

## Ejemplos de aplicación – SmartGrids

# Configuración Óptima de Puntos de Seccionamiento en Redes de Distribución

DIGSILENT Ibérica, S.L.  
José Abascal, 44. Planta 1  
28003 – Madrid

<http://www.digsilentiberica.es> / <http://www.digsilent.es>

## 1 Ejemplos de aplicación

DIGSILENT PowerFactory 15.2 se suministra con un completo paquete de ayuda para usuarios. Se proporcionan documentos con información básica del programa y sus funciones, así como referencias técnicas con descripciones matemáticas de modelos, detalles de los algoritmos avanzados de simulación y ejemplos de aplicación. Los ejemplos de aplicación están disponibles para todos los usuarios desde el menú del programa "File→ Examples".

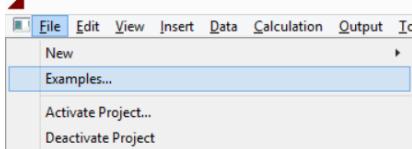


Figura 1: Menú File → Examples

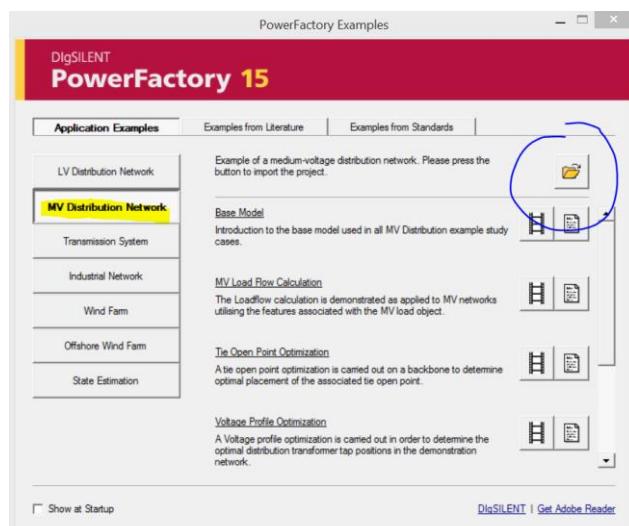


Figura 2: Ejemplos de aplicación de DIGSILENT PowerFactory

El ejemplo que presentamos en este documento es el ejemplo "MV Distribution Network". Como se observa en la Figura 2, es posible importar el proyecto para acceder a él mediante clic en la carpeta rodeada en azul. Este ejemplo se suministra ya preparado con varios casos de estudio predefinidos, como se ve en la Figura 3.

Los ejemplos de aplicación se acompañan de documentos en pdf que incluyen una descripción de cada uno de los casos de estudio predefinidos y además, de unos videos para facilitar al usuario el manejo y navegación a través de estos ejemplos.

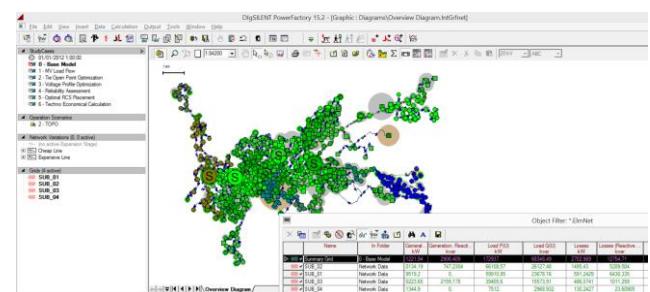


Figura 3: Visión general del Proyecto en DIGSILENT PowerFactory 15.2

En este proyecto, se emplea una red de media tensión con diagramas detallados de 4 subestaciones principales AT/MT (63/20kV) y 862 subestaciones secundarias o centros de distribución MT (20kV). En total se han definido 4329 terminales (buses). El sistema se compone de 950 cargas de media tensión cuyo modelo incluye transformador MT/BT, distribuidas en 75 líneas de alimentación principales (feeders). Se han definido 121 posibles caminos o anillos (backbones) para operar las líneas de alimentación principales. El sistema cuenta con tres generadores, modelados como generadores estáticos y tres sistemas de almacenamiento energético de 3MVar conectados a la subestación 1. La carga total del sistema es de 172.937 MW como se detalla en la Tabla 1. El consumo de reactiva, pérdidas y niveles de generación obtenidos al resolver un flujo de cargas en el caso base, también se detalla en la Tabla 1.

A continuación se presenta el algoritmo para la configuración óptima de puntos de seccionamiento normalmente abiertos en redes de distribución aplicado a esta red de media tensión que se suministra como ejemplo en DIGSILENT PowerFactory.

## 2 Algoritmo de configuración óptima de puntos de seccionamiento en la red de distribución

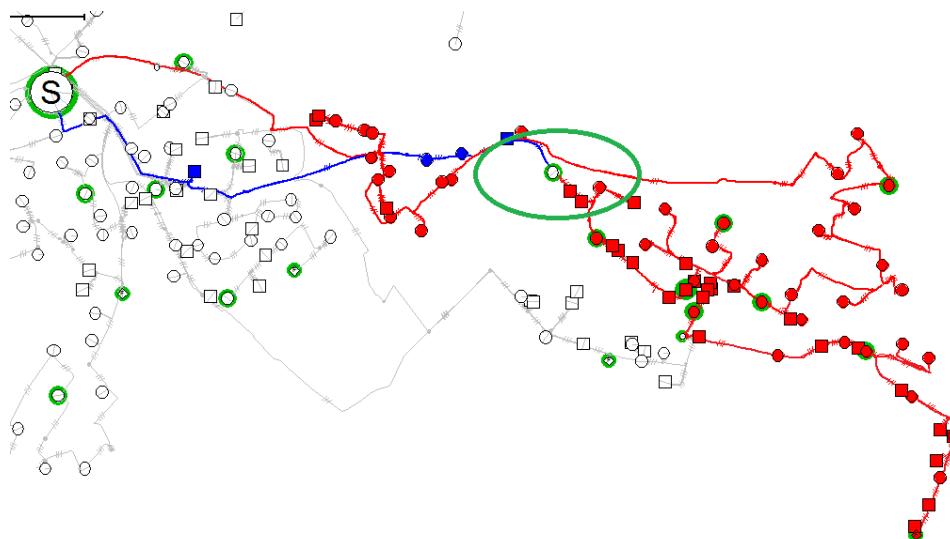
El algoritmo de optimización de puntos de seccionamiento abiertos en redes de distribución permite calcular el punto óptimo de apertura para líneas alimentadas en anillo en redes de distribución siguiendo una de las siguientes funciones objetivo:

- Minimización de las pérdidas.
- Optimización de los índices de fiabilidad.
- Optimización del coste (Pérdidas + fiabilidad).

Para ilustrar el funcionamiento de este algoritmo se realizará la optimización del punto de seccionamiento entre las líneas de alimentación número 61 y 73 de la red de distribución, cuya localización se muestra en la Figura 4 marcada en verde.

**Tabla 1: Potencia activa y reactiva, generada y consumida en la red de media tensión. Pérdidas.**

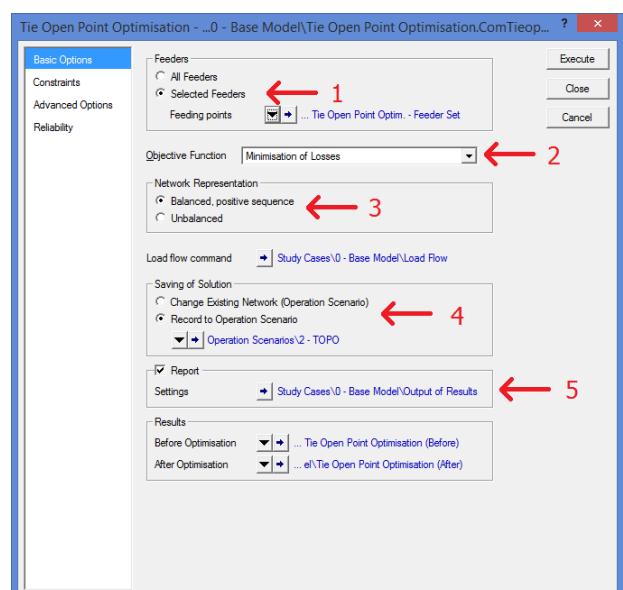
Nombre	Generación P [kW]	Generación Q [kVAr]	Carga P [kW]	Carga Q [kVAr]	Pérdidas ΔP [kW]	Pérdidas ΔQ [kVAr]
SUB_01	9519,20	0,00	59910,85	23678,16	591,24	6430,34
SUB_02	10134,19	747,23	66108,57	26127,48	1495,43	5289,50
SUB_03	10223,65	2159,18	39405,60	15573,91	486,07	1011,26
SUB_04	1344,90	0,00	7512,00	2968,93	130,24	23,61
<b>Summary Grid</b>	<b>31221,94</b>	<b>2906,41</b>	<b>172937,00</b>	<b>68348,49</b>	<b>2702,99</b>	<b>12754,71</b>

**Figura 4: Localización del punto de apertura entre las líneas de alimentación número 61 y 73.**

Activaremos el caso de estudio "2 - Tie Open Point Optimization" y tras seleccionar la barra de herramientas "Distribution Network Tools", realizaremos la optimización del punto de seccionamiento entre ambas líneas de alimentación utilizando la opción "Tie Open Point Optimisation" ( ).

En la **Figura 5** se muestra la ventana de diálogo de la función de optimización del punto de seccionamiento, en la que se deben introducir los siguientes ajustes para realizar la optimización del punto de apertura entre las líneas de alimentación 61 y 73:

1. Seleccionar las líneas de alimentación principales entre las cuales se desea optimizar el punto de apertura (para seleccionar varias líneas de alimentación se debe mantener pulsada la tecla "Ctrl" mientras se hace clic).
2. Selección de la función objetivo a emplear en la optimización, en este caso minimizar las pérdidas.
3. Tipo de representación de red para resolver el flujo de cargas, equilibrada o desequilibrada.
4. Acciones a realizar cuando se obtenga la solución: modificar la red actual o guardar los cambios propuestos en un nuevo escenario de operación.
5. Generación de un informe de resultados.

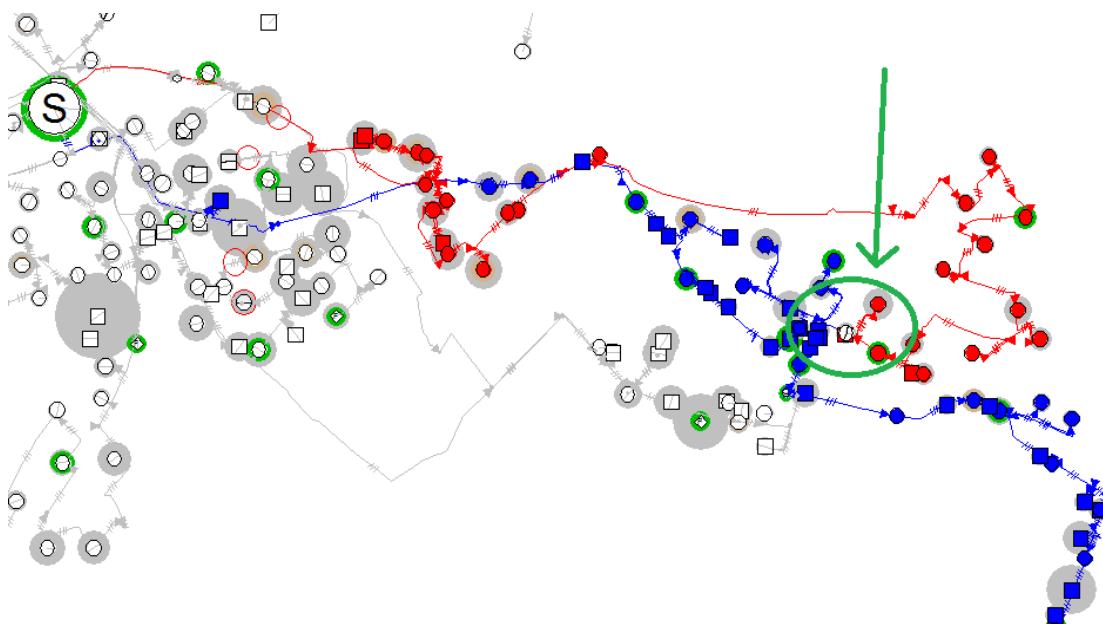
**Figura 5: Ventana de diálogo de la función de optimización del punto de seccionamiento. Pestaña "Basic Options"**

**Tabla 2: Resultados de la optimización del punto de seccionamiento para minimizar pérdidas**

Línea de alimentación		Pérdidas [MW]	Carga total [MW]	Número de consumidores	Caída de tensión máxima [%]	Subida de tensión máxima [%]	Tensión mínima [p.u.]	Tensión máxima [p.u.]
FD_61	Antes	0.4129	11.1059	1438	5.2254	0.0000	0.9438	0.9893
	Después	0.0785	5.4940	966	1.3544	0.0000	0.9858	0.9963
	Diferencia	-0.3343	-5.6119	-472	-3.8711	0.0000	0.0420	0.0070
FD_73	Antes	0.0050	1.0530	41	0.0855	0.0000	1.0133	1.0140
	Después	0.1138	6.6650	513	2.2110	0.0000	0.9913	1.0123
	Diferencia	0.1088	5.6120	472	2.1255	0.0000	-0.0220	-0.0017

**Tabla 3: Resumen de resultados de la optimización del punto de seccionamiento para minimizar pérdidas**

	Pérdidas [MW]	Carga total [MW]	Número de consumidores [-]	Caída de tensión máxima [%]	Subida de tensión máxima [%]	Tensión mínima [p.u.]	Tensión máxima [p.u.]
Antes de la optimización	0.4179	12.1589	1479	0.0855	0.0000	1.0133	0.9893
Después de la optimización	0.1923	12.1590	1479	2.2110	0.0000	0.9913	0.9963
Diferencia	-0.2255	0.0001	0	2.1255	0.0000	-0.0220	0.0070
Diferencia [%]	<b>-53.9734</b>	<b>0.0008</b>	<b>0</b>	<b>2486.5743</b>	<b>0.0000</b>	<b>-2.1702</b>	<b>0.7091</b>



**Figura 6: Punto de secciónamiento optimizado mediante PowerFactory**

Los resultados de la optimización del punto de secciónamiento entre las líneas de alimentación 61 y 73 se presentan mediante un informe en la ventana de salida del programa. La Tabla 2 y Tabla 3 muestran diferentes variables antes y después de la modificación del punto de secciónamiento.

Como se puede observar en las tablas de resultados mediante la optimización del punto de secciónamiento entre las líneas de alimentación 61 y 73 se consigue una notable disminución de las pérdidas.

En la Figura 6 se muestra la nueva localización del punto de secciónamiento obtenido mediante la utilización del algoritmo de optimización. El algoritmo reparte los consumidores reduciendo los clientes servidos a través del alimentador 61 y aumentando los servidos desde el alimentador 73. De esta manera aumentan las pérdidas en el alimentador 73, pero el balance total respecto a la reducción de pérdidas en el alimentador 61 es positivo.

El aumento de carga en el alimentador 71 provoca un aumento de la caída de tensión máxima de hasta 2.2%. Este valor se encuentra dentro de los límites de operación

normal. La caída de tensión máxima del 5.2% en el alimentador 61 se reduce a 1.3% después de la optimización, garantizando a los usuarios un mejor perfil de tensiones y con ello mejorando la calidad de servicio.

## 3 Conclusiones

Se ha presentado el ejemplo de aplicación que se suministra con el programa DIgSILENT PowerFactory. El ejemplo lleva incluidos los siguientes casos de estudio:

- Optimización de puntos de seccionamiento
- Optimización de perfiles de tensión
- Evaluación de la fiabilidad
- Optimización de la restauración de potencia
- Localización óptima de interruptores inteligentes controlados telemáticamente
- Cálculos técnico-económicos

Además, se ha detallado un nuevo caso de estudio relacionado con la configuración óptima de puntos de seccionamiento en redes de distribución y las opciones que proporciona DIgSILENT PowerFactory de minimización de pérdidas, mejora de la fiabilidad o ambos criterios de forma conjunta. En el marco de las redes inteligentes, es interesante explotar el potencial de los sistemas de automatización para reconfigurar en tiempo real la topología de las redes de distribución y ajustar los puntos de seccionamiento en función de la cantidad de clientes conectados a la red, con objeto de reducir pérdidas y mejorar el perfil de tensiones, como hemos visto a lo largo de este ejemplo. Este potencial es muy importante no sólo durante la operación normal del sistema sino también en caso de fallos e incidencias, para reducir el tiempo de interrupción, evitar congestiones y conseguir una autogestión optimizada.

El artículo completo se puede descargar de nuestra web:  
<http://www.digsilentiberica.es/uploads/articles/>

## 4 Referencias

- [1] Manual de usuario DIgSILENT PowerFactory 15.2
- [2] Ejemplos de aplicación. Documentación ejemplo de aplicación "MV Distribution Network"

## 5 Contacto

Para obtener más información sobre este caso de estudio, contacte por favor con Ana Morales o Xavier Robe:  
Email: [a.morales@digsilent.com](mailto:a.morales@digsilent.com) / [x.robe@digsilent.com](mailto:x.robe@digsilent.com)  
Teléfono: +34637476075 / +34637476076  
DIgSILENT Ibérica, S.L.  
José Abascal, 44. Planta 1.  
28003 – Madrid  
<http://www.digsilentiberica.es> / <http://www.digsilent.es>