

CASO DE ESTUDIO:

Estudio de Flickers en redes de distribución de media tensión

Escrito por Ing. Daniel Barrantes Acuña, 2024-06-30.

SINOPSIS

El flicker en redes de distribución eléctrica es un fenómeno de fluctuación de voltaje que puede generar molestias visuales y afectar el desempeño de equipos electrónicos sensibles. Su origen está asociado a variaciones en la carga, presencia de armónicos y problemas en la regulación del voltaje. Si no se controla, puede impactar la estabilidad de la red y la satisfacción de los consumidores.

FLICKERS EN REDES DE DISTRIBUCIÓN

En las redes eléctricas de distribución de media tensión, las fluctuaciones de voltaje conocidas como flickers representan un fenómeno técnico relevante tanto por sus implicaciones operativas como por su impacto en la experiencia del usuario final. El estudio del flicker no solo permite diagnosticar irregularidades en la estabilidad del suministro eléctrico, sino también identificar patrones asociados a cargas fluctuantes, deficiencias en la compensación de reactivos o la presencia de distorsión armónica.

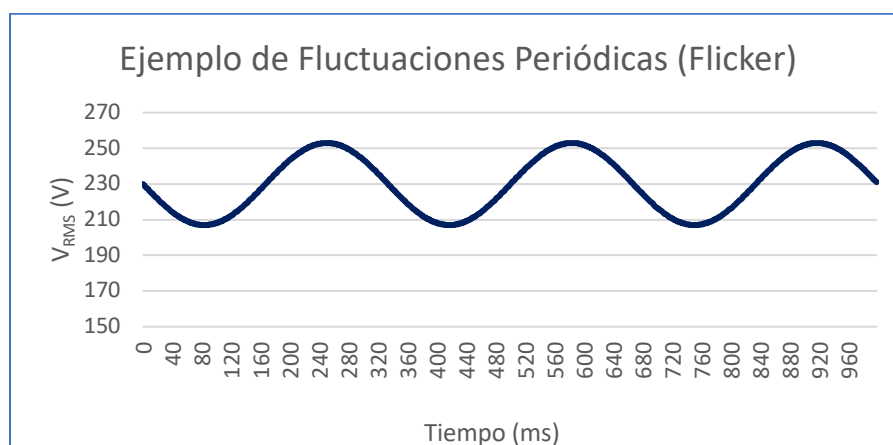


Figura 1. Tensión oscilando entre el 100 % (230 V) y el 90 % (207 V) con frecuencia de 3 Hz.

El fenómeno mostrado en la figura 1 es el tipo de variación que puede provocar un flicker perceptible en sistemas de iluminación y equipos sensibles. Para su caracterización, se han desarrollado índices como el Pst, que permite cuantificar la severidad del fenómeno desde la percepción humana.

- **Pst (Short-Term Flicker Severity):** mide la severidad del flicker en intervalos de 10 minutos. Es el parámetro más utilizado para evaluar el impacto inmediato de las fluctuaciones de voltaje en la percepción humana. (Bosovic et al., 2021)
- **Plt (Long-Term Flicker Severity):** se calcula como la raíz cúbica de la media de 12 valores consecutivos de Pst, es decir, representa el flicker acumulado en un período de 2 horas. (Bhattacharyya et al., 2008)

La medición de Pst se realiza mediante medidores de calidad de energía que registran las variaciones de voltaje y calculan el índice con base en modelos de sensibilidad humana. El valor de Pst se considera aceptable si es menor o igual a 1.0, según los límites establecidos por normativas como IEEE 1453 e IEC 6100-4-15.

CASO REAL

Para el análisis práctico de este estudio, se utilizaron los datos extraídos de diversos medidores de calidad de energía instalados en puntos de la red de distribución de media tensión. Los datos obtenidos incluyen registros del índice Pst en las tres fases de voltaje (V1, V2 y V3), lo que permite evaluar la severidad del flicker.

Circuito	Timestamp	THD Current A Mean (%)	THD Current B Mean (%)	THD Current C Mean (%)	THD Voltage V1 Mean (%)	THD Voltage V2 Mean (%)	THD Voltage V3 Mean (%)	Voltage Flicker Pst on Input V1 (per unit)	Voltage Flicker Pst on Input V2 (per unit)	Voltage Flicker Pst on Input V3 (per unit)
A	2025-06-07 12:10 AM	16.62	15.68	14.93	1.71	1.60	1.61	0.05	0.05	0.05
A	2025-06-07 12:20 AM	15.81	15.14	14.63	1.75	1.64	1.65	0.12	0.14	0.44
A	2025-06-07 12:30 AM	15.88	15.16	14.93	1.73	1.61	1.64	0.09	0.06	0.05
...
M	2025-06-13 7:10 AM	1.94	1.79	2.07	0.78	0.76	0.69	0.05	0.06	0.05
M	2025-06-13 7:20 AM	1.87	1.71	2.03	0.76	0.75	0.68	0.09	0.05	0.05
M	2025-06-13 7:30 AM	1.91	1.68	2.02	0.75	0.75	0.69	1.77	1.71	1.60

Tabla 1. Información proporcionada por medidor.

La tabla 1 posee información de 13 circuitos eléctricos monitoreados durante un período continuo de 7 días, lo que abre múltiples posibilidades de análisis según distintos criterios técnicos. Se prioriza el indicador Pst como eje de evaluación, con el objetivo de identificar qué circuitos presentan la mayor cantidad de violaciones al umbral normativo de Pst > 1.

Tabla 2. Cantidad de violaciones por circuito.

# Circuito	Cantidad de mediciones con Pst > 1
A	31
B	33
C	25
D	N/A
E	36
F	28
G	N/A
H	17
I	18
J	25
K	25
L	25
M	22

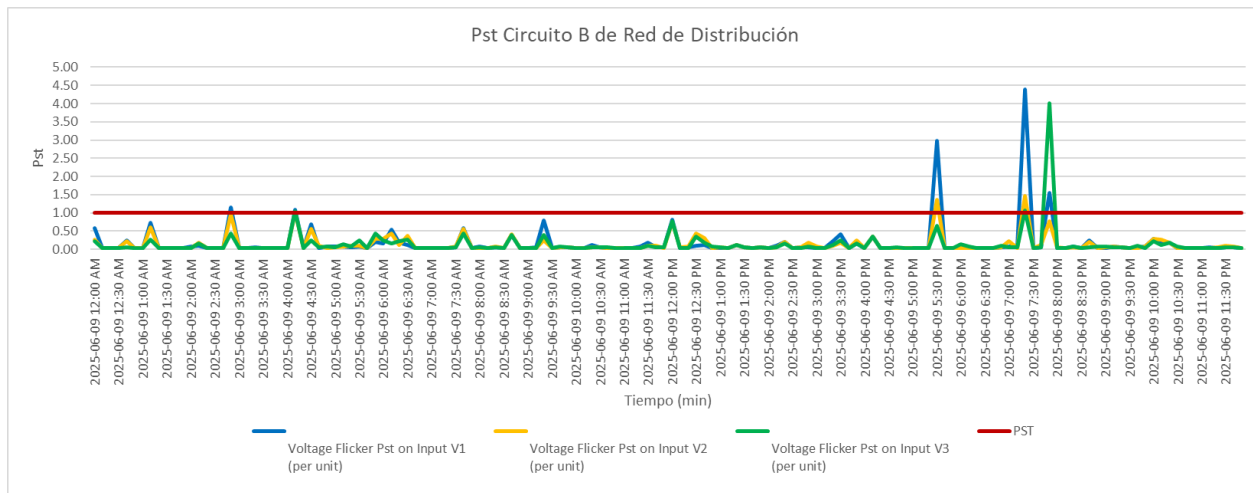


Figura 2. Pst en circuito B el 9 junio 2025.

En la Figura correspondiente al circuito B presenta los valores de todo un día de medición, en donde se aprecia la presencia de picos de Pst superiores a 1 durante las primeras horas de la madrugada, lo que indica eventos puntuales de flicker. A partir de las 5:00 p.m. se observa un incremento en el valor del índice, el cual permanece fluctuando en ocasiones por encima del umbral normativo hasta cerca de las 8:00 p.m. Este comportamiento sugiere una afectación más prolongada en las horas de mayor demanda, posiblemente asociada a la operación simultánea de cargas variables, condiciones de saturación del circuito o deficiencias en la regulación del voltaje.

CONCLUSIÓN

El análisis realizado demuestra que el índice Pst es una herramienta efectiva para detectar condiciones anómalas en la calidad del voltaje. La identificación de violaciones recurrentes en horarios específicos sugiere que ciertos circuitos, como el B, podrían requerir atención operativa en caso de que estos incrementos en el valor de Pst fueran prolongados por un mayor periodo de tiempo. Este enfoque puede replicarse para todos los circuitos disponibles, permitiendo identificar circuitos afectados y priorizar acciones correctivas de manera técnica y fundamentada.

BIBLIOGRAFÍA

A. Bosovic, H. Renner, A. Abart, E. Traxler and M. Music, "Modelling of flicker in large real medium voltage distribution networks," *CIGRE 2021 - The 26th International Conference and Exhibition on Electricity Distribution*, Online Conference, 2021, pp. 800-804, doi: 10.1049/icp.2021.2012.

S. Bhattacharyya, Z. Wang, J. F. G. Cobben, J. M. A. Myrzik and W. L. Kling, "Analysis of power quality performance of the dutch medium and low voltage grids," *2008 13th International Conference on Harmonics and Quality of Power*, Wollongong, NSW, Australia, 2008, pp. 1-6, doi.