

RESULTADOS DE REGULACIÓN DE TENSIÓN Y PÉRDIDAS

Con el fin de evaluar el comportamiento eléctrico de la instalación proyectada, se realizaron los cálculos de regulación de tensión y pérdidas de energía para cada uno de los tableros. Estos parámetros son fundamentales, ya que permiten verificar el cumplimiento con los límites establecidos en el RETIE y en las normas técnicas aplicables, asegurando tanto la eficiencia como la seguridad del sistema.

A continuación, se presentan en forma de tablas los resultados finales obtenidos para cada tablero, en donde se detallan los porcentajes de regulación de tensión y las pérdidas asociadas a la operación de los conductores y equipos. Dichos resultados constituyen la base para la validación técnica del diseño y la toma de decisiones en cuanto a optimización y confiabilidad de la red eléctrica interna, también se agregará el procedimiento que se utiliza para hallar dichos datos con sus respectivas formulas.

CÁLCULOS DE PERDIDAS DE POTENCIA

Para el análisis de pérdidas de energía en los conductores es un aspecto clave en el diseño de instalaciones eléctricas, ya que incide directamente en la eficiencia del sistema y en los costos de operación a lo largo de la vida útil del proyecto. Estas pérdidas se producen principalmente por el efecto Joule, debido al paso de la corriente eléctrica a través de la resistencia propia del conductor.

$$\%P_p = \frac{I_{125\%}^2 \cdot R_{cond} \cdot Distancia[m]/1000}{D_{m\acute{a}x} \cdot Fp}$$

Esta fórmula relaciona la corriente de diseño incrementada en un 25 % ($I_{125\%}$), la resistencia eléctrica del conductor (R_{cond}), la longitud del tramo considerado y las características de la carga, como la tensión nominal ($D_{m\acute{a}x}$) y el factor de potencia (Fp).

De esta manera, se obtiene el porcentaje de pérdidas en el sistema, lo cual permite seleccionar el calibre de conductor más eficiente no solo desde el punto de vista técnico, sino también económico, reduciendo el costo asociado a la energía desperdiciada durante la operación.

A continuación, se agregarán las tablas de las pérdidas de cada uno de los circuitos por tablero:

Pérdidas de Potencia				
TGBT	TSBT	TTBT	TRBT	TABT
Pérdidas de Energía [%]	Pérdidas de Energía [%]	Pérdidas de Energía [%]	Pérdidas de Energía [%]	Pérdidas de Energía [%]
0,00736	0,01202	0,01222	0,00427	0,03696
0,01228	0,00499	0,01031	0,00470	0,03845
0,01222	0,00667	0,01136	0,00470	0,00259
0,00856	0,01042	0,00558	0,00626	0,00926
0,00555	0,00678	0,00683	0,00925	
0,00461	0,00611	0,00513	0,00461	
0,00216	0,00364	0,00341	0,00431	
0,00530	0,00653	0,00665	0,00265	
0,00863	0,01424	0,00786	0,00216	
0,00342	0,01348	0,00838	0,00171	
0,00484	0,00795			
0,00911	0,00562			
0,00809	0,00683			
0,00342				
0,00854				
0,01025				

CÁLCULOS DE REGULACIÓN DE TENSIÓN.

Con el fin de verificar que los conductores seleccionados cumplen con los límites normativos establecidos por el RETIE 2024 (caída máxima del 5 %).

Este procedimiento se basa en la determinación de la impedancia efectiva del conductor (Z_{eff}), la corriente de carga y la longitud del tramo. La caída de tensión (ΔV) se expresa como el producto de la

corriente y la impedancia equivalente en función de la distancia, mientras que la regulación de tensión porcentual se obtiene mediante la relación entre la caída de tensión y la tensión nominal del sistema:

$$\%Rv = \frac{\Delta V}{V_L} \cdot 100$$

Donde:

- I_L : corriente de línea (A).
- Z_{eff} : impedancia efectiva del conductor (Ω/km), que depende de su resistencia y reactancia.
- L : longitud del tramo (km).
- N_c : número de conductores por fase.
- V_L : tensión de línea del sistema (V).

Para sistemas trifásicos, bifásicos o monofásicos, la fórmula se ajusta aplicando factores de corrección, tal como se indica en lo siguiente:

- **3f:** $\%Rv = M_s * K$
- **2f:** $\%Rv = 1,5 * M_s * K$
- **1f:** $\%Rv = 3 * M_s * K$

Donde M_s es y K viene siendo los siguiente:

$$\%Rv = \underbrace{S[VA] * L}_{M_s} * \underbrace{\left[\frac{Z_{eff}}{Vl^2} * 100 \right]}_K$$

Los resultados de la regulación de tensión se presentan a continuación, los cuales fueron obtenidos a partir de la aplicación de las fórmulas establecidas en la metodología de cálculo. Dichos valores permiten identificar el comportamiento de la caída de tensión en los diferentes tramos del sistema eléctrico analizado, verificando si se encuentran dentro de los límites normativos permitidos. Este análisis es fundamental para garantizar la eficiencia, seguridad y confiabilidad de la instalación, ya que una regulación adecuada asegura el suministro de energía sin pérdidas significativas ni afectaciones en el desempeño de los equipos eléctricos.

Regulación de Tensión				
TGBT	TSBT	TTBT	TRBT	TRBT
Caída de Tension [%]	Caída de Tension [%]	Caída de Tension [%]	Caída de Tension [%]	Caída de Tension [%]
1,16284	1,89948	1,93194	0,75015	2,24234
1,94079	0,78920	1,62961	0,82517	2,33280
1,93206	1,05508	1,79559	0,82567	0,15688
1,35327	1,64733	0,88218	1,10022	0,56157
0,87768	1,07121	1,08022	1,46279	
0,72915	0,96544	0,81016	0,72915	
0,34094	0,57612	0,53921	0,68189	
0,83717	1,03296	1,05051	0,41858	
1,36377	2,25045	1,24225	0,34094	
0,54011	2,13140	1,32507	0,27005	
0,76515	1,25605			
1,44029	0,88818			
1,27916	1,08022			
0,54011				
1,35027				
1,62032				