

TEORIA UTIL PARA ELECTRICISTAS
PROBLEMAS RESUELTOS

Fórmulas.-

	Pérdida de tensión	Pérdida de potencia
Continua	$V_p = 2 \times R \times I$	$P_p = 2 \times R \times I^2$
Alterna	$V_p = 2 \times R \times I \times \cos \varphi$	$P_p = 2 \times R \times I^2$
trifásica	$V_p = \sqrt{3} \times R \times I \times \cos \varphi$	$P_p = 3 \times R \times I^2$

Problema 1. Corriente continua.

Datos:

Potencia a transportar $P = 2 \text{ Kw}$

Tensión nominal $V = 110 \text{ V}$

Longitud de la línea de cobre bajo tubo $L = 40 \text{ mts.}$

Calcular

1 sección mínima de la línea,

2 pérdidas de tensión,

3 pérdidas de potencia.

- $I = P / V = 2000 / 110 = 18,2 \text{ A}$ (la intensidad del fusible más aproximado por exceso es 20 amperios. Las tablas del REBT nos indican una sección de **4 mm²**. Será la idónea siempre y cuando el cálculo de la caída de tensión esté dentro del margen establecido en el reglamento.)
- $R = \rho \times L / s = 0,0175 \times 40 / 4 = 0,175 \Omega$

$$V_p = 2 \times R \times I = 2 \times 0,175 \times 18,2 = 6,4 \text{ V} \rightarrow 6,4 \times 100 / 110 = 5,8\%$$

(Según el REBT ITC-BT-19 2.2.2. Sección de los conductores. Caídas de tensión:

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea, salvo lo prescrito en las Instrucciones particulares, menor del 3% de la tensión nominal para cualquier circuito interior de viviendas, y para otras instalaciones interiores o receptoras, del 3% para alumbrado y del 5% para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas, según el tipo de esquema utilizado. Para instalaciones industriales que se alimenten directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen en la salida del transformador. En este caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4,5% para alumbrado y del 6,5% para los demás usos).

- $P_p = 2 \times R \times I^2 = 2 \times 0,175 \times 18,2 \times 18,2 = 117 \text{ W} \rightarrow 117 \times 100 / 2000 = 5,8\%$

Problema 2. Corriente continua.

Un motor de c.c. que absorbe 6,2 Kw debe conectarse por medio de una línea de aluminio bajo tubo de 70 metros a una tensión de 220 voltios. Las pérdidas de tensión y de potencias admitidas 2 %. Calcular la sección.

$$I = 6200 / 220 = 28,2 \text{ A}$$

Fusible más cercano por exceso 32 A. Según tabla REBT escogeremos 16 mm² Al.

$$R = \rho \times L / s = 0,028 \times 70 / 16 = 0,122 \Omega$$

$$V_p = 2 \times R \times I = 2 \times 0,122 \times 28,2 = 6,9 \text{ V} \rightarrow 6,9 \times 100 / 220 = 3,1\% \text{ no válida,}$$

subiremos la sección a 25 mm².

$$R = \rho \times L / s = 0,028 \times 70 / 25 = 0,0784 \Omega$$

TEORIA UTIL PARA ELECTRICISTAS
PROBLEMAS RESUELTOS

$$V_p = 2 \times R \times I = 2 \times 0,0784 \times 28,2 = 4,42 \text{ V} \rightarrow 4,42 \times 100 / 220 = 2 \%$$

Problema 3. Corriente continua.

Entre una pequeña central y un pueblo hay una línea aérea de 2 x 35 mm² de cobre. Longitud 250 metros. ¿qué potencia máxima puede consumir el pueblo sin que la pérdida de potencia exceda de 4,5 %. Tensión 220 voltios.

$$V_p = 4,5 \times 220 / 100 = 9,9 \text{ voltios de pérdida máxima.}$$

$$R = \rho \times L / s = 0,0175 \times 250 / 35 = 0,125 \Omega \text{ resistencia de la línea.}$$

$$V_p = 2 \times R \times I, \text{ de donde } I = \frac{V_p}{2 \times R} = 9,9 / 2 \times 0,125 = 39,6 \text{ A}$$

$$P = V \times I = 220 \times 39,6 = 8712 \text{ W}$$

Problema 4. Corriente alterna monofásica.

Para transportar una potencia de 22 Kw a 380 voltios a una distancia de 180 metros se quiere calcular una línea aérea de aluminio que no tenga pérdida de potencia ni tensión superior al 5 %. Factor de potencia 0,7.

$$I = \frac{P}{V \times \cos \varphi} = 22000 / 380 \times 0,7 = 82,7 \text{ A (fusible aproximado en exceso 100 A,}$$

sección según tabla 35 mm² Al.)

$$R = \rho \times L / s = 0,028 \times 180 / 35 = 0,144 \Omega \text{ resistencia de la línea.}$$

$$V_p = 2 \times R \times I \times \cos \varphi = 2 \times 0,144 \times 82,7 \times 0,7 = 16,67 \text{ V} \rightarrow 16,67 \times 100 / 380 = 4,38 \%$$

$$P_p = 2 \times R \times I^2 = 2 \times 0,144 \times 82,7 \times 82,7 = 1969,7 \text{ W} \rightarrow 1969,7 \times 100 / 22000 = 8,95 \%$$

La pérdida de potencia es alta, subiremos la sección a 70 mm²:

$$R = \rho \times L / s = 0,028 \times 180 / 70 = 0,072 \Omega \text{ resistencia de la línea.}$$

$$V_p = 2 \times R \times I \times \cos \varphi = 2 \times 0,072 \times 82,7 \times 0,7 = 8,34 \text{ V} \rightarrow 8,34 \times 100 / 380 = 2,19 \%$$

$$P_p = 2 \times R \times I^2 = 2 \times 0,072 \times 82,7 \times 82,7 = 984,85 \text{ W} \rightarrow 984,85 \times 100 / 22000 = 4,48 \%$$

**Este ejemplo muestra claramente la diferencia que puede haber entre la pérdida de potencia por ciento y la pérdida de tensión por ciento. Es una consecuencia del desfaseamiento, de una potencia no utilizable que debe ser transportada por la línea y ocasiona pérdidas suplementarias.*

Problema 5 Corriente alterna monofásica.

Dos derivaciones parten de un punto de la línea del problema anterior:

Derivación A: 2x16 cobre, 50 metros, para 5 Kw, 380 V, cos φ 0,85.

Derivación B: 2x10 aluminio, 80 metros, para 4 Kw, 380 V, cos φ 0,75.

Calcular:

1. pérdida de tensión y potencia en A.
2. pérdida de tensión y potencia en B.
3. pérdida de potencia total en A y B en relación con la potencia total.

TEORIA UTIL PARA ELECTRICISTAS
PROBLEMAS RESUELTOS

1. $R = \rho \times L / s = 0,0175 \times 50 / 16 = 0,0547 \Omega$ resistencia de la línea.

$$I = \frac{P}{V \times \cos \varphi} = 5000 / 380 \times 0,85 = 15,48 A$$

$$V_p = 2 \times R \times I \times \cos \varphi = 2 \times 0,0547 \times 15,48 \times 0,85 = 1,44 V \rightarrow 1,44 \times 100 / 380 = 0,38 \%$$

$$P_p = 2 \times R \times I^2 = 2 \times 0,0547 \times 15,48 \times 15,48 = 26,22 W \rightarrow 26,22 \times 100 / 5000 = 0,52 \%$$

2. $R = \rho \times L / s = 0,028 \times 80 / 10 = 0,224 \Omega$ resistencia de la línea.

$$I = \frac{P}{V \times \cos \varphi} = 4000 / 380 \times 0,75 = 14 A$$

$$V_p = 2 \times R \times I \times \cos \varphi = 2 \times 0,224 \times 14 \times 0,75 = 4,7 V \rightarrow 4,7 \times 100 / 380 = 1,24 \%$$

$$P_p = 2 \times R \times I^2 = 2 \times 0,224 \times 14 \times 14 = 87,8 W \rightarrow 87,8 \times 100 / 4000 = 2,2 \%$$

3. $P_pA + P_pB = 26,22 + 87,8 = 114 W \rightarrow 114 \times 100 / 22000 = 0,52 \%$

Problema 6. Corriente alterna trifásica.

Una línea de cobre que une un transformador a una granja agrícola tiene 170 metros de largo y $3 \times 25 \text{ mm}^2$ de sección. La línea está tan cargada que produce una pérdida de tensión del 8% para factor de potencia 0,8. Tensión nominal 190 voltios.

Calcular:

1. Potencia eficaz, aparente e inutilizable.
2. ¿podría disminuir la pérdida de tensión colocando un condensador en la granja, siendo este condensador capaz de absorber toda la potencia inutilizable?
3. ¿se podrían remediar estas circunstancias desfavorables elevando la tensión a 220 voltios?

1. $R = \rho \times L / s = 0,0175 \times 170 / 25 = 0,119 \Omega$ resistencia de la línea.

$$V_p = 190 \times 8 / 100 = 15,2 \text{ voltios}$$

$$V_p = \sqrt{3} \times R \times I \times \cos \varphi \rightarrow I = V_p / \sqrt{3} \times R \times \cos \varphi = 15,2 / 1,73 \times 0,119 \times 0,8 = 92,1 A$$

$$P_{\text{eficaz}} = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi = 1,73 \times 190 \times 92,3 \times 0,8 = 24271,2 W$$

$$P_{\text{aparente}} = P_{\text{eficaz}} \div \cos \varphi = 24271,2 / 0,8 = 30339 VA$$

$$P_{\text{reactiva}} = \sqrt{P_a^2 - P_e^2} = \sqrt{(30339 \times 30339 - 24271,2 \times 24271,2)} = 18000 Var$$

2. Si toda la potencia no utilizable o reactiva es captada por el condensador, del transformador no se tiene que recibir más que la potencia eficaz y la línea ya no radica ningún desfaseamiento (factor de potencia 1). Si se calcula de nuevo la pérdida de tensión se encuentra de nuevo exactamente 15,2 voltios, no habiendo pues mejora. De momento parece sorprendente, pero esto resulta del hecho de que la pérdida de tensión para $\cos \varphi = 0,8$ está desfasada con relación a la tensión de la red.
3. Si se aumenta la tensión a 220 voltios desciende la intensidad, y la pérdida de tensión también será menor. La elevación de la tensión es útil.

TEORIA UTIL PARA ELECTRICISTAS
PROBLEMAS RESUELTOS

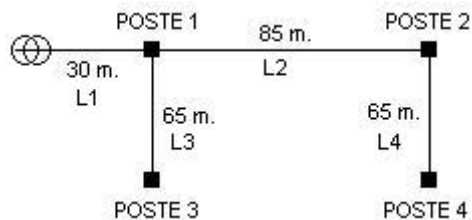
Problema 7. Corriente alterna trifásica.

Desde un transformador queremos alimentar con línea aérea de aluminio 4 puntos para atracciones de feria. Cada uno de 20 Kw. $\cos \varphi = 0,8$.

Tensión trifásica 380/220 V. Máxima caída de tensión 6%.

Utilizar distintas secciones para lograr economizar en materiales.

Calcular las secciones.



Intensidad en cada poste:

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi \rightarrow I = P / \sqrt{3} \times V \times \cos \varphi = 20000 / 1,73 \times 380 \times 0,8 = 40 \text{ A}$$

Sección línea L1: tomando 70 mm².

$$R = \rho \times L / s = 0,028 \times 30 / 70 = 0,012 \text{ } \Omega \text{ resistencia de la línea.}$$

$$V_p = \sqrt{3} \times R \times I \times \cos \varphi = 1,73 \times 0,012 \times 40 \times 0,8 = 2,66 \text{ V} \rightarrow 2,66 \times 100 / 380 = 0,7 \%$$

Sección línea L2: tomando 50 mm².

$$R = \rho \times L / s = 0,028 \times 85 / 50 = 0,0476 \text{ } \Omega \text{ resistencia de la línea.}$$

$$V_p = \sqrt{3} \times R \times I \times \cos \varphi = 1,73 \times 0,0476 \times 40 \times 0,8 = 5,27 \text{ V} \rightarrow 5,27 \times 100 / 380 = 1,38 \%$$

le sumamos la caída de tensión en L1 = 1,38 + 0,7 = 2,08 %

Sección línea L4 y L3: tomando 16mm².

$$R = \rho \times L / s = 0,028 \times 65 / 16 = 0,1138 \text{ } \Omega \text{ resistencia de la línea.}$$

$$V_p = \sqrt{3} \times R \times I \times \cos \varphi = 1,73 \times 0,1138 \times 40 \times 0,8 = 6,3 \text{ V} \rightarrow 6,3 \times 100 / 380 = 1,66 \%$$

le sumamos la caída de tensión en L2 = 1,66 + 2,08 = 3,74 %

Problema 8. Condensador motor monofásico.

Calcular el condensador de arranque para un motor monofásico de 2 Kw. 220 V.

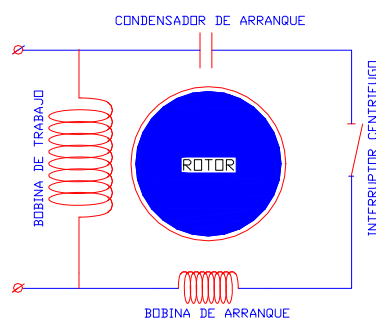
$$\cos \varphi = 0,7$$

$$C = \frac{3,18 \times 10^6 \times P}{E^2 \times \cos \varphi}; \text{ siendo}$$

P potencia del motor en Kw

E tensión en voltios

C capacidad en μF



$$C = (3,18 \times 1000000 \times 2) / (220 \times 220 \times 0,7) = 187 \mu\text{F}$$

Problema 9. Precio de la potencia.

Un motor de 5 Cv y rendimiento $\eta = 0,86$ acciona una bomba todos los días de 8 a 20 horas sin interrupción. El Kw-h cuesta 0,10 € entre 8 a 16 h. y 0,28 € entre 16 y 20 h.

TEORIA UTIL PARA ELECTRICISTAS
PROBLEMAS RESUELTOS

¿a cuánto asciende el gasto anual de energía?

Potencia aprovechada: $5 \times 736 = 3680 \text{ w}$

Potencia consumida: $3680 / 0,86 = 4279 \text{ w}$

Coste diario:

De 8 a 16 h: $8 \times 4,279 \times 0,10 = 3,423 \text{ €}$

De 16 a 20 h: $4 \times 4,279 \times 0,28 = 4,792 \text{ €}$

Total día 8,215 €

Total año $8,215 \times 365 = 2998,48 \text{ €}$

Problema 10. Calculo de una batería de condensadores con los recibos de la luz.

Para compensar el factor de potencia y ahorrar en la factura de la luz

Tenemos los recibos de un año entero, y vemos los siguientes datos:

EN LA CABECERA: Tarifa: 4.0 Facturación de la potencia: Modo 2 Potencia

contratada: 500 kW Discriminación horaria: Tipo 2

SUMA DE RECIBOS:

RECIBOS	LLANA	PUNTA	TOTAL ACTIVA	REACTIVA	MAXIMETRO
enero	300.220	105.605	405.825	456.383	615
febrero	308.110	107.229	415.339	467.082	577
marzo	295.001	99.023	394.024	443.112	547
abril	300.123	108.934	409.057	460.017	568
mayo	301.456	115.901	417.357	469.351	580
junio	189.667	89.305	278.972	313.726	387
julio	301.245	106.500	407.745	458.542	566
agosto	298.500	101.256	399.756	449.558	555
septiembre	300.165	106.705	406.870	457.558	565
octubre	315.635	121.900	437.535	492.043	608
noviembre	310.360	112.409	422.769	475.438	587
diciembre	305.401	100.228	405.629	456.162	563
TOTALES	3.525.883	1.274.995	4.800.878	5.398.971	

HORARIOS DE FUNCIONAMIENTO: 22 horas a plena carga y 2 horas al 50%. De lunes a domingo.

- potencia activa media mensual $4.800.878 : 12 = 400.073 \text{ kwh}$
- factor de potencia medio de ese año:

$$\frac{4.800.878}{\sqrt{4.800.878^2 + 5.398.971^2}} = \frac{4.800.878}{7.224.771} = 0,66$$
- nº efectivo de horas al día: $22 + \text{el } 50\% \text{ de } 2 = 23 \text{ horas}$
- nº efectivo de horas al mes: $23 \times 30 = 690 \text{ horas}$
- la potencia media de consumo: $400.073 : 690 = 580 \text{ kw}$
- batería a instalar: el $\cos\phi$ 0,66 queremos subirlo a 0,99, por lo tanto:
 $Q = P \times (\text{tg}\phi \text{ inicial} - \text{tg}\phi \text{ final}) \quad 580 \times (1,138 - 0,142) = 578 \text{ kvar}$

TEORIA UTIL PARA ELECTRICISTAS
PROBLEMAS RESUELTOS

TABLA DEL VALOR DE LA TANGENTE CONOCIDO EL COSENO

cos φ	tg φ	cos φ	tg φ	cos φ	tg φ	cos φ	tg φ	cos φ	tg φ	cos φ	tg φ
0,40	2,289	0,50	1,732	0,60	1,333	0,70	1,020	0,80	0,750	0,90	0,484
0,41	2,225	0,51	1,686	0,61	1,300	0,71	0,992	0,81	0,724	0,91	0,456
0,42	2,160	0,52	1,642	0,62	1,265	0,72	0,964	0,82	0,698	0,92	0,426
0,43	2,098	0,53	1,600	0,63	1,233	0,73	0,936	0,83	0,672	0,93	0,395
0,44	2,041	0,54	1,560	0,64	1,200	0,74	0,909	0,84	0,646	0,94	0,368
0,45	1,985	0,55	1,518	0,65	1,169	0,75	0,882	0,85	0,620	0,95	0,329
0,46	1,930	0,56	1,480	0,66	1,138	0,76	0,855	0,86	0,593	0,96	0,291
0,47	1,878	0,57	1,441	0,67	1,108	0,77	0,829	0,87	0,569	0,97	0,251
0,48	1,828	0,58	1,404	0,68	1,078	0,78	0,802	0,88	0,539	0,98	0,203
0,49	1,779	0,59	1,369	0,69	1,049	0,79	0,776	0,89	0,512	0,99	0,142