





Grado en Ingeniería Eléctrica y Grado en Ingeniería en  
Electrónica Industrial y Automática

## **G412/G280 FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**U.D. 2: Circuitos en Régimen Permanente Sinusoidal**  
*Tema 2.7 – Balance de Potencias e Instalaciones*

## **Tema 2.7 – Balance de Potencias e Instalaciones**

- 1. Clase Previa**
- 2. Teorema de Boucherot**
- 3. Instalaciones industriales**
- 4. Ejemplo**
- 5. Resumen de la Clase**
- 6. Clase Siguiete**

## 2

# Teorema de Boucherot

---

- ◆ **Definición:** En toda red, de frecuencia única, la suma de potencias aparentes complejas de todos sus elementos vale cero:

$$\sum_k \bar{S}_k = \sum_k \bar{U}_k \bar{I}_k^* = 0 \quad , \quad k = \text{elementos red.}$$

- ◆ **Corolarios**

- Conservación e independencia de las potencias activas y reactivas en una red de c.a.

$$\sum_k \pm P_k \pm jQ_k = 0 \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} \sum_k \pm P_k = 0 \\ \sum_k \pm Q_k = 0 \end{cases}$$

- Balance de potencias de una red de corriente alterna:

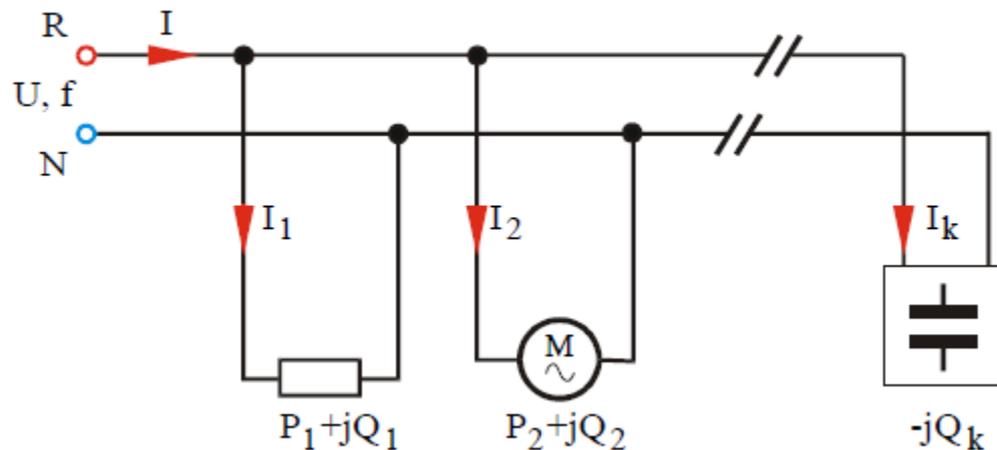
$$\begin{aligned} \sum \pm P_{\text{activos}} &= \sum P_{\text{pasivos}} \\ \sum \pm Q_{\text{activos}} &= \sum \pm Q_{\text{pasivos}} \end{aligned}$$

## 3

# Instalaciones Industriales

---

◆ Esquema de instalación monofásica



- Todos los receptores están conectados en derivación.
- Una sola fuente, o suministro, a tensión  $U, f$ .
- No procede el método fasorial: resulta muy laborioso.
- Por Boucherot: Cálculo de las potencias demandadas por la instalación:

$$P = \sum_k P_k, \quad Q = \sum_k \pm Q_k$$

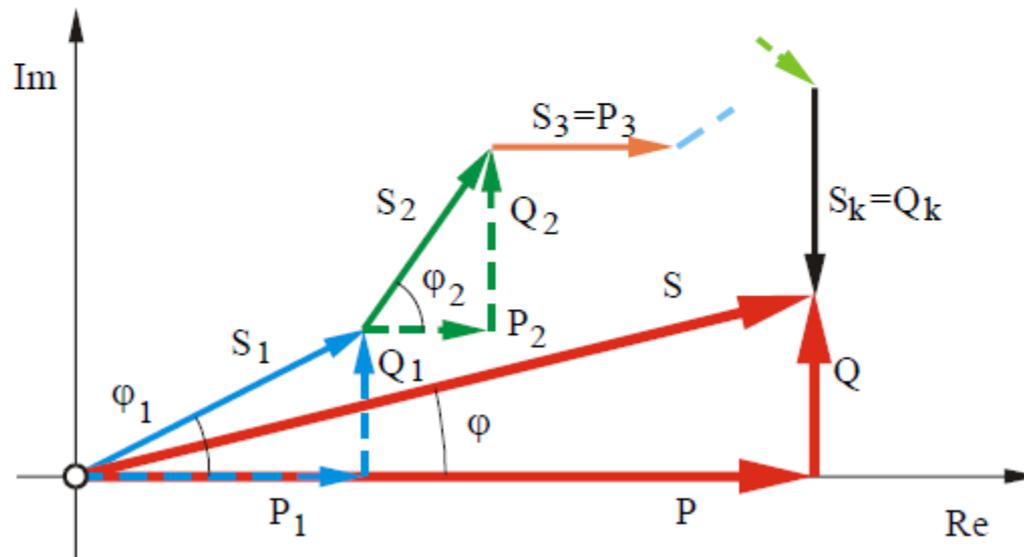
$P_k$  = potencia activa del elemento k-ésimo

$Q_k$  = potencia reactiva del elemento k-ésimo.

- Potencia aparente, corriente y factor de potencia de la instalación:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad , \quad I = \frac{S}{U} \quad , \quad \varphi = \arctan \frac{Q}{P}$$

- Diagrama de potencias:



## 4

# Ejemplo



Tomando como referencia el esquema de la instalación anterior. La tensión nominal de alimentación es de 220 V, 50 Hz, siendo conocidos los siguientes datos de los receptores:

- Horno de inducción: potencia aparente, 8,5+j8,3 kVA.
- Motor de inducción: potencia útil, 4,62 kW, rendimiento, 84 %, factor de potencia, 0,83.
- Batería de condensadores: potencia, 4 kVA.

**Determinar:**

- La corriente consumida por cada receptor y por la instalación.
- Las potencias activa y reactiva de la instalación, así como el factor de potencia de la misma.
- La impedancia del horno y la capacidad equivalente de la batería de condensadores.

Receptor 1: Horno

$$\bar{S}_1 = P_1 + jQ_1 = 8,5 + j8,3 = 11,88 \angle 44,32^\circ \text{ kVA} ,$$

$$I_1 = \frac{S_1}{U} = \frac{11.880}{220} = 54 \text{ A} , \quad \varphi_1 = 44,32^\circ \text{ ind.} ,$$

$$Z_1 = \frac{U}{I_1} = \frac{220}{54} = 4,07 \ \Omega ,$$

Receptor 2: Motor

$$P_2 = \frac{P_{\text{útil}}}{\eta} = \frac{4,62}{0,84} = 5,5 \text{ kW} \quad , \quad \cos \varphi_2 = 0,83 \quad ,$$

$$\varphi_2 = 33,90^\circ \text{ ind.} \quad , \quad \tan \varphi_2 = 0,67 \quad ,$$

$$Q_2 = \tan \varphi_2 P_2 = 3,70 \text{ k var (ind)} \quad ,$$

$$S_2 = \sqrt{P_2^2 + Q_2^2} = 6,63 \text{ kVA} \quad , \quad I_2 = \frac{S_2}{U} = \frac{6.630}{220} = 30,16 \text{ A} \quad ,$$

$$Z_2 = \frac{U}{I_2} = \frac{220}{30,16} = 7,29 \quad \Omega$$

Receptor 3: Batería condensadores

$$P_3 = 0 \text{ kW} \quad , \quad S_3 = Q_3 = 4 \text{ kVA} = -4 \text{ k var} \quad , \quad \varphi_3 = 90^\circ \text{ cap.} \quad ,$$

$$I_3 = \frac{S_3}{U} = \frac{4.000}{220} = 18,18 \text{ A} \quad ,$$

$$C_3 = \frac{Q_3}{2\pi f U^2} = \frac{4.000}{2\pi \cdot 50 \cdot 220^2} = 263 \quad \mu\text{F} \quad ,$$

Instalación: por Boucherot.

$$P = \sum P_k = 8,5 + 5,5 = 14 \text{ kW} ,$$

$$Q = \sum \pm Q_k = 8,3 + 3,7 - 4 = 8 \text{ kvar} ,$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = 16,12 \text{ kVA} , \quad \tan \varphi = \frac{Q}{P} = 0,57 ,$$

$$\varphi = 29,74^\circ (i) , \quad \cos \varphi = 0,87 ,$$

$$I = \frac{S}{U} = \frac{16.120}{220} = 73,29 \text{ A}$$

Cuadro resumen:

	<b>U</b> (V)	<b>I</b> (A)	<b>P</b> (kW)	<b>Q</b> (kvar)i	<b>S</b> (kVA)	$\square$ (°ind)
Horno	220	54	8,5	8,3	11,88	44,32
Motor	220	30,16	5,5	3,7	6,63	33,90
Batería	220	18,18	0	-4	4	-90
Instal.	220	73,29	14	8	16,12	29,74