

Ejemplos de aplicación – SmartGrids

Optimización del plan de tensión en Redes de Distribución

DigSILENT Ibérica, S.L.
 José Abascal, 44. Planta 1
 28003 – Madrid
<http://www.digsilentiberica.es>

1 Ejemplos de aplicación

DigSILENT PowerFactory 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".

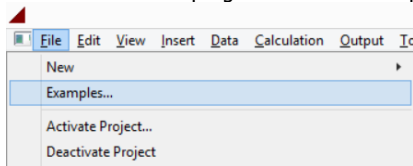


Figura 1: Menú File → Examples.

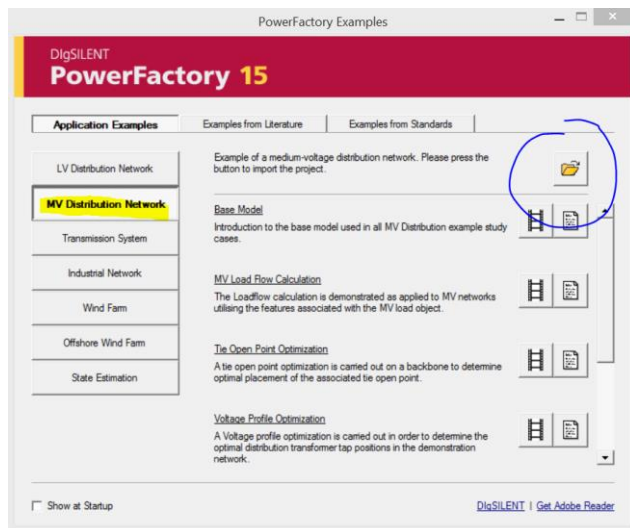


Figura 2: Ejemplos de aplicación de DigSILENT PowerFactory.

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.

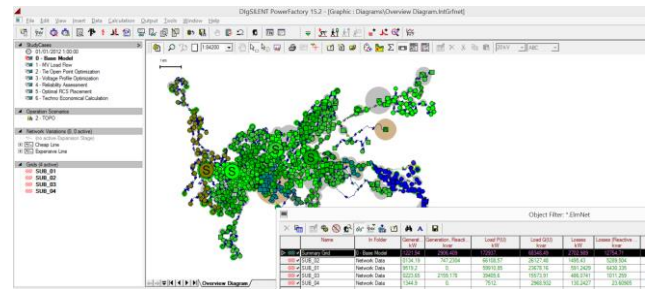


Figura 3: Visión general del Proyecto en DigSILENT PowerFactory 15.2.

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 optimización del plan de tensión en redes de distribución aplicado a esta red de media tensión que se suministra como ejemplo en DigSILENT PowerFactory.

2 Algoritmo de optimización del plan de tensión en la red de distribución

PowerFactory permite realizar una optimización del plan de tensión de la red mediante la modificación de la posición de las tomas de los transformadores con las siguientes funcionalidades:

- Consideración independiente del caso de producción y de consumo: permite realizar la optimización para el caso de producción y consumo, o únicamente uno de ellos.
- Optimización de las posiciones de las tomas del transformador maximizando la generación o el consumo.
- Modo de verificación: Con este modo es posible verificar las posiciones actuales de las tomas del transformador mostrando cualquier violación de los límites predefinidos de tensión (no se calculan posiciones óptimas).

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
Summary Grid	31221,94	2906,41	172937,00	68348,49	2702,99	12754,71

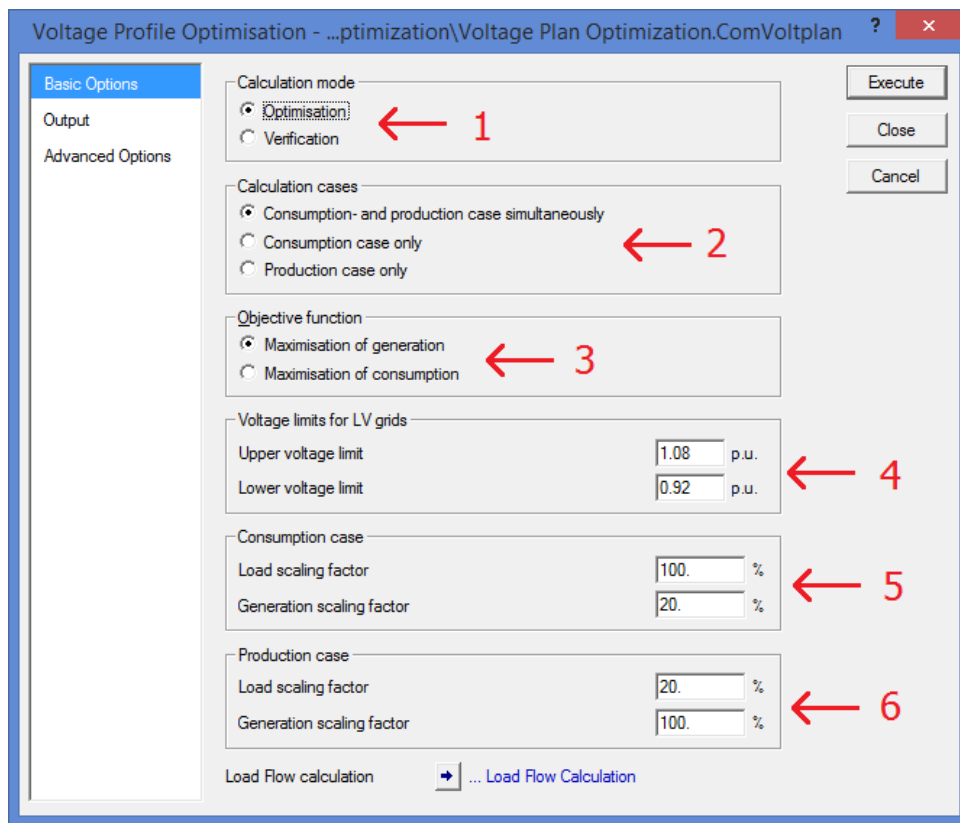


Figura 4: Cuadro de diálogo de la función de optimización del plan de tensión. Pestaña "Basic Options".

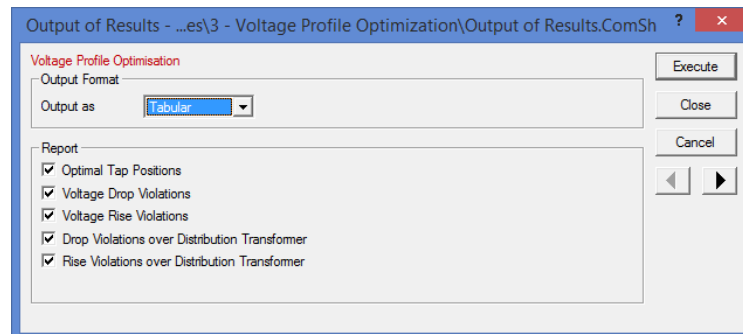


Figura 5: Función de generación de informes para la optimización del plan de tensión.

Utilizaremos el caso de estudio "3 - Voltage Profile Optimization" y tras seleccionar la barra de herramientas "Distribution Network Tools" es posible realizar la optimización utilizando la opción "Voltage Profile Optimisation" ().

En la Figura 4 se muestra el cuadro de diálogo de la función de optimización del plan de tensión, en la que se deben introducir los siguientes ajustes:

1. Tipo de cálculo a utilizar, optimización completa o sólo verificación.
2. Casos que se quieren considerar en la optimización: consumo, generación o ambos.
3. Función objetivo de la optimización.
4. Banda de tensión límite superior e inferior permitida.
5. Factor de escala para la carga y generación en el caso de consumo.
6. Factor de escala para la carga y generación en el caso de generación.

Los resultados de la optimización del plan de tensión se pueden consultar mediante la opción "Reports Voltage

Profile Optimisation" () que permite generar informes en forma tabular. Los informes que se pueden generar mediante esta función son los siguientes:

- Posiciones óptimas de los cambiadores de tomas de los transformadores.
- Violaciones del límite inferior de tensión.
- Violaciones del límite superior de tensión.
- Violaciones del límite de caída de tensión máxima en el transformador de distribución.
- Violaciones del límite de aumento de tensión máxima en el transformador de distribución.

La Figura 6 muestra el informe tabular de posiciones de los cambiadores de tomas de la red de distribución para conseguir la optimización del plan de tensión.

Además de los informes en formato tabular también es posible crear gráficos (Figura 7) para visualizar el plan de tensión de cada línea de alimentación de la red de distribución mediante un solo clic mediante la función

"Voltage Profile Plot" ().

	MV load element	Feeder	Ratio [1x]	Minimum tap position	Maximum tap Position	Neutral tap Position	Add.V./tap [%]	Minimum allowed tap position	Maximum allowed tap position	Opt. position	Voltage HV-side (Consumption case) [p.u.]	Voltage L (Consumption case) [p.u.]
1	mv LD_MV_025	FD_01	1.025	-1	3	1	2.5	-1	3	-1	1.024	
2	mv LD_MV_024	FD_01	1.025	-1	3	1	2.5	-1	3	-1	1.023	
3	mv LD_MV_019	FD_01	1.025	-1	3	1	2.5	-1	3	-1	1.022	
4	mv LD_MV_021	FD_01	1.000	-1	3	1	2.5	-1	3	-1	1.021	
5	mv LD_MV_031	FD_01	1.000	-1	3	1	2.5	-1	3	-1	1.020	
6	mv LD_MV_028	FD_01	1.000	-1	3	1	2.5	-1	3	-1	1.020	
7	mv LD_MV_056	FD_01	1.025	-1	3	1	2.5	-1	3	-1	1.020	
8	mv LD_MV_033	FD_01	1.000	-1	3	1	2.5	-1	3	0	1.019	
9	mv LD_MV_046	FD_01	1.000	-1	3	1	2.5	-1	3	-1	1.018	
10	mv LD_MV_048	FD_01	1.000	-1	3	1	2.5	-1	3	-1	1.018	
11	mv LD_MV_042	FD_01	1.000	-1	3	1	2.5	-1	3	-1	1.018	
12	mv LD_MV_045	FD_01	1.000	-1	3	1	2.5	-1	3	-1	1.018	
13	mv LD_MV_047	FD_01	1.025	-1	3	1	2.5	-1	3	-1	1.017	
14	mv LD_MV_049	FD_01	1.025	-1	3	1	2.5	-1	3	-1	1.017	
15	mv LD_MV_050	FD_01	1.025	-1	3	1	2.5	-1	3	-1	1.017	
16	mv LD_MV_043	FD_01	1.000	-1	3	1	2.5	-1	3	-1	1.017	
17	mv LD_MV_051	FD_01	1.025	-1	3	1	2.5	-1	3	-1	1.017	
18	mv LD_MV_044	FD_01	1.025	-1	3	1	2.5	-1	3	-1	1.017	
19	mv LD_MV_015	FD_02	1.025	-1	3	1	2.5	-1	3	-1	1.025	
20	mv LD_MV_009	FD_02	1.000	-1	3	1	2.5	-1	3	-1	1.024	
21	mv LD_MV_018	FD_02	1.025	-1	3	1	2.5	-1	3	-1	1.024	
22	mv LD_MV_026	FD_02	1.025	-1	3	1	2.5	-1	3	-1	1.023	

Figura 6: Resultados de la optimización del plan de tensión.

La Figura 7 muestra en el eje Y el valor de la tensión en por unidad y en el eje X aparece la distancia existente en kilómetros con el resto de elementos de la línea de alimentación.

En color verde se muestran los resultados para el caso de producción mientras que en color azul se representan los resultados para el caso de consumo.

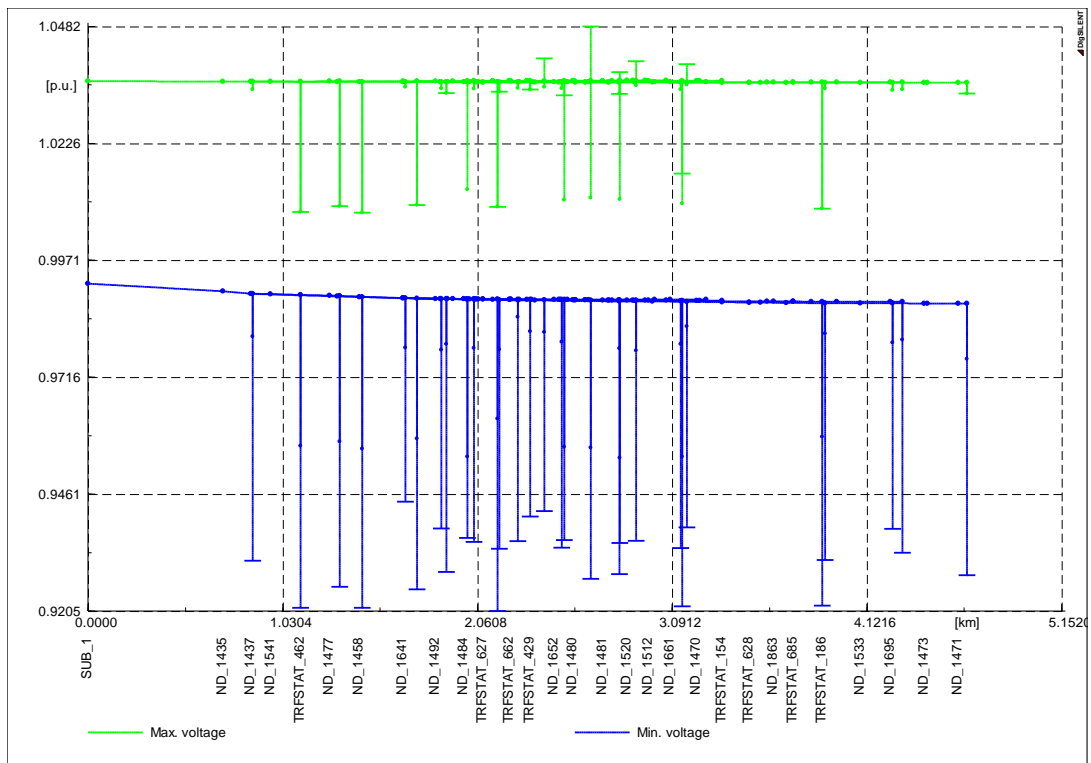


Figura 7: Plan de tensión de la línea de alimentación n°26 de la red de distribución.

3 Conclusiones

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

- Optimización de puntos de seccionamiento
- Optimización del plan 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 optimización del plan de tensión en una red de distribución y las opciones que proporciona DIG SILENT PowerFactory.

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 plan de tensión, 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/articulos/>

4 Referencias

- [1] Manual de usuario DIG SILENT 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 DIG SILENT Ibérica:
 Email: info@digsilentiberica.es
 Teléfono: +34914416040
 DIG SILENT Ibérica, S.L.
 José Abascal, 44. Planta 1.
 28003 – Madrid
<http://www.digsilentiberica.es>