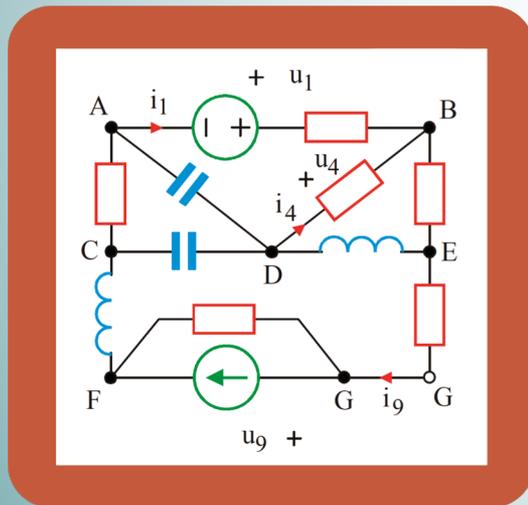


Fundamentos de Ingeniería Eléctrica

U.D. 2: CIRCUITOS EN RÉGIMEN PERMANENTE SINUSOIDAL

Tema 2.10 – Fundamentos Reales en A.C.



Alberto Arroyo Gutiérrez
José Carlos Lavandero González
Sergio Bustamante Sánchez
Eugenio Sainz Ortiz
Alberto Laso Pérez
Raquel Martínez Torre
Mario Mañana Canteli

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ENERGÉTICA

Este material se publica bajo la siguiente licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)





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

G412/G280 FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

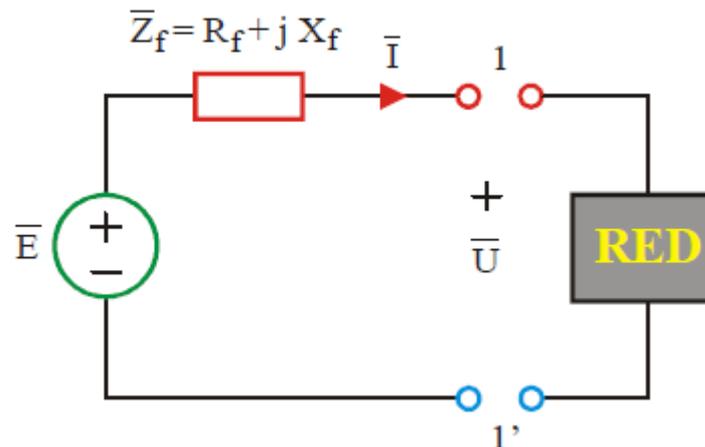
U.D. 2: Circuitos en Régimen Permanente Sinusoidal
Tema 2.10 – Fuentes Reales en A.C.

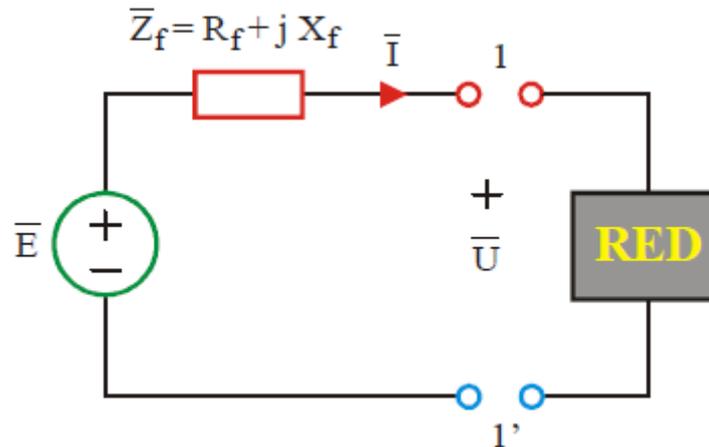
Tema 2.10 – Fuentes Reales en A.C.

- 1. Clase Previa**
- 2. Fuente Real de Tensión en A.C.**
- 3. Fuente Real de Corriente en A.C.**
- 4. Ejemplo**
- 5. Resumen de la Clase**
- 6. Clase Siguiente**

2

Fuente Real de Tensión en A.C.

◆ **Parámetros que la definen**• Como generador (alternador):+ Fuerza electromotriz, \bar{E} (V).+ Impedancia interna, $\bar{Z}_f = R_f + jX_f$ (Ω).+ Potencia útil máxima (eléctrica), $S_{Um\acute{a}x}$ (VA).• Como motor:+ Fuerza contraelectromotriz, \bar{E} (V).+ Impedancia interna, $\bar{Z}_f = R_f + jX_f$ (Ω).+ Potencia útil máxima (mecánica), $P_{Um\acute{a}x}$ (W).◆ **Símbolo**



◆ **Ecuación característica:** $\bar{U} = f(\bar{I})$

- Aplicando la SLK: $\bar{U} = \bar{E} - (R_f + jX_f)\bar{I} = \bar{E} - \bar{Z}_f \bar{I}$
- Punto-s de funcionamiento:
 - + Par de valores (\bar{U}, \bar{I}) , que verifican la característica.
 - + Son función de la red externa.
- Puntos notables de la característica:
 - + Pto. de vacío: $\bar{I} = 0$, $\bar{U}_o = \bar{E}$.
 - + Pto. de cortocircuito: $\bar{U} = 0$, $\bar{I}_{cc} = \frac{\bar{E}}{\bar{Z}_f}$.

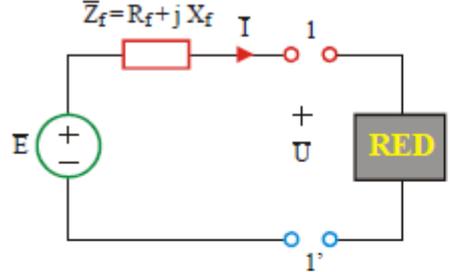
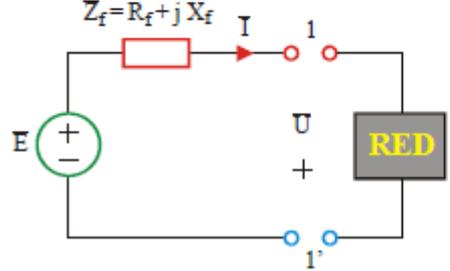
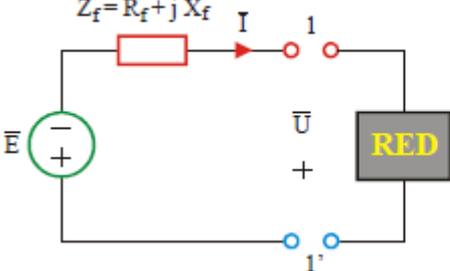
◆ Regímenes de funcionamiento de la fuente real de tensión

• Tipos:

- + Generador suministrando potencia activa.
- + Generador absorbiendo potencia activa (rendimiento negativo).
- + Motor absorbiendo potencia activa.

◆ Polaridades de las fuentes y sus características

- Desfases tensión-intensidad menores de $\pi/2$.

<p>Generador: sum. poten.</p> 	<p>Característica</p> $\bar{U} = \bar{E} - \bar{Z}_f \bar{I}$
<p>Generador: cons. poten.</p> 	<p>Característica</p> $-\bar{U} = \bar{E} - \bar{Z}_f \bar{I}$
<p>Motor</p> 	<p>Característica</p> $-\bar{U} = -\bar{E} - \bar{Z}_f \bar{I}$ $\bar{U} = \overset{\circ}{\bar{E}} + \bar{Z}_f \bar{I}$

◆ **Balance de potencias de potencias del generador**

- Multiplicando la característica por \bar{I}^* :

$$\bar{U}\bar{I}^* = \bar{E}\bar{I}^* - \bar{Z}_f I^2 \Rightarrow \bar{S}_u = \bar{S}_g - \bar{S}_p$$

- Potencia aparente compleja útil: $\bar{S}_u = \bar{U}\bar{I}^* = P_u \pm jQ_u$

+ Potencia activa útil: $P_u = UI \cos(\widehat{U\bar{I}})$

+ Potencia reactiva útil: $Q_u = UI \sin(\widehat{U\bar{I}})$

- Potencia aparente compleja generada:

$$\bar{S}_g = \bar{E}\bar{I}^* = P_g \pm jQ_g$$

+ Potencia activa generada.: $P_g = EI \cos(\widehat{E\bar{I}})$

+ Potencia reactiva generada: $Q_g = EI \sin(\widehat{E\bar{I}})$

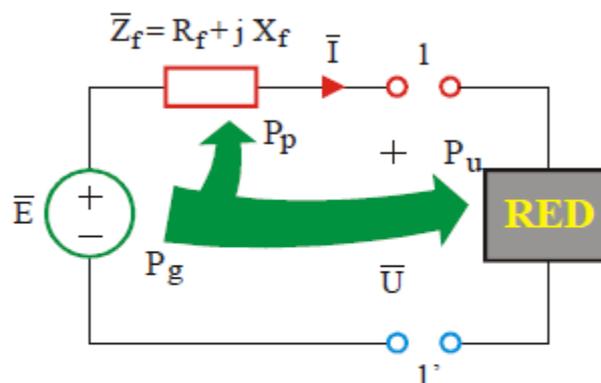
- Potencia aparente compleja perdida:

$$\bar{S}_p = \bar{Z}_f I^2 = P_p + jQ_p.$$

+ Potencia activa perdida: $P_p = R_f I^2$

+ Potencia reactiva perdida: $Q_p = X_f I^2$

- Según el teorema de Boucherot:
$$\begin{cases} P_u = P_g - P_p \\ \pm Q_u = \pm Q_g - Q_p \end{cases}$$
- Evaluación gráfica del flujo de potencia activa:



- Rendimiento:

+ Expresiones generales:

$$\eta_g = 100 \frac{P_u}{P_g} = 100 \left(1 - \frac{P_p}{P_g} \right) = 100 \frac{P_u}{P_u + P_p} = 100 \frac{\operatorname{Re} \{ \bar{S}_u \}}{\operatorname{Re} \{ \bar{S}_g \}}$$

+ Caso particular: impedancia o dipolo pasivo.

3

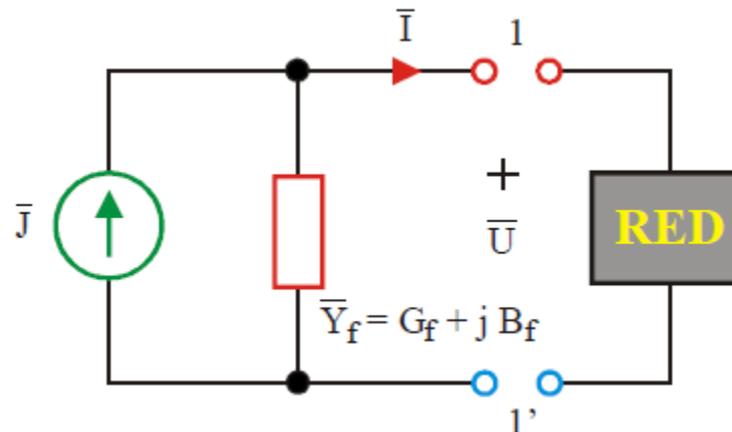
Fuente Real de Corriente en A.C.

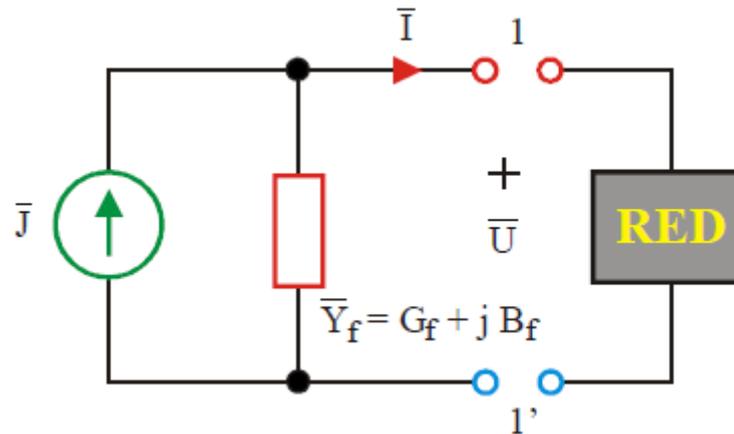
◆ **Parámetros que la definen**● Como generador:

- + Corriente de fuente, \bar{J} (A).
- + Admitancia interna, $Y_f = G_f + jB_f$ (S).
- + Potencia útil máxima (eléctrica), $S_{Umáx}$ (VA).

● Como motor:

- + Corriente de fuente, \bar{J} (A).
- + Admitancia interna, $Y_f = G_f + jB_f$ (S).
- + Potencia útil máxima (mecánica), $P_{Umáx}$ (W).

◆ **Símbolo**



◆ **Ecuación característica:** $\bar{I} = f(\bar{U})$

- Aplicando la PLK: $\bar{I} = \bar{J} - (G_f + jB_f)\bar{U} = \bar{J} - \bar{Y}_f \bar{U}$
- Punto-s de funcionamiento:
 - + Par de valores (\bar{U}, \bar{I}) , que verifican la característica.
 - + Son función de la red externa.
- Puntos notables de la característica:
 - + Pto. de vacío: $\bar{I} = 0$, $\bar{U}_o = \frac{\bar{J}}{\bar{Y}_f}$.
 - + Pto. de cortocircuito: $\bar{U} = 0$, $\bar{I}_{cc} = \bar{J}$.

- ✓ *Otras consideraciones sobre las fuentes reales en corriente alterna*
 - Los diferentes regímenes de funcionamiento y los rendimientos, derivan de lo estudiado para las fuentes de corriente continua.
 - Cuando deba operarse con las potencias de las fuentes, lo más sencillo es operar con las potencias aparentes complejas, que incluyen la información completa: potencias activa, reactiva y aparente.
 - Las fuentes reales en corriente alterna, verifican la propiedad de transformación de fuentes.

4

Ejemplo

Los circuitos de las figuras 1 y 2 son equivalentes. Si $\bar{E}_1 = 100\text{ V}$ y $\bar{Z}_1 = 10\ \Omega$ y $\bar{E}_c = 200\text{ V}$, calcular en la Fig.1: 1) \bar{I}_1 y \bar{U}_{AB} , 2) Realizar el balance de potencias de los elementos activos/pasivos 3) El rendimiento de la fuente real, curva característica y el punto de funcionamiento.

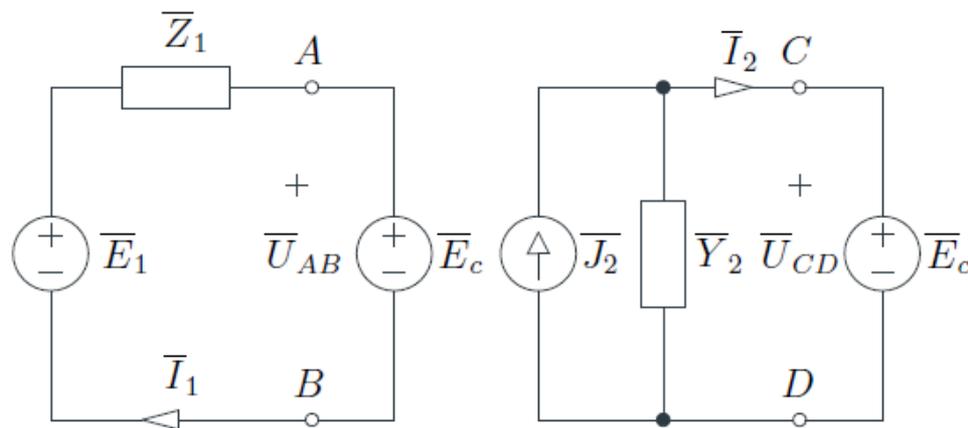


Fig : 1

Fig : 2