



PROYECTO DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA 4.0

Presentación:

Resultado estudio de impacto circuito 2: BT

Resultado Estudio de Impacto Circuito 2: BT

Contenido:

1. Verificación del Sistema de Información Geográfico (SIG)
2. Retos encontrados para el modelado y simulación.
3. Consideraciones tomadas para la simulación.
4. Tipos de Estudios realizados y sus resultados.
5. Conclusiones.

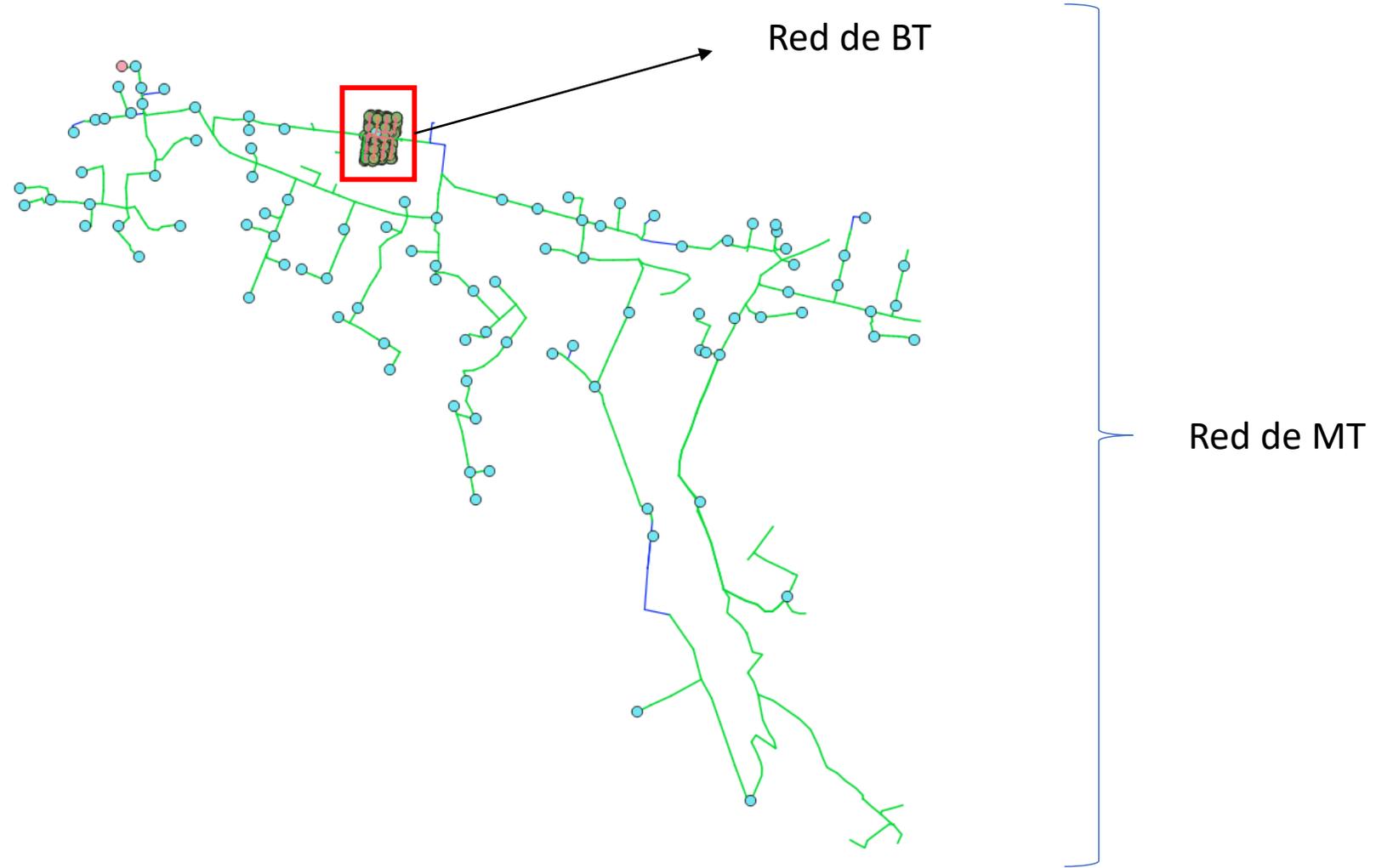
Paso 1: Verificación del SIG



Características:

- Nivel de tensión:
 - BT: 0.22 kV.
- Transformador MT/BT de 250 kVA, Delta-delta.
- Líneas aéreas y subterráneas.
- Número de clientes: 413

Paso 1: Verificación del SIG

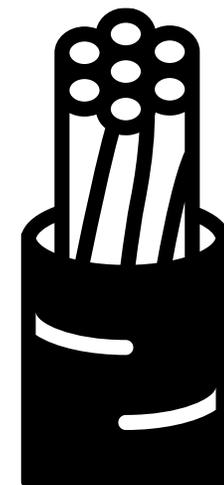


Retos encontrados para el modelado del sistema

- Para este caso, se tenían los siguientes retos:
 - Líneas aéreas tipo **CAAI** (Solucionado del circuito 1).
 - Líneas subterráneas tipo **NYN**.
 - No se brindó información de la geometría de las líneas.
 - Cargas no cuentan con curva de demanda, pero poseen dato de consumo mensual.
 - No se brindó información de la curva de demanda del transformador MT/BT correspondiente.

Retos encontrados para el modelado de las líneas

- La biblioteca de conductores tipo CAAI ya estaba actualizada del primer circuito estudiado.
- Al igual que en el primer circuito, se recurre a las hojas del fabricante para poder determinar las especificaciones dimensionales de acuerdo al tipo de calibre solicitado.



Parámetros líneas tipo NYY

NYY 0,6/1kV

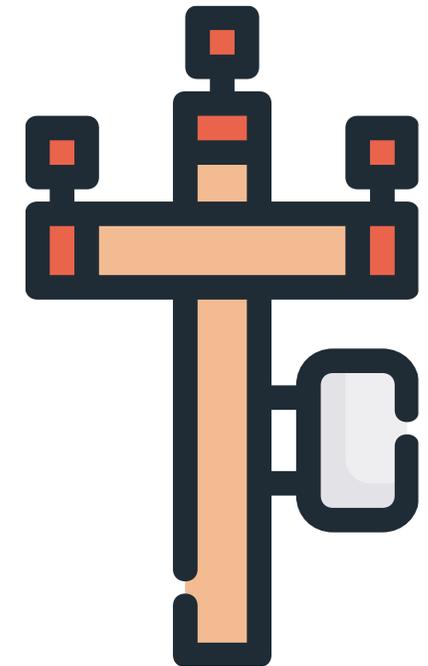
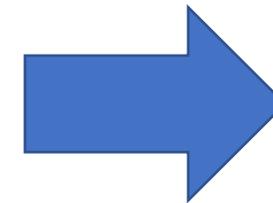
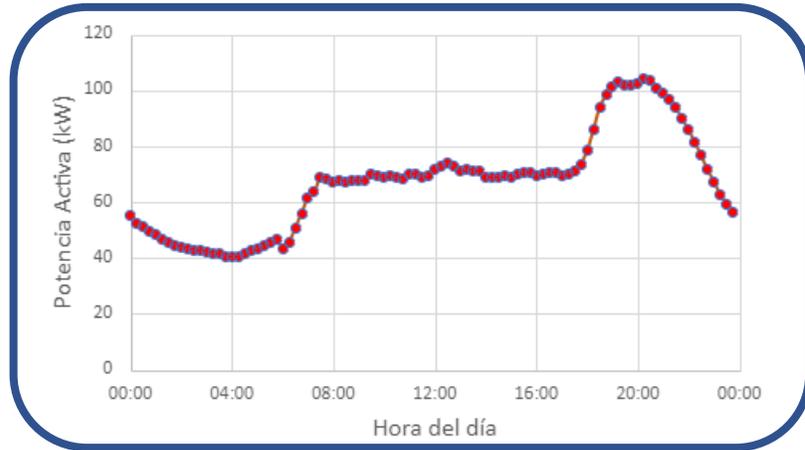
VDE 0276-603, VDE 0276-627, IEC 60502-1



Number and cross-sectional area of conductor	Minimum number of wires in conductor	Nominal thickness of insulation	Nominal thickness of sheath	Approximate overall diameter	Approximate net weight of cables	Maximum conductor resistance at temperature 20°C
n x mm ²	n	mm	mm	mm	kg/km	Ω/km
10x1RE*	1	0,8	1,8	14,4	306	18,1
10x1,5RE	1	0,8	1,8	15,4	374	12,1
10x1,5RM	7	0,8	1,8	16,2	400	12,1
10x2,5RE	1	0,8	1,8	17	496	7,41
10x2,5RM	7	0,8	1,8	18	533	7,41
10x4RE	1	1	1,8	20,4	738	4,61
10x4RM	7	1	1,8	21,6	793	4,61
12x1,5RE	1	0,8	1,8	15,9	416	12,1
12x1,5RM	7	0,8	1,8	16,7	444	12,1
12x2,5RE	1	0,8	1,8	17,4	555	7,41
12x2,5RM	7	0,8	1,8	18,5	596	7,41
12x4RE	1	1	1,8	21	833	4,61
12x4RM	7	1	1,8	22,3	893	4,61
14x1,5RE	1	0,8	1,8	16,6	463	12,1
14x1,5RM	7	0,8	1,8	17,5	495	12,1
14x2,5RE	1	0,8	1,8	18,3	624	7,41
14x2,5RM	7	0,8	1,8	19,4	668	7,41
14x4RE	1	1	1,8	22,1	939	4,61
14x4RM	7	1	1,8	23,4	1006	4,61
16x1,5RE	1	0,8	1,8	17,4	517	12,1
16x1,5RM	7	0,8	1,8	18,3	552	12,1
16x2,5RE	1	0,8	1,8	19,2	699	7,41
16x2,5RM	7	0,8	1,8	20,3	749	7,41
16x4RE	1	1	1,8	23,2	1056	4,61
16x4RM	7	1	1,8	24,7	1132	4,61

Reto encontrado para el modelado y simulación del transformador.

- Al no poseer una curva de demanda definida, se tomó de la simulación del primer circuito la demanda trifásica del transformador.

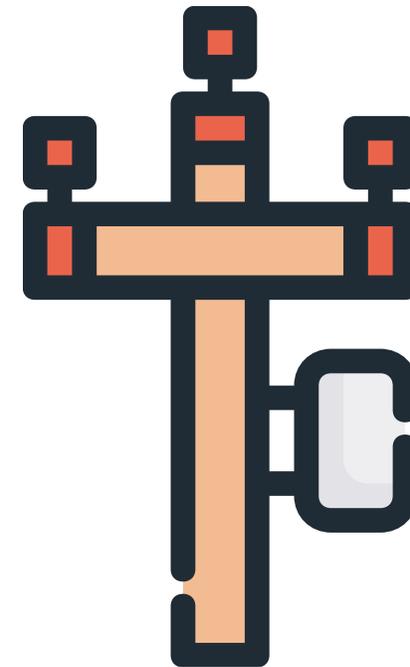
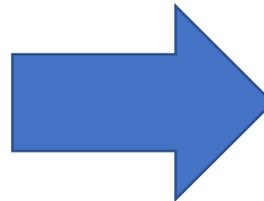
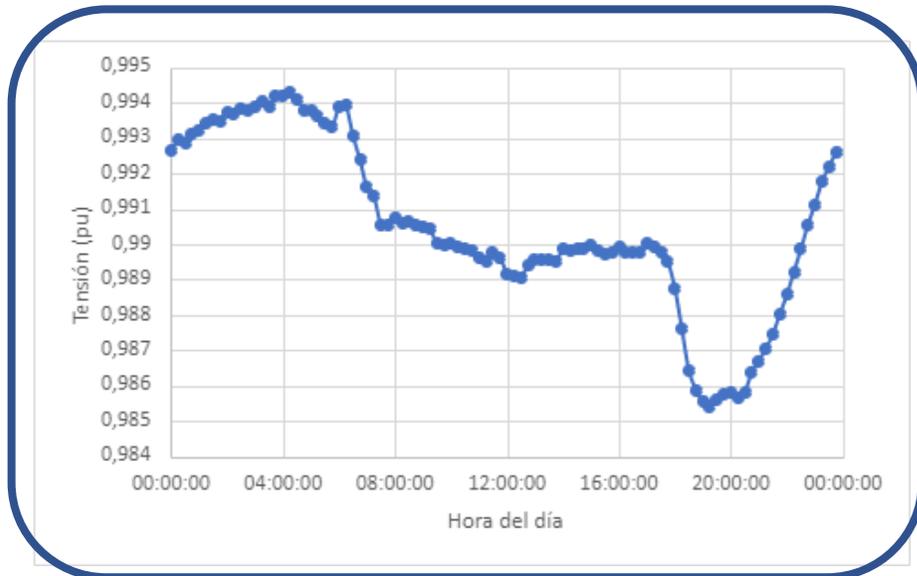


Resultado Simulación Circuito 1

Modelado Transformador Circuito 2

Reto encontrado para el modelado y simulación del transformador.

- También se tomaron los valores promedio de la tensión de las 3 fases en el punto de conexión del primario del transformador, ya que no se puede suponer que es 1 pu.

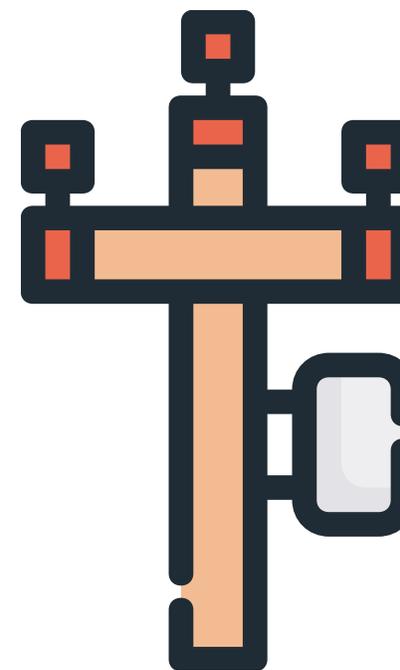
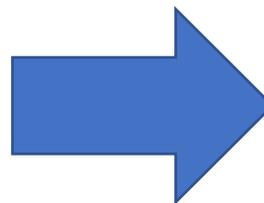
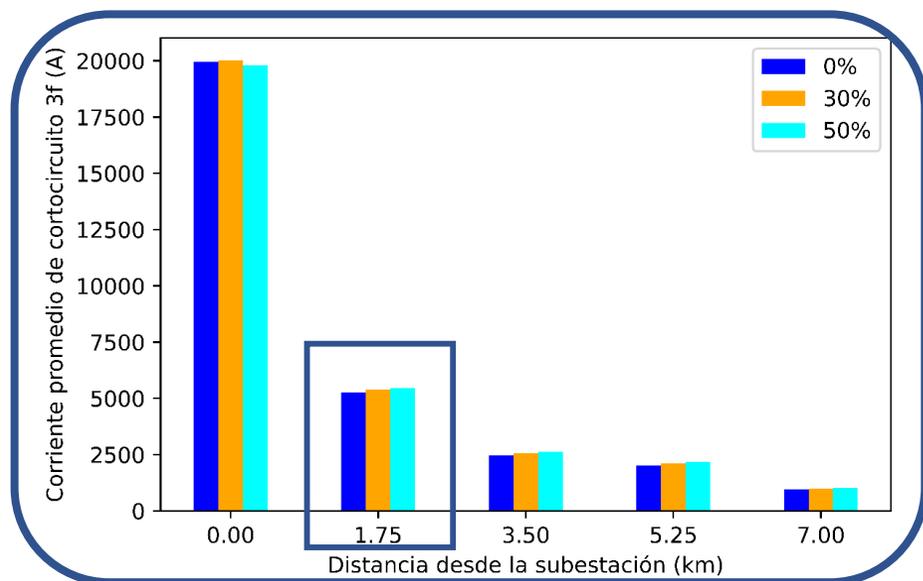


Resultado Simulación Circuito 1

Modelado Transformador Circuito 2

Reto encontrado para el modelado y simulación del transformador.

- De la misma forma, se tomó el valor de capacidad de corto circuito calculado en la primera simulación.



Resultado Simulación Circuito 1

Modelado Transformador Circuito 2

Reto encontrado para el modelado de cargas

- Análogamente al primer circuito, al no poseer datos de curvas de demanda por cliente, se pondera la curva de demanda del transformador con respecto al consumo mensual de cada una de las cargas. Asignándole así una curva a cada carga.



Reto encontrado para el modelado de cargas

- Al no poseer un perfil de armónicos por cada una de las cargas con respecto a la hora del día, se toma la metodología propuesta por (González et al., 2017), la cual le asigna un espectro armónico típico a cada carga.
- Estudio estadístico obtenido a partir de una amplia base de datos provenientes de medición inteligente.



Paso 2: Modelación y Simulación

- Consideraciones tomadas:
 - 1. Día de referencia para la simulación.
 - 2. Inclusión de pérdidas en el circuito.
 - 3. Curva de irradiación correspondiente a la zona y a la fecha establecida.
 - 4. Definición de porcentaje de penetración de GD.
 - 5. Inyección de potencia.



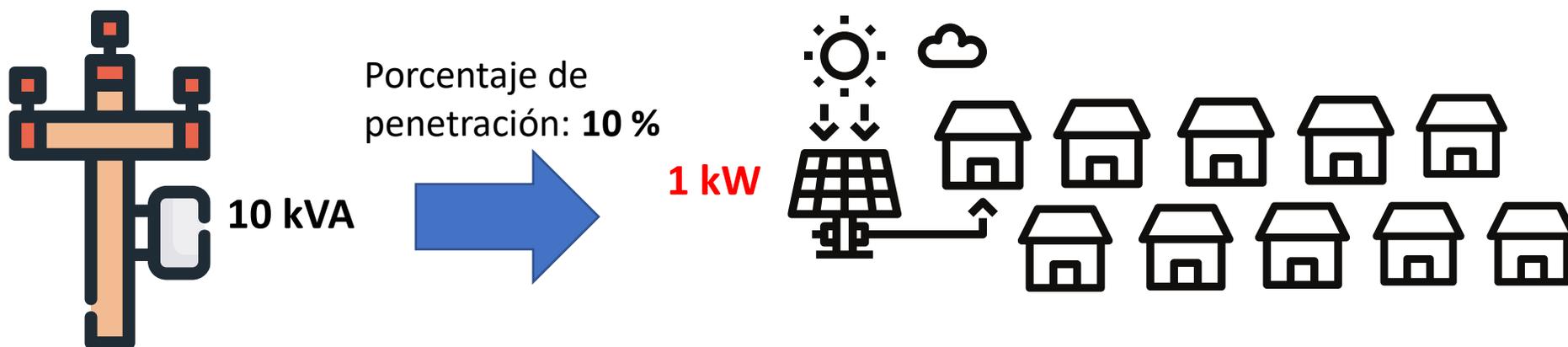
Paso 2: Modelación y Simulación

- Consideraciones tomadas:
 - ~~1. Día de referencia para la simulación.~~
 - ~~2. Inclusión de pérdidas en el circuito.~~
 - ~~3. Curva de irradiación correspondiente a la zona y a la fecha establecida.~~
 - 4. Definición de porcentaje de penetración de GD.
 - ~~5. Inyección de potencia.~~



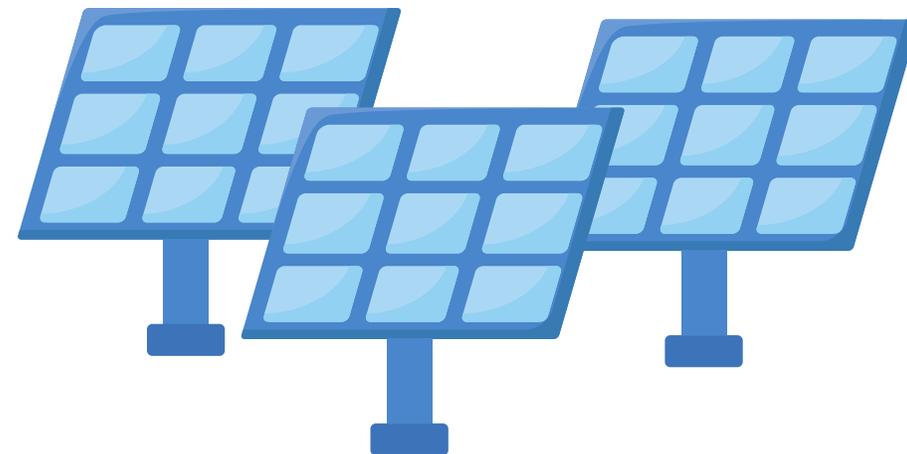
Paso 2: Modelación y Simulación

- **4. Definición de porcentaje de penetración de GD para BT:**
 - De acuerdo al nivel de penetración definido, se le asigna un generador de 1 kW de potencia a los hogares de manera aleatoria hasta que la suma de la potencia instalada sea igual a la capacidad del transformador (250 kVA) por el porcentaje de penetración.
 - Si se evalúan diferentes porcentajes, siempre el de porcentaje mayor va a incluir las cargas a las que les fue asignado un generador a un porcentaje menor.



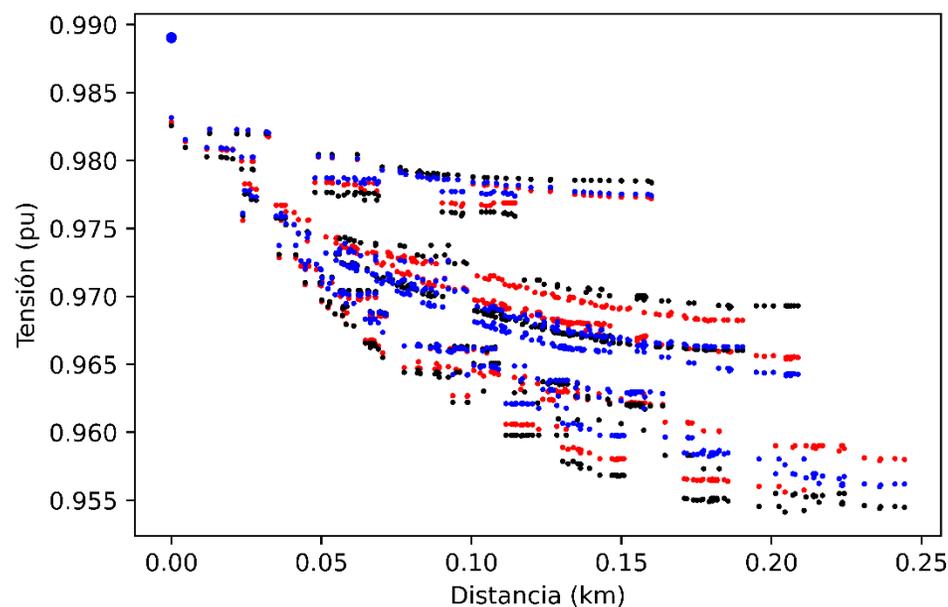
Paso 2: Modelación y Simulación

- La simulación se hace por medio del software OpenDSS.
- El software permite hacer simulaciones de tipo:
 - Snapshot (instantánea).
 - Diaria.
 - Corto circuito. (Solo trifásico)
 - **Armónicos.**



Resultados iniciales: Simulación Tipo Snapshot

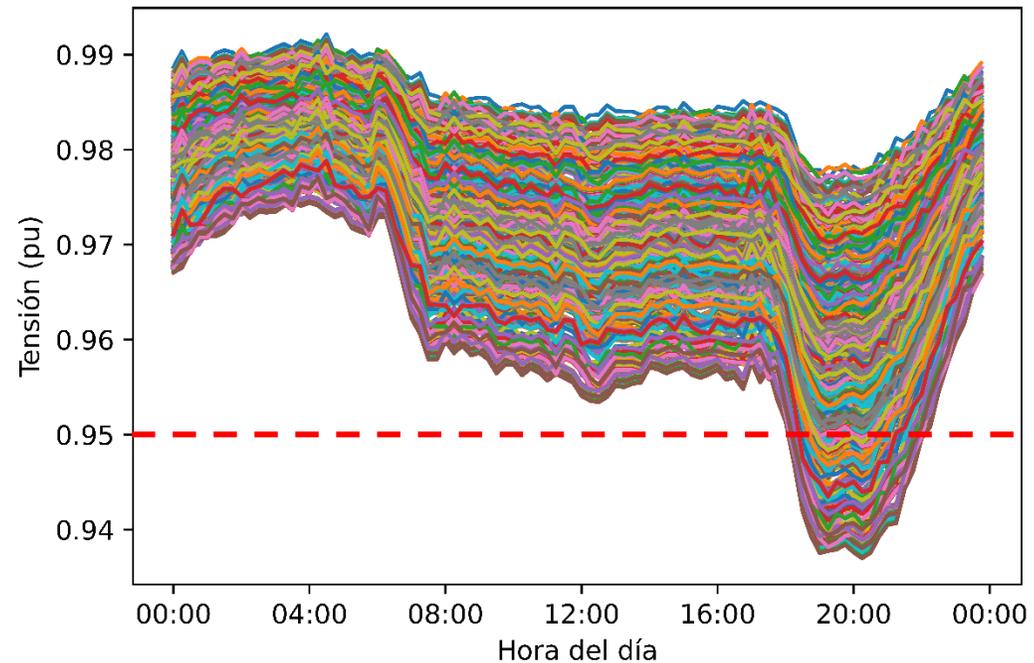
- Simulación de un solo instante: 12md.
- Resultado: Perfil de Tensiones (Tensión vs distancia respecto subestación).



Los valores de tensión en el circuito están en un rango aceptable (0.95 a 1.05 pu). Observar que el primario del transformador no se encuentra en 1 pu.

Resultados iniciales: Simulación diaria (Estado Original)

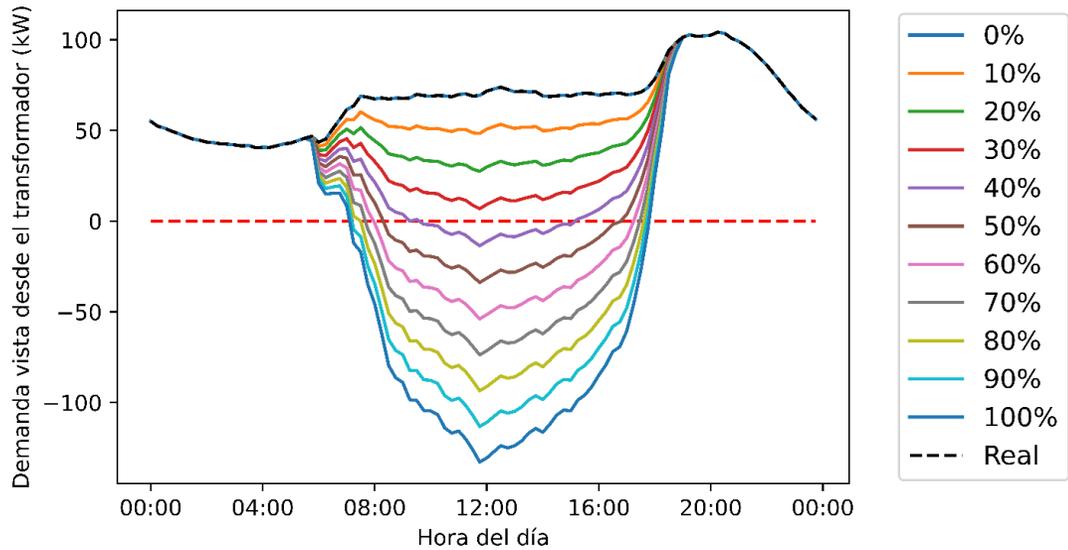
- Simulación de 24 horas con resolución de 15 minutos.
- Resultado: Gráfico de tensiones.



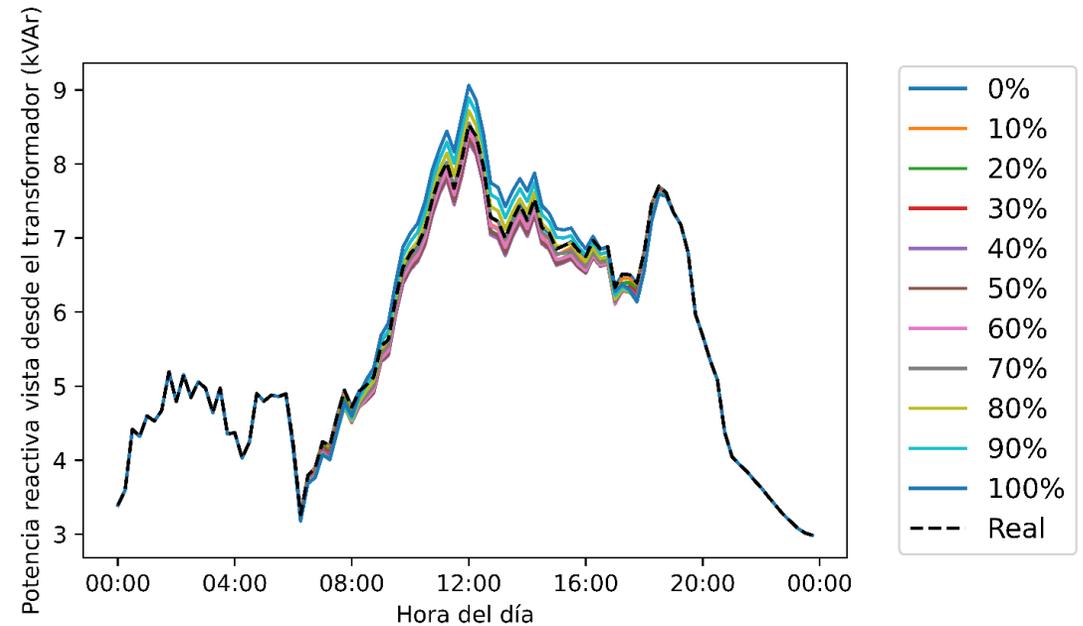
Niveles de tensión por debajo de 0.95 pu

Resultados: Incorporación de GD

- Simulación de 24 horas con resolución de 15 minutos.
- Resultado: Gráfico de potencia activa y reactiva con respecto al porcentaje de penetración.



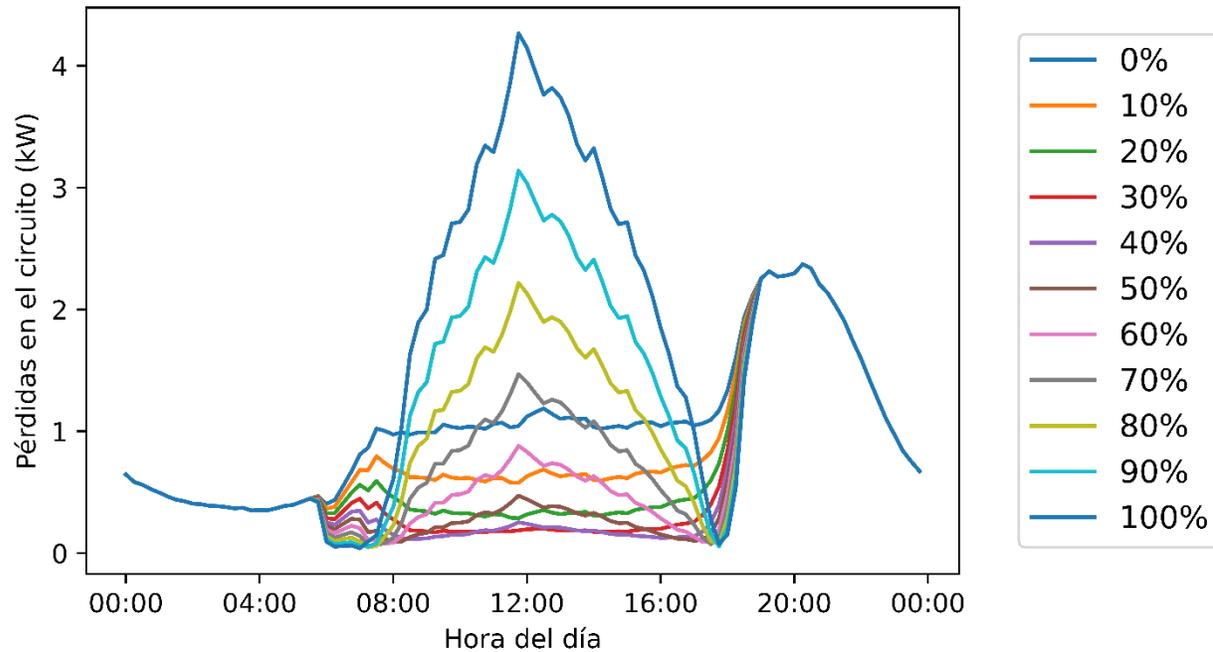
Potencia Activa



Potencia Reactiva

Resultados: Incorporación de GD

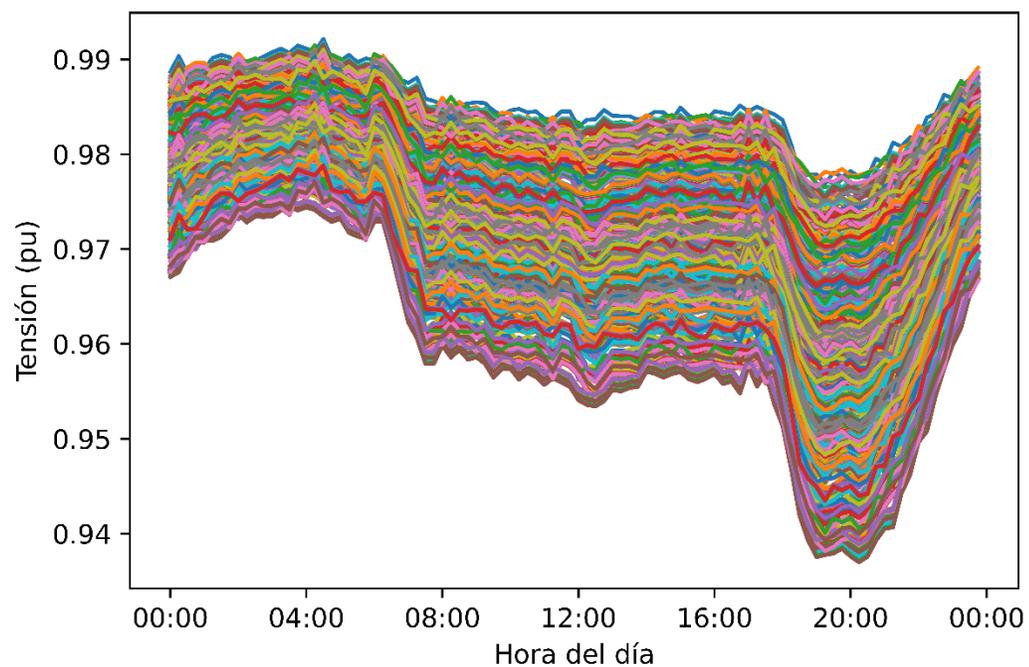
- Simulación de 24 horas con resolución de 15 minutos.
- Resultado: Medición de Pérdidas en energía y potencia del circuito con respecto al porcentaje de penetración.



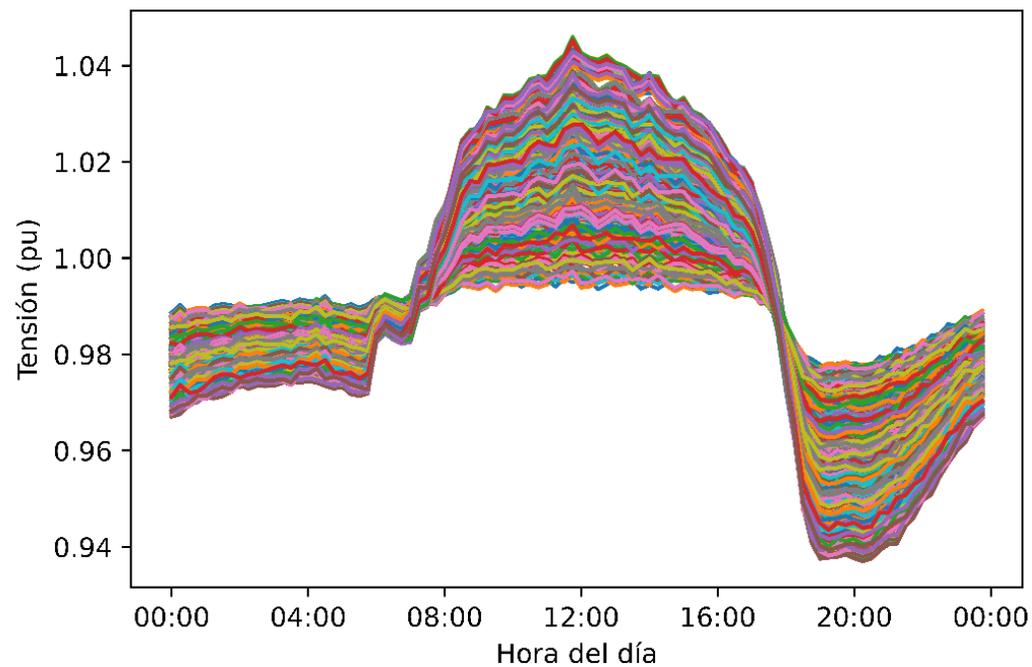
Porcentaje de Penetración (%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Pérdidas (kWh)	25.1	20.9	17.8	15.3	14.4	15.1	16.9	20.0	24.0	28.6	35.1

Resultados: Incorporación de GD

- Simulación de 24 horas con resolución de 15 minutos.
- Resultado: Gráfico de tensión con respecto al porcentaje de penetración



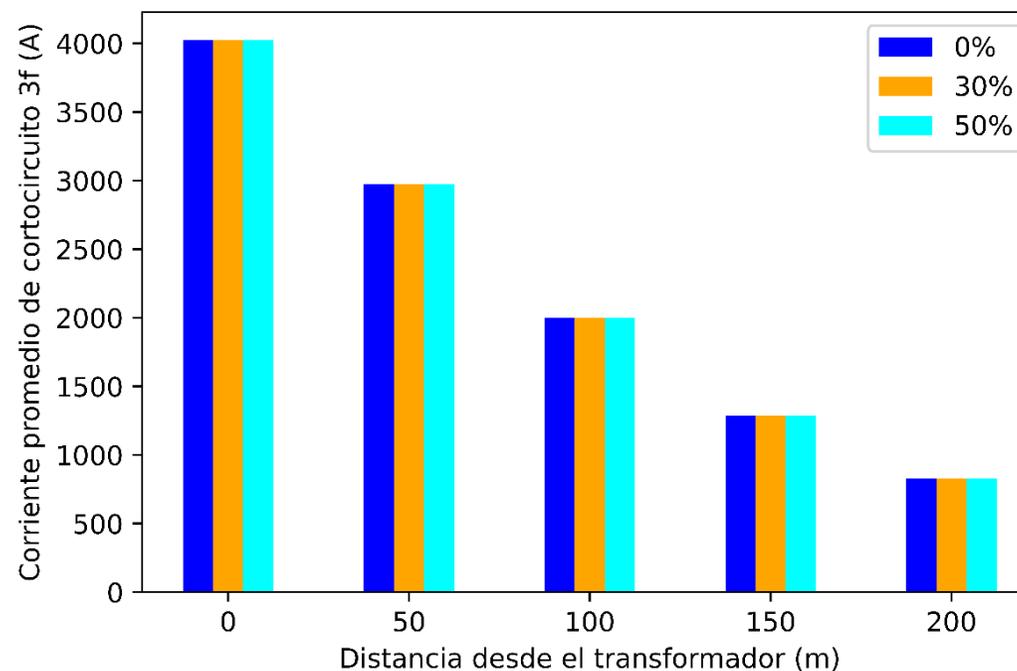
Estado Original



100 % de penetración

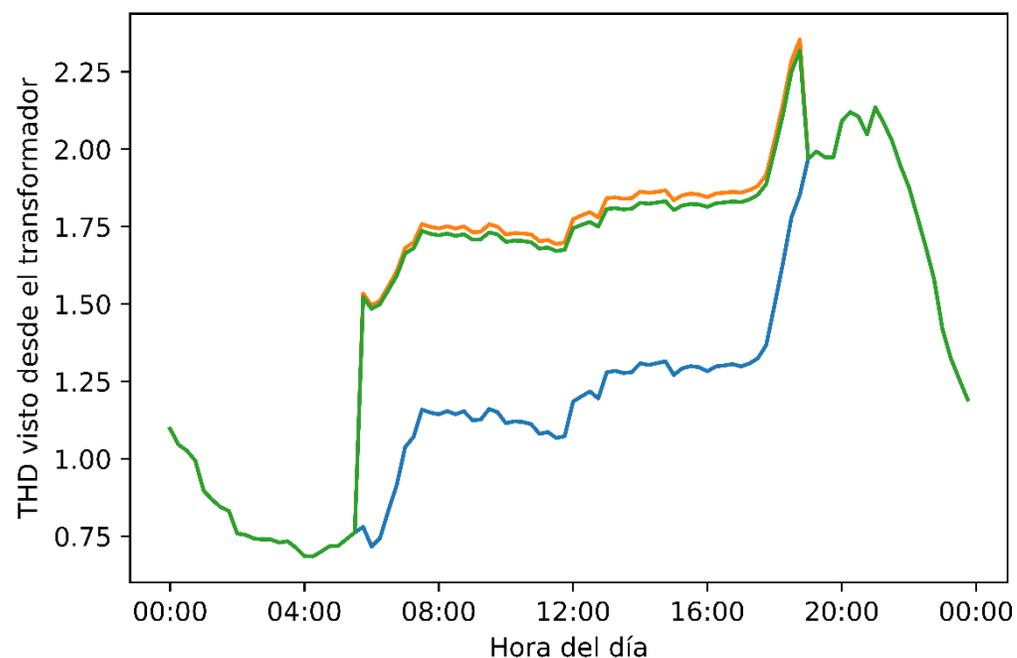
Resultados: Incorporación de GD

- Simulación de corto circuito **trifásico**.
- Resultado: Cambio en la corriente de falla de acuerdo al porcentaje de penetración (0%, 30% y 50%) por cada 50 m con respecto al transformador.



Resultados: Incorporación de GD

- Simulación diaria de flujo de armónicos.
- Resultado: Evaluación de los niveles de distorsión armónica (THD) con respecto al porcentaje de penetración.

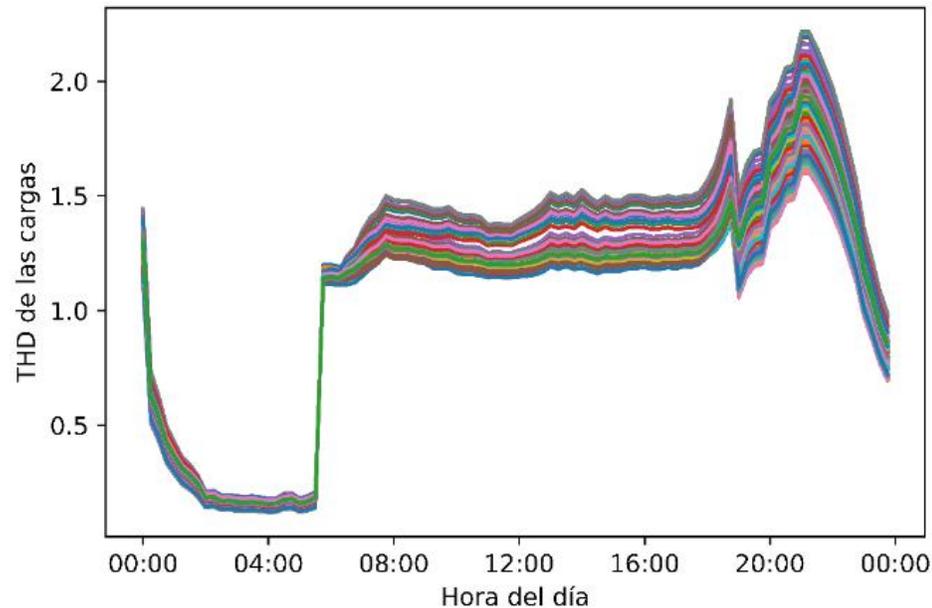


0%
30%
50%

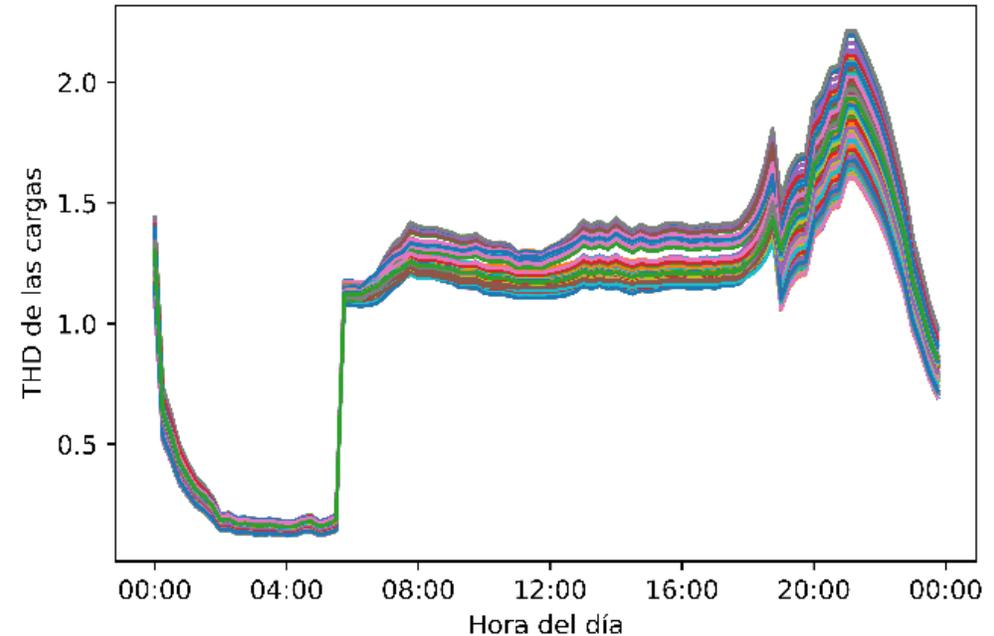
Nivel de THD visto desde el transformador MT/BT

Resultados: Incorporación de GD

- Simulación diaria de flujo de armónicos.
- Resultado: Evaluación de los niveles de distorsión armónica (THD) con respecto al porcentaje de penetración.



Porcentaje de penetración: **30%**



Porcentaje de penetración: **50%**

Conclusiones

- La simulaci3n del estado inicial del circuito muestra niveles bajos de tensi3n en horas pico. No es del todo alarmante, puesto que est3n cerca de los 0.95 pu, pero s3 de contemplar soluciones.
- Similar al caso del circuito de MT, la presencia de flujos inversos se da a partir del 30% de penetraci3n de GD.
- Los niveles de p3rdidas se reducen a porcentajes cercanos al 30%.

Conclusiones

- Nuevamente se reafirma que el nivel de tensión no es un indicador claro para la limitación de GD en un circuito. A 100% de penetración el aumento llega a ser de hasta 1.04 pu.
- En cuando **al secundario estudiado**, el efecto de las corrientes de corto circuito no sufre alteración mayor conforme se incrementa el porcentaje de penetración de GD.
- El efecto de los armónicos tampoco presentó mucho cambio conforme se incrementaba el nivel de GD.

Muchas gracias por su atención

Dr. Jairo Quirós-Tortós
Consultor
jairoquirostortos@ieee.org

Ing. Orlando Pereira
Consultor
ogpg2006@gmail.com



