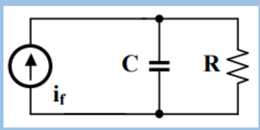
Ejercicio 05

Un circuito RC se excita con una fuente de corriente poliarmónica de f fundamental 50 Hz

$$i_f(t) = 5\ sen(\omega t) + 0.3\ sen(3\omega t + 30°) + 0.1\ sen(5\omega t + 150°)\ A$$



$G = 0.1\ S \ \therefore\ Y_R = 0.1\ S \qquad C = 637\ \mu F \qquad \omega = 314\ rad/s$

Calcular los valores eficaces de la corriente y de la tensión de la fuente.

$\varphi = \theta_u - \theta_i$

$\varphi = -63{,}43°$

- **Circuito 1:** $i_f(t) = 5\ sen(\omega t)\ A \qquad \underline{I_f} = 5\ |\underline{0°}\ A$

$\underline{Z_C} = -jX_C \ \therefore\ \underline{Y_C} = \frac{j}{X_C} = j\omega C = j0.2\ S \qquad \underline{Y_T} = 0.1 + j0.2\ S = \sqrt{0.05}\ |\underline{63.43°}\ S$

$U_f = \frac{I_f}{Y_T} = 10\sqrt{5}\ |\underline{-63.43°}\ V \qquad u_f(t) = 10\sqrt{5}\ sen(\omega t - 63.43°)\ V$

- **Circuito 2:** $i_f(t) = 0.3\ sen(3\omega t + 30°)\ A \qquad \underline{I_f} = 0.3\ |\underline{30°}\ A$

$\underline{Z_C} = -jX_C \ \therefore\ \underline{Y_C} = \frac{j}{X_C} = j\omega C = j0.6\ S \qquad \underline{Y_T} = 0.1 + j0.6\ S = \sqrt{0.37}\ |\underline{80.54°}\ S$

$U_f = \frac{I_f}{Y_T} = \frac{3}{\sqrt{37}}\ |\underline{-50.54°}\ V \qquad u_f(t) = \frac{3}{37}\sqrt{37}\ sen(\omega t - 50.54°)\ V$

- **Circuito 3:** $i_f(t) = 0.1\ sen(5\omega t + 150°)\ A \qquad \underline{I_f} = 0.1\ |\underline{150°}\ A$

$\underline{Z_C} = -jX_C \ \therefore\ \underline{Y_C} = \frac{j}{X_C} = j\omega C = j1.0\ S \qquad \underline{Y_T} = 0.1 + j\ S = \sqrt{1.01}\ |\underline{84.29°}\ S$

$U_f = \frac{I_f}{Y_T} = \frac{1}{\sqrt{101}}\ |\underline{65.71°}\ V \qquad u_f(t) = \frac{\sqrt{101}}{101}\ sen(\omega t + 65.71°)\ V$

- **Circuito neto:** $I_{f\ ef} = \sqrt{\frac{5^2+0.3^2+0.1^2}{2}} = \sqrt{12.55}\ A = 3.54\ A$

- **También:** $U_{f\ ef} = \sqrt{\frac{10^2\ 5+\frac{3^2}{37}+\frac{1}{101}}{2}} = \sqrt{\frac{500.2531}{2}}\ V = 15.82\ V$

Inciso b

$sen(-\alpha)$

Calcular la potencia aparente, activa, reactiva, de deformación y el factor de potencia.

$P_1 = \frac{5*10\sqrt{5}}{2}\cos(63.43°) = 25\ W \qquad Q_1 = -\frac{5*10\sqrt{5}}{2}\text{sen}(63.43°) = -50\ VAR$

$P_2 = \frac{0.9}{2\sqrt{37}}\cos(80.54°) = 0.01216\ W \qquad Q_2 = -\frac{0.9}{2\sqrt{37}}\text{sen}(80.54°) = -0.07297\ VAR$

$P_3 = \frac{0.1}{2\sqrt{101}}\cos(84.29°) = 0.000495\ W \qquad Q_3 = -\frac{0.1}{2\sqrt{101}}\text{sen}(84.29°) = -0.004951\ VAR$

$P_T = P_1 + P_2 + P_3 = 25.012655\ W \qquad Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 = -50.077921\ VAR$

$$S_T = U_{f\,ef} * I_{f\,ef} = 15.82 * 3.54 = 56\,VA$$

$$S^2 = P^2 + Q^2 + D^2 \quad \Leftrightarrow \quad D = \sqrt{S^2 - P^2 - Q^2} = \sqrt{2.882526} = 1.6978\,VAD$$

$$FP = \frac{P_T}{S_T} = \frac{25.012655\,W}{56\,VA} = 0.44665\ (capacitivo\ porque\ Q < 0)$$

Ejercicio 06

Una carga industrial de potencia aparente 25 kVA tiene un factor de potencia FP = 0,8 (inductivo). Esta se conecta en paralelo con un grupo de resistores de calentamiento (FP = 1), quedando FP = 0,85 inductivo para el conjunto. Este conjunto de cargas se alimenta con una fuente de tensión alterna senoidal. a) Dibujar el circuito y calcular la potencia activa y reactiva de la carga industrial inductiva. Dibujar el triángulo de potencia de esta última.

$S_{carga} = 25\,kVA$ $\qquad FP_{carga} = 0.8$ $\qquad P_{carga} = S_{carga} * FP_{carga} = 20\,kW$

$$Q_{carga} = \sqrt{S_{carga}^2 - P_{carga}^2} = \sqrt{25^2 - 20^2} = 15\,kVAR$$

Inciso b

Desde el punto de vista de la potencia ¿qué características presenta un resistor o un grupo de resistores y por qué? Dibujar el triángulo de potencias del grupo de resistores.

- **Respuesta:** sólo potencia activa (Q=0, S=P) al ser elementos puramente resistivos.

Inciso c

Calcular la potencia activa, reactiva y aparente de la fuente de tensión que alimenta dichas cargas y dibujar su triángulo de potencias.

$FP_{total} = 0.85$ $\qquad Q_{total} = Q_{carga} + Q_R = Q_{carga} = 15\,kVAR$

$$FP_{total} = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} \quad \therefore \quad P^2 + Q^2 = \frac{P^2}{FP_{total}^2} \quad \therefore \quad P^2\left(1 - \frac{1}{FP_{total}^2}\right) = -Q^2$$

$$P = \sqrt{\frac{Q^2}{\frac{1}{FP_{total}^2} - 1}} = \frac{Q * FP_{total}}{\sqrt{1 - FP_{total}^2}} = \frac{15 * 0.85}{\sqrt{1 - 0.85^2}} = 24.2\,kW$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{24.2^2 + 15^2} = 28.47\,kVA$$

Inciso d

Explicar cómo se obtendría el triángulo de potencias en la fuente a partir de los triángulos individuales de cada carga. **Respuesta:** los resistores solo aumentan la base del triángulo.

Inciso e

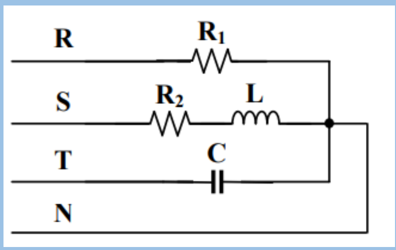
Se agrega un capacitor para compensar el factor de potencia a 0,955 (inductivo) en paralelo con la carga formada por la carga industrial y los resistores de calentamiento. Calcular el valor del capacitor si la tensión de alimentación es de 220 V eficaces y la frecuencia de 50 Hz

$$Q_{capacitor} = \frac{U^2}{X_C} = U^2 \omega C = -Q_{total} \quad \Leftrightarrow \quad C = -\frac{Q_{total}}{2\pi f\,U^2} = -\frac{15000}{2\pi\,50\,\left(220\,\sqrt{2}\right)^2} = 493.3\,\mu F$$

Ejercicio 07

Una fuente trifásica perfecta de 50 Hz con tensiones de línea de 380 V secuencia directa alimenta el circuito de la figura. R1 = 23 Ω; R2 = 9 Ω; L = 63,7 mH y C = 13 µF.

Calcular la potencia activa, reactiva y aparente del circuito. **La carga no es equilibrada**



$$Z_R = R_1 = 23\ \Omega \qquad Z_T = -jX_C = -j245\ \Omega$$

$$Z_S = R_2 + jX_L = 9 + j20\ \Omega = 21.93\ |\underline{65.77°}\ \Omega$$

La existencia del neutro facilita varios cálculos:

$$I_R = \frac{U_{RO}}{Z_R} = \frac{\frac{380}{\sqrt{3}} V}{23\Omega} = 9.54\ A \qquad I_S = 10.03\ |\underline{174.23°}\ A$$

$$I_T = \frac{220\ |\underline{120°}\ V}{245\ |\underline{-90°}\ \Omega} = 0.898\ |\underline{-150°}\ A$$

*Si ahora el generador es perfecto, pero la **carga desequilibrada**, resulta*

Carga en estrella

$P = U_R I_R \cos\alpha_R + U_S I_S \cos\alpha_S + U_T I_T \cos\alpha_T$

$Q = U_R I_R \,sen\,\alpha_R + U_S I_S \,sen\,\alpha_S + U_T I_T \,sen\,\alpha_T$

Carga en triángulo

$P = U_{RS} I_{RS} \cos\alpha_{RS} + U_{ST} I_{ST} \cos\alpha_{ST} + U_{TR} I_{TR} \cos\alpha_{TR}$

$Q = U_{RS} I_{RS} \,sen\,\alpha_{RS} + U_{ST} I_{ST} \,sen\,\alpha_{ST} + U_{TR} I_{TR} \,sen\,\alpha_{TR}$

$$P = 9.54 * 220 \cos(0°) + 10.03 * 220 * \cos(65.77°) + 0 = 3004\ W$$

$$Q = 0 + 10.03 * 220 * \mathrm{sen}(65.77°) + 0.898 * 220 * sen(-90°) = 1815\ VAR$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{3004^2 + 1815^2} = 3510\ VA$$

Inciso b

¿Es posible determinar el factor de potencia del mismo? ¿Por qué?

- **Respuesta:** obvio, tengo P y S, entonces $FP = \frac{3004}{3510} = 0.856\ (inductivo)$

Ejercicio 08

Al aplicarle a un circuito una tensión de valor: u(t) = 240.sen(500t) V se obtiene una corriente de valor: i(t) = 5 + 3,18.sen(500t + 56º) + 0,566.sen(1500t –27º) + 0,186.sen(2500t – 68º) A

Calcular los valores eficaces de la corriente y de la tensión de la fuente.

$$U_{f\ ef} = \frac{240}{\sqrt{2}}\ V = 169.7\ V \qquad I_{f\ ef} = \sqrt{5^2 + \frac{3.18^2 + 0.566^2 + 0.186^2}{2}} = 5.4985\ A$$

Inciso b

Calcular la potencia aparente, activa, reactiva, de deformación y el factor de potencia.

$$S = 933\ VA \qquad P = 0.5 * 240 * 3.18 * \cos(-56°) = 213.39\ W \qquad FP = 0.2287$$

$$Q = 0.5 * 240 * 3.18 * sen(-56°) = -316.36\ VAR \qquad D = 851.39\ VAD$$