

- Triángulo de potencias
- Potencias en sistemas trifásicos
- U e I en circuitos trifásicos balanceados, ejemplo
- Componentes simétricas
- Símbolos de equipos
- Diagrama unifilar o de una línea



# Calidad en el Servicio Eléctrico

**David Llanos Rodríguez**

*dllanosr@eia.udg.es*

**Girona, Febrero 20 de 2003**

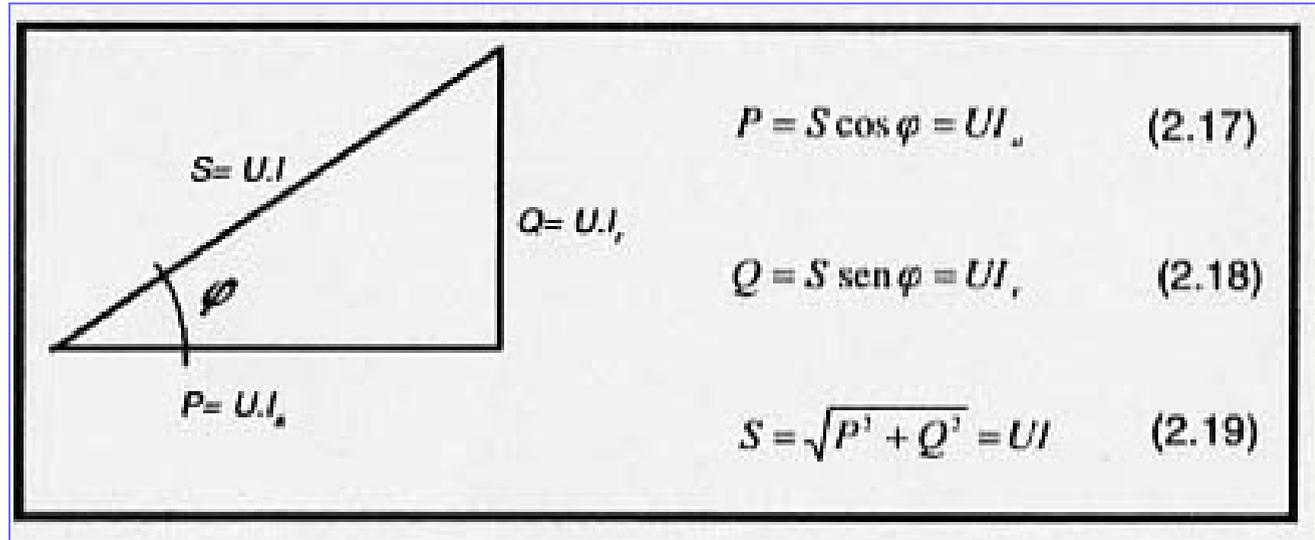
- Triángulo de potencias
- Potencias en sistemas trifásicos
- U e I en circuitos trifásicos balanceados, ejemplo
- Componentes simétricas
- Símbolos de equipos
- Diagrama unifilar o de una línea

## Triángulo de Potencias

La potencia activa se genera como consecuencia de la corriente activa.

Esto permite descomponer la potencia aparente en dos componentes como se hizo con las corrientes.

- Triángulo de potencias
- Potencias en sistemas trifásicos
- U e I en circuitos trifásicos balanceados, ejemplo
- Componentes simétricas
- Símbolos de equipos
- Diagrama unifilar o de una línea



A la relación entre la potencia activa y la aparente se le denomina factor de potencia (FP).

- Triángulo de potencias
- Potencias en sistemas trifásicos
- U e I en circuitos trifásicos balanceados, ejemplo
- Componentes simétricas
- Símbolos de equipos
- Diagrama unifilar o de una línea

La potencia aparente se mide en VA (volt-amperios).

La potencia activa se mide en W (vatios).

La potencia reactiva se mide en var (volt-amperios reactivos).

Existen también los múltiplos y submúltiplos así que en las instalaciones industriales se habla de kVA, kW y kvar.

- Triángulo de potencias
- Potencias en sistemas trifásicos
- U e I en circuitos trifásicos balanceados, ejemplo
- Componentes simétricas
- Símbolos de equipos
- Diagrama unifilar o de una línea

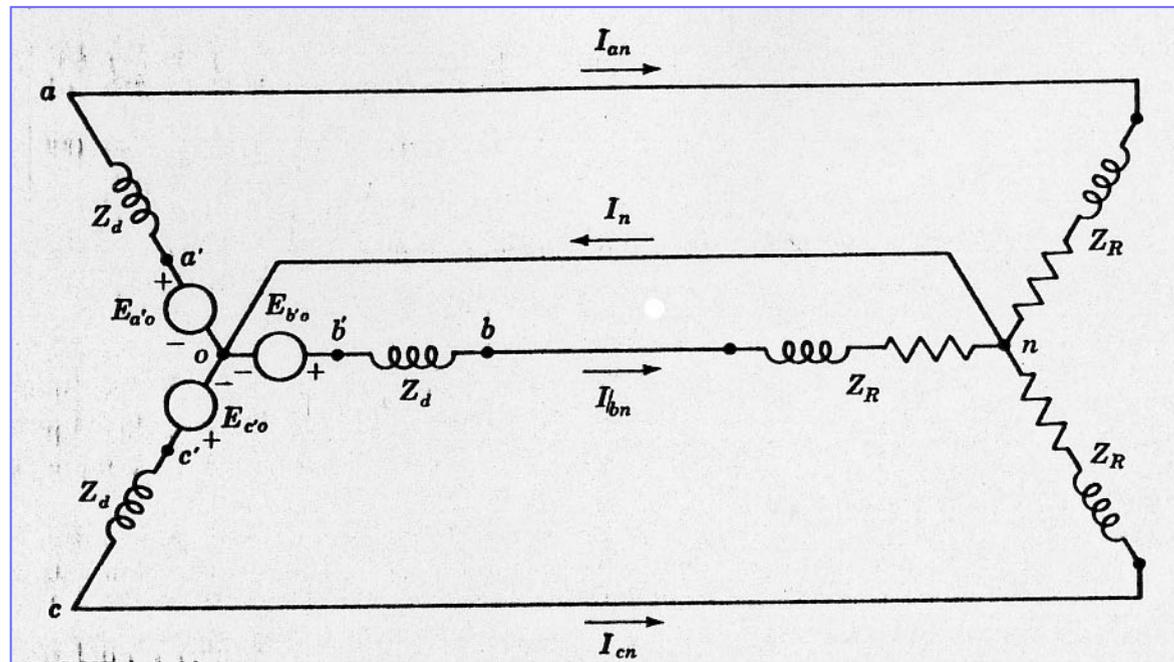
## Potencias en sistemas trifásicos

Para sistemas trifásicos de cuatro hilos, es decir con neutro, este sistema puede tratarse como tres sistemas monofásicos. El cálculo de cada potencia debe hacerse a nivel de cada fase.

Para redes trifásicas equilibradas y sin neutro, tiene sentido hablar de potencias del sistema en global.

- Triángulo de potencias
- Potencias en sistemas trifásicos
- U e I en circuitos trifásicos balanceados, ejemplo
- Componentes simétricas
- Símbolos de equipos
- Diagrama unifilar o de una línea

## U e I en circuitos trifásicos balanceados



- Triángulo de potencias
- Potencias en sistemas trifásicos
- U e I en circuitos trifásicos balanceados, ejemplo
- Componentes simétricas
- Símbolos de equipos
- Diagrama unifilar o de una línea

$V_{ao}$ ,  $V_{bo}$ , y  $V_{co}$  son iguales a  $V_{an}$ ,  $V_{bn}$ , y  $V_{cn}$  respectivamente puesto que o y n están al mismo potencial.

$$V_{ao} = E_{d'o} - I_{an}Z_d$$

$$V_{bo} = E_{b'o} - I_{bn}Z_d$$

$$V_{co} = E_{c'o} - I_{cn}Z_d$$

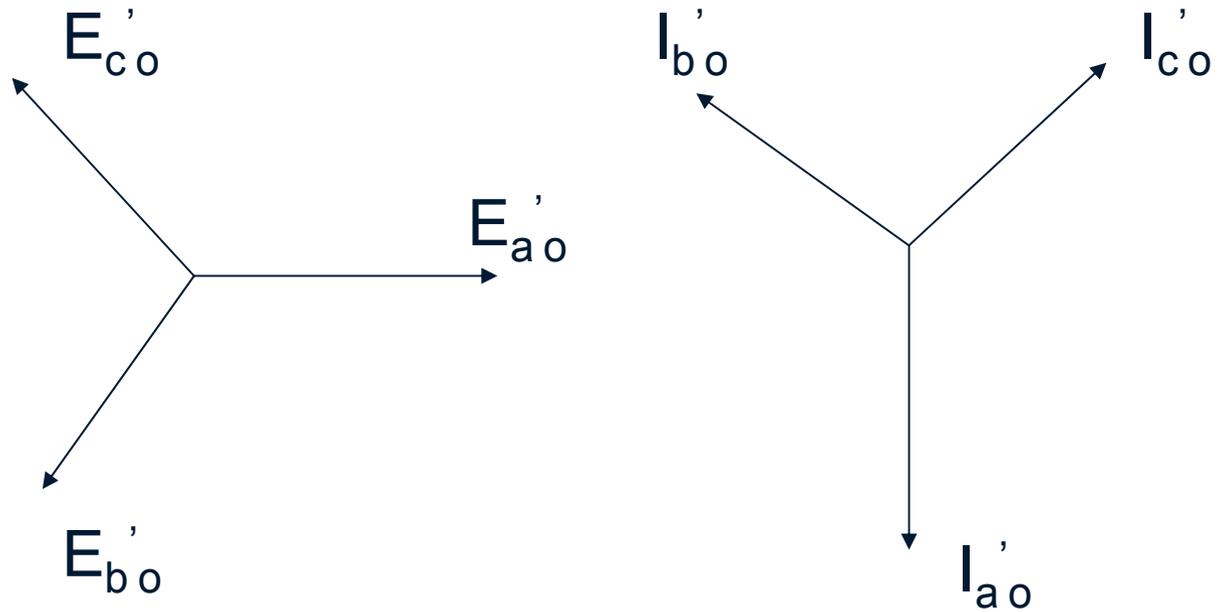
$$I_{an} = \frac{E_{d'o}}{Z_d + Z_R} = \frac{V_{an}}{Z_R}$$

$$I_{bn} = \frac{E_{b'o}}{Z_d + Z_R} = \frac{V_{bn}}{Z_R}$$

$$I_{cn} = \frac{E_{c'o}}{Z_d + Z_R} = \frac{V_{cn}}{Z_R}$$

- Triángulo de potencias
- Potencias en sistemas trifásicos
- U e I en circuitos trifásicos balanceados, ejemplo
- Componentes simétricas
- Símbolos de equipos
- Diagrama unifilar o de una línea

## Representación fasorial de U e I



## Ejemplo:

- Triángulo de potencias
- Potencias en sistemas trifásicos
- U e I en circuitos trifásicos balanceados, ejemplo
- Componentes simétricas
- Símbolos de equipos
- Diagrama unifilar o de una línea

**Ejemplo 1.2.** En un circuito trifásico balanceado el voltaje  $V_{ab}$  es  $173.2 \angle 0^\circ$  V. Determine todos los voltajes y corrientes en una carga conectada en Y que tiene  $Z_L = 10 \angle 20^\circ$ . Suponga que la secuencia de fases es *abc*.

**Solución.** Tomando a  $V_{ab}$  como referencia, el diagrama fasorial de voltajes se dibuja como se muestra en la figura 1.17, del cual se determina que

$$V_{ab} = 173.2 \angle 0^\circ \text{ V} \quad V_{an} = 100 \angle -30^\circ \text{ V}$$

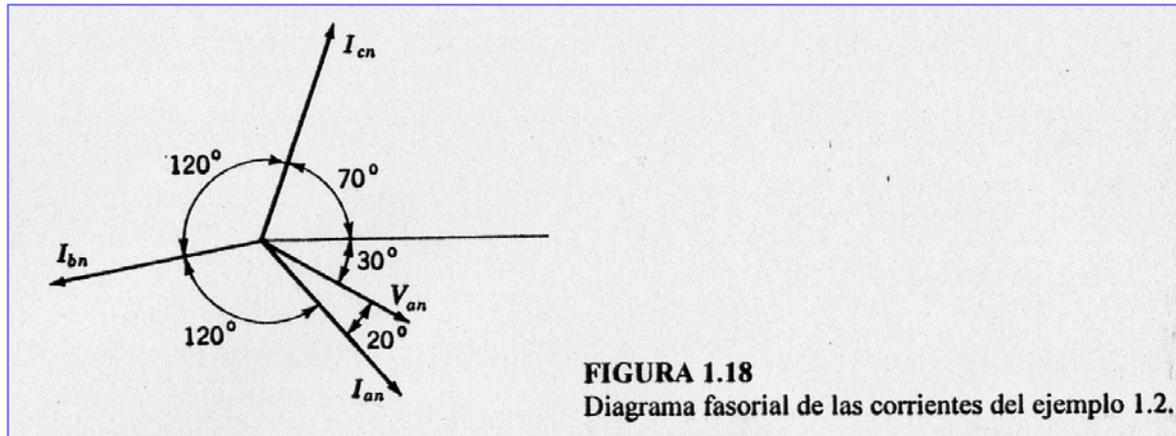
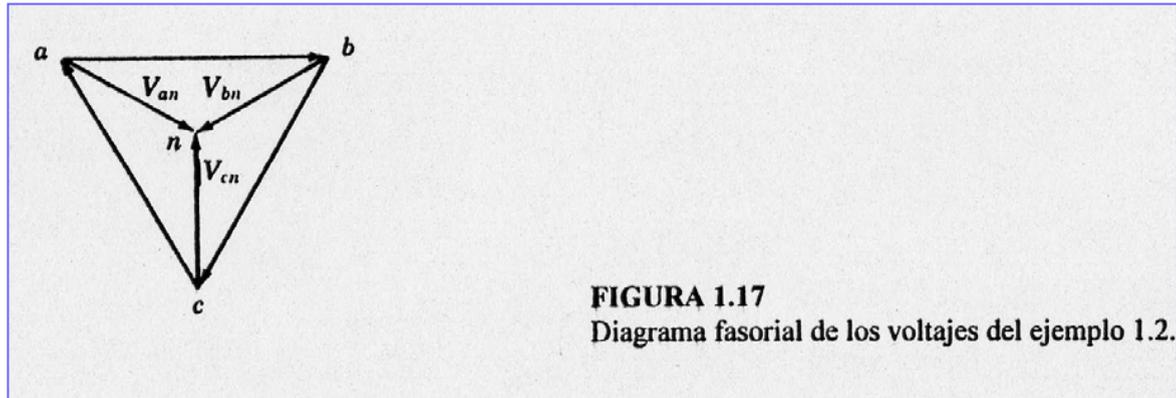
$$V_{bc} = 173.2 \angle 240^\circ \text{ V} \quad V_{bn} = 100 \angle 210^\circ \text{ V}$$

$$V_{ca} = 173.2 \angle 120^\circ \text{ V} \quad V_{cn} = 100 \angle 90^\circ \text{ V}$$

Cada corriente atrasa en  $20^\circ$  al voltaje a través de la impedancia de la carga y la magnitud de ésta es de 10 A. La figura 1.18 es el diagrama fasorial de las corrientes

$$I_{an} = 10 \angle -50^\circ \text{ A} \quad I_{bn} = 10 \angle 190^\circ \text{ A} \quad I_{cn} = 10 \angle 70^\circ \text{ A}$$

- Triángulo de potencias
- Potencias en sistemas trifásicos
- U e I en circuitos trifásicos balanceados, ejemplo
- Componentes simétricas
- Símbolos de equipos
- Diagrama unifilar o de una línea



- Triángulo de potencias
- Potencias en sistemas trifásicos
- U e I en circuitos trifásicos balanceados, ejemplo
- Componentes simétricas
- Símbolos de equipos
- Diagrama unifilar o de una línea

## Para recordar:

### Carga $\Delta$ :

$$V_L = V_f$$

$$I_L = \sqrt{3} \cdot I_f \angle 30^\circ$$

### Carga Y:

$$V_L = \sqrt{3} \cdot V_f \angle 30^\circ$$

$$I_L = I_f$$

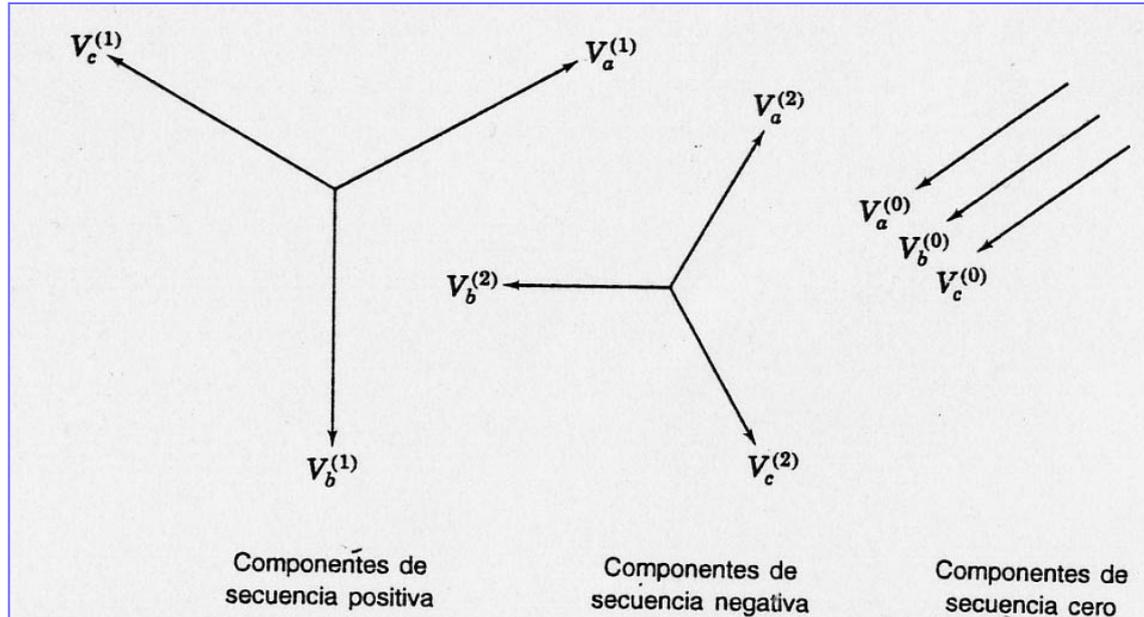
-Triángulo de potencias  
-Potencias en sistemas trifásicos  
-U e I en circuitos trifásicos balanceados, ejemplo  
-Componentes simétricas  
-Símbolos de equipos  
-Diagrama unifilar o de una línea

## Componentes simétricas

- Herramienta usada para tratar con circuitos polifásicos *desbalanceados*.
- Desarrollada por C.L. Fortescue – 1918.
- Un sistema desbalanceado de  $n$  fasores relacionados se puede resolver con  $n$  sistemas de fasores *balanceados* llamados “*componentes simétricas*”.

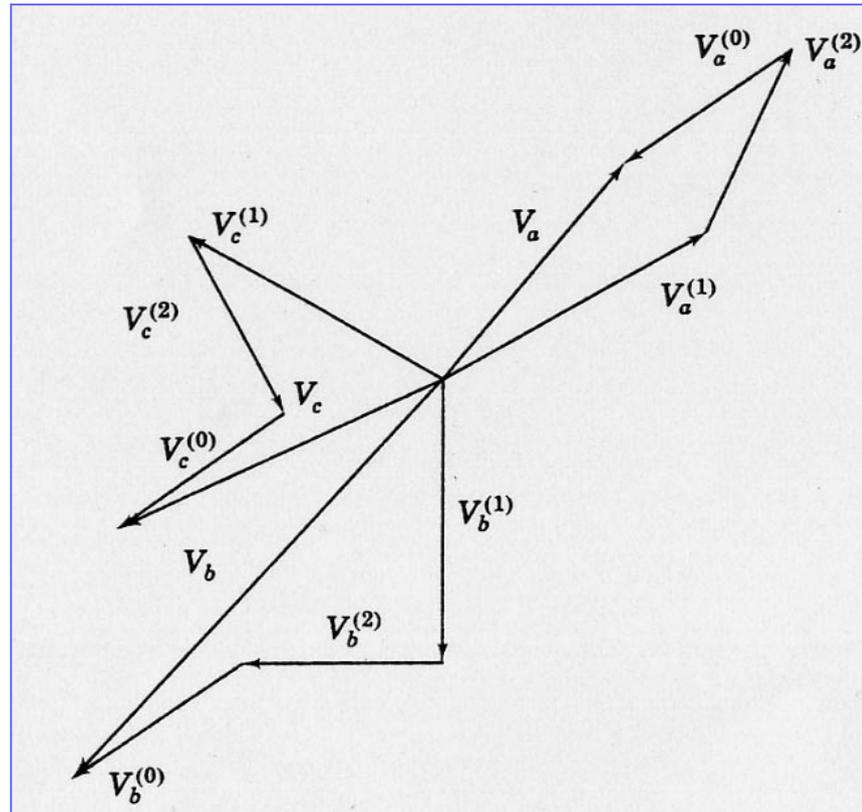
- Triángulo de potencias
- Potencias en sistemas trifásicos
- U e I en circuitos trifásicos balanceados, ejemplo
- Componentes simétricas
- Símbolos de equipos
- Diagrama unifilar o de una línea

Tres conjunto de fasores balanceados que son las componentes simétricas de tres fasores desbalanceados.



- Triángulo de potencias
- Potencias en sistemas trifásicos
- U e I en circuitos trifásicos balanceados, ejemplo
- Componentes simétricas
- Símbolos de equipos
- Diagrama unifilar o de una línea

## Suma gráfica de las componentes



- Triángulo de potencias
- Potencias en sistemas trifásicos
- U e I en circuitos trifásicos balanceados, ejemplo
- Componentes simétricas
- Símbolos de equipos
- Diagrama unifilar o de una línea

## Símbolos de equipos

Máquina o armadura rotatoria (básico)		Interruptor de potencia de aceite u otro líquido	
Transformador de potencia de dos devanados		Interruptor de aire	
Transformador de potencia de tres devanados		Conexión delta trifásica o de tres conductores	
Fusible		Y trifásica, neutro no aterrizado	
Transformador de corriente		Y trifásica, neutro aterrizado	
Transformador de potencial			
Amperímetro y voltímetro			

- Triángulo de potencias
- Potencias en sistemas trifásicos
- U e I en circuitos trifásicos balanceados, ejemplo
- Componentes simétricas
- Símbolos de equipos
- Diagrama unifilar o de una línea

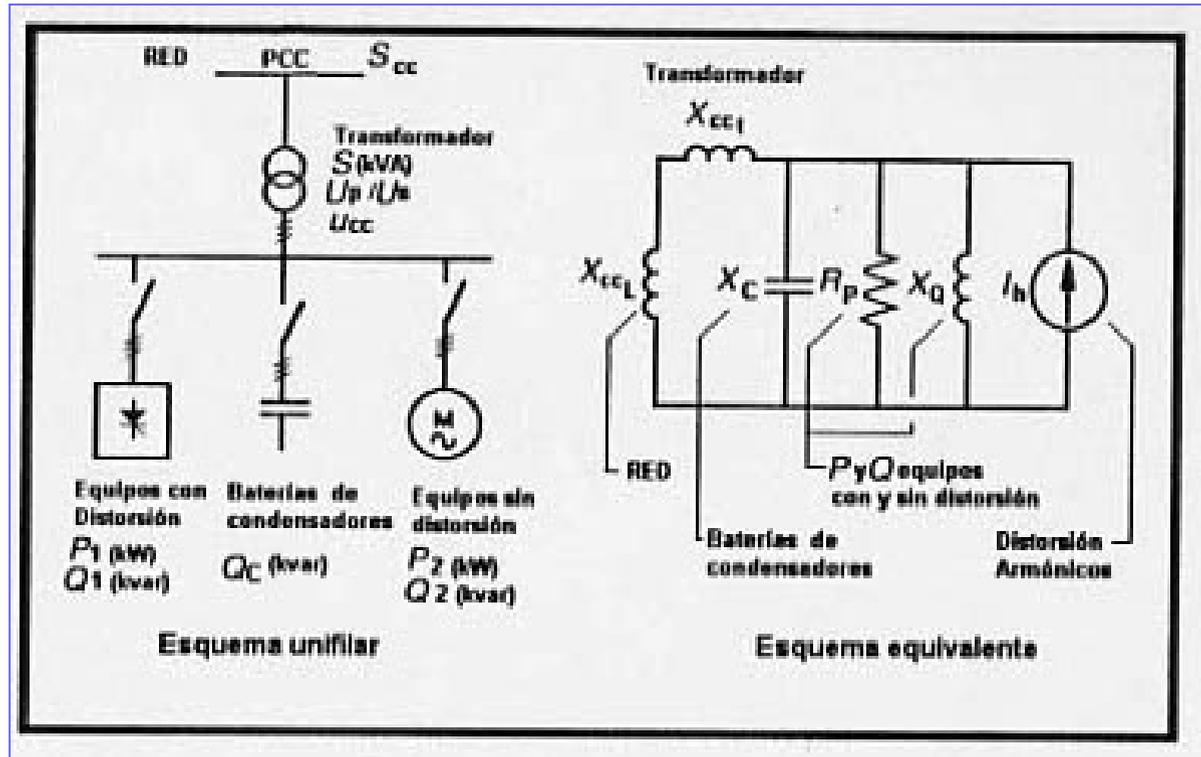
## Diagrama unifilar o de una línea

Para determinados estudios para circuitos de distribución es necesario conocer un esquema de la red con determinados datos.

En tales casos, suele considerarse que la red trifásica es equilibrada y se representa únicamente con un conductor. Los diagramas resultantes se denominan esquemas “unifilares”.

- Triángulo de potencias
- Potencias en sistemas trifásicos
- U e I en circuitos trifásicos balanceados, ejemplo
- Componentes simétricas
- Símbolos de equipos
- Diagrama unifilar o de una línea

## Esquema unifilar y circuito equivalente de una red



-Triángulo de potencias  
-Potencias en sistemas trifásicos  
-U e I en circuitos trifásicos balanceados, ejemplo  
-Componentes simétricas  
-Símbolos de equipos  
-Diagrama unifilar o de una línea

En el circuito equivalente se representan básicamente tres tipos de elementos:

- Líneas
- Transformadores
- Cargas (o grupos de cargas)

Cada uno se sustituye por su impedancia y se obtiene un circuito monofásico equivalente, que permite estudiar la red equilibrada.

-Triángulo de potencias  
-Potencias en sistemas trifásicos  
-U e I en circuitos trifásicos balanceados, ejemplo  
-Componentes simétricas  
-Símbolos de equipos  
-Diagrama unifilar o de una línea

- Esquemas unifilares → circuito de una fase
- Las impedancias son impedancias fase-neutro.
- $R_p$  → proporcional a la potencia activa
- $X_Q$  → proporcional a la potencia reactiva
- $I_h$  → fuente de corriente que representa los armónicos generados por la carga no lineal.