

PROBLEMAS RESUELTOS DE TEORÍA DE CIRCUITOS

LUIS BADESA BERNARDO
CARMELO CARRERO LÓPEZ
ANA FERNÁNDEZ GUILLAMÓN
RICARDO GRANIZO ARRABÉ
OSCAR PERPIÑÁN LAMIGUEIRO

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Índice general

Índice general	I
1 Corriente continua	1
2 Corriente alterna monofásica	3
3 Corriente alterna trifásica	5
3.1. Enunciado	5
3.2.	6

Capítulo 1

Corriente continua

Capítulo 2

Corriente alterna monofásica

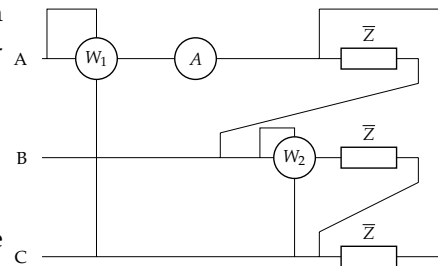
Capítulo 3

Corriente alterna trifásica

3.1. Enunciado

En el sistema de la figura de secuencia de fases directa y frecuencia $f = 60 \text{ Hz}$, se dispone de un receptor equilibrado con una potencia total $P_T = 51\,984 \text{ W}$ factor de potencia de 0,6 en retraso. Sabiendo que el amperímetro marca $76\sqrt{3} \text{ A}$, determinar:

1. Medida de los vatímetros 1 y 2.
2. Valor de la impedancia \bar{Z} en forma módulo-argumento.
3. Valor de la capacidad mínima para mejorar el factor de potencia a 0,95 en retraso.
4. Valor de la impedancia equivalente en estrella.



3.1.1. Solución

Para solucionar las preguntas en este problema, antes de calcular nada, podemos extraer la siguiente información del enunciado:

- Se tiene una sola carga trifásica equilibrada de valor Z y con $\cos \phi = 0,6 \rightarrow 53,13^\circ$ en retraso. Esto significa que la impedancia \bar{Z} es de carácter inductivo y su potencia reactiva será positiva.
- Se tiene una secuencia de fases directa ABC. Esto significa que el sistema de alimentación tiene las siguientes tensiones de línea: $\bar{U}_{AB} = U_{AB} \text{ V}$, $\bar{U}_{BC} = U_{BC} \text{ V}$ y $\bar{U}_{CA} = U_{CA} \text{ V}$. Así pues, las tensiones de fase son: $\bar{U}_A = U_A \text{ V}$, $\bar{U}_B = U_B \text{ V}$ y $\bar{U}_C = U_C \text{ V}$.
- Anotamos la frecuencia de red de valor 60 Hz por si hemos de calcular alguna reactancia inductiva y/o capacitiva.
- La potencia activa total que demanda el triángulo de impedancia \bar{Z} es de valor $P_T = 51\,984 \text{ W}$. De este valor, sacamos como conclusión que cada impedancia \bar{Z} del triángulo consume un tercio de dicha potencia activa al ser un receptor equilibrado.
- El vatímetro W_2 está conectado midiendo la intensidad \bar{I}_{BC} y la tensión \bar{U}_{BC} , es decir, nos da el valor de la potencia activa que disipa la fase BC del triángulo, cuyo valor ya sabemos que es:

$$W_2 = \frac{P_T}{3} = \frac{51984}{3} = 17\,328 \text{ W}$$

- El amperímetro dispuesto en la línea A mide el valor eficaz de $76\sqrt{3} \text{ A}$. Esto significa que, al tener un receptor equilibrado conectado en triángulo, las intensidades por las otras dos líneas B y C tienen el mismo valor de intensidad de valor eficaz de $76\sqrt{3} \text{ A}$.

- También, al ser un receptor equilibrado conectado en triángulo, las intensidades \bar{I}_{AB} , \bar{I}_{BC} e \bar{I}_{CA} que circulan dentro del triángulo, toman por valor eficaz:

$$\frac{76\sqrt{3}}{\sqrt{3}} = 76 \text{ A}$$

- Los argumentos de las intensidades dentro de triángulo se pueden obtener del propio enunciado. Cada intensidad \bar{I}_{AB} , \bar{I}_{BC} e \bar{I}_{CA} retrasa $53,13^\circ$ a las tensiones \bar{U}_{AB} , \bar{U}_{BC} y \bar{U}_{CA} correspondientes, es decir, la intensidad \bar{I}_{AB} tiene un argumento de valor $120 - 53,13 = 66,87^\circ$, la intensidad \bar{I}_{BC} tiene un argumento de valor $0 - 53,13 = -53,13^\circ$ y la intensidad \bar{I}_{CA} tiene un argumento de valor $-120 - 53,13 = -153,13^\circ$.
- Los argumentos de las intensidades de línea también se pueden obtener del propio enunciado. Cada intensidad \bar{I}_A , \bar{I}_B e \bar{I}_C retrasa $53,13^\circ$ a las tensiones del sistema de alimentación \bar{U}_A , \bar{U}_B y \bar{U}_C correspondientes, es decir, la intensidad \bar{I}_A tiene un argumento de valor $90 - 53,13 = 36,87^\circ$, la intensidad \bar{I}_B tiene un argumento de valor $-30 - 53,13 = -83,13^\circ$ y la intensidad \bar{I}_C tiene un argumento de valor $-150 - 53,13 = -203,13^\circ$.

Tras estas consideraciones, se pueden iniciar los cálculos necesarios para responder a las preguntas del problema:

1. Medida de los vatímetros 1 y 2.

La lectura del vatímetro 1, según está conectado, es la siguiente:

$$[W_1] = \Re(\bar{U}_{AC} \cdot \bar{I}_A) = U_{AC} \cdot I_A \cdot \cos(\langle \bar{U}_{AC}, \bar{I}_A \rangle)$$

Se desconoce el módulo de la tensión \bar{U}_{AC} . Se calcula a partir del vatímetro 2 cuya lectura es de $[W_2] = 17328 \text{ W}$:

$$\begin{aligned} [W_2] &= \Re(\bar{U}_{BC} \cdot \bar{I}_{BC}) = U_{BC} \cdot I_{BC} \cdot \cos(\langle \bar{U}_{BC}, \bar{I}_{BC} \rangle) \\ 17328 &= U_{BC} \cdot 76 \cdot 0,6 \Rightarrow U_{BC} = 380 \text{ V} \end{aligned}$$

Por tanto, al ser un sistema equilibrado ($U_{AB} = U_{BC} = U_{CA}$), y sabiendo que $\bar{U}_{AC} = -\bar{U}_{CA} = U_{CA} \angle -120 + 180 = 380 \angle 60^\circ \text{ V}$, la lectura del vatímetro 1:

$$[W_1] = \Re(\bar{U}_{AC} \cdot \bar{I}_A) = U_{AC} \cdot I_A \cdot \cos(\langle \bar{U}_{AC}, \bar{I}_A \rangle) = 380 \cdot 76\sqrt{3} \cdot \cos(\langle 60; 36,87 \rangle) = 46001 \text{ W}$$

2. Valor de la impedancia \bar{Z} en forma módulo-argumento.

Al conocer ya el valor de la tensión a la que está alimentada y la intensidad que circula por ella, se obtiene su valor fácilmente a partir de la ley de Ohm:

$$\bar{Z} = \frac{\bar{U}_{AB}}{\bar{I}_{AB}} = \frac{380 \angle 120}{76 \angle 66,87} = 5 \angle 53,13 \Omega$$

3. Valor de la capacidad mínima para mejorar el factor de potencia a 0,95 en retraso.
4. Valor de la impedancia equivalente en estrella.

3.2.

3.2.1.