
- Escribir la tensión nominal del Nudo PCR.
- Escribir la tensión nominal del Nudo EQ\_SISTEMA.
- Calcular la potencia base GEN\_EQ, como  $SCR \cdot mBasePCR$  y escribir el dato en GEN\_EQ.
- Escribir la tensión base para la línea, igual a la tensión base PCR.
- Escribir la potencia base para la línea, igual a la potencia base de GEN\_EQ.
- Obtener la tensión adecuada en terminales de GEN\_EQ a partir de la tensión en el PCR y escribir el valor en el nudo GEN\_EQ. Para ello se ha definido una tabla que emplea la DPL y que el usuario puede modificar en caso de variaciones en el borrador de la NT. La tabla se encuentra almacenada y accesible en la carpeta del comando DPL:



	Umax [kV]	Umin [kV]	UGen [kV]	
1	99999.	110.	20.	
2	110.	10.	5.	
3	10.	0.	0.	

**Figura 5: Tabla para determinar la tensión en terminales de GEN\_EQ**

- Verificación automática de la necesidad de transformador en la red:
  - o Si la tensión en terminales de GEN\_EQ es cero, se cierra el By-pass y se anula el elemento transformador.
  - o Si la tensión en terminales de GEN\_EQ es 5kV o 20kV, se configura el By-pass como abierto. A continuación, se escriben los datos del transformador equivalente.
- Escribir la tensión nominal del arrollamiento de alta tensión, igual a la tensión nominal del PCR.
- Escribir la tensión nominal del arrollamiento de baja tensión, igual a la tensión nominal de GEN\_EQ.
- Escribir la potencia nominal del transformador, igual a la potencia base de GEN\_EQ.
- Escribir datos del GEN\_EQ:
  - o Potencia activa para flujo de cargas igual a  $0.8 \cdot$  potencia base del GEN\_EQ.
  - o Potencia activa mínima al 20%.
  - o Potencia activa máxima al 80%.
  - o Potencia aparente nominal en TGOV igual a potencia base de GEN\_EQ.
- Consultar el valor de R/X de la línea en la tabla de tensiones que se encuentra almacenada y accesible desde la carpeta de la DPL.



	Umax [kV]	Umin [kV]	R/X
1	99999.	350.	0.1
2	350.	200.	0.2
3	200.	45.	0.5
4	45.	0.	1.

**Figura 6: Tabla para determinar el valor de R/X de la línea en función de las tensiones**

- Cálculo de R y X de la línea mediante las ecuaciones definidas en la NT. Escribir el valor de R y X en el elemento línea.
- Definir la tensión objetivo en el control de estación asociado al GEN\_EQ como vPCR.

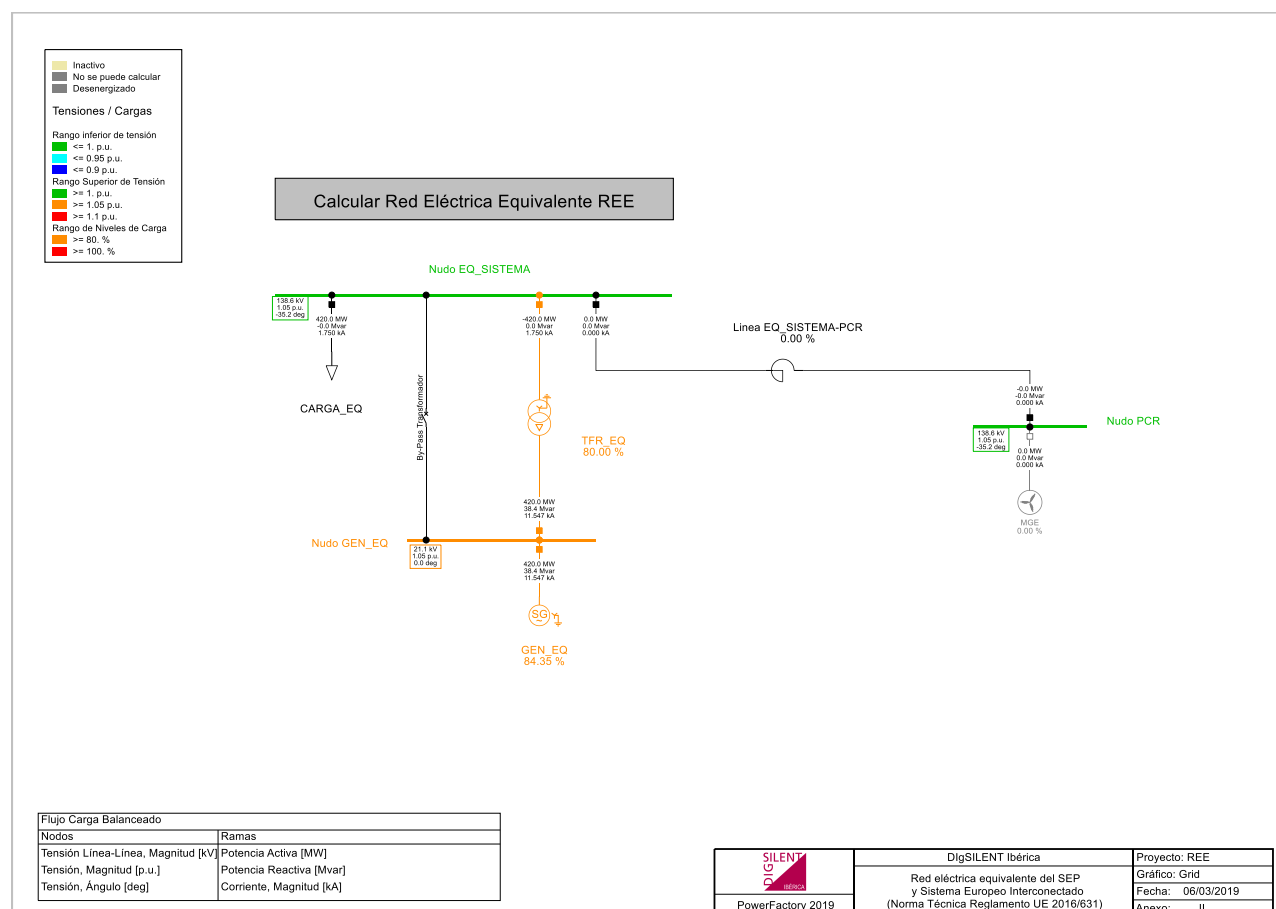
- Los resultados del flujo de cargas una vez configurada la red se presentan en la figura siguiente.



## 4 Análisis de huecos de tensión en vacío

Se han realizado las siguientes acciones sobre la red equivalente para verificar el comportamiento en caso de cortocircuitos en el PCR:

- Desconexión del MGE en el PCR.
- Ejecutar DPL para recálculo de la potencia de la carga ( $0.8 \times$  potencia base del GEN\_EQ) en ausencia del MGE.



**Figura 8: Resultados de flujo de cargas sin el MGE conectado**

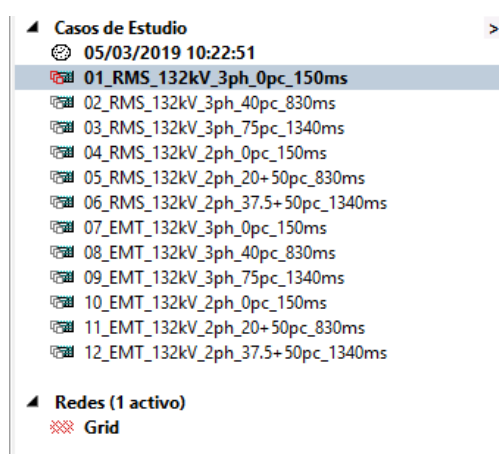
Una vez confirmado el caso base, se han creado los casos de estudio de la tabla siguiente para analizar el comportamiento del modelo frente a los huecos de tensión de las simulaciones de conformidad.



**Tabla 1: Casos de estudio analizados para verificar el comportamiento de la Red Eléctrica Equivalente**

Nº de caso de estudio	RMS/EMT	Tensión PCR	Tipo de cortocircuito	Profundidad en %	Duración en ms
01	RMS	132kV	3PH	0%	150ms
02	RMS	132kV	3PH	40%	830ms
03	RMS	132kV	3PH	75%	1340ms
04	RMS	132kV	2PH	50%+0%	150ms
05	RMS	132kV	2PH	50%+20%	830ms
06	RMS	132kV	2PH	50%+37.5%	1340ms
07	EMT	132kV	3PH	0%	150ms
08	EMT	132kV	3PH	40%	830ms
09	EMT	132kV	3PH	75%	1340ms
10	EMT	132kV	2PH	50%+0%	150ms
11	EMT	132kV	2PH	50%+20%	830ms
12	EMT	132kV	2PH	50%+37.5%	1340ms

El usuario puede importar el proyecto en DIgSILENT PowerFactory con los casos de estudio enumerados en la Tabla 1.

**Figura 9: Casos de estudio en DIgSILENT PowerFactory**

En los apartados siguientes, se incluyen los resultados de las simulaciones y se indican en cada uno de los casos, las impedancias de falta empleadas en la simulación para conseguir la profundidad de hueco deseada, con una precisión de +/-5%, como se indica en la NT [1]

## 4.1 Caso “01\_RMS\_132kV\_3ph\_0pc\_150ms”

### 4.1.1 Descripción de la simulación

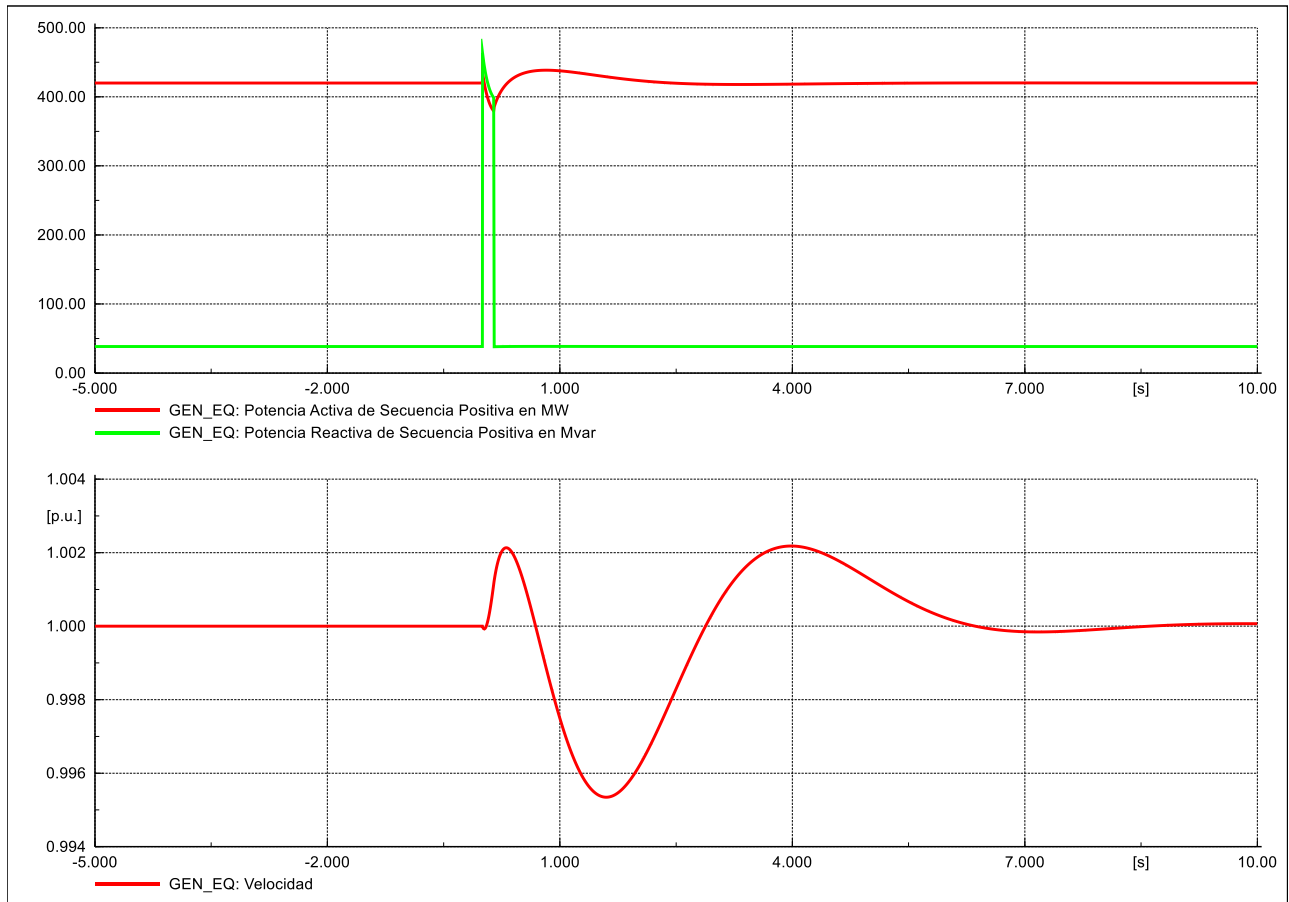
Evento de cortocircuito:

- Tipo: cortocircuito trifásico.
- Elemento: Nudo PCR.
- Instante de tiempo: 0.000 s.
- Resistencia de falta: 0.000 ohm.
- Reactancia de falta: 0.000 ohm.

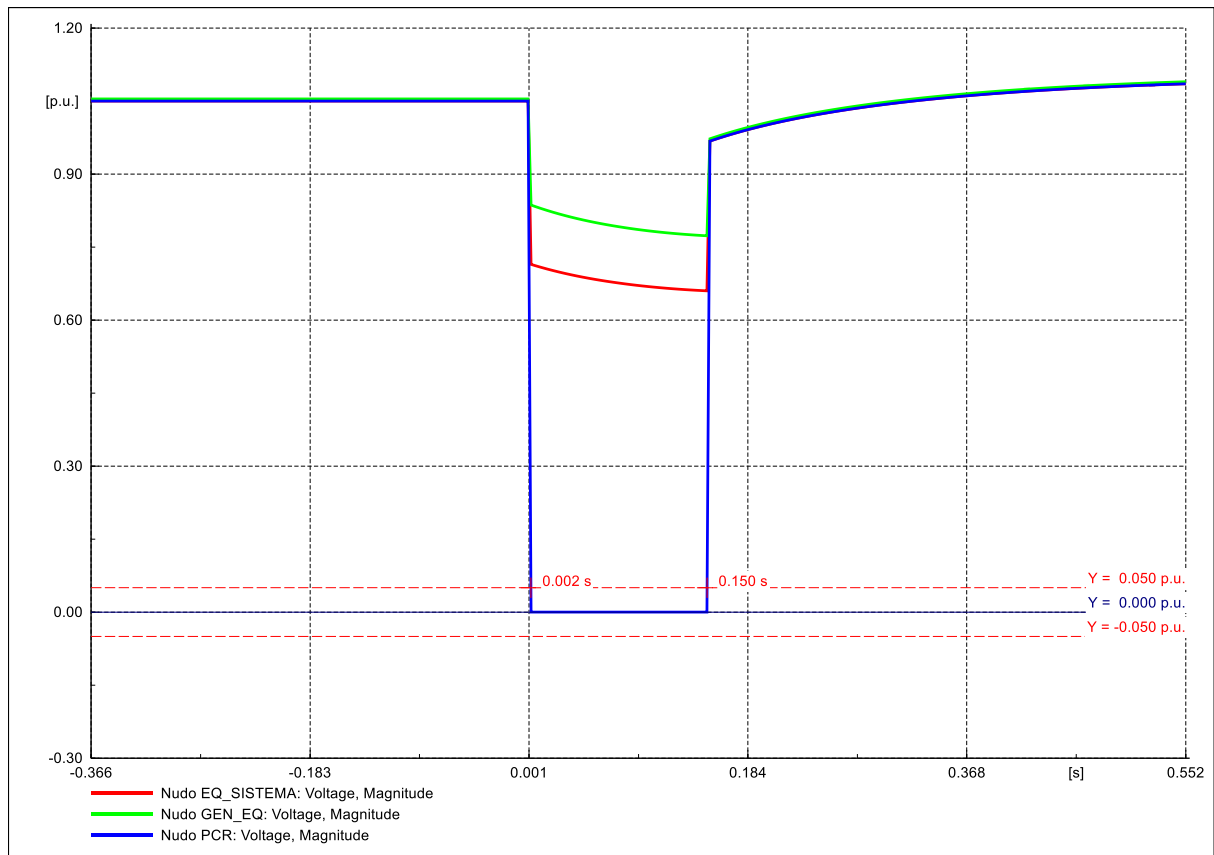
Evento de cortocircuito:

- Tipo: despeje de falta.
- Elemento: Nudo PCR.
- Instante de tiempo: 0.150 s.

## 4.1.2 Resultados de simulación



**Figura 10: Gráfico de PQw en GEN\_EQ**

**Figura 11: Gráfico de Tensiones**

## 4.2 Caso “02\_RMS\_132kV\_3ph\_40pc\_830ms”

### 4.2.1 Descripción de la simulación

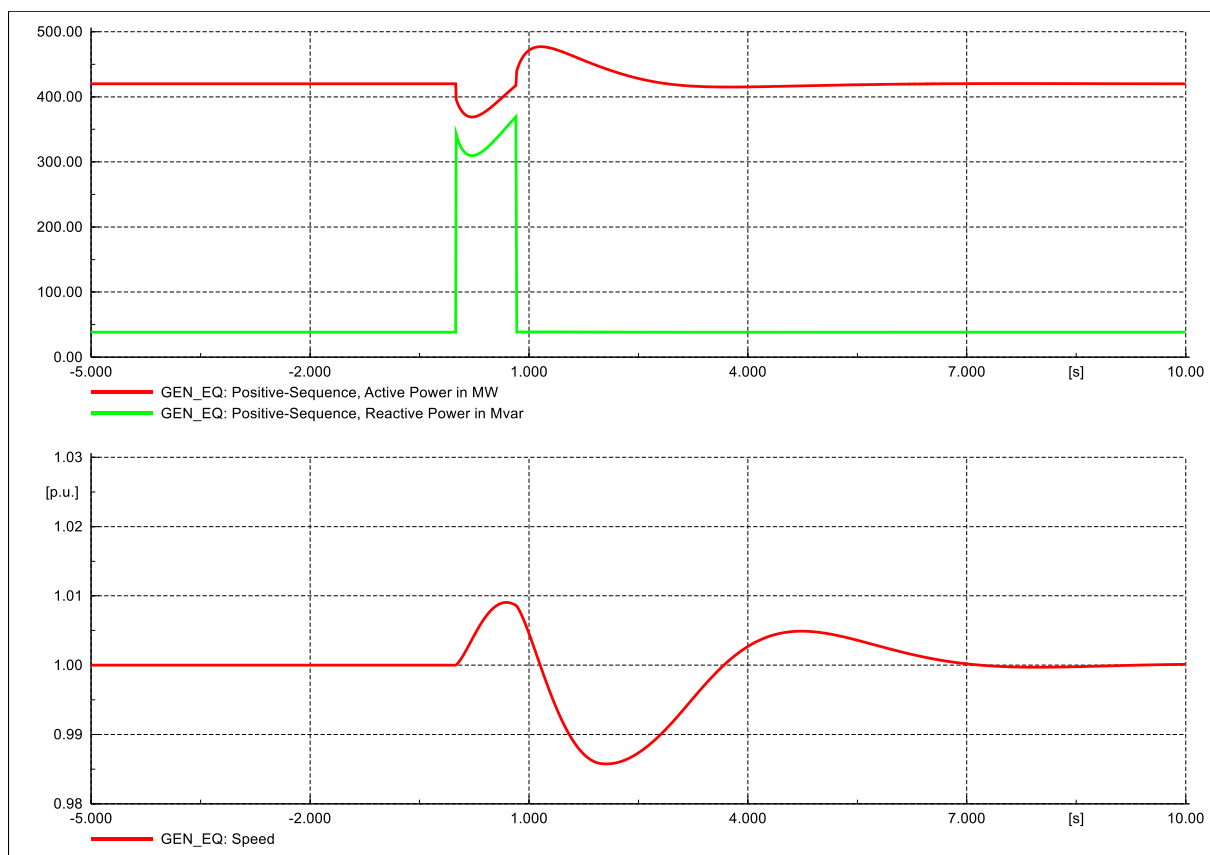
Evento de cortocircuito:

- Tipo: cortocircuito trifásico.
- Elemento: Nudo PCR.
- Instante de tiempo: 0.000 s.
- Resistencia de falta: 0.000 ohm.
- Reactancia de falta: 21.000 ohm.

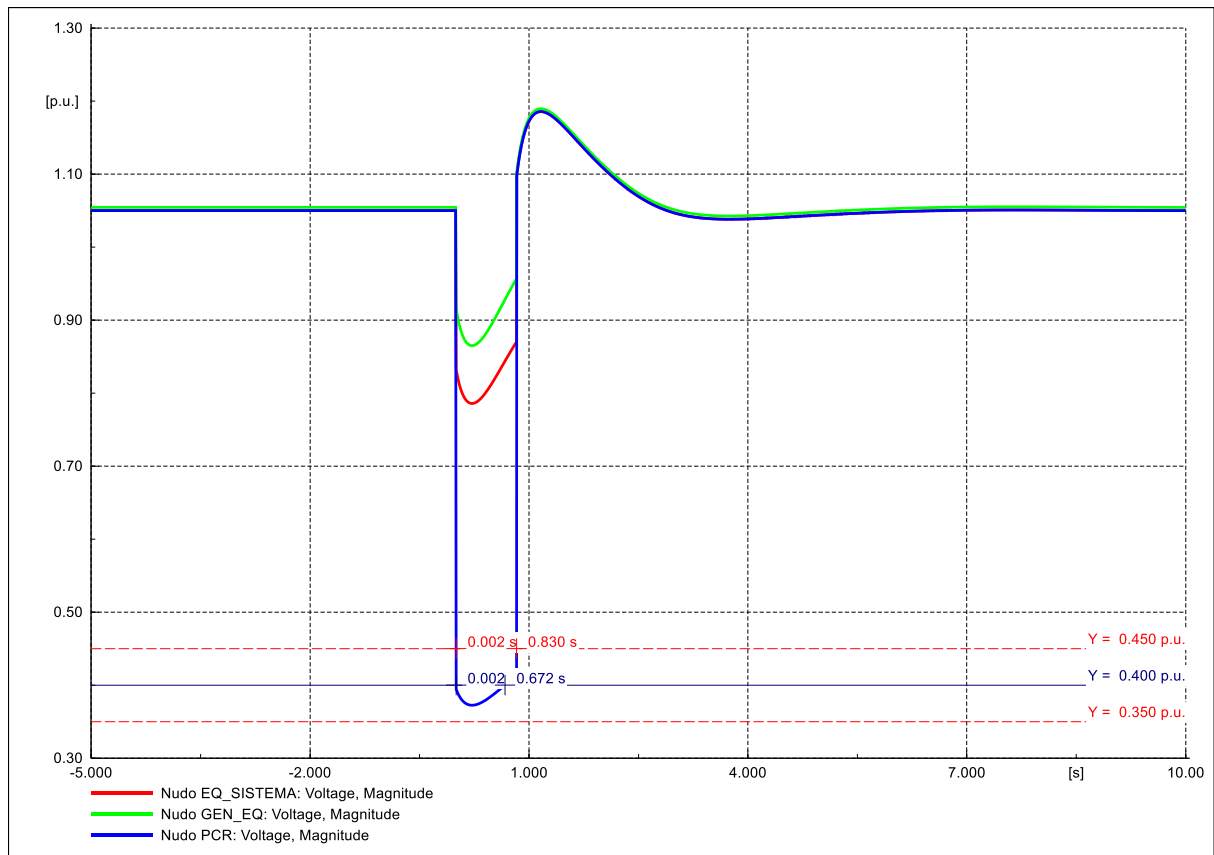
Evento de cortocircuito:

- Tipo: despeje de falta.
- Elemento: Nudo PCR.
- Instante de tiempo: 0.830 s.

### 4.2.2 Resultados de simulación



**Figura 12: Gráfico de PQw en GEN\_EQ**

**Figura 13: Gráfico de Tensiones**

## 4.3 Caso “03\_RMS\_132kV\_3ph\_75pc\_1340ms”

### 4.3.1 Descripción de la simulación

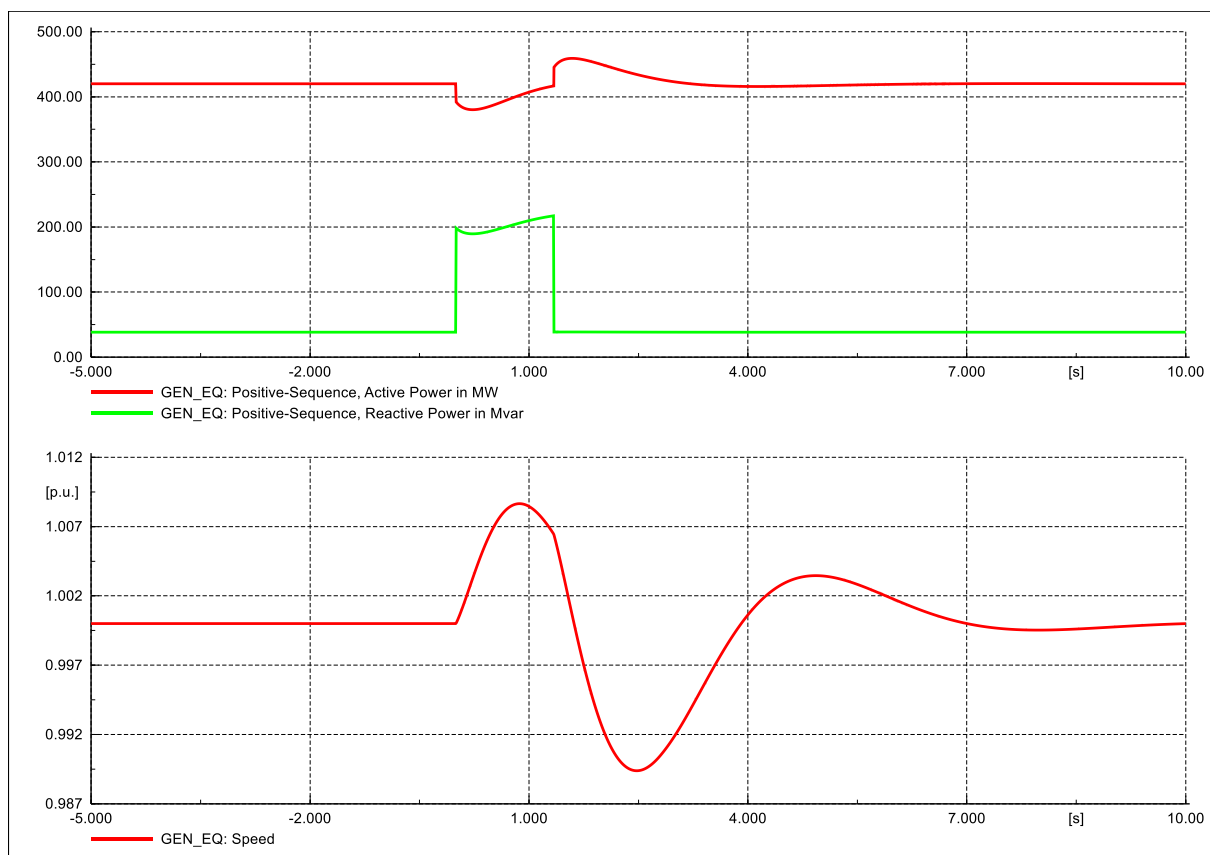
Evento de cortocircuito:

- Tipo: cortocircuito trifásico.
- Elemento: Nudo PCR.
- Instante de tiempo: 0.000 s.
- Resistencia de falta: 0.000 ohm.
- Reactancia de falta: 80.000 ohm.

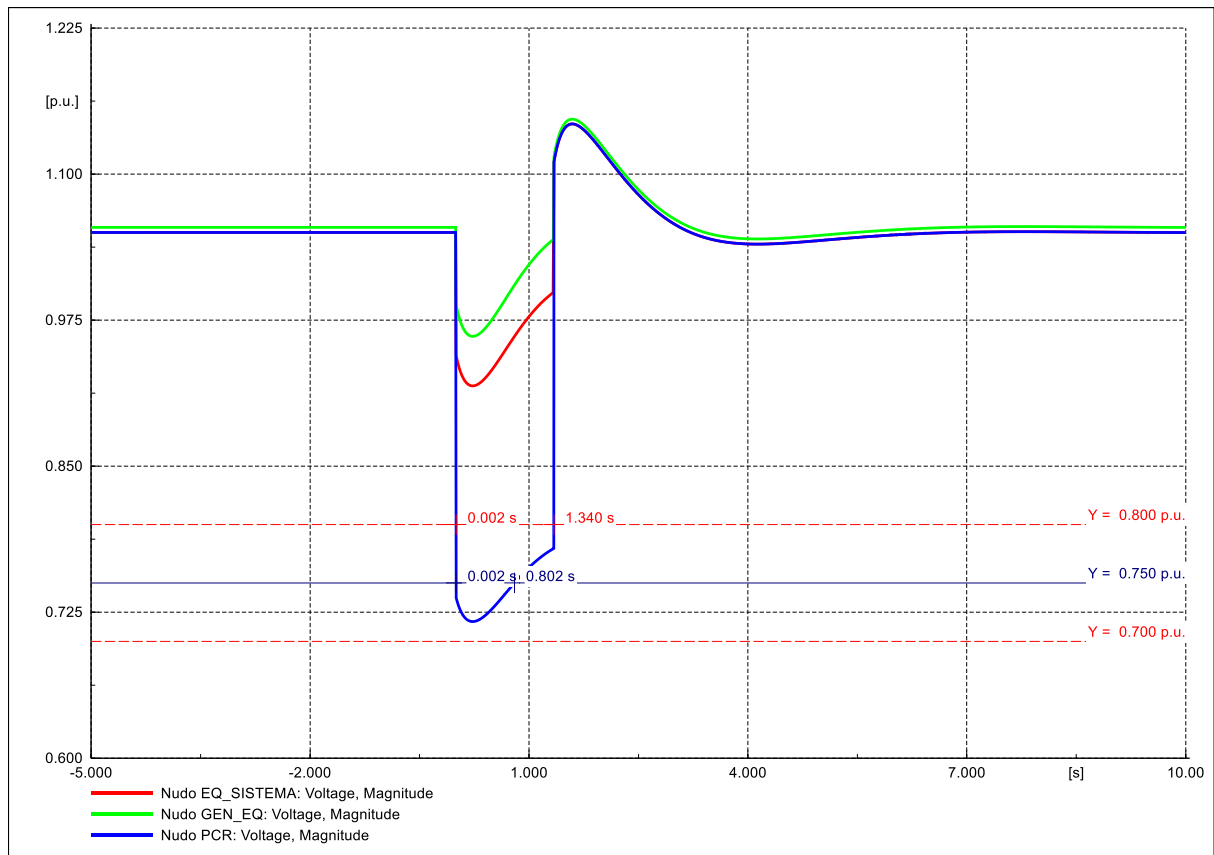
Evento de cortocircuito:

- Tipo: despeje de falta.
- Elemento: Nudo PCR.
- Instante de tiempo: 1.340 s.

### 4.3.2 Resultados de simulación



**Figura 14: Gráfico de PQw en GEN\_EQ**

**Figura 15: Gráfico de Tensiones**



## 4.4 Caso “04\_RMS\_132kV\_2ph\_0pc\_150ms”

### 4.4.1 Descripción de la simulación

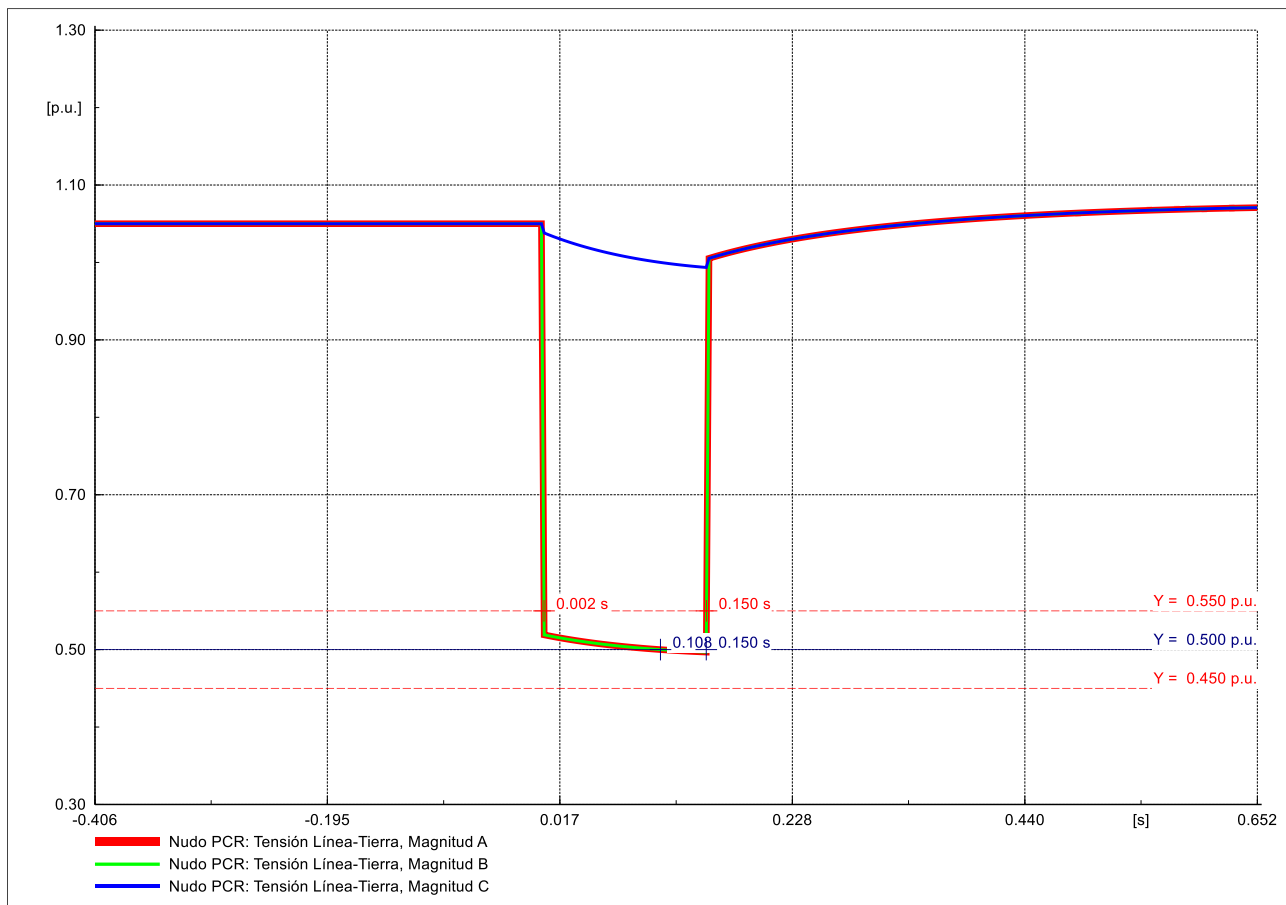
Evento de cortocircuito:

- Tipo: cortocircuito bifásico aislado.
- Elemento: Nudo PCR.
- Instante de tiempo: 0.000 s.
- Resistencia de falta: 0.000 ohm.
- Reactancia de falta: 0.000 ohm.

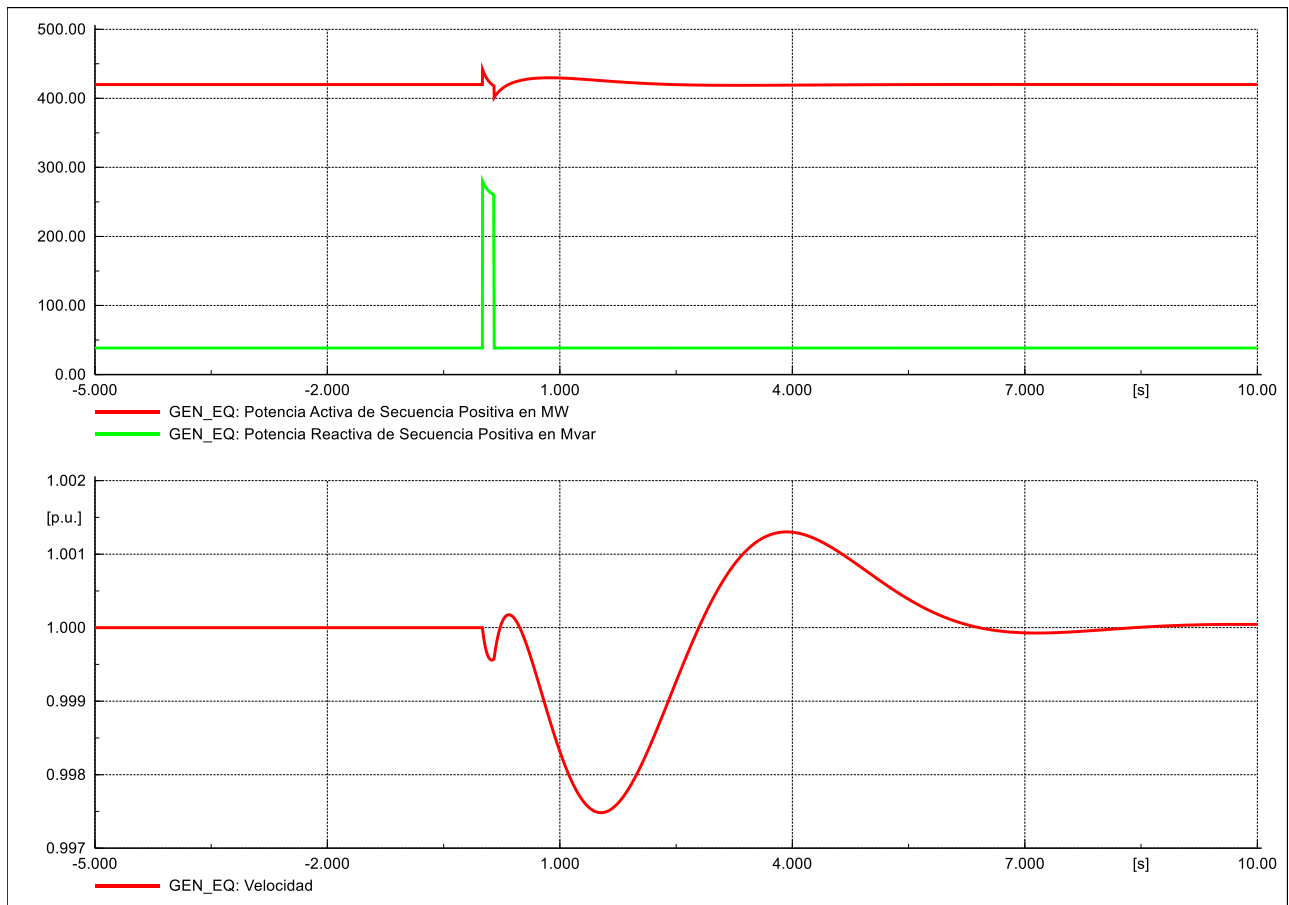
Evento de cortocircuito:

- Tipo: despeje de falta.
- Elemento: Nudo PCR.
- Instante de tiempo: 0.150 s.

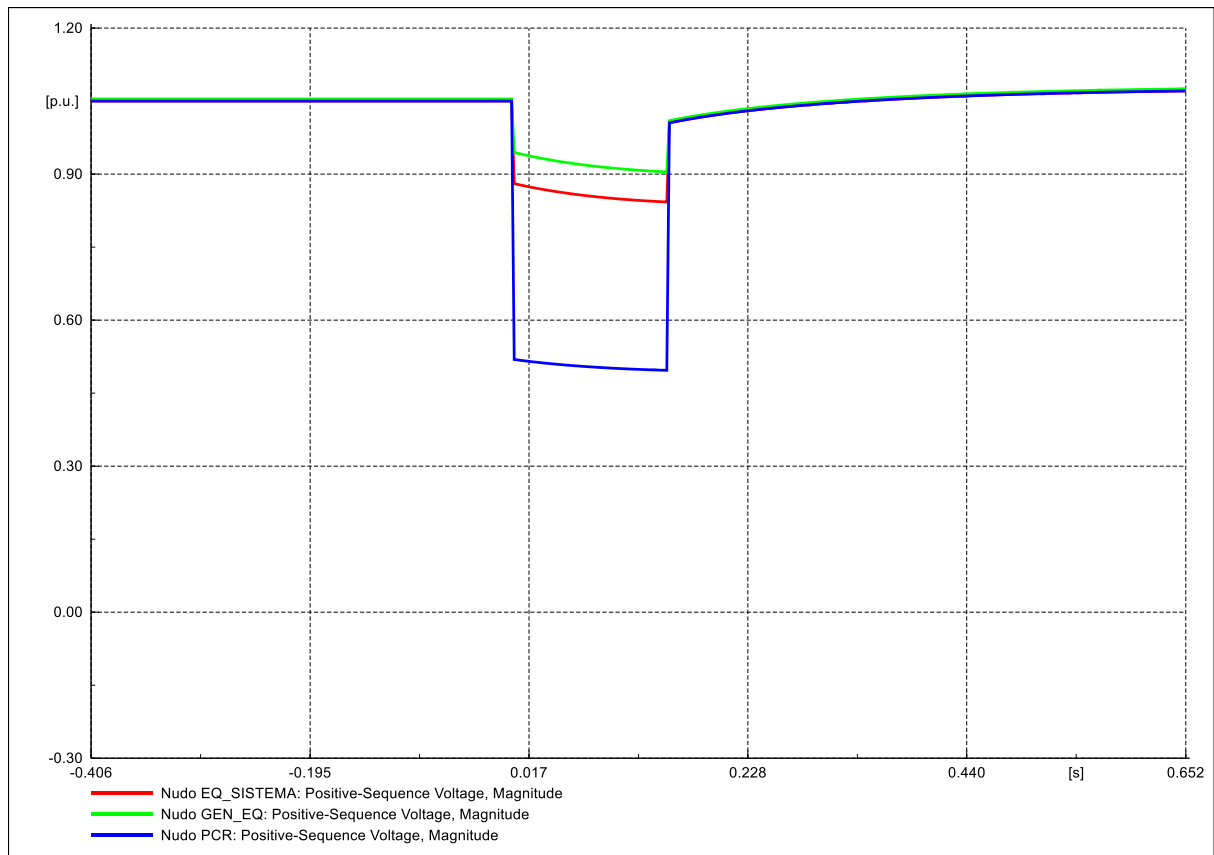
#### 4.4.2 Resultados de simulación



**Figura 16: Gráfico Tensión Fase-Tierra en PCR**



**Figura 17: Gráfico de PQw en GEN\_EQ**



**Figura 18: Gráfico de Tensiones**

## 4.5 Caso “05\_RMS\_132kV\_2ph\_20+50pc\_830ms”

### 4.5.1 Descripción de la simulación

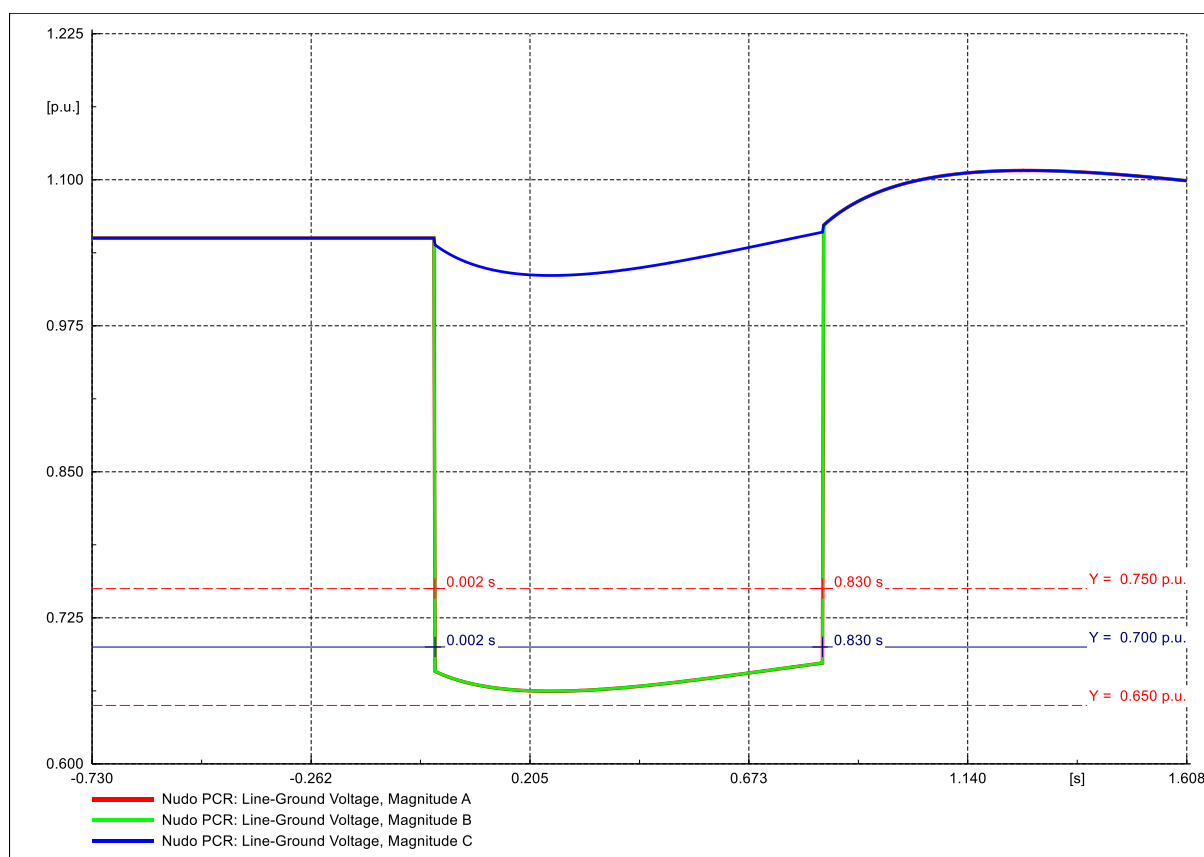
Evento de cortocircuito:

- Tipo: cortocircuito bifásico aislado.
- Elemento: Nudo PCR.
- Instante de tiempo: 0.000 s.
- Resistencia de falta: 25.000 ohm.
- Reactancia de falta: 60.000 ohm.

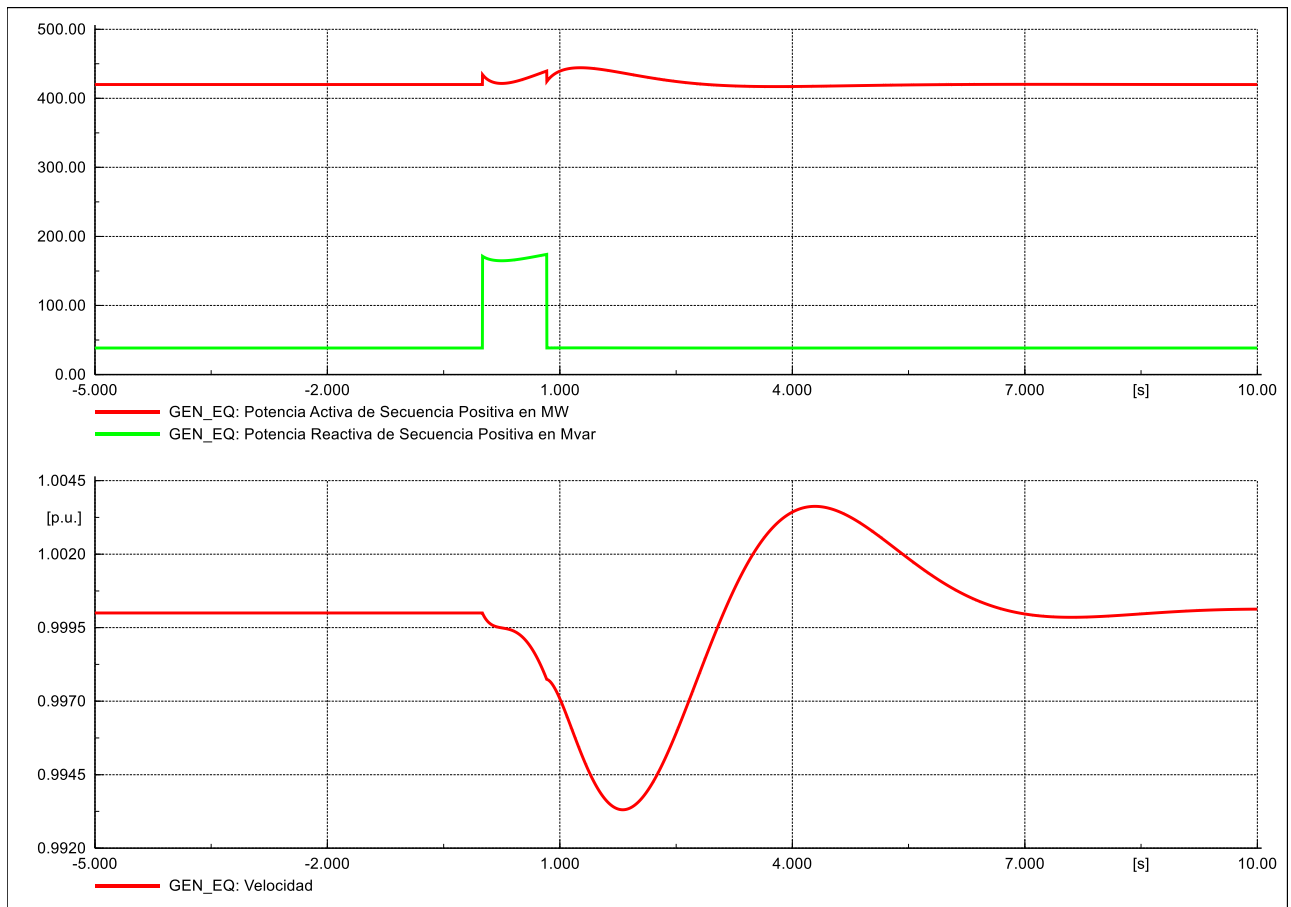
Evento de cortocircuito:

- Tipo: despeje de falta.
- Elemento: Nudo PCR.
- Instante de tiempo: 0.830 s.

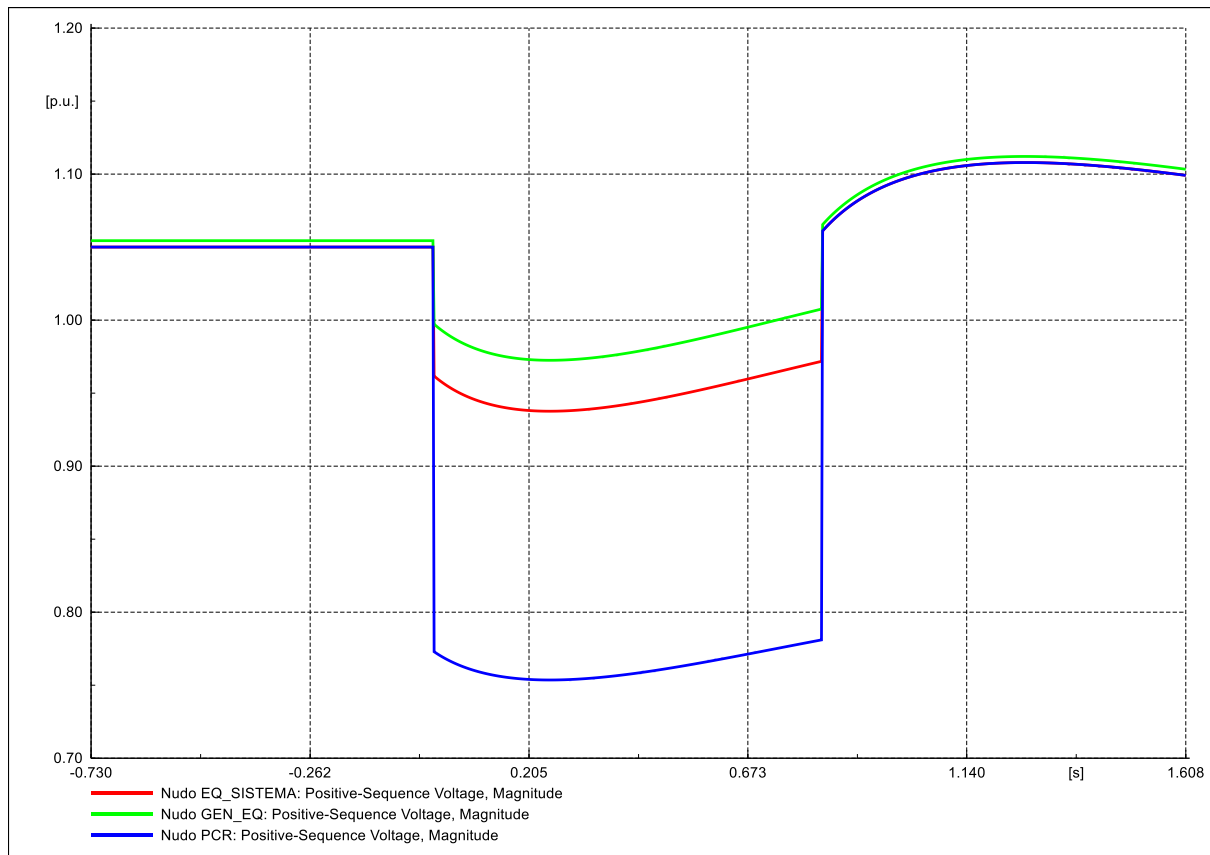
### 4.5.2 Resultados de simulación



**Figura 19: Gráfico Tensión Fase-Tierra en PCR**



**Figura 20: Gráfico de PQw en GEN\_EQ**

**Figura 21: Gráfico de Tensiones**

## 4.6 Caso “06\_RMS\_132kV\_2ph\_37.5+50pc\_1340ms”

### 4.6.1 Descripción de la simulación

Evento de cortocircuito:

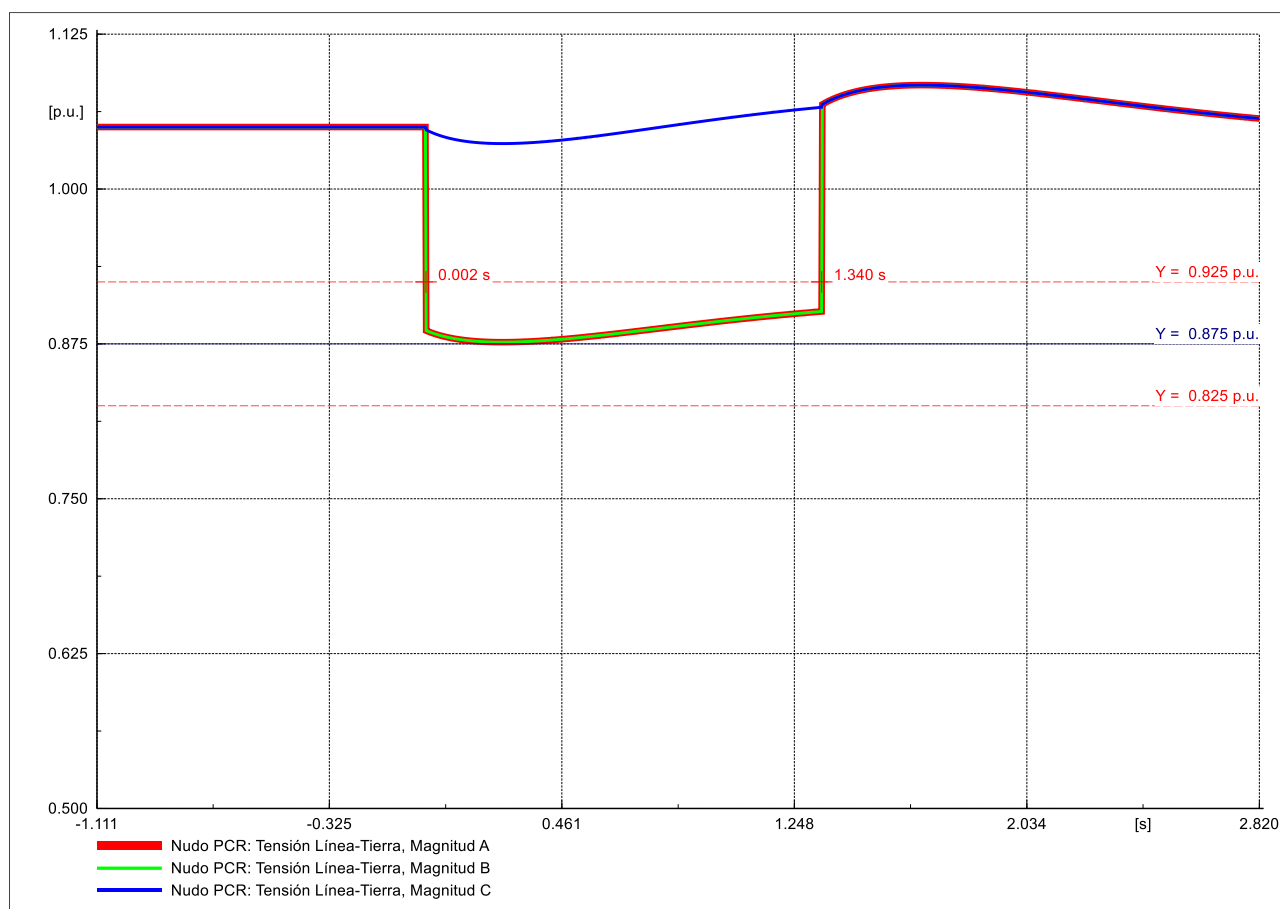
- Tipo: cortocircuito bifásico aislado.
- Elemento: Nudo PCR.
- Instante de tiempo: 0.000 s.
- Resistencia de falta: 100.000 ohm.
- Reactancia de falta: 240.000 ohm.

Evento de cortocircuito:

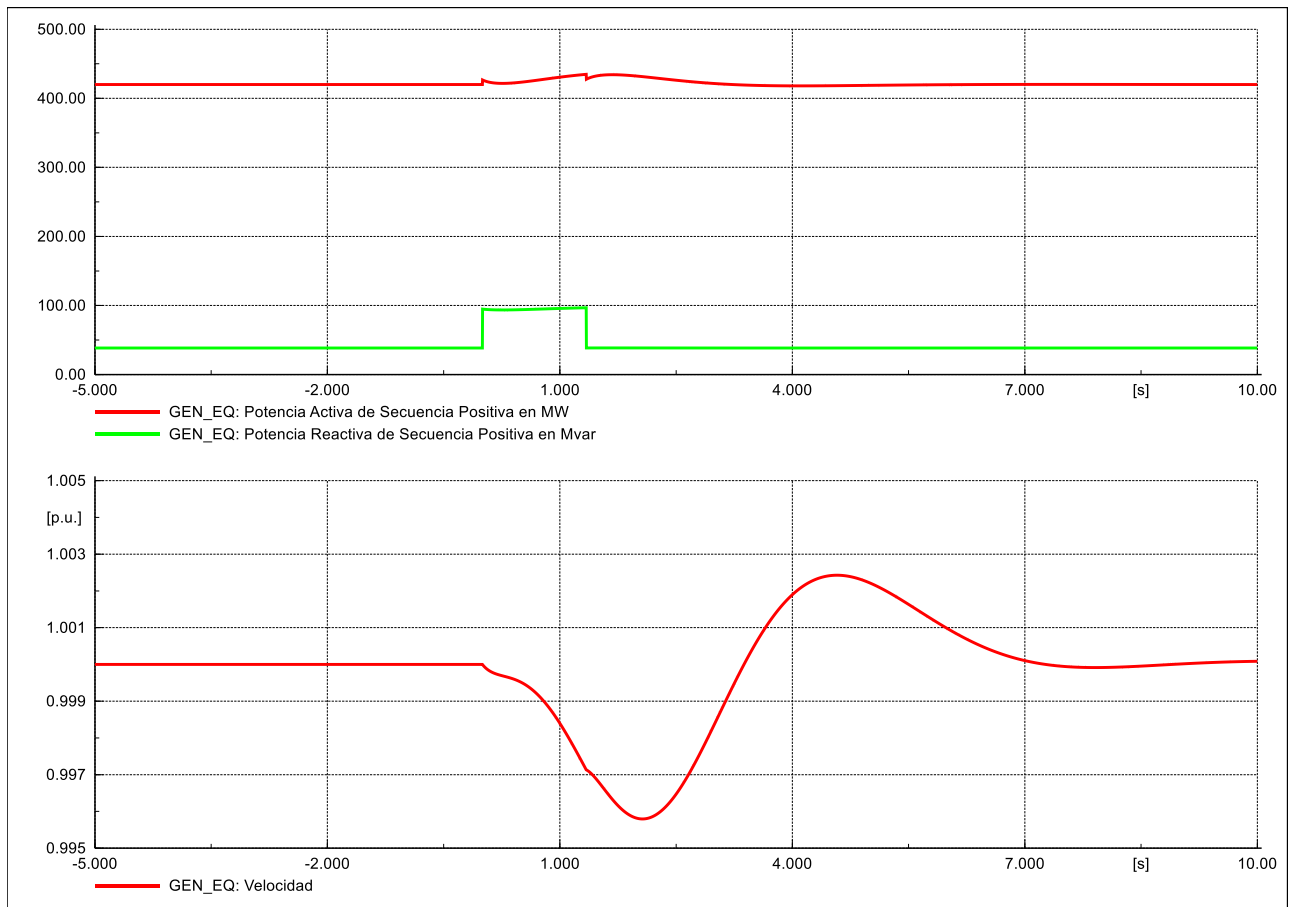
- Tipo: despeje de falta.
- Elemento: Nudo PCR.
- Instante de tiempo: 1.340 s.



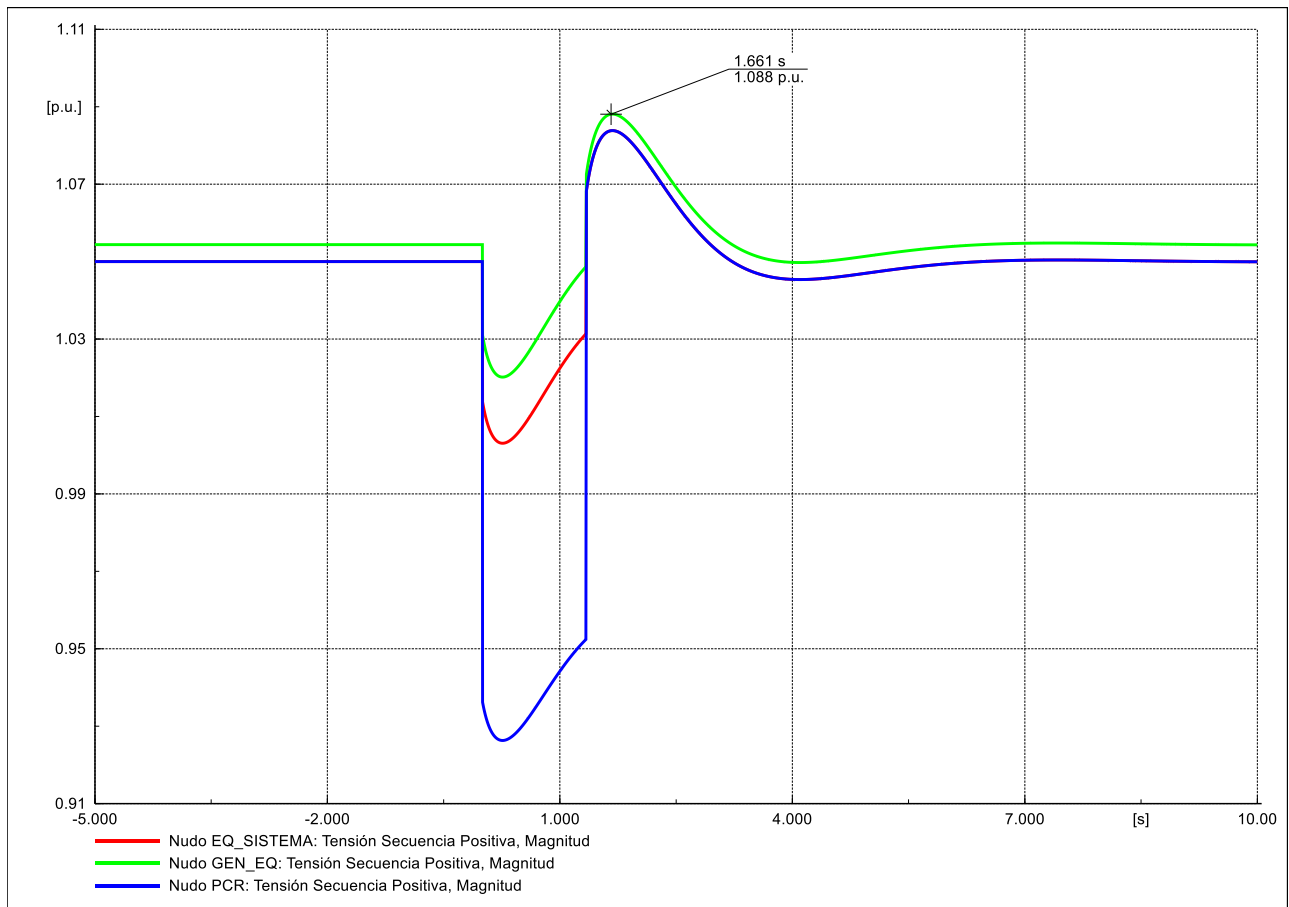
## 4.6.2 Resultados de simulación



**Figura 22: Gráfico Tensión Fase-Tierra en PCR**



**Figura 23: Gráfico de PQw en GEN\_EQ**

**Figura 24: Gráfico de Tensiones**

## 4.7 Caso “07\_EMT\_132kV\_3ph\_0pc\_150ms”

### 4.7.1 Descripción de la simulación

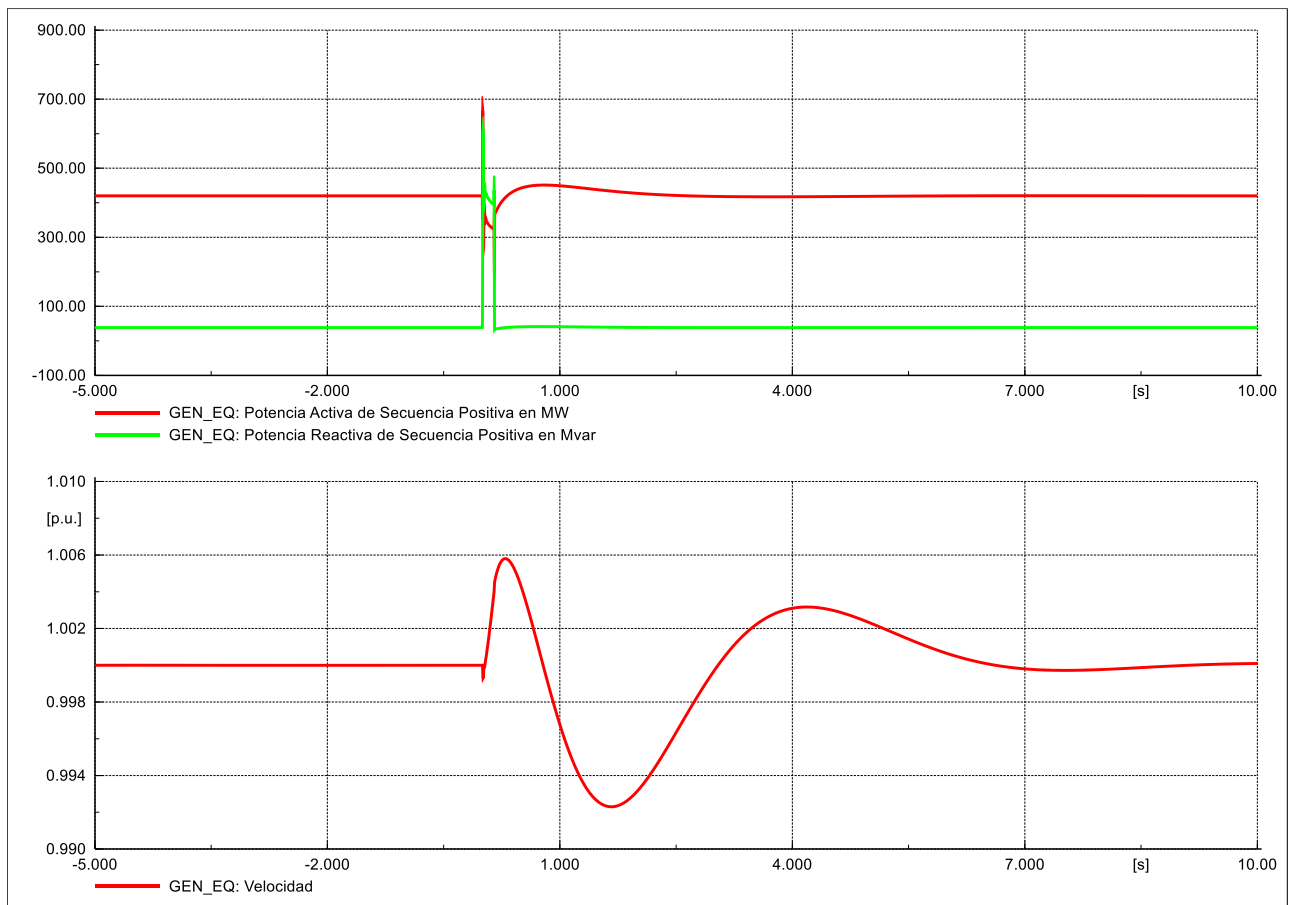
Evento de cortocircuito:

- Tipo: cortocircuito trifásico.
- Elemento: Nudo PCR.
- Instante de tiempo: 0.000 s.
- Resistencia de falta: 0.000 ohm.
- Reactancia de falta: 0.000 ohm.

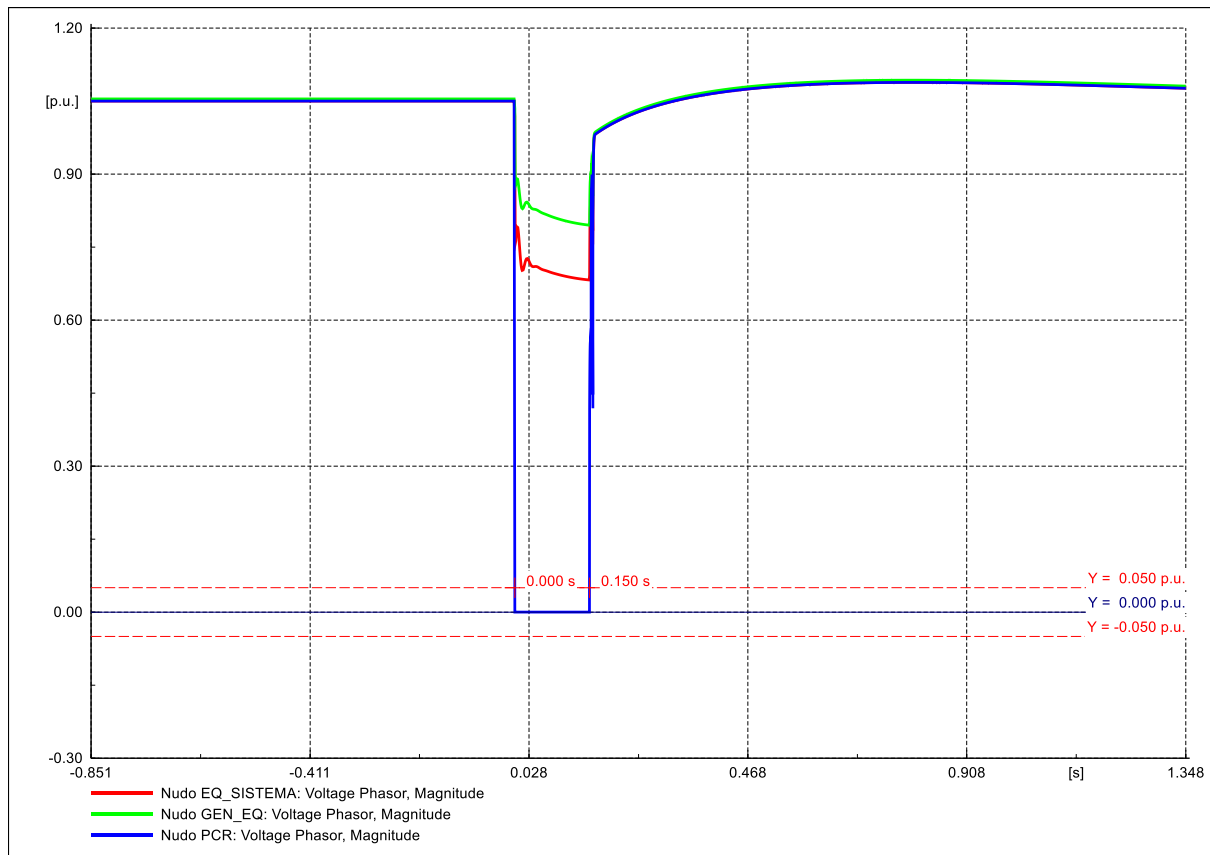
Evento de cortocircuito:

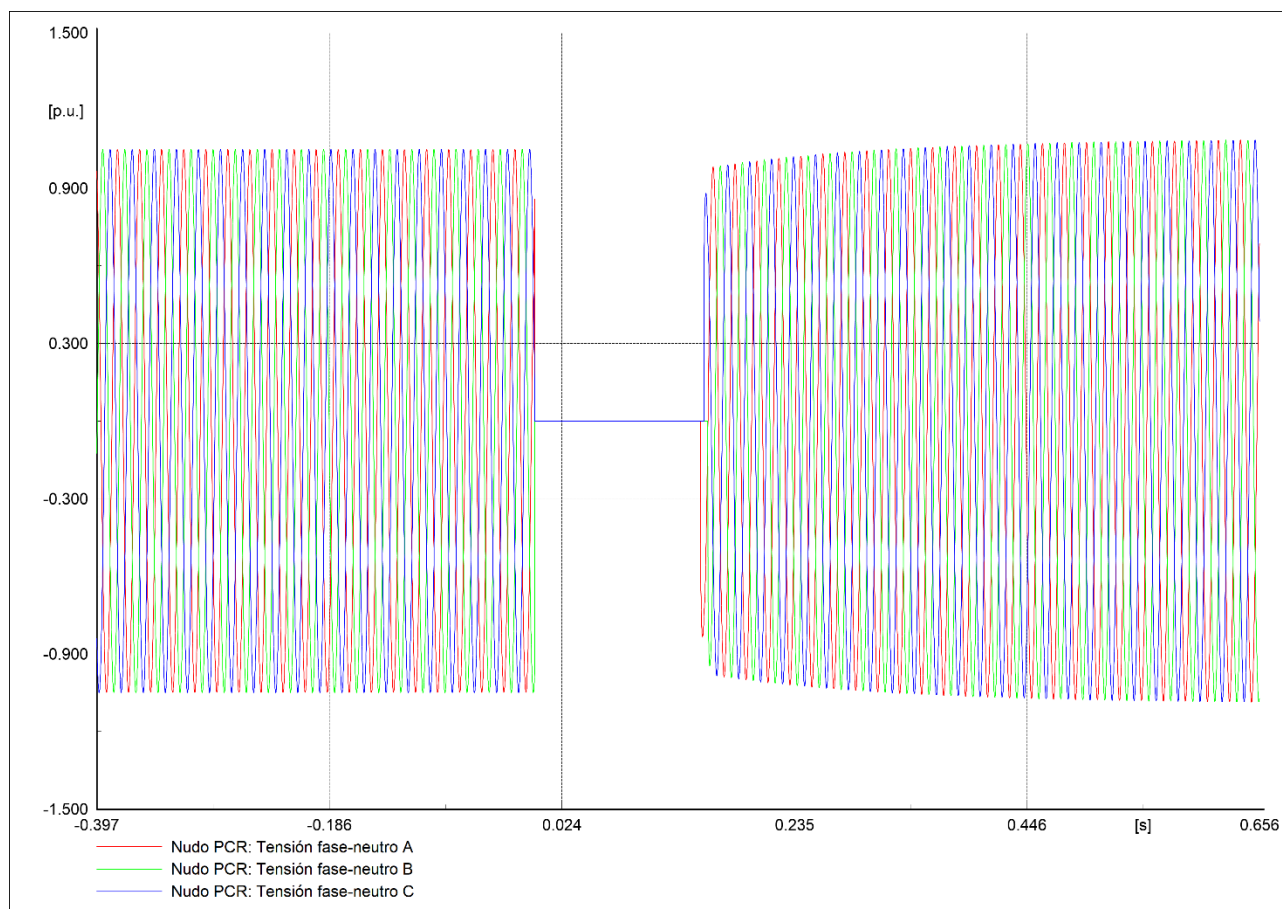
- Tipo: despeje de falta.
- Elemento: Nudo PCR.
- Instante de tiempo: 0.150 s.

## 4.7.2 Resultados de simulación



**Figura 25: Gráfico de PQw en GEN\_EQ**

**Figura 26: Gráfico de Tensiones**



**Figura 27: Gráfico de Tensiones Fase-Neutro PCR**

## 4.8 Caso “08\_EMT\_132kV\_3ph\_40pc\_830ms”

### 4.8.1 Descripción de la simulación

Evento de cortocircuito:

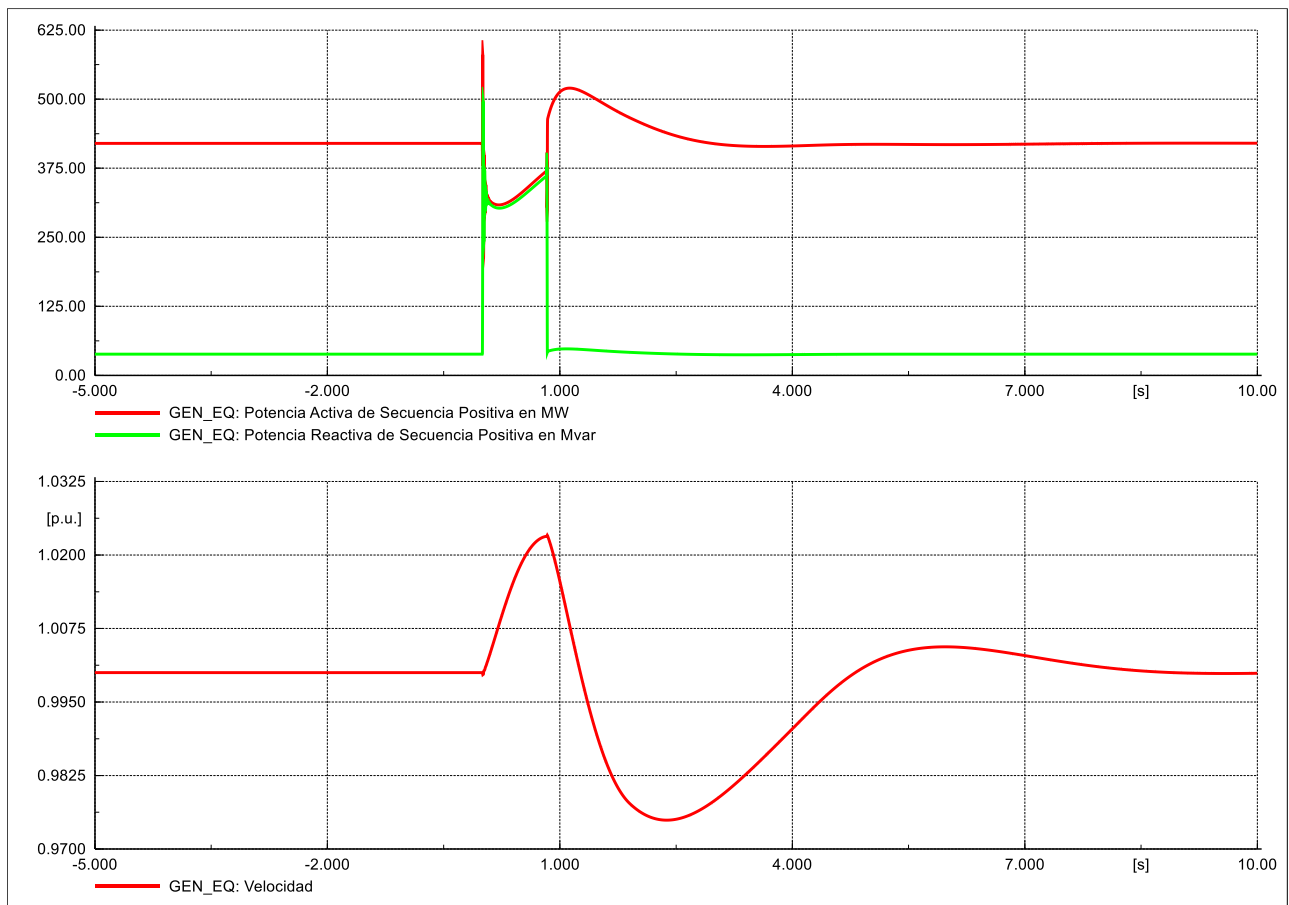
- Tipo: cortocircuito trifásico.
- Elemento: Nudo PCR.
- Instante de tiempo: 0.000 s.
- Resistencia de falta: 0.000 ohm.
- Reactancia de falta: 21.000 ohm.

Evento de cortocircuito:

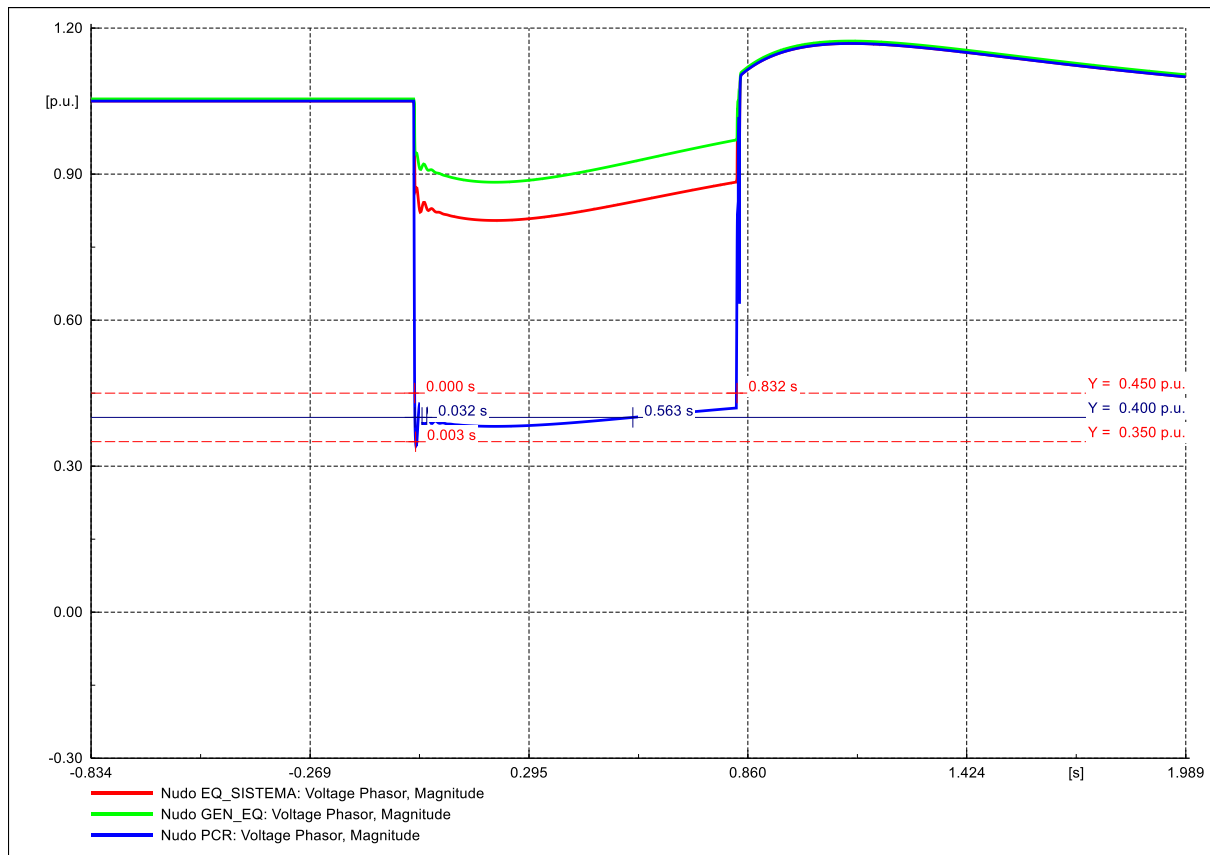
- Tipo: despeje de falta.
- Elemento: Nudo PCR.
- Instante de tiempo: 0.830 s.

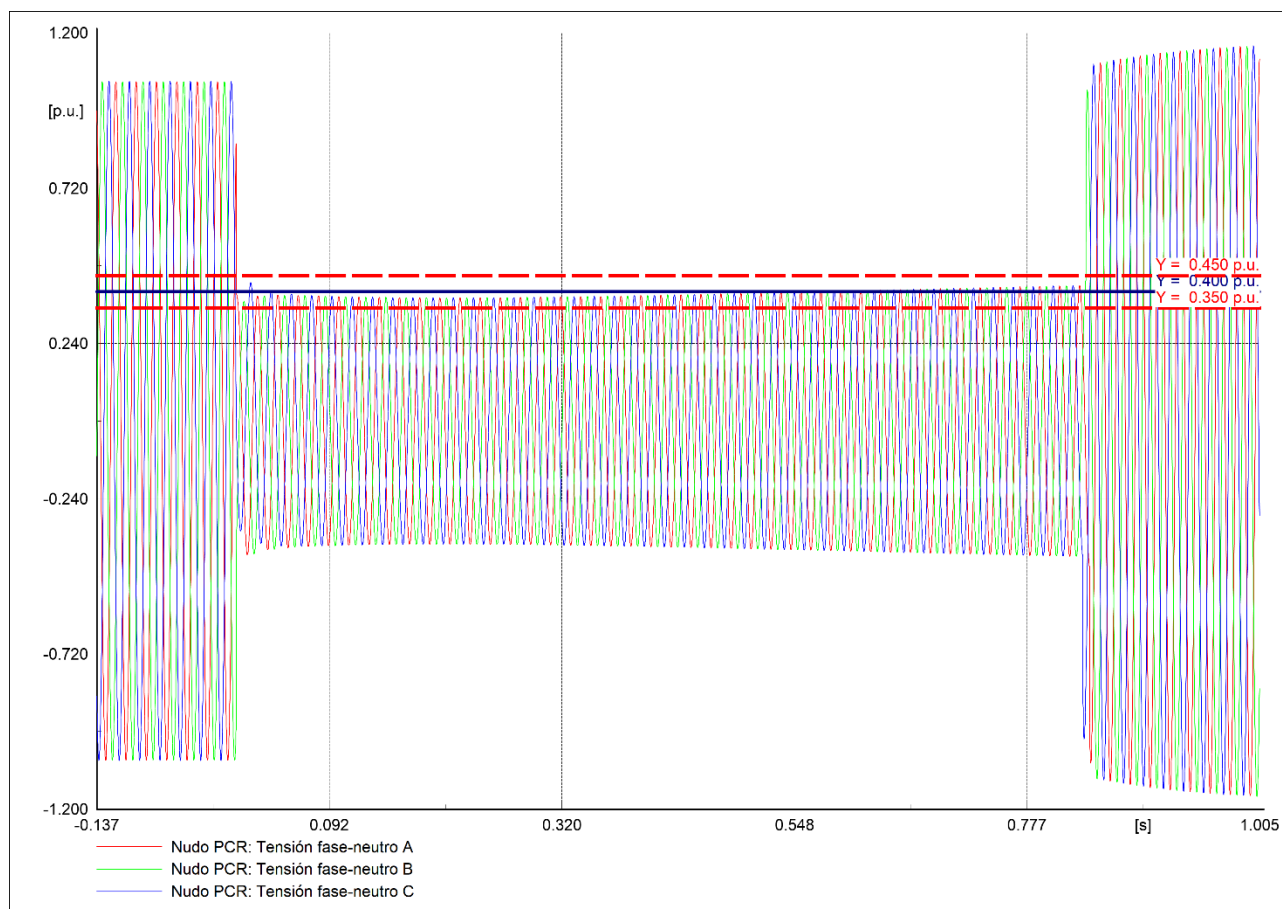


## 4.8.2 Resultados de simulación



**Figura 28: Gráfico de PQw en GEN\_EQ**

**Figura 29: Gráfico de Tensiones**



**Figura 30: Gráfico de Tensiones Fase-Neutro PCR**

## 4.9 Caso “09\_EMT\_132kV\_3ph\_75pc\_1340ms”

### 4.9.1 Descripción de la simulación

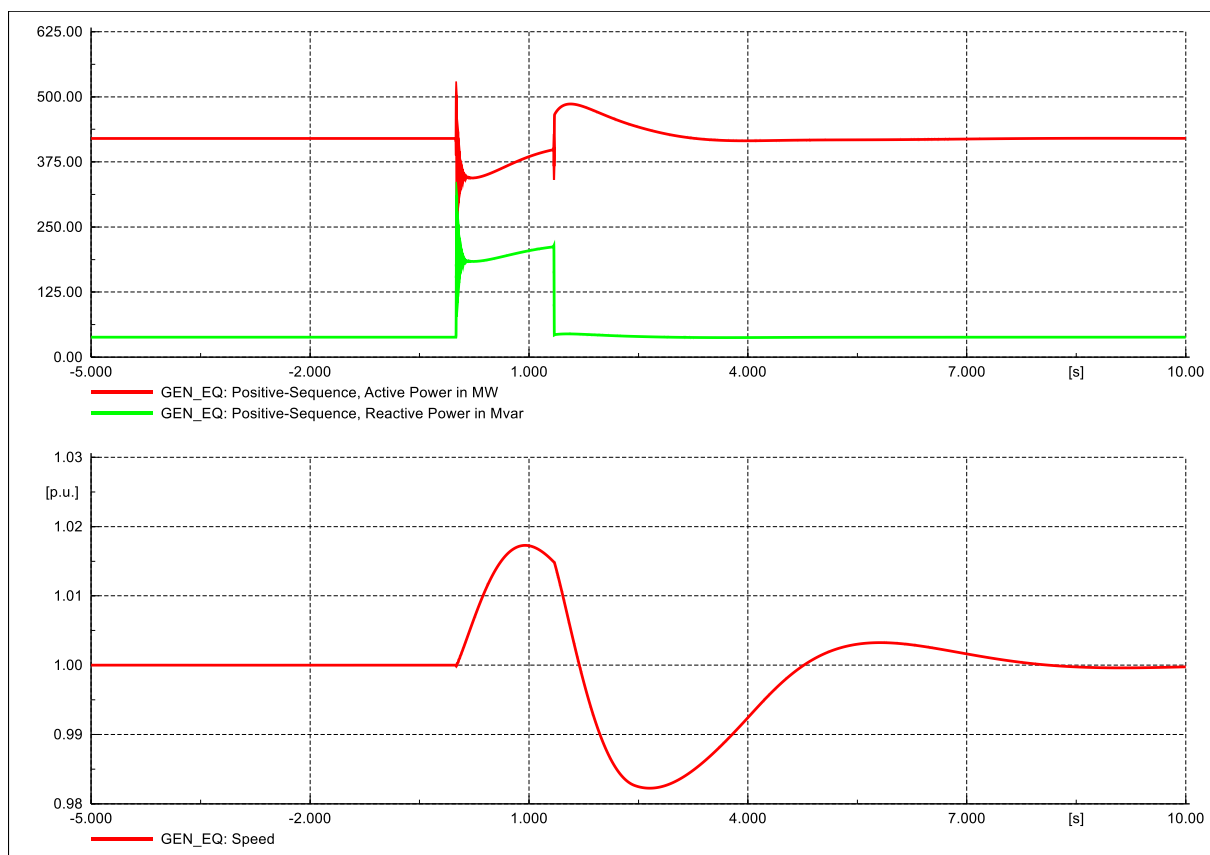
Evento de cortocircuito:

- Tipo: cortocircuito trifásico.
- Elemento: Nudo PCR.
- Instante de tiempo: 0.000 s.
- Resistencia de falta: 0.000 ohm.
- Reactancia de falta: 80.000 ohm.

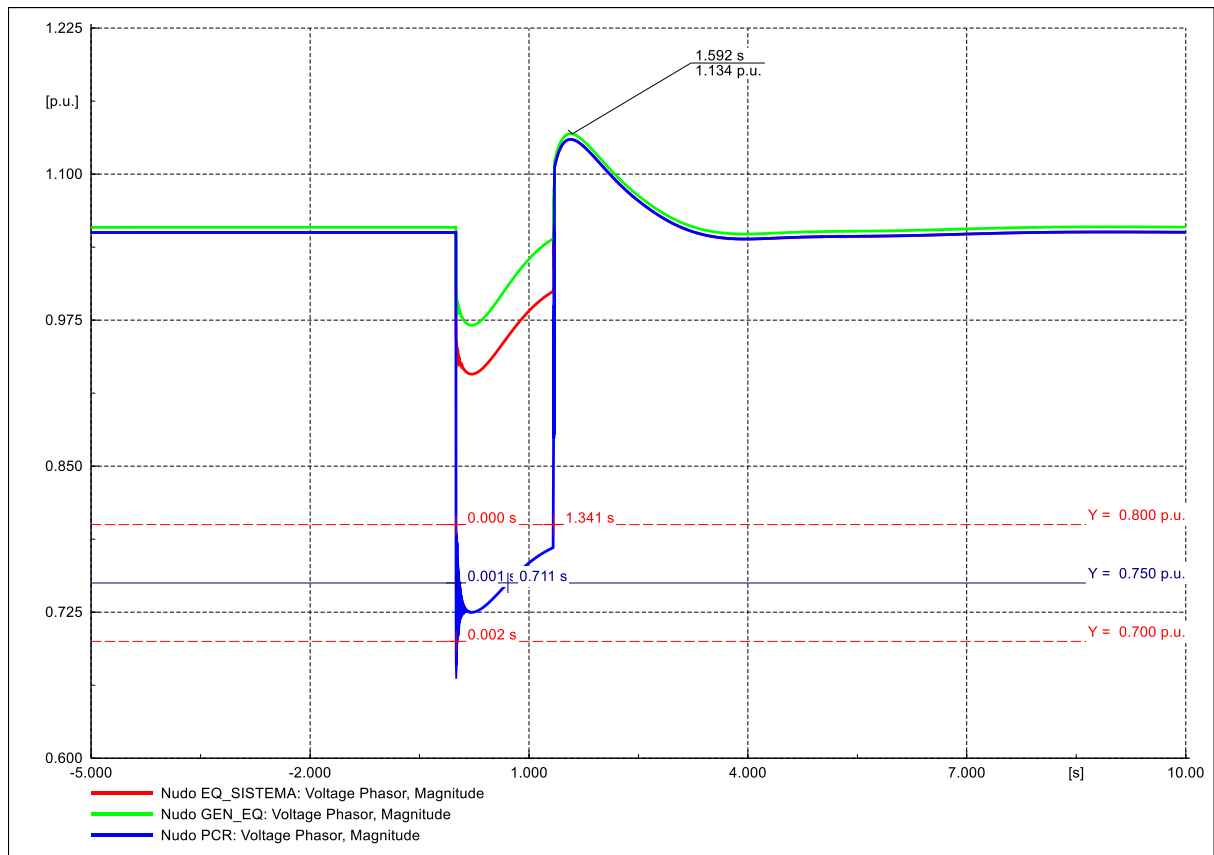
Evento de cortocircuito:

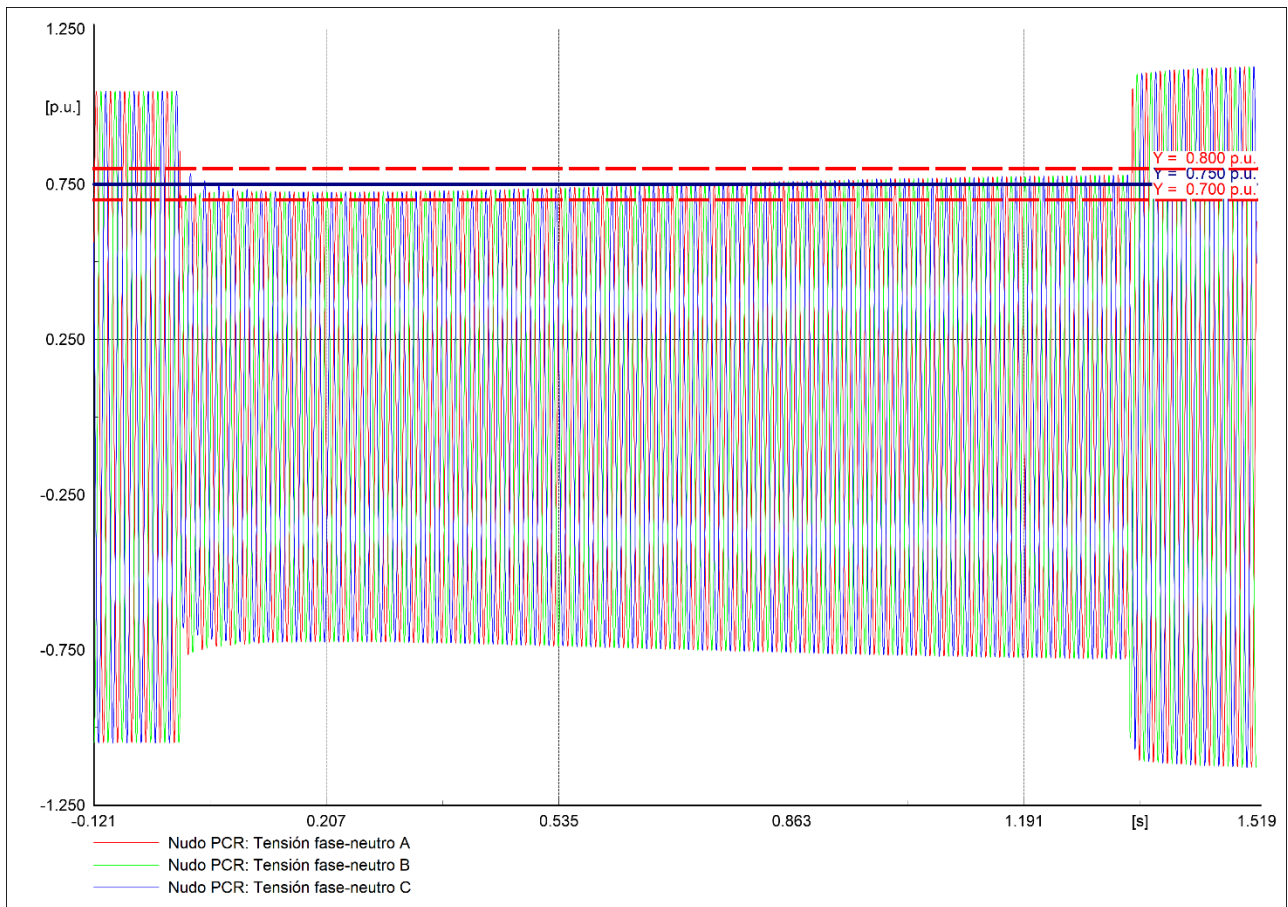
- Tipo: despeje de falta.
- Elemento: Nudo PCR.
- Instante de tiempo: 1.340 s.

### 4.9.2 Resultados de simulación



**Figura 31: Gráfico de PQw en GEN\_EQ**

**Figura 32: Gráfico de Tensiones**



**Figura 33: Gráfico de Tensiones Fase-Neutro PCR**

## 4.10 Caso “10\_EMT\_132kV\_2ph\_0pc\_150ms”

### 4.10.1 Descripción de la simulación

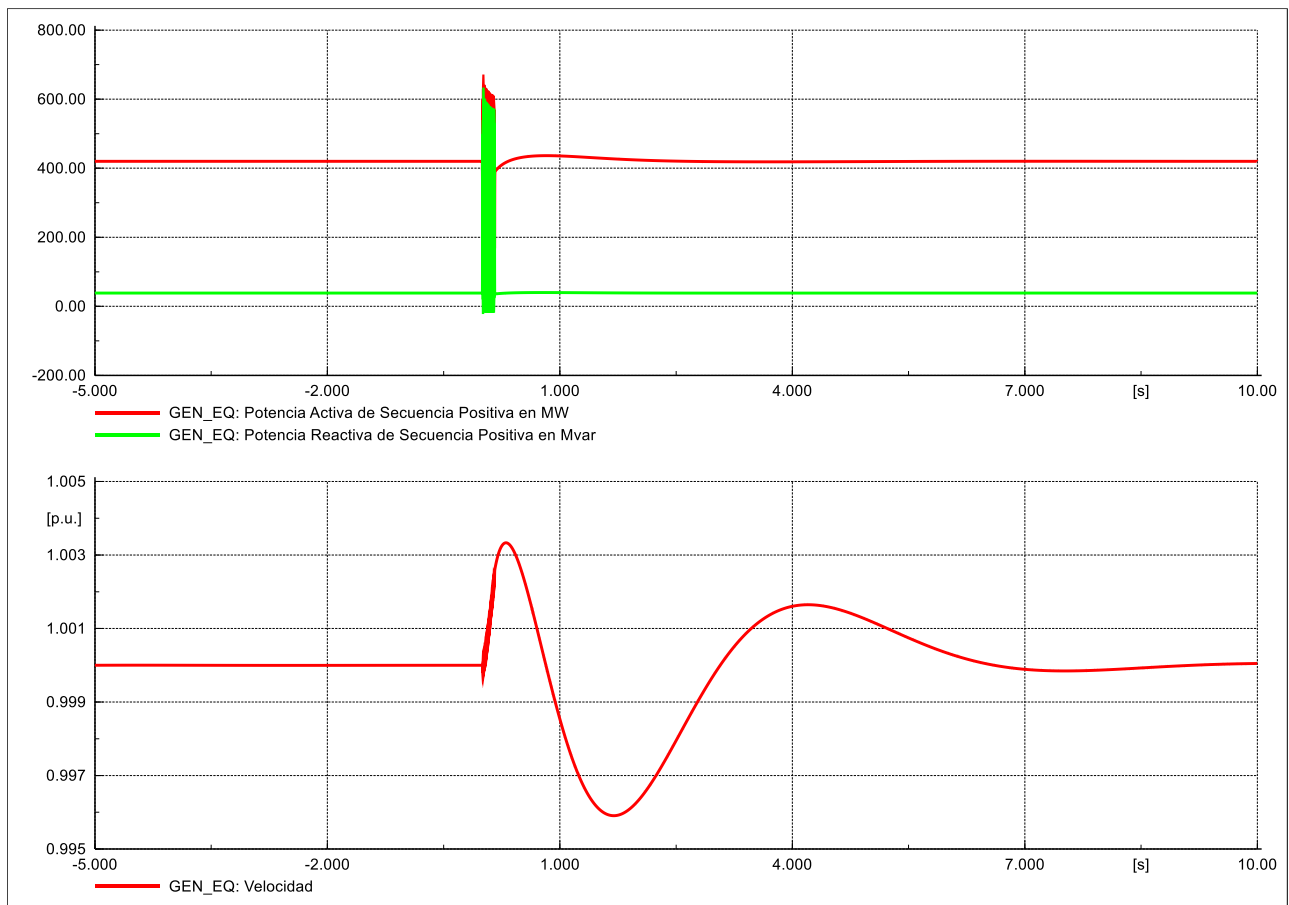
Evento de cortocircuito:

- Tipo: cortocircuito bifásico aislado.
- Elemento: Nudo PCR.
- Instante de tiempo: 0.000 s.
- Resistencia de falta: 0.000 ohm.
- Reactancia de falta: 0.000 ohm.

Evento de cortocircuito:

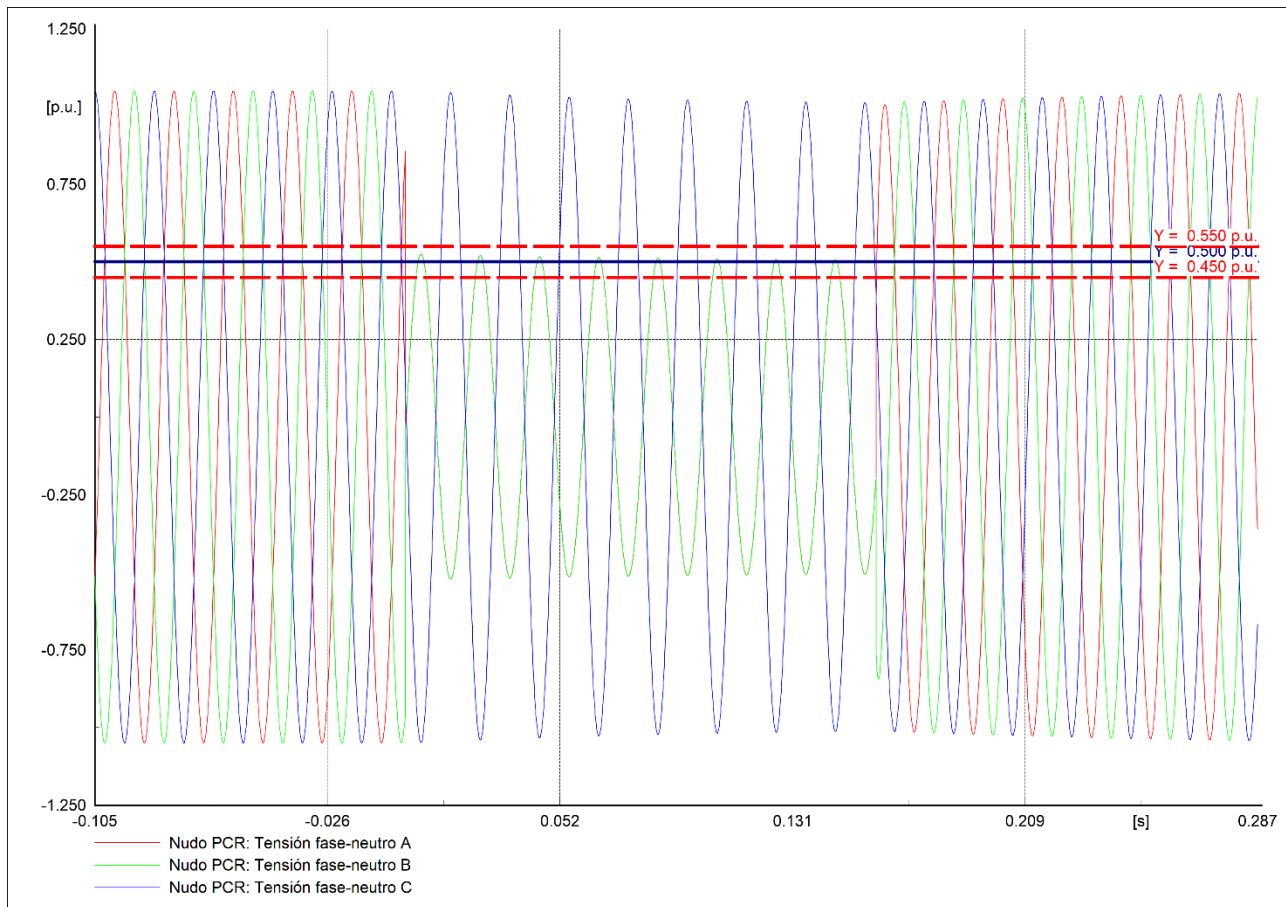
- Tipo: despeje de falta.
- Elemento: Nudo PCR.
- Instante de tiempo: 0.150 s.

## 4.10.2 Resultados de simulación



**Figura 34: Gráfico de PQw en GEN\_EQ**





**Figura 35: Gráfico de Tensiones Fase-Neutro PCR**

## 4.11 Caso “11\_EMT\_132kV\_2ph\_20+50pc\_830ms”

### 4.11.1 Descripción de la simulación

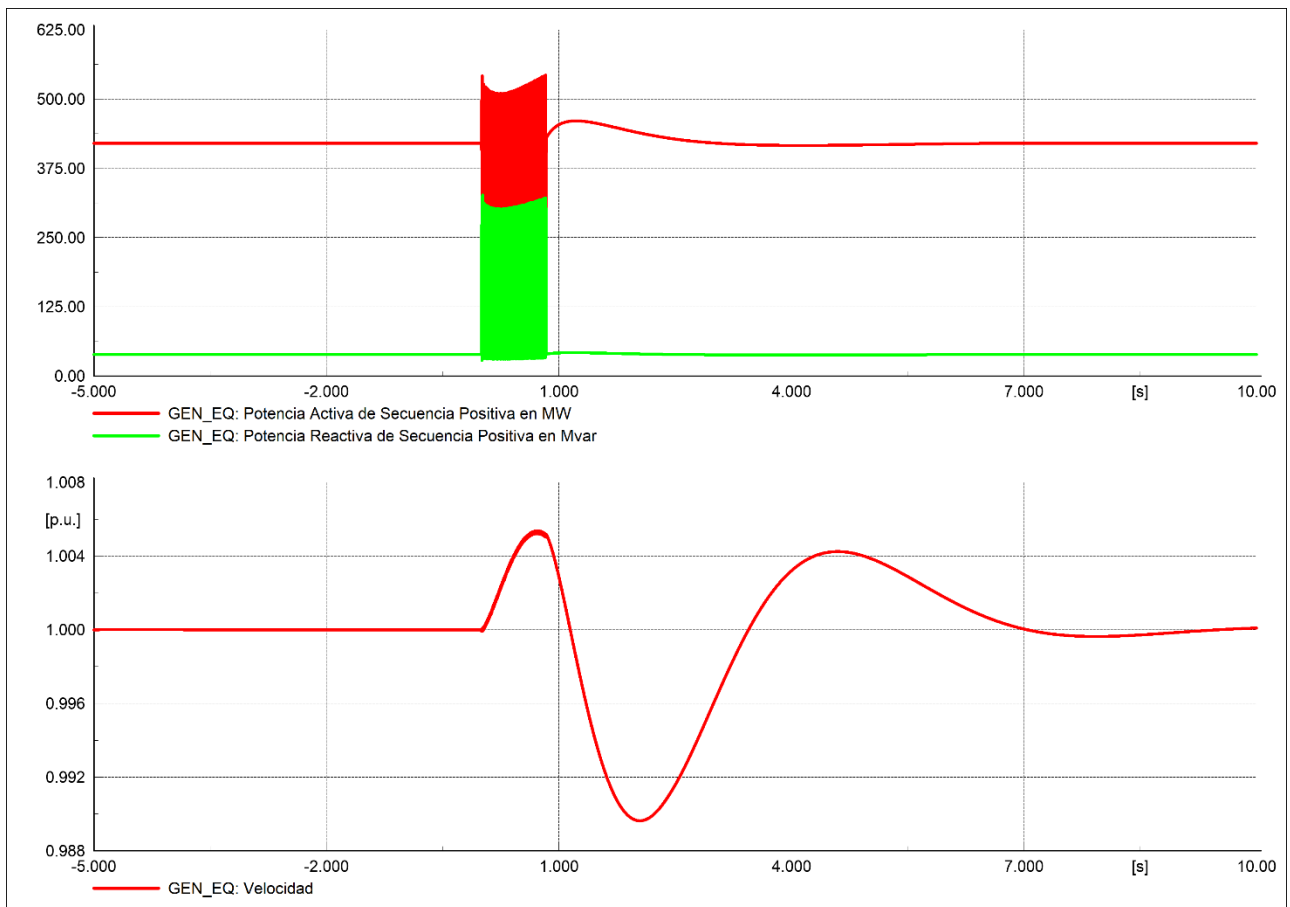
Evento de cortocircuito:

- Tipo: cortocircuito bifásico aislado.
- Elemento: Nudo PCR.
- Instante de tiempo: 0.000 s.
- Resistencia de falta: 25.000 ohm.
- Reactancia de falta: 60.000 ohm.

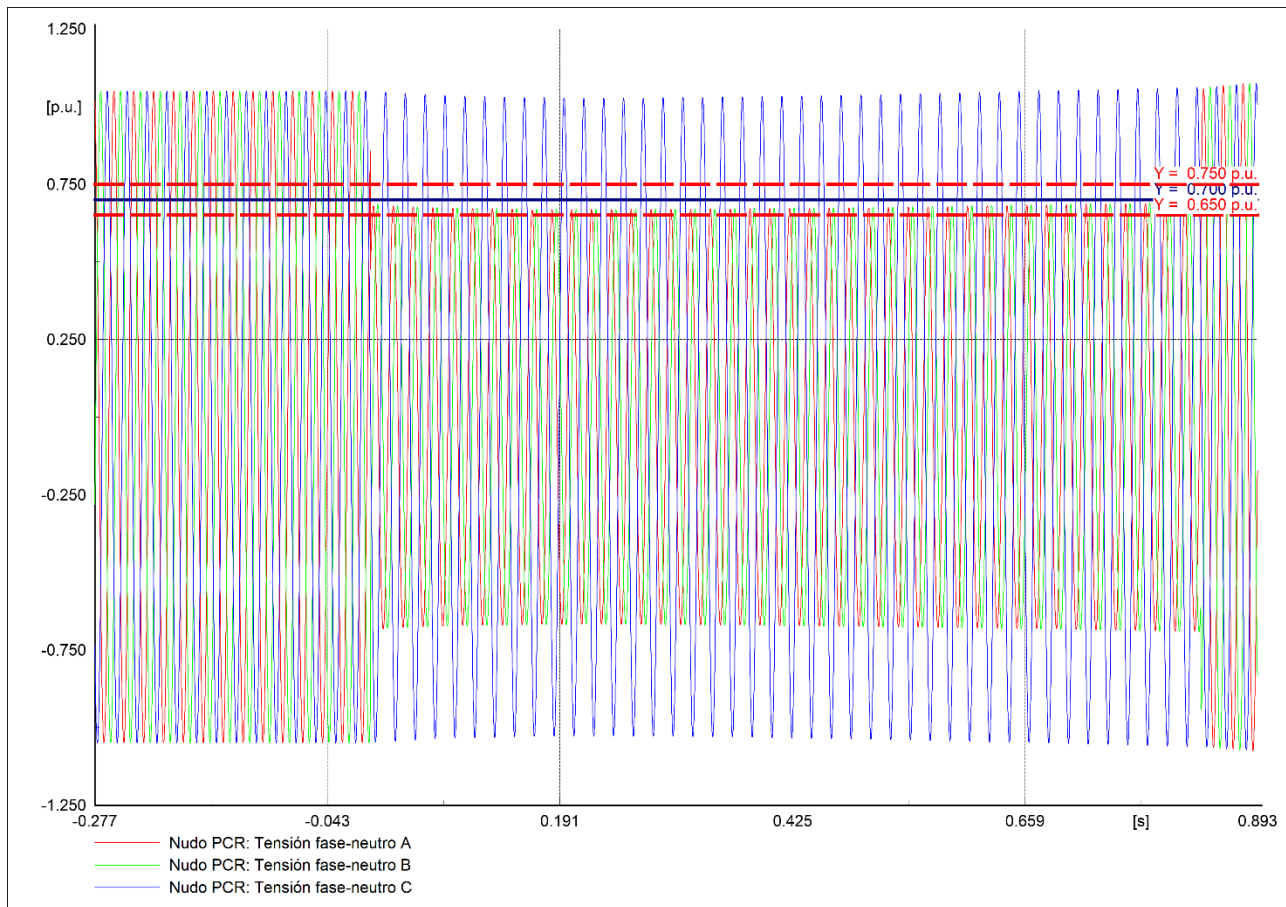
Evento de cortocircuito:

- Tipo: despeje de falta.
- Elemento: Nudo PCR.
- Instante de tiempo: 0.830 s.

#### 4.11.2 Resultados de simulación



**Figura 36: Gráfico de PQw en GEN\_EQ**



**Figura 37: Gráfico de Tensiones Fase-Neutro PCR**

## 4.12 Caso “12\_EMT\_132kV\_2ph\_37.5+50pc\_1340ms”

### 4.12.1 Descripción de la simulación

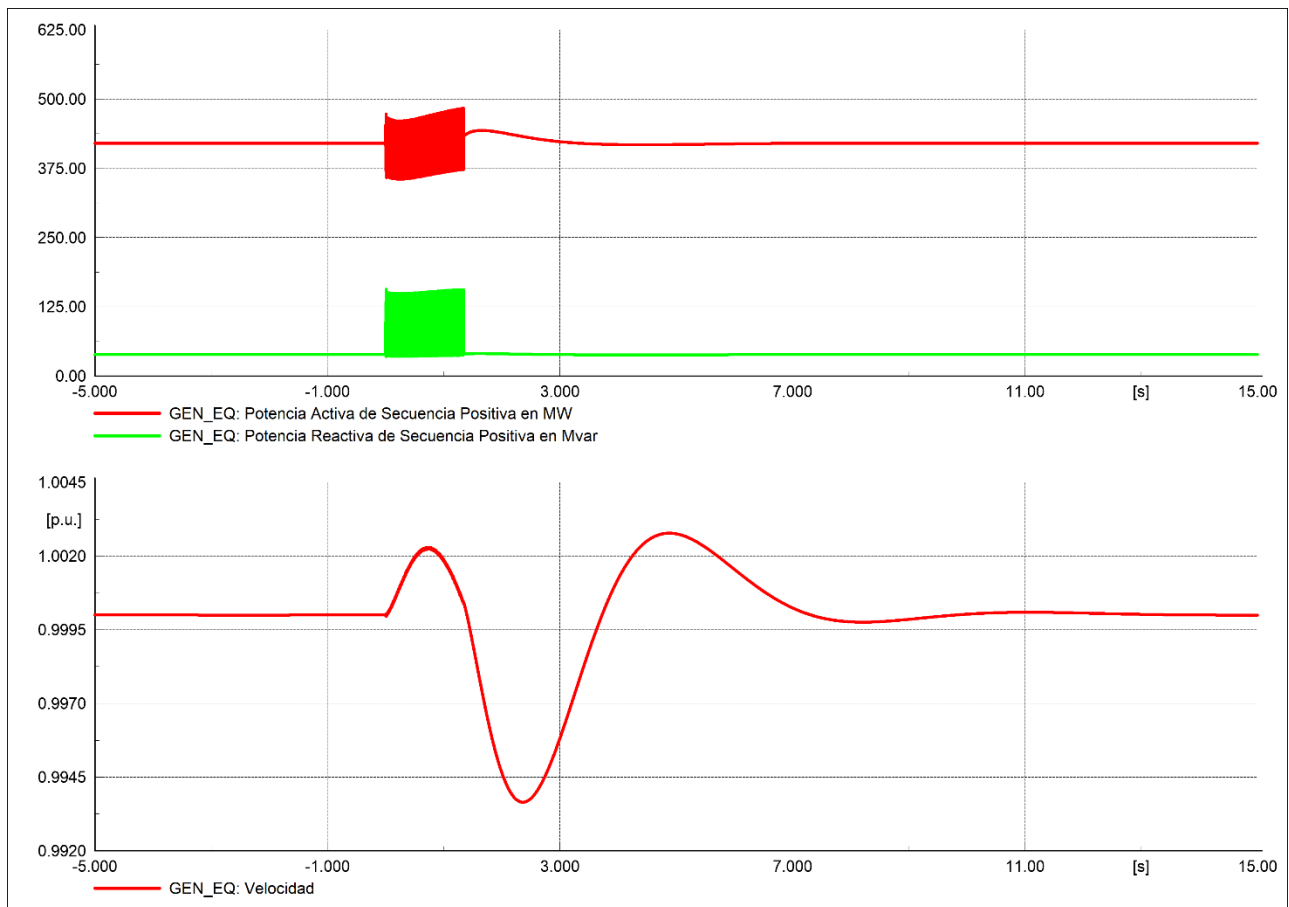
Evento de cortocircuito:

- Tipo: cortocircuito bifásico aislado.
- Elemento: Nudo PCR.
- Instante de tiempo: 0.000 s.
- Resistencia de falta: 100.000 ohm.
- Reactancia de falta: 240.000 ohm.

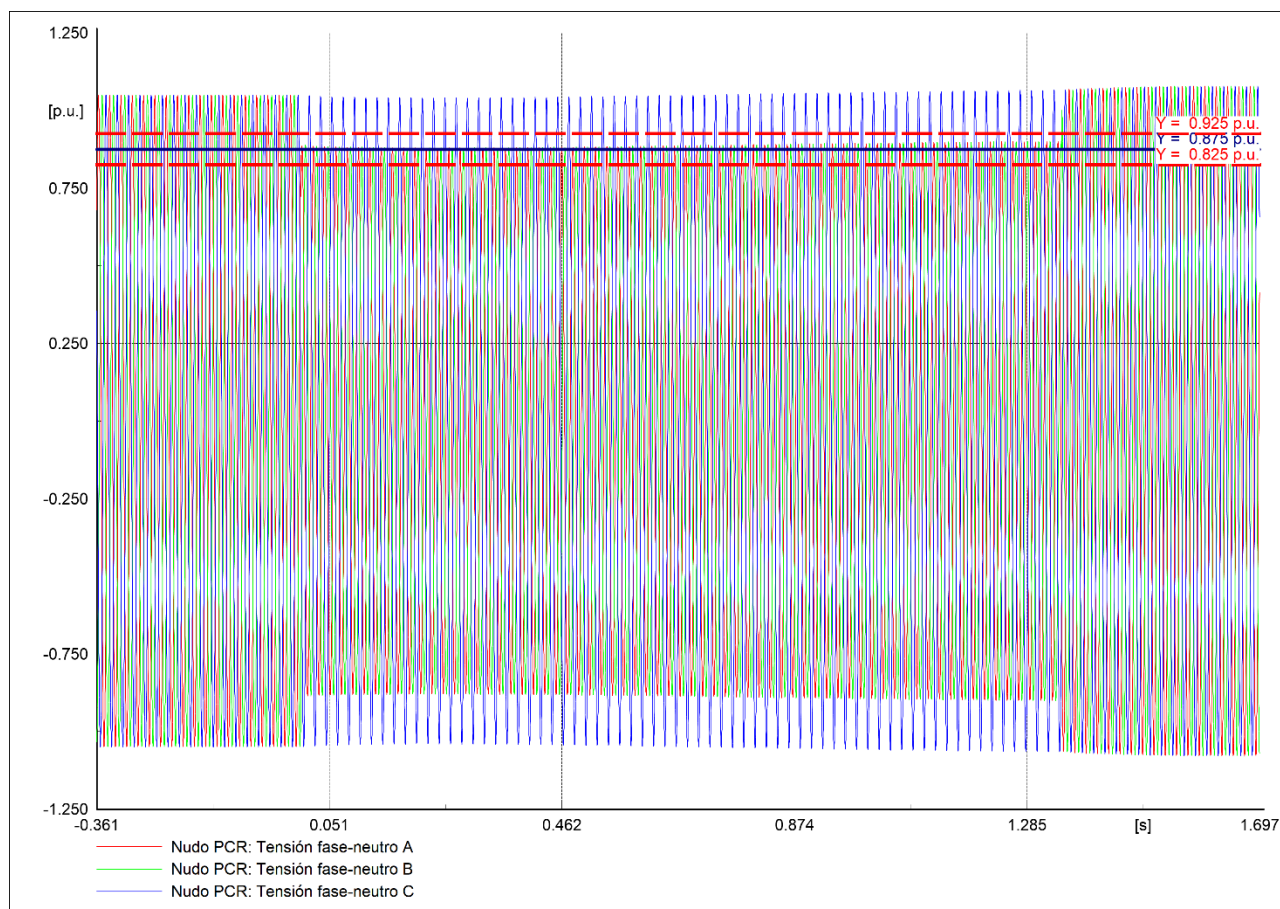
Evento de cortocircuito:

- Tipo: despeje de falta.
- Elemento: Nudo PCR.
- Instante de tiempo: 1.340 s.

## 4.12.2 Resultados de simulación



**Figura 38: Gráfico de PQw en GEN\_EQ**



**Figura 39: Gráfico de Tensiones Fase-Neutro PCR**