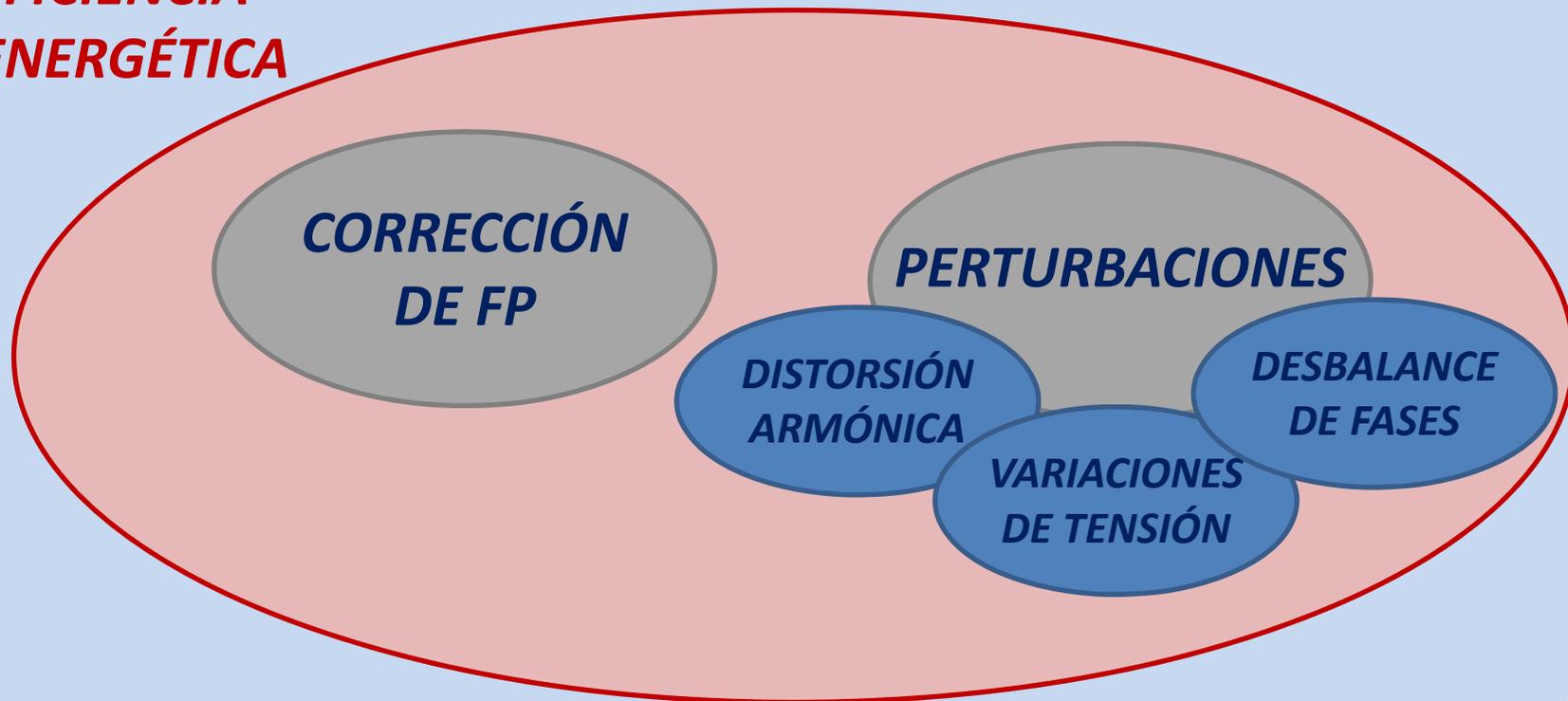


CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA



CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

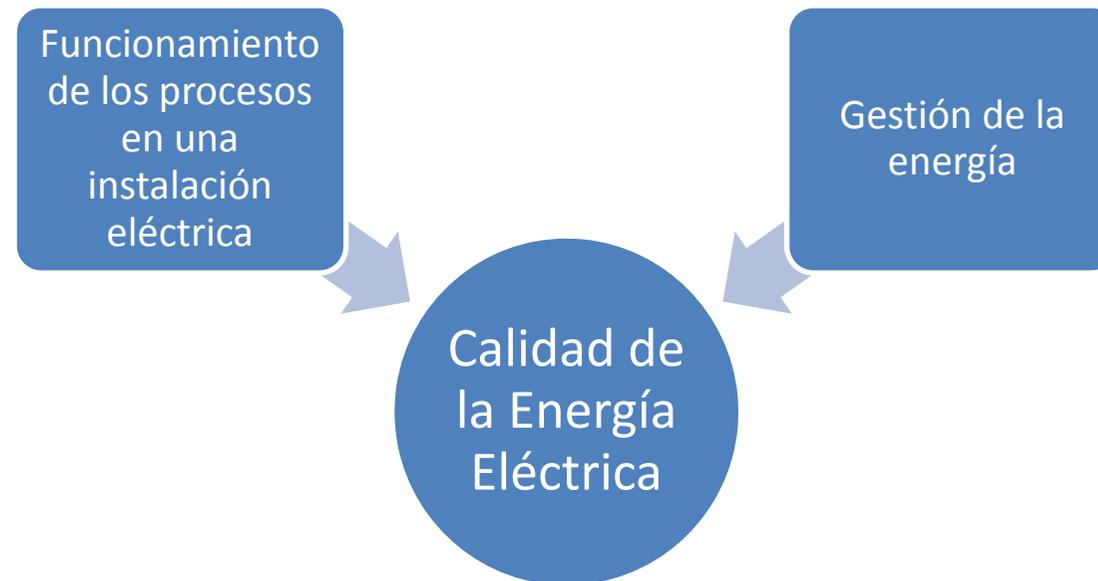
**EFICIENCIA
ENERGÉTICA**



Calidad de la Energía Eléctrica

CONSIDERACIONES GENERALES

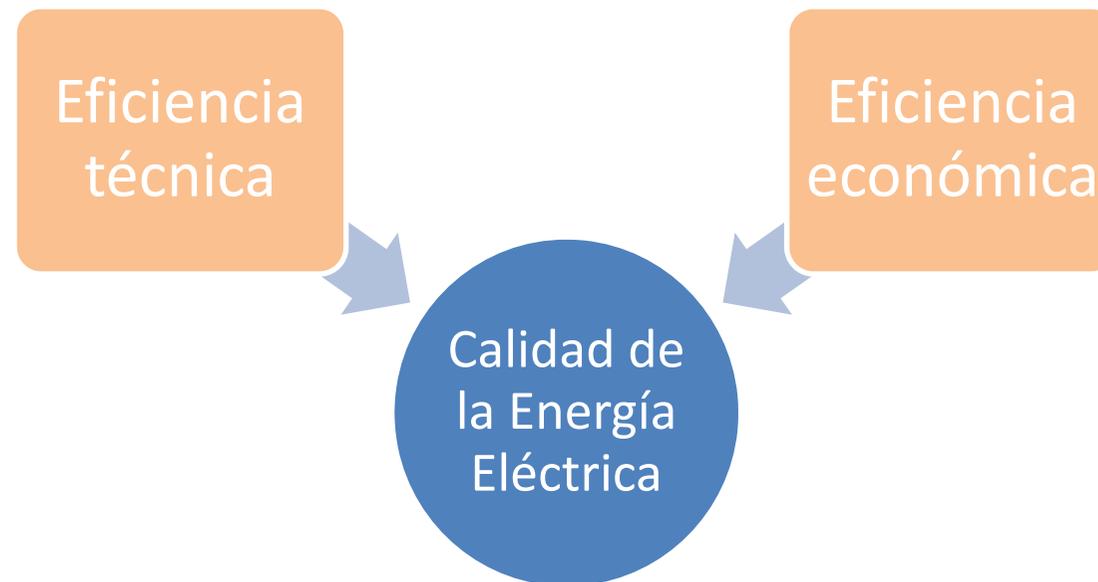
La CEE en el marco de la Eficiencia Energética



Calidad de la Energía Eléctrica

CONSIDERACIONES GENERALES

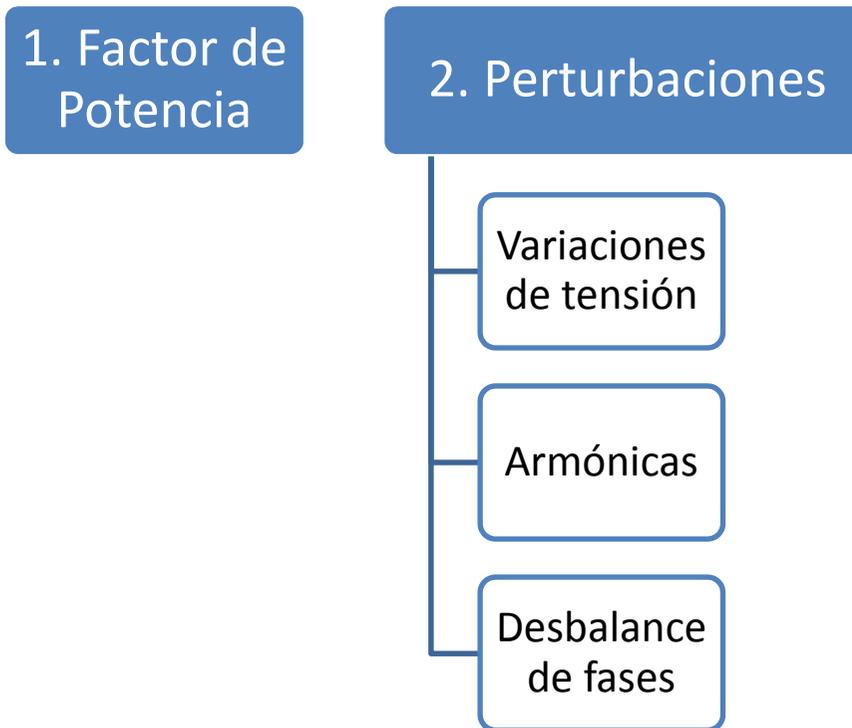
La CEE en el marco de la Eficiencia Energética



Calidad de la Energía Eléctrica

CONSIDERACIONES GENERALES

La CEE en el marco de la Eficiencia Energética



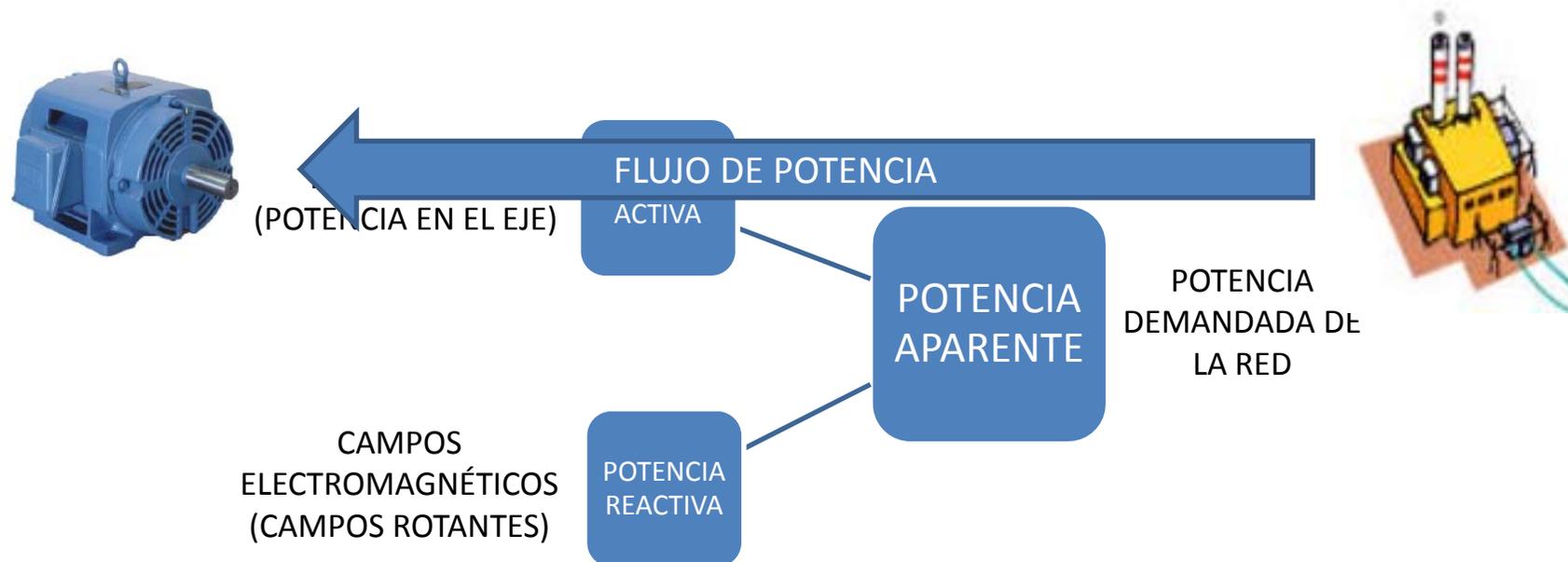
1. FACTOR DE POTENCIA



Factor de potencia

CONSIDERACIONES GENERALES

Conformación de la potencia consumida por una carga o usuario



Factor de potencia

CONSIDERACIONES GENERALES

Definición

$$FP = \frac{P}{S}$$

Ejemplo

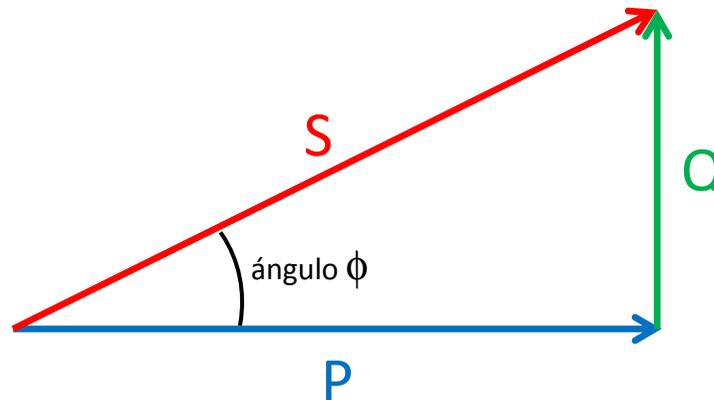
$FP = 0,8 \rightarrow P$ equivale al 80% de S



Factor de potencia

CONSIDERACIONES GENERALES

Triángulo de potencia



P: Potencia activa [kW]
Q: Potencia Reactiva [kVAr]
S: Potencia aparente [kVA]
ángulo ϕ : ángulo entre S y P

Definición matemática

$$FP = \cos \phi$$

Resulta entre 0,00 y 1,00.

Casos

Inductivo
Capacitivo



Factor de potencia

CONSIDERACIONES COMERCIALES

- Maximizar la potencia útil distribuida por una misma instalación
- Mantener FP tendiendo a 1 (0,9 – 0,95).
- La empresa distribuidora sólo factura energía activa.
- Se aplican multas por exceso de consumo de potencia reactiva (bajo FP)
- La potencia reactiva puede ser compensada dentro de las instalaciones propias.



Factor de potencia

CONSIDERACIONES COMERCIALES

Ejemplo

Multa por consumo excesivo de energía reactiva

Cliente consumo de hasta 50 kW.

FP entre 0,85 y 0,75 —————→ *10% recargo sobre total de facturación*

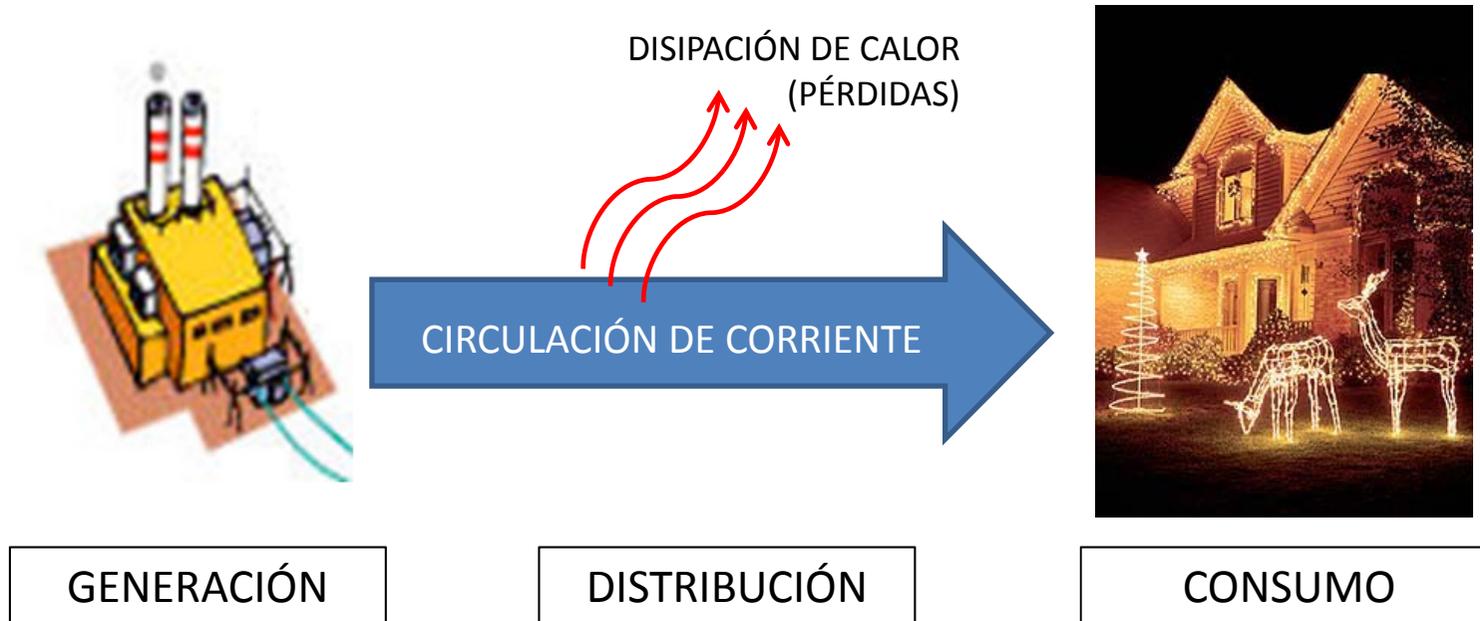
FP menor a 0,75 —————→ *20% recargo sobre total de facturación*

http://www.edenor.com.ar/cms/SP/CLI/HOG/INF_ENE_tarifa2.html



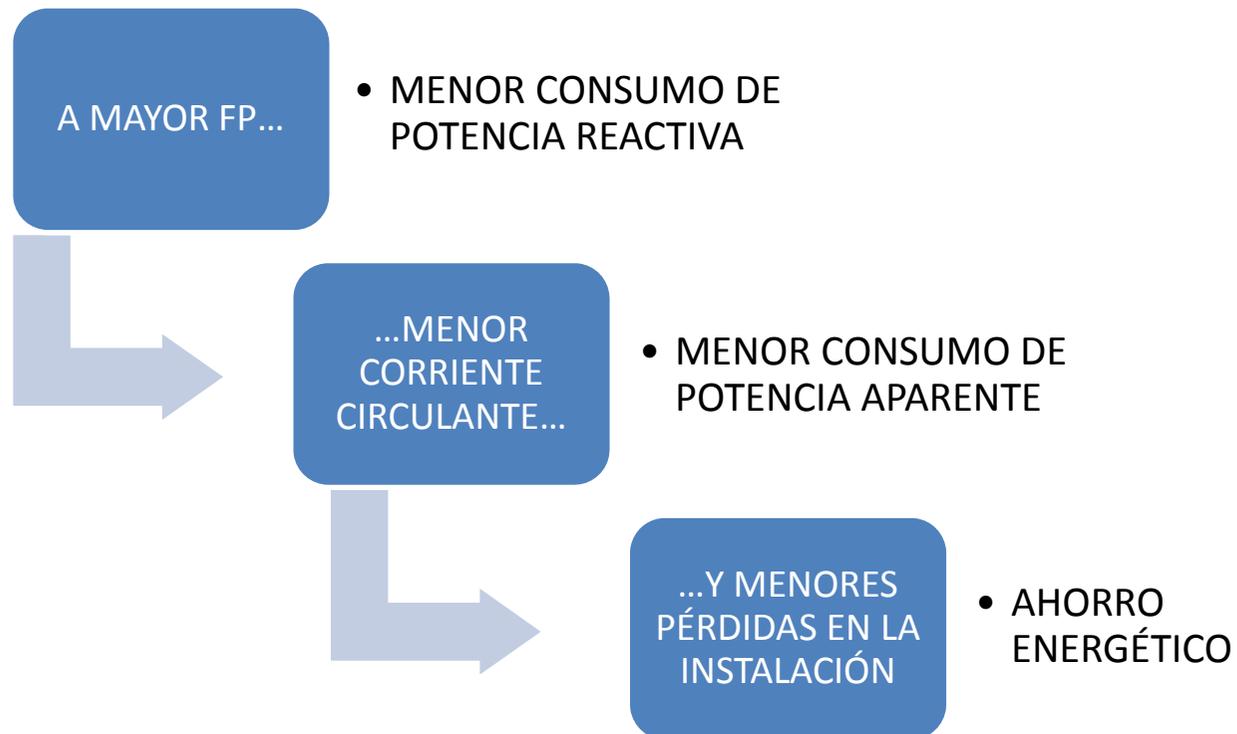
Factor de potencia

CONSIDERACIONES DE EFICIENCIA TÉCNICA



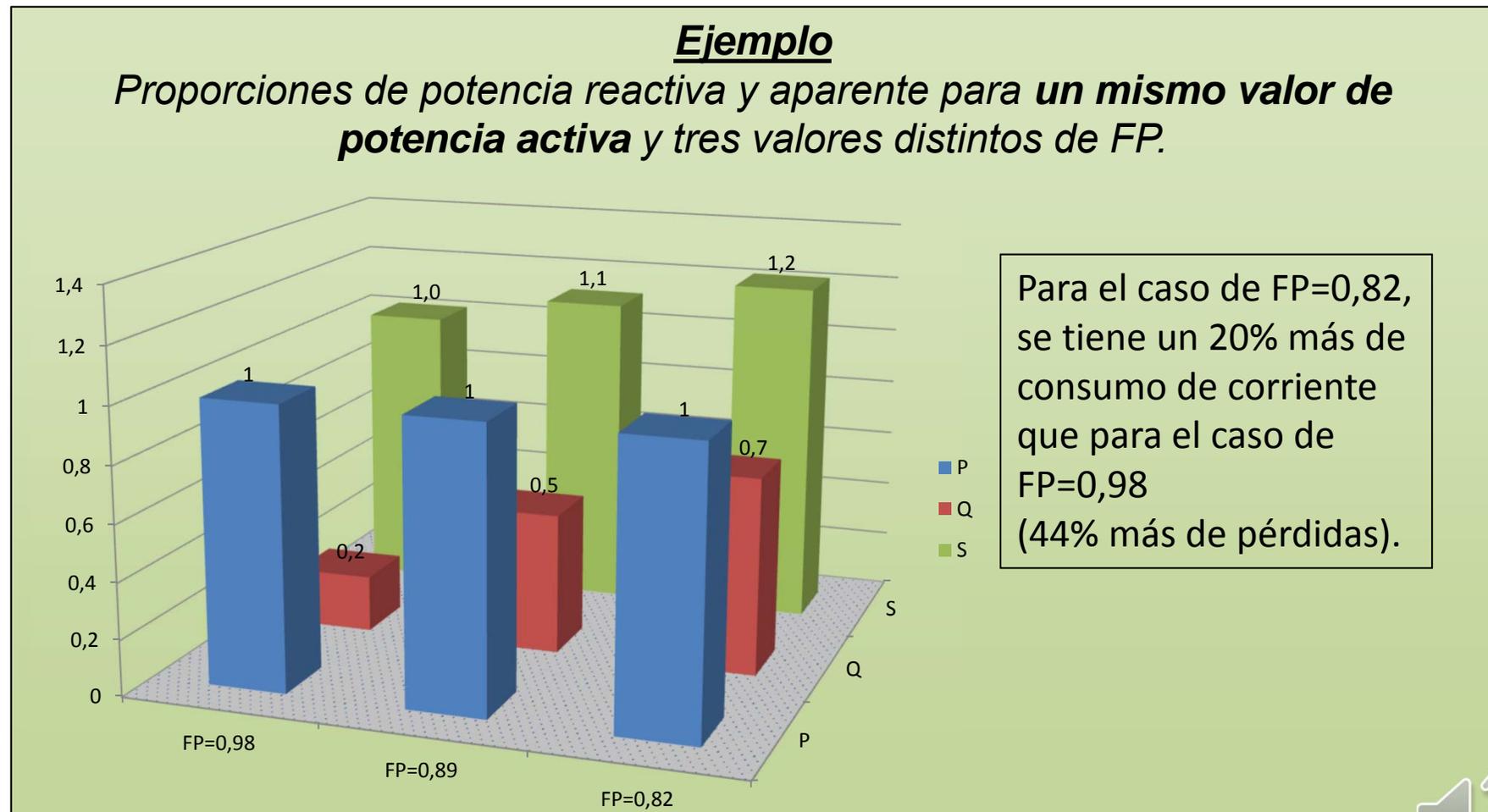
Factor de potencia

CONSIDERACIONES DE EFICIENCIA TÉCNICA



Factor de potencia

CONSIDERACIONES DE EFICIENCIA TÉCNICA



Factor de potencia

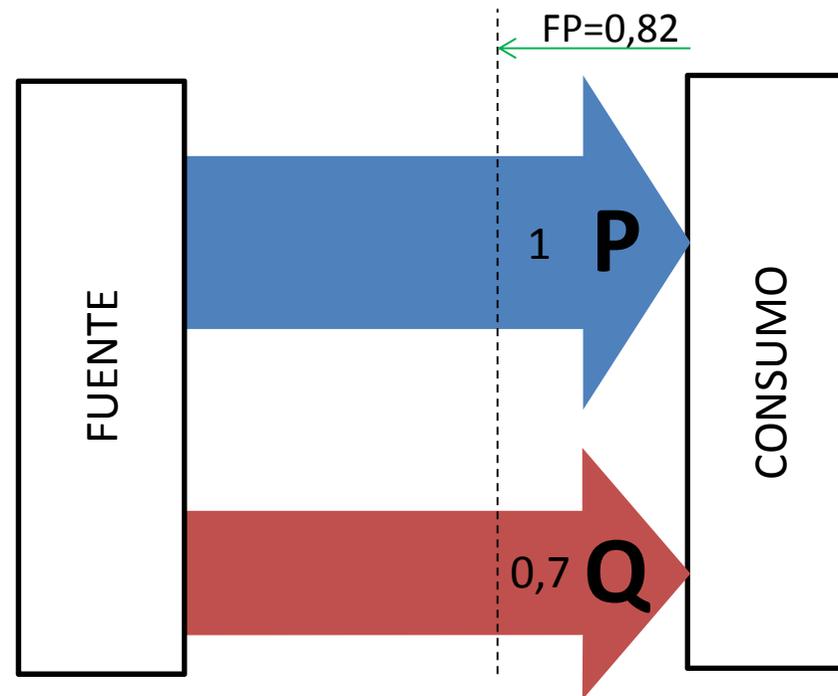
PUNTOS CRÍTICOS DEL ANÁLISIS DEL FACTOR DE POTENCIA

- Pérdidas en la instalación
- Eficiencia en la utilización de la instalación
- Aplicación de multas



Factor de potencia

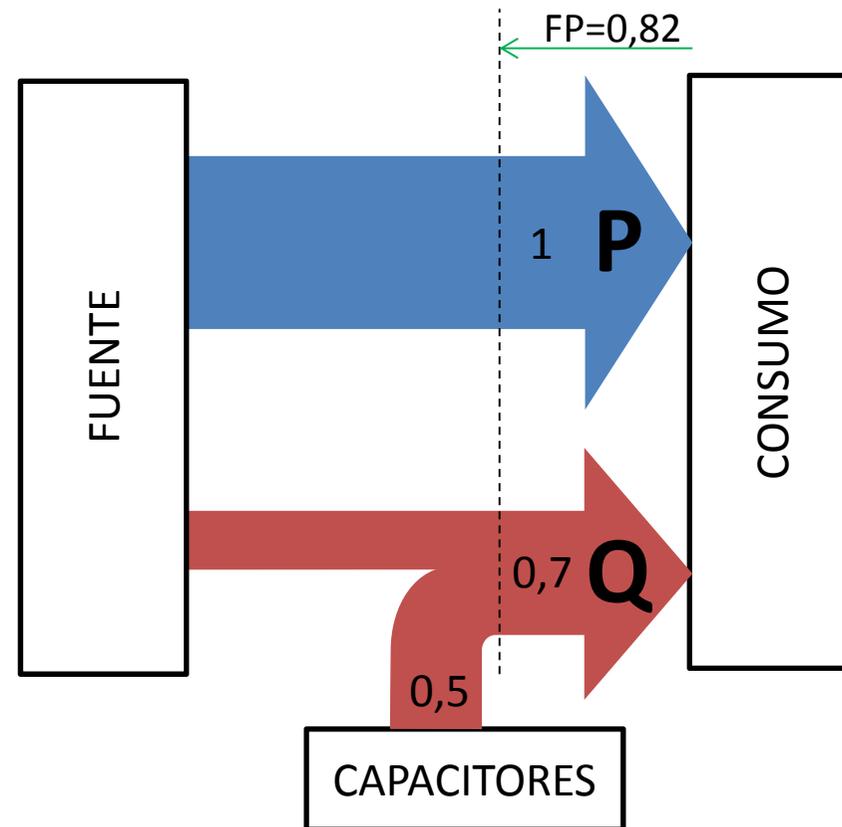
COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA



Factor de potencia

COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

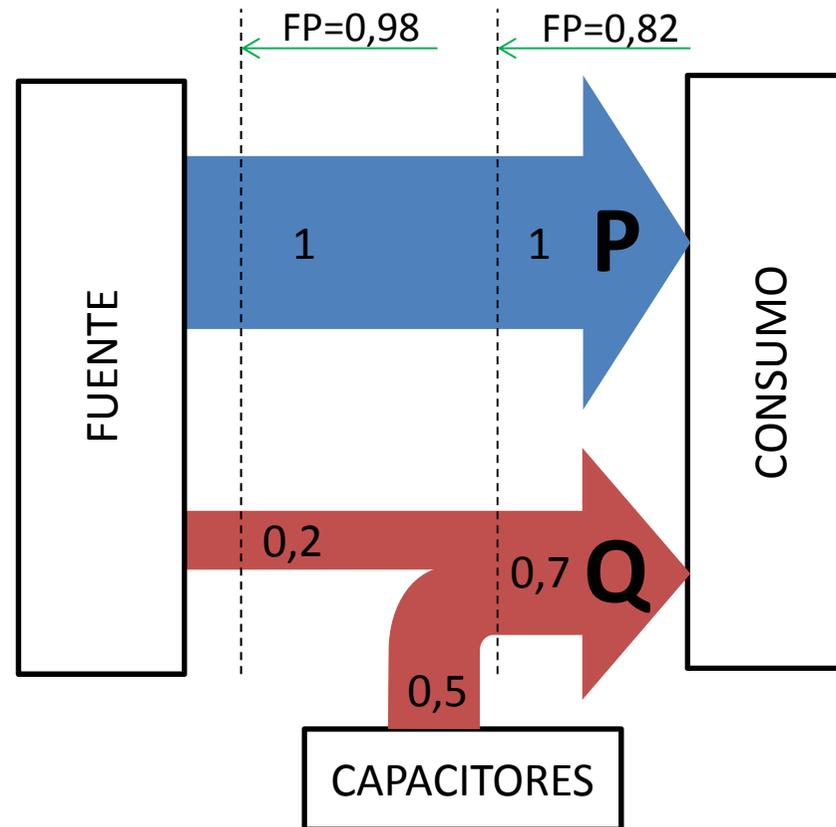
Instalación de capacitores



Factor de potencia

COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

Instalación de capacitores



Factor de potencia

COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

Instalación de capacitores

Capacitores

Compensan el FP dentro de la propia instalación

Tipos de compensación

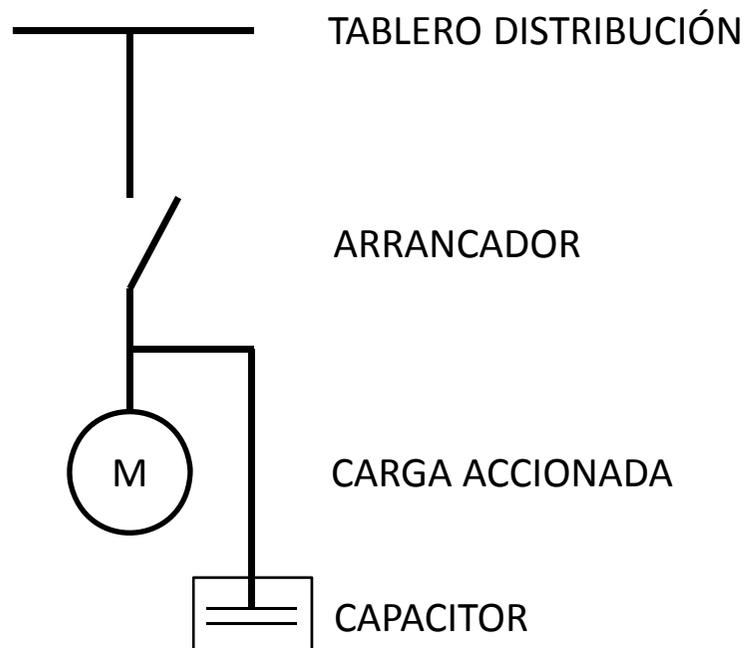
1. Compensación individual
2. Compensación general



Factor de potencia

COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

Instalación de capacitores – COMPENSACIÓN INDIVIDUAL



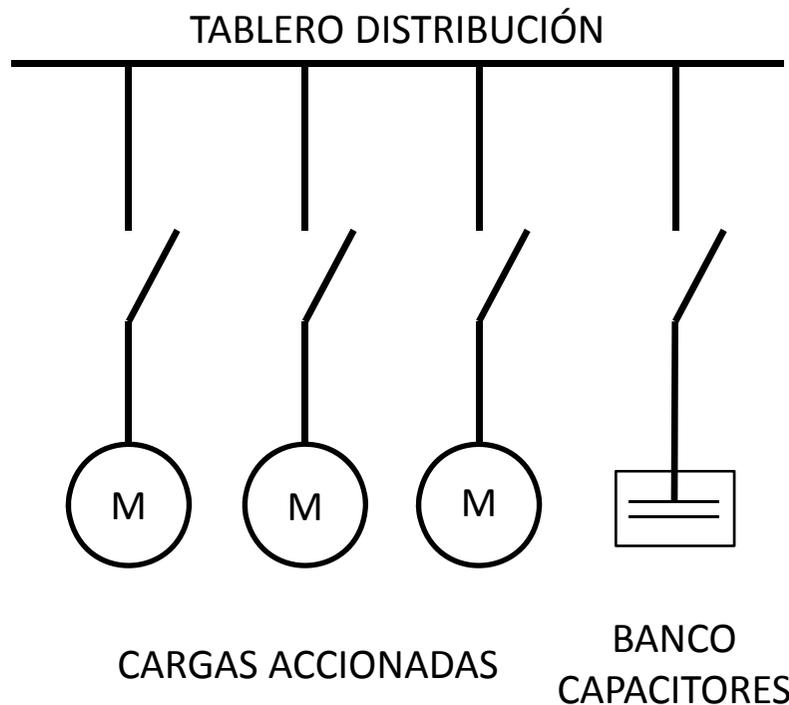
http://www.leyden.com.ar/esp/baja_tension_01.html:http://www.edenor.com.ar/cms/SP/CLI/HOG/INF_ENE_tarifa2.html



Factor de potencia

COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

Instalación de capacitores – COMPENSACIÓN GENERAL



http://www.leyden.com.ar/esp/pdf/bancos_automaticos.pdf



Factor de potencia

COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

Cálculo de potencia de compensación por tabla

Pot. capacitores a instalar [kVAr] = k x [kW]		FACTOR DE POTENCIA DESEADO (cos φ ₂)												
		0,80	0,86	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00
FACTOR DE POTENCIA INICIAL (cos φ ₁)	0,40	1,541	1,698	1,807	1,836	1,865	1,896	1,928	1,963	2,000	2,041	2,088	2,149	2,291
	0,41	1,475	1,631	1,740	1,769	1,799	1,829	1,862	1,896	1,933	1,974	2,022	2,082	2,225
	0,42	1,411	1,567	1,676	1,705	1,735	1,766	1,798	1,832	1,869	1,910	1,958	2,018	2,161
	0,43	1,350	1,506	1,615	1,644	1,674	1,704	1,737	1,771	1,808	1,849	1,897	1,957	2,100
	0,44	1,291	1,448	1,557	1,585	1,615	1,646	1,678	1,712	1,749	1,790	1,838	1,898	2,041
	0,45	1,235	1,391	1,500	1,529	1,559	1,589	1,622	1,656	1,693	1,734	1,781	1,842	1,985
	0,46	1,180	1,337	1,446	1,475	1,504	1,535	1,567	1,602	1,639	1,680	1,727	1,788	1,930
	0,47	1,128	1,285	1,394	1,422	1,452	1,483	1,515	1,549	1,586	1,627	1,675	1,736	1,878
	0,48	1,078	1,234	1,343	1,372	1,402	1,432	1,465	1,499	1,536	1,577	1,625	1,685	1,828
	0,49	1,029	1,186	1,295	1,323	1,353	1,384	1,416	1,450	1,487	1,528	1,576	1,637	1,779
	0,50	0,982	1,139	1,248	1,276	1,306	1,337	1,369	1,403	1,440	1,481	1,529	1,590	1,732
	0,51	0,937	1,093	1,202	1,231	1,261	1,291	1,324	1,358	1,395	1,436	1,484	1,544	1,687
	0,52	0,893	1,049	1,158	1,187	1,217	1,247	1,280	1,314	1,351	1,392	1,440	1,500	1,643
	0,53	0,850	1,007	1,116	1,144	1,174	1,205	1,237	1,271	1,308	1,349	1,397	1,458	1,600
	0,54	0,809	0,965	1,074	1,103	1,133	1,163	1,196	1,230	1,267	1,308	1,356	1,416	1,559
	0,55	0,768	0,925	1,034	1,063	1,092	1,123	1,156	1,190	1,227	1,268	1,315	1,376	1,518
	0,56	0,729	0,886	0,995	1,024	1,053	1,084	1,116	1,151	1,188	1,229	1,276	1,337	1,479
	0,57	0,691	0,848	0,957	0,986	1,015	1,046	1,079	1,113	1,150	1,191	1,238	1,299	1,441
	0,58	0,655	0,811	0,920	0,949	0,979	1,009	1,042	1,076	1,113	1,154	1,201	1,262	1,405
	0,59	0,618	0,775	0,884	0,913	0,942	0,973	1,006	1,040	1,077	1,118	1,165	1,226	1,368
	0,60	0,583	0,740	0,849	0,878	0,907	0,938	0,970	1,005	1,042	1,083	1,130	1,191	1,333
	0,61	0,549	0,706	0,815	0,843	0,873	0,904	0,936	0,970	1,007	1,048	1,096	1,157	1,299
	0,62	0,515	0,672	0,781	0,810	0,839	0,870	0,903	0,937	0,974	1,015	1,062	1,123	1,265
	0,63	0,483	0,639	0,748	0,777	0,807	0,837	0,870	0,904	0,941	0,982	1,030	1,090	1,233
0,64	0,451	0,607	0,716	0,745	0,775	0,805	0,838	0,872	0,909	0,950	0,998	1,058	1,201	
0,65	0,419	0,576	0,685	0,714	0,743	0,774	0,806	0,840	0,877	0,919	0,966	1,027	1,169	
0,66	0,388	0,545	0,654	0,683	0,712	0,743	0,775	0,810	0,847	0,888	0,935	0,996	1,138	
0,67	0,358	0,515	0,624	0,652	0,682	0,713	0,745	0,779	0,816	0,857	0,905	0,966	1,108	
0,68	0,328	0,485	0,594	0,623	0,652	0,683	0,715	0,750	0,787	0,828	0,875	0,936	1,078	
0,69	0,299	0,456	0,565	0,593	0,623	0,654	0,686	0,720	0,757	0,798	0,846	0,907	1,049	
0,70	0,270	0,427	0,536	0,565	0,594	0,625	0,657	0,692	0,729	0,770	0,817	0,878	1,020	
0,71	0,242	0,398	0,508	0,536	0,566	0,597	0,629	0,663	0,700	0,741	0,789	0,849	0,992	
0,72	0,214	0,370	0,480	0,508	0,538	0,569	0,601	0,635	0,672	0,713	0,761	0,821	0,964	



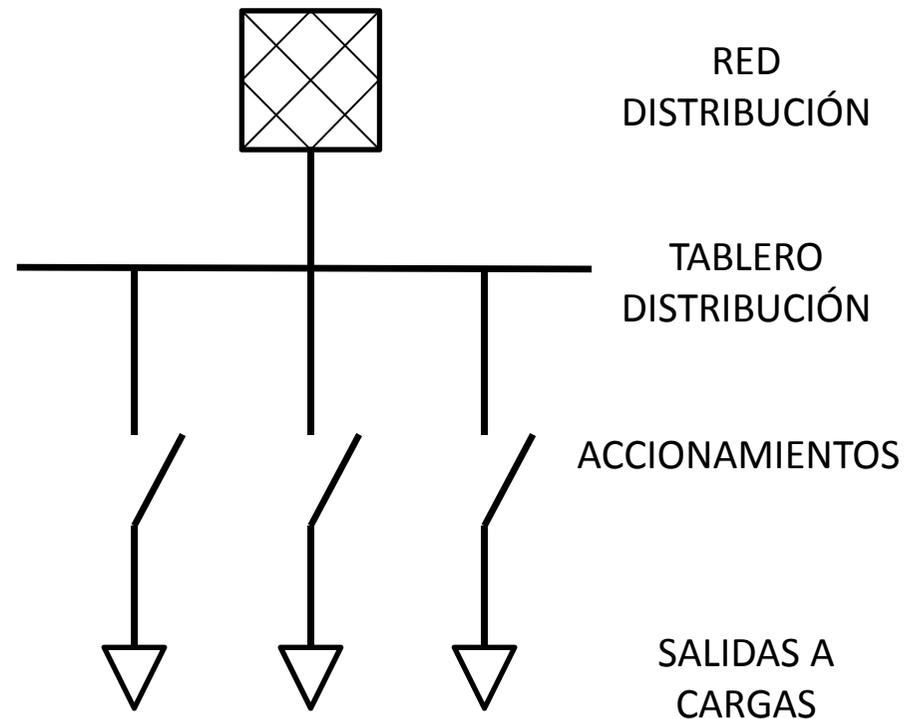
2. PERTURBACIONES



Perturbaciones en la red eléctrica

CONSIDERACIONES GENERALES

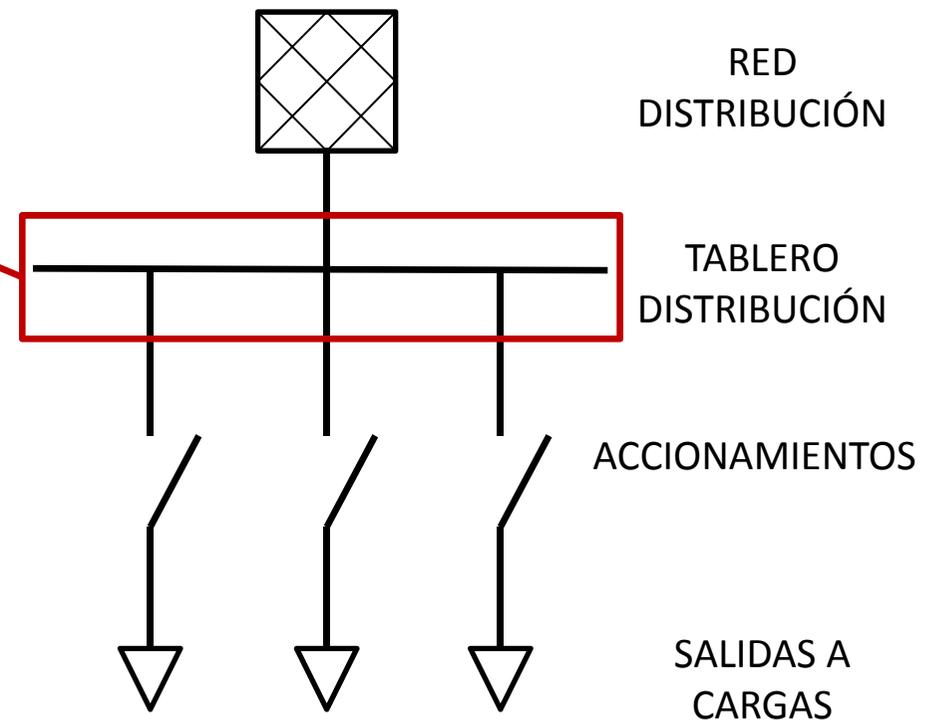
Esquema eléctrico básico



Perturbaciones en la red eléctrica

CONSIDERACIONES GENERALES

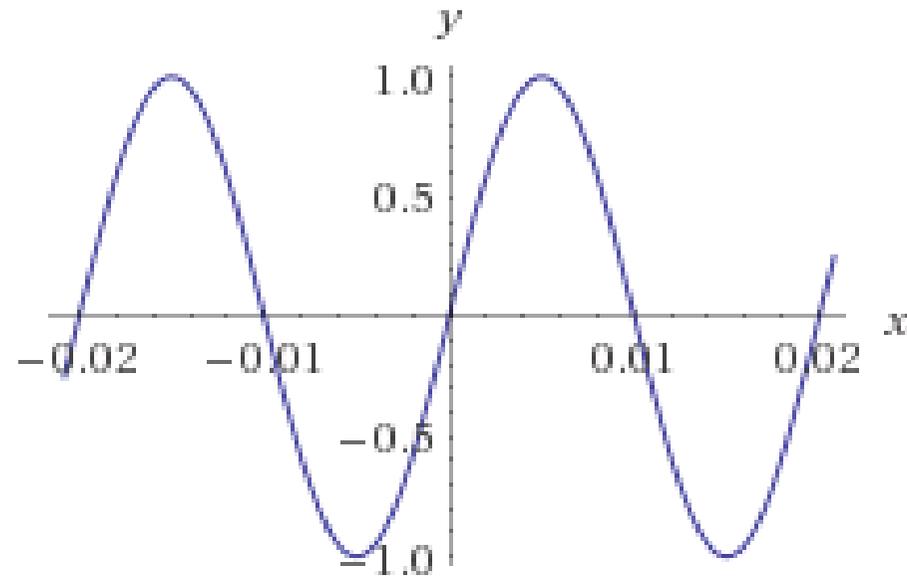
Tensión y corriente en una red eléctrica



Perturbaciones en la red eléctrica

CONSIDERACIONES GENERALES

Tensión y corriente en una red eléctrica



Perturbaciones en la red eléctrica

PRINCIPALES TIPOS

Variaciones de tensión

Armónicas

Desbalance de fases



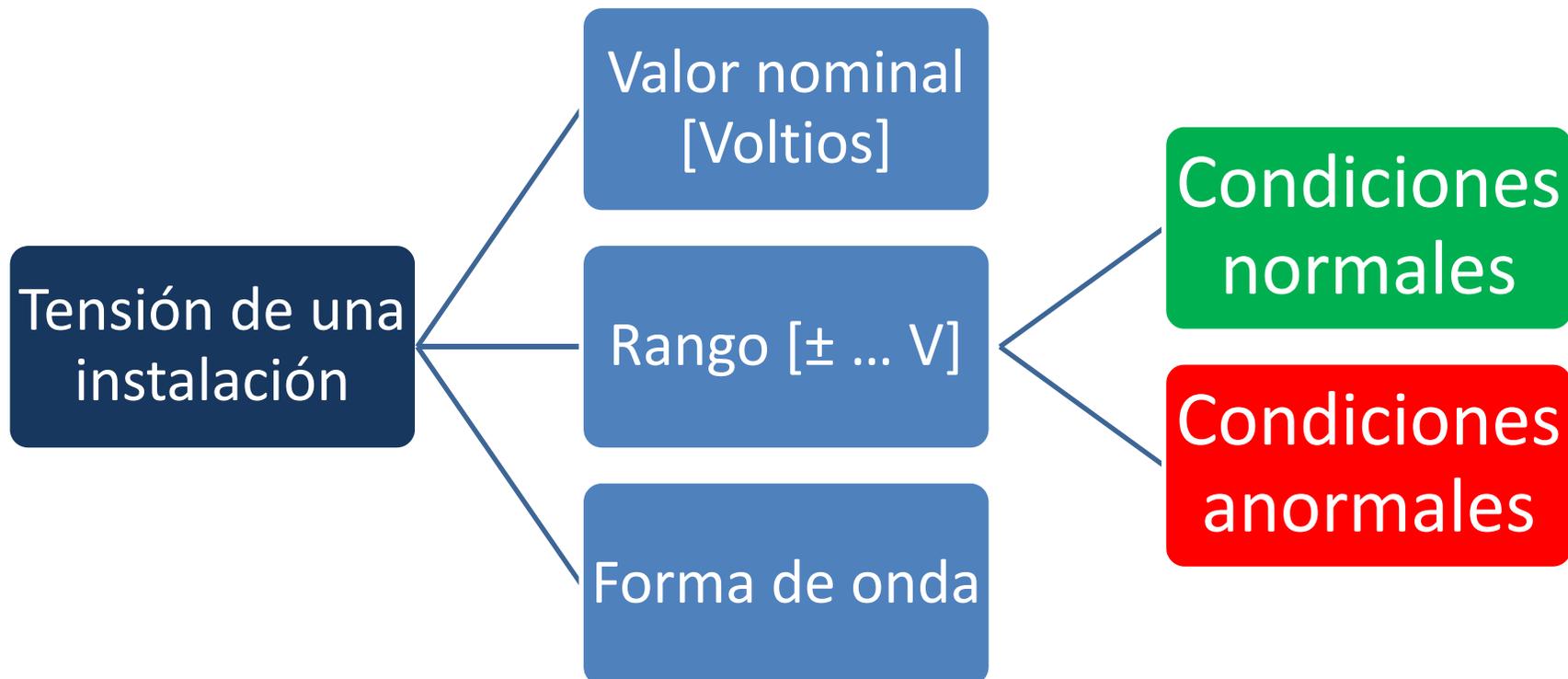
Perturbaciones en la red eléctrica

Variaciones de tensión



Perturbaciones en la red eléctrica

Variaciones de tensión



Perturbaciones en la red eléctrica

Variaciones de tensión

Definición

Se caracterizan por una señal de tensión eventualmente afectada en su amplitud o valor instantáneo.

Duración desde milisegundos a un minuto o más.



Perturbaciones en la red eléctrica

Variaciones de tensión

Definición

Se caracterizan por una señal de tensión eventualmente afectada en su amplitud o valor instantáneo.

Duración desde milisegundos a un minuto o más.

Efectos perjudiciales

- *Afectación de producción y procesos*
- *Ineficiencias tanto técnicas como económicas*
- *Disminución de vida útil de las instalaciones y los equipos*
- *Desencadenamiento de fallas eléctricas*
- *Pérdidas de información*



Perturbaciones en la red eléctrica

Variaciones de tensión

Clasificación - Ejemplos

Según IEEE 1159⁽¹⁾

- **Elevación de tensión** - Corta duración – 110 a 140% - 10ms a 1 min
- **Interrupción sostenida** - Larga duración – 0% - > 1 min

⁽¹⁾: Para más detalle ver tabla incluida en el cuadernillo resumen de esta presentación.



Perturbaciones en la red eléctrica

Variaciones de tensión

Informe ENRE 2014 IA2014 Anexo 1

Se computan las interrupciones de duración mayor a 3 minutos.

- Límites establecidos⁽¹⁾:

Tipo de alimentación	Límite
AT	5%
Alimentación aérea (MT o BT)	8%
Alimentación subterránea (MT o BT)	5%
Rural	10%

⁽¹⁾: Informe ENRE 2014 IA2014 Anexo 1, página 22.



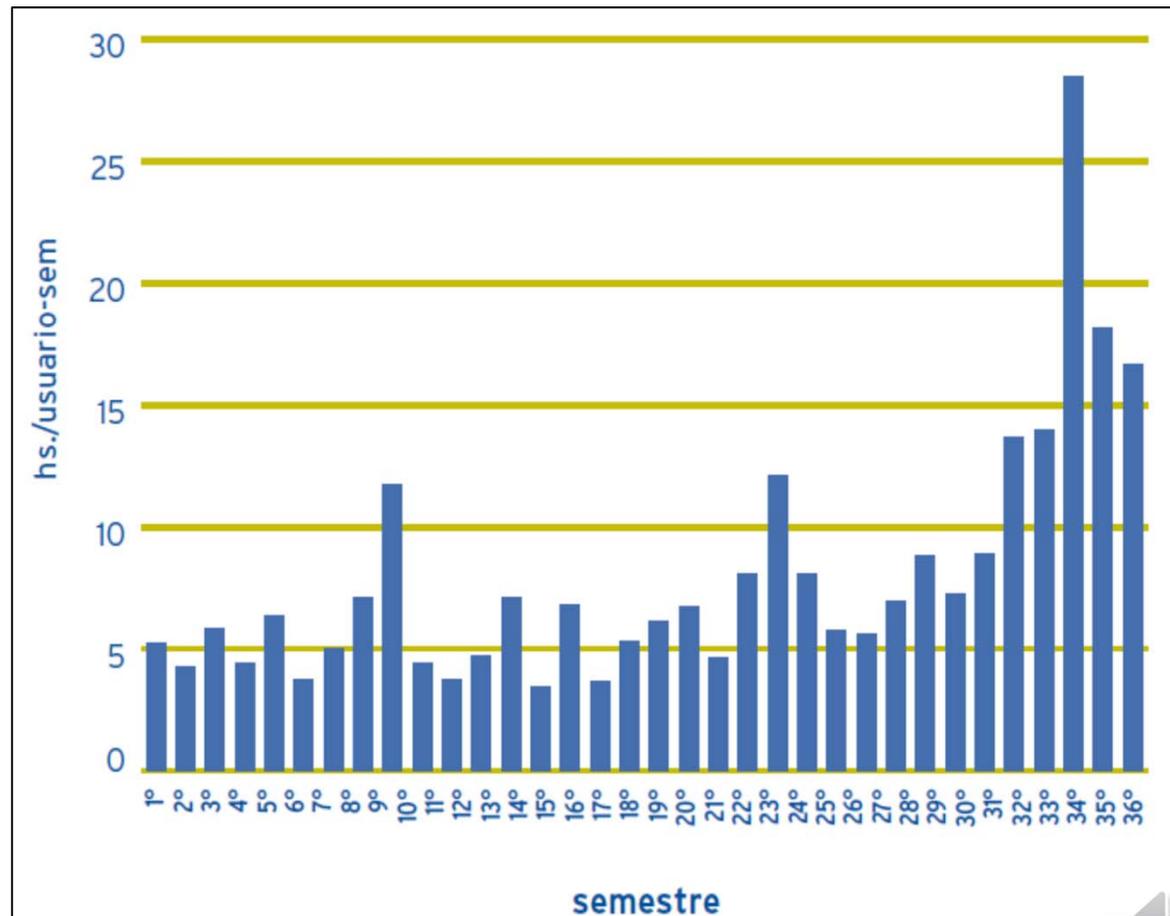
Perturbaciones en la red eléctrica

Variaciones de tensión

Caso de análisis

Interrupciones de servicio
(distribución de EE)

*Extracto del informe
ENRE 2014 IA2014
capítulo 06.*



Perturbaciones en la red eléctrica

Variaciones de tensión

¿Por qué se producen?

- Fallas de cortocircuito
- Arranque de motores
- Conexión y desconexión de cargas
- Fenómenos atmosféricos

¿Cómo se contrarrestan?

- Mayor confiabilidad del sistema
- Grupo electrógeno de emergencia
- Sistema de respaldo con almacenamiento de energía



Perturbaciones en la red eléctrica

PRINCIPALES TIPOS

Variaciones de tensión

Armónicas

Desbalance de fases



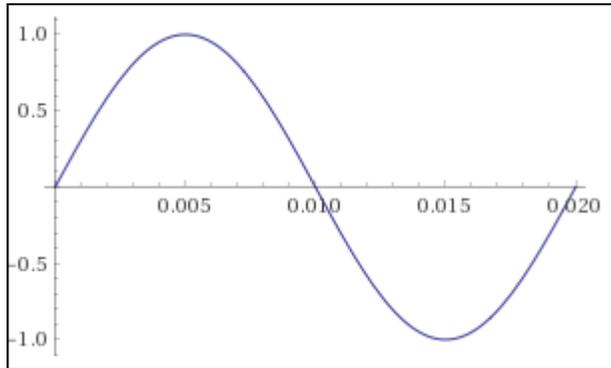
Perturbaciones en la red eléctrica

Armónicas

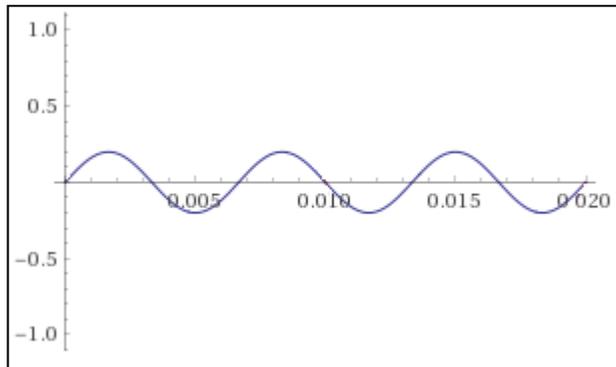


Perturbaciones en la red eléctrica

Armónicas



COMPONENTE FUNDAMENTAL

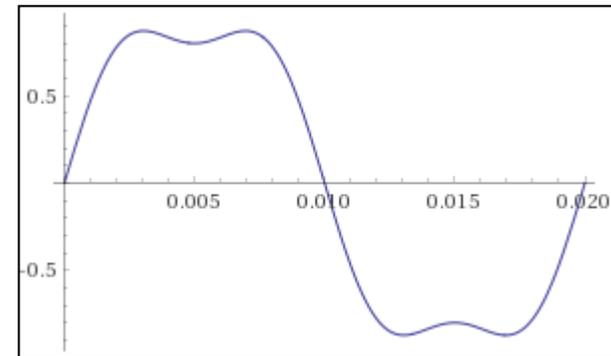
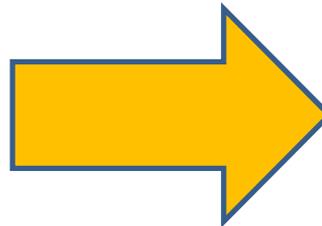
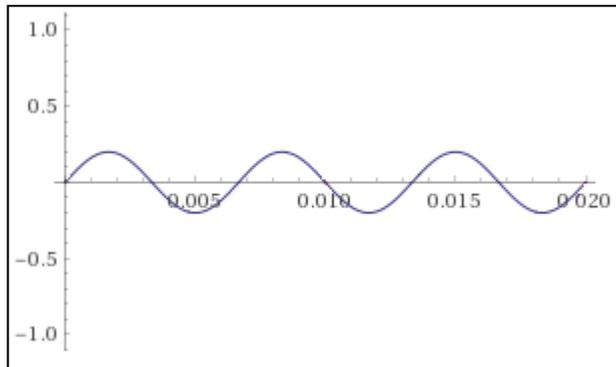
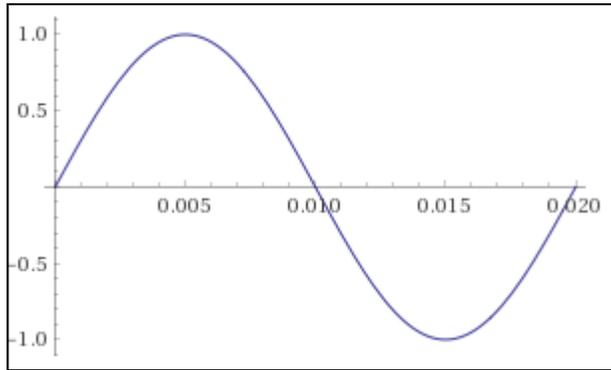


***COMPONENTE ARMÓNICA
(DISTORSIÓN)***



Perturbaciones en la red eléctrica

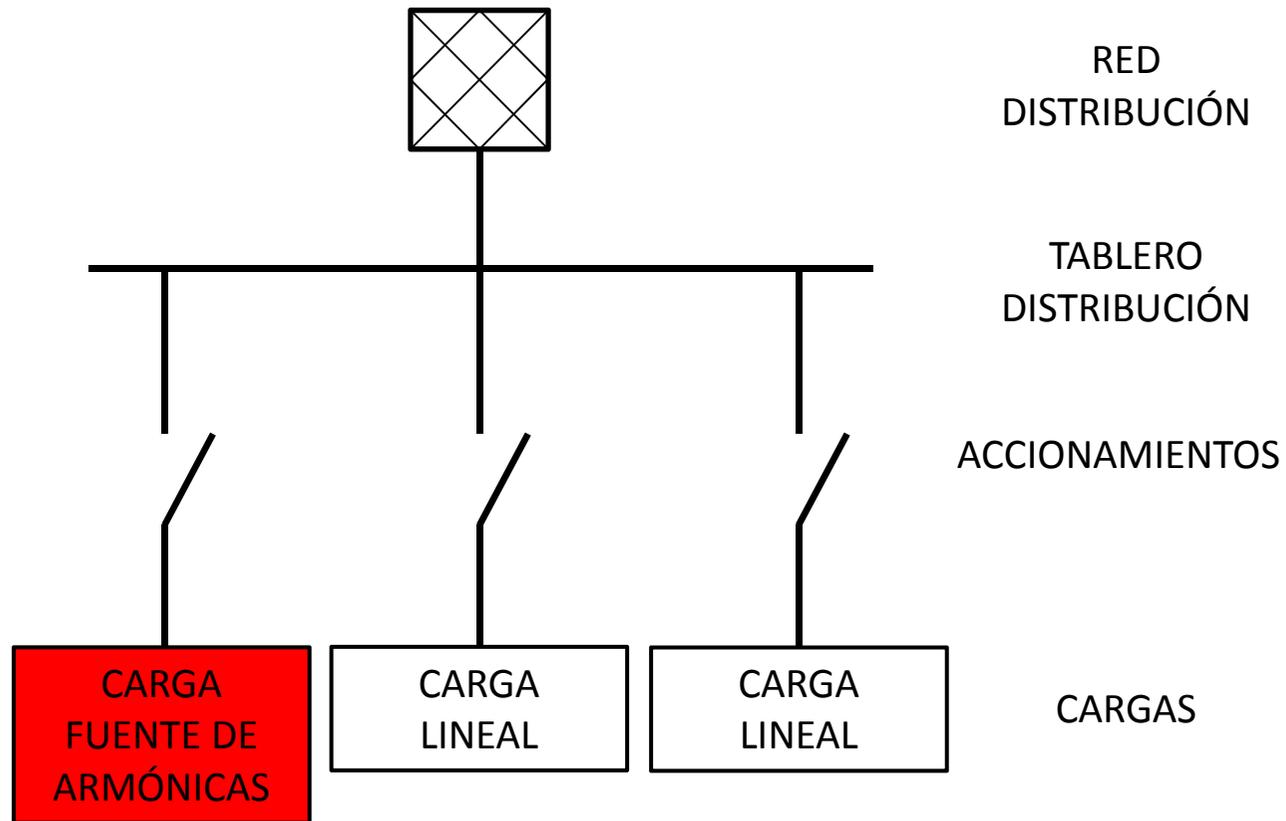
Armónicas



Perturbaciones en la red eléctrica

Armónicas

Propagación de la distorsión



Perturbaciones en la red eléctrica

Cargas fuente de distorsión armónica

Armónicas



ILUMINACIÓN

EQUIP.
INFORMÁTICO

VARIADORES
DE VELOCIDAD

SOLDADORA
ELÉCTRICA

MÁQUINAS
HERRAMIENTAS

TRANSF.



Perturbaciones en la red eléctrica

Límites de distorsión

Armónicas

- Resolución **ENRE** 0465/1996
Distorsión de tensión máxima admisible 8%
- **IEEE** Standard 519
Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems
- **IEC** 61000-3-2
Electromagnetic compatibility (EMC). Part 3-2: Limits. Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)
- **IEC** 61000-3-12
Electromagnetic compatibility (EMC). Part 3-12: Limits. Limits for harmonic currents produced by equipment to public low-voltage systems with input current > 16 A and ≤ 75 A per phase



Perturbaciones en la red eléctrica

Armónicas

Efectos nocivos en la instalación

- Pérdidas de energía adicionales en cables y equipos
- Sobrecalentamiento de equipos
- Disminución de eficiencia en equipos
- Funcionamiento errático de los sistemas y las instalaciones
- Interferencias en redes de comunicación
- Lecturas erróneas en dispositivos de medición básicos



Perturbaciones en la red eléctrica

Armónicas

Disminución de la distorsión

- Filtros
- Capacidad de cortocircuito
- Diseño y montaje de la instalación
- Mediciones y seguimiento



Perturbaciones en la red eléctrica

PRINCIPALES TIPOS

Variaciones de tensión

Armónicas

Desbalance de fases



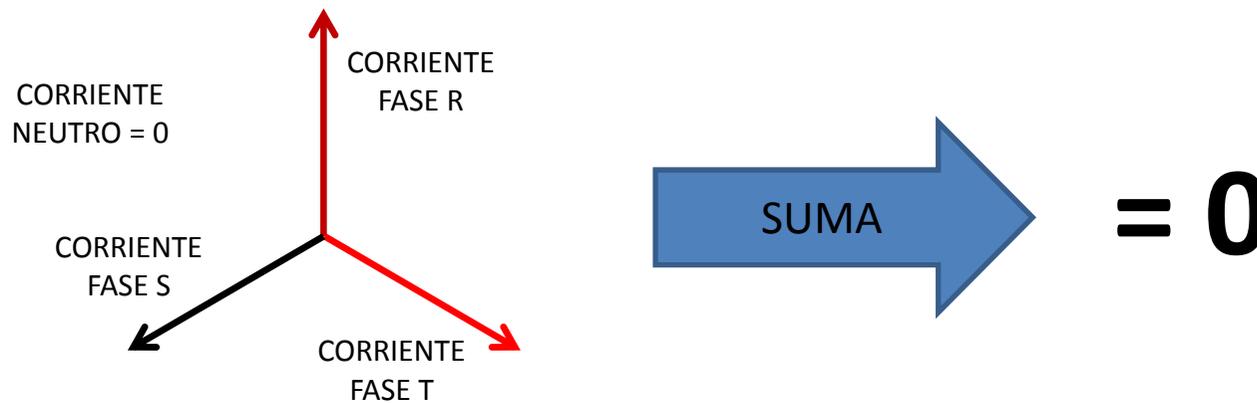
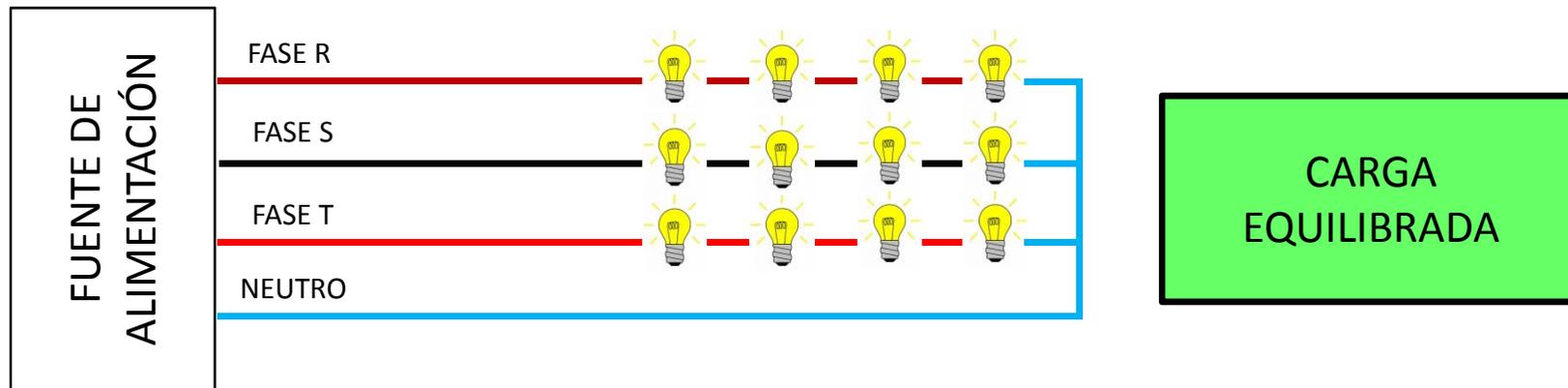
Perturbaciones en la red eléctrica

Desbalance de fases



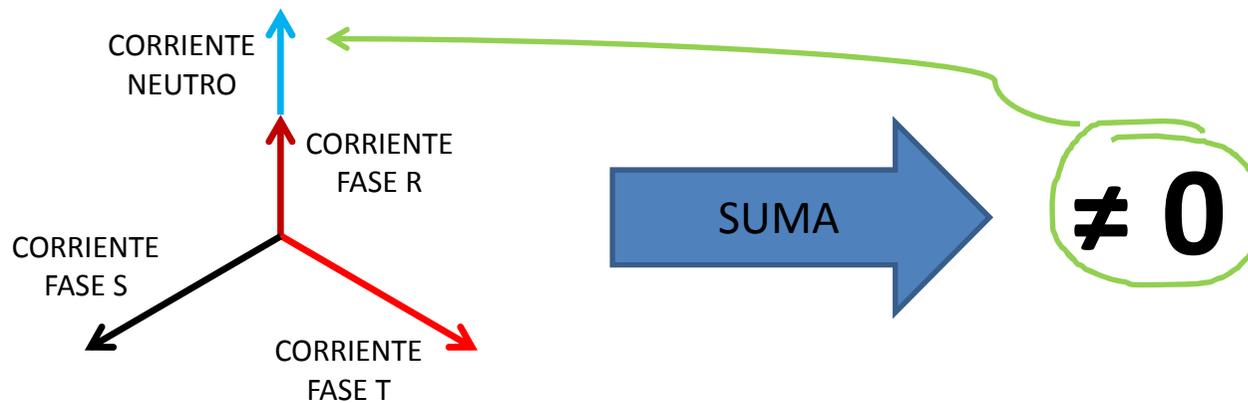
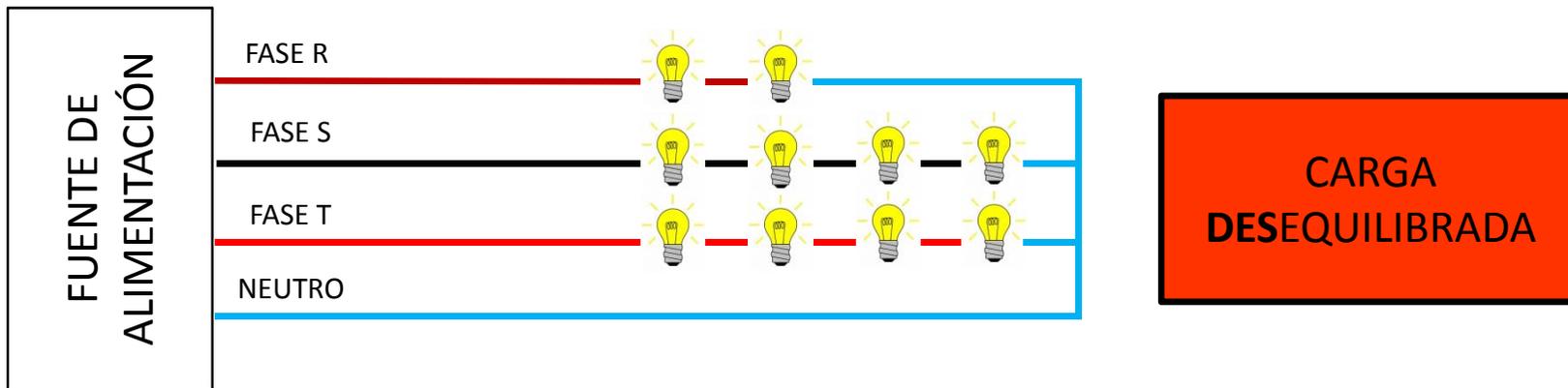
Perturbaciones en la red eléctrica

Desbalance de fases



Perturbaciones en la red eléctrica

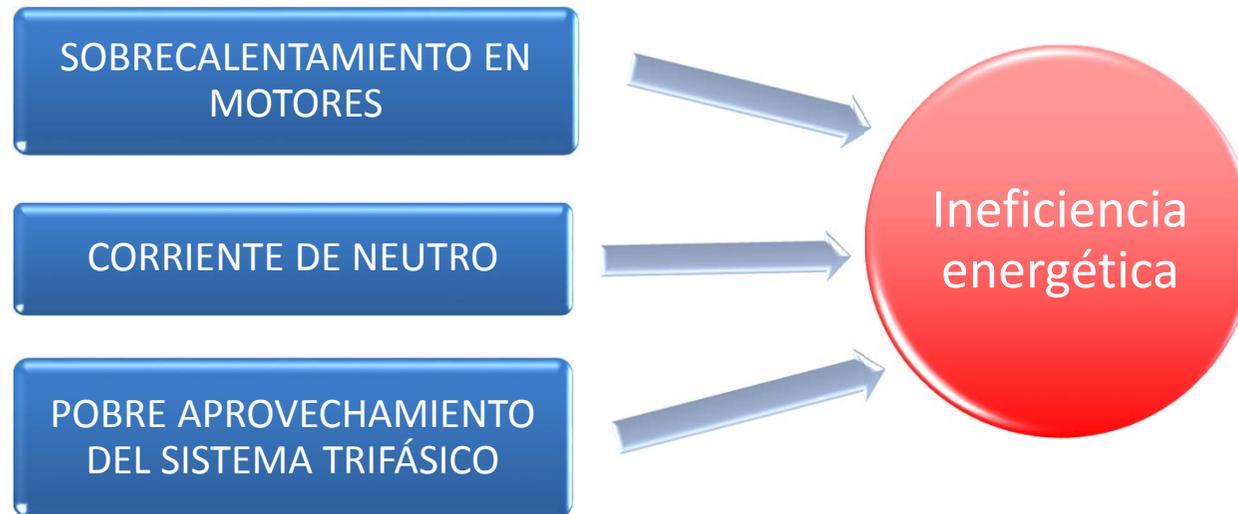
Desbalance de fases



Perturbaciones en la red eléctrica

Consecuencias

Desbalance de fases



SOLUCIÓN



Calidad de la Energía Eléctrica

CONCLUSIÓN



Calidad de la Energía Eléctrica

DOS PREGUNTAS:

ENTONCES...¿CUÁL FUE EL OBJETO?

Y EN CONCRETO...¿EN QUÉ IMPACTA ESO?



Calidad de la Energía Eléctrica

¡ MUCHAS GRACIAS !

