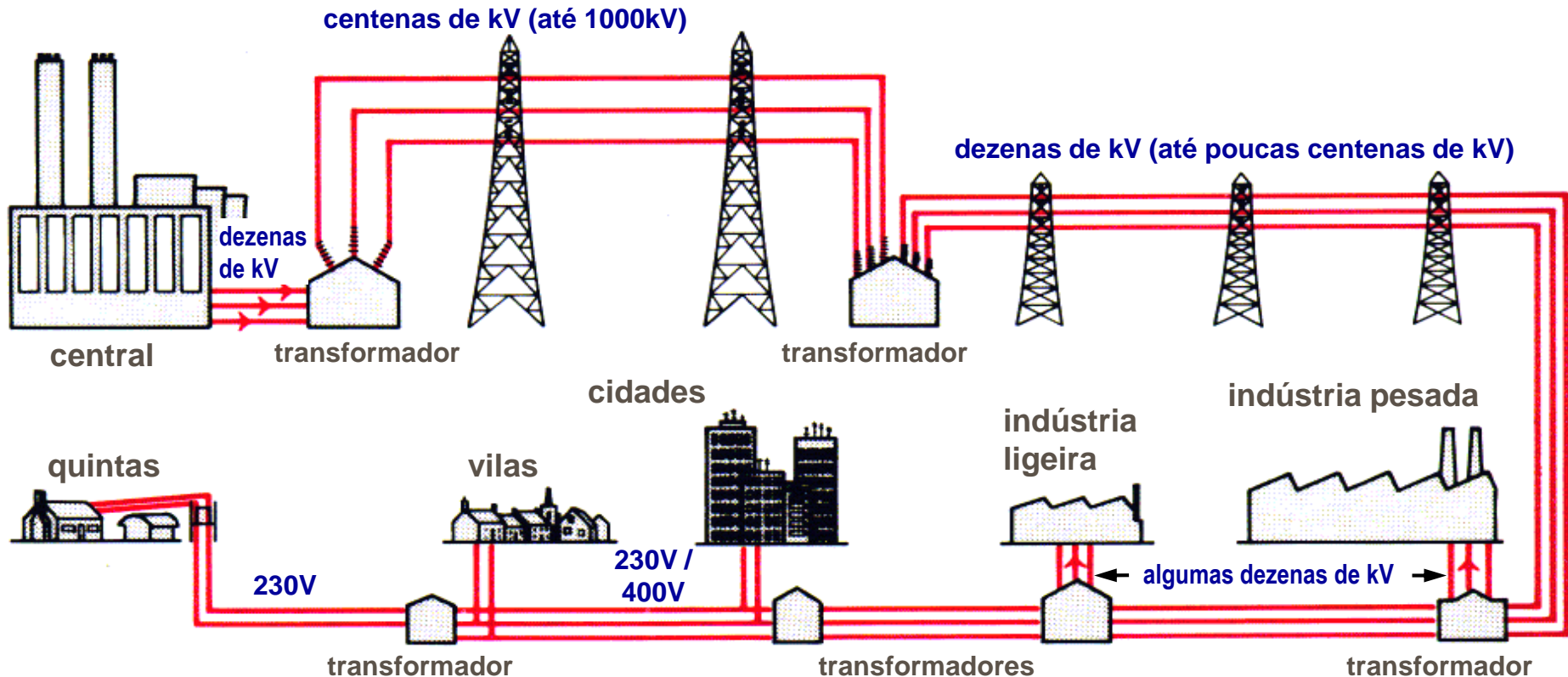


FONTES DE ALIMENTAÇÃO

Fontes de Alimentação

■ Produção Transporte e Distribuição de Energia Eléctrica



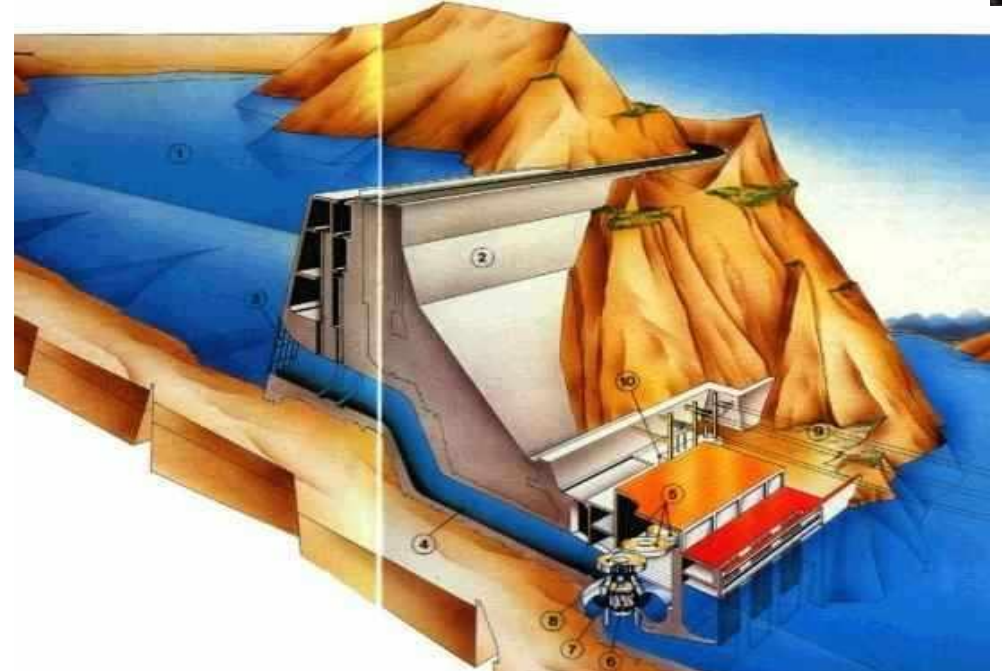
Esquema Tradicional de Produção, Transporte e Distribuição de Energia (PTDE)



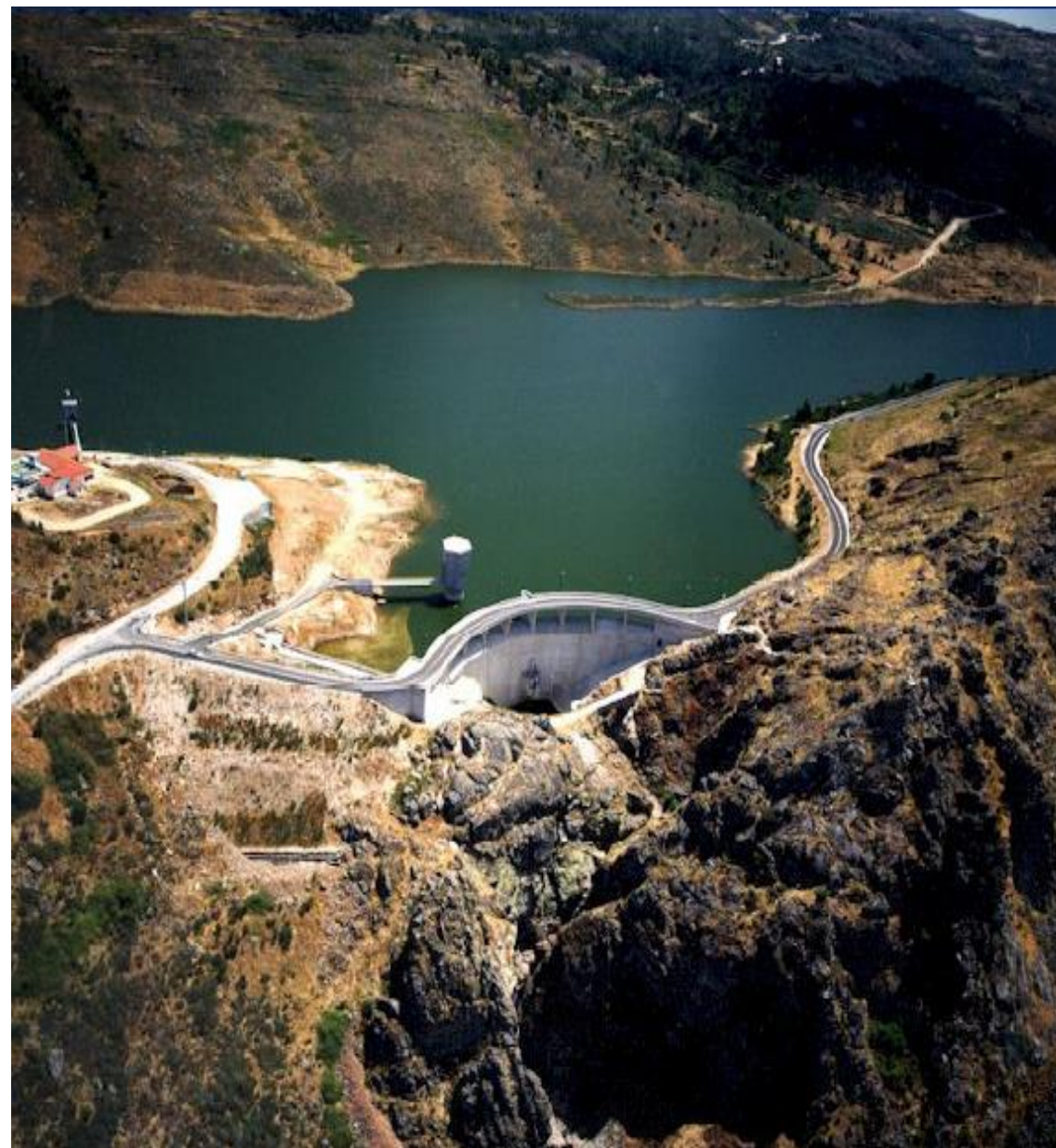
Central Térmica



Central-Nuclear



Central Hidroelétrica



Albufeira do Caldeirão



Aguieira



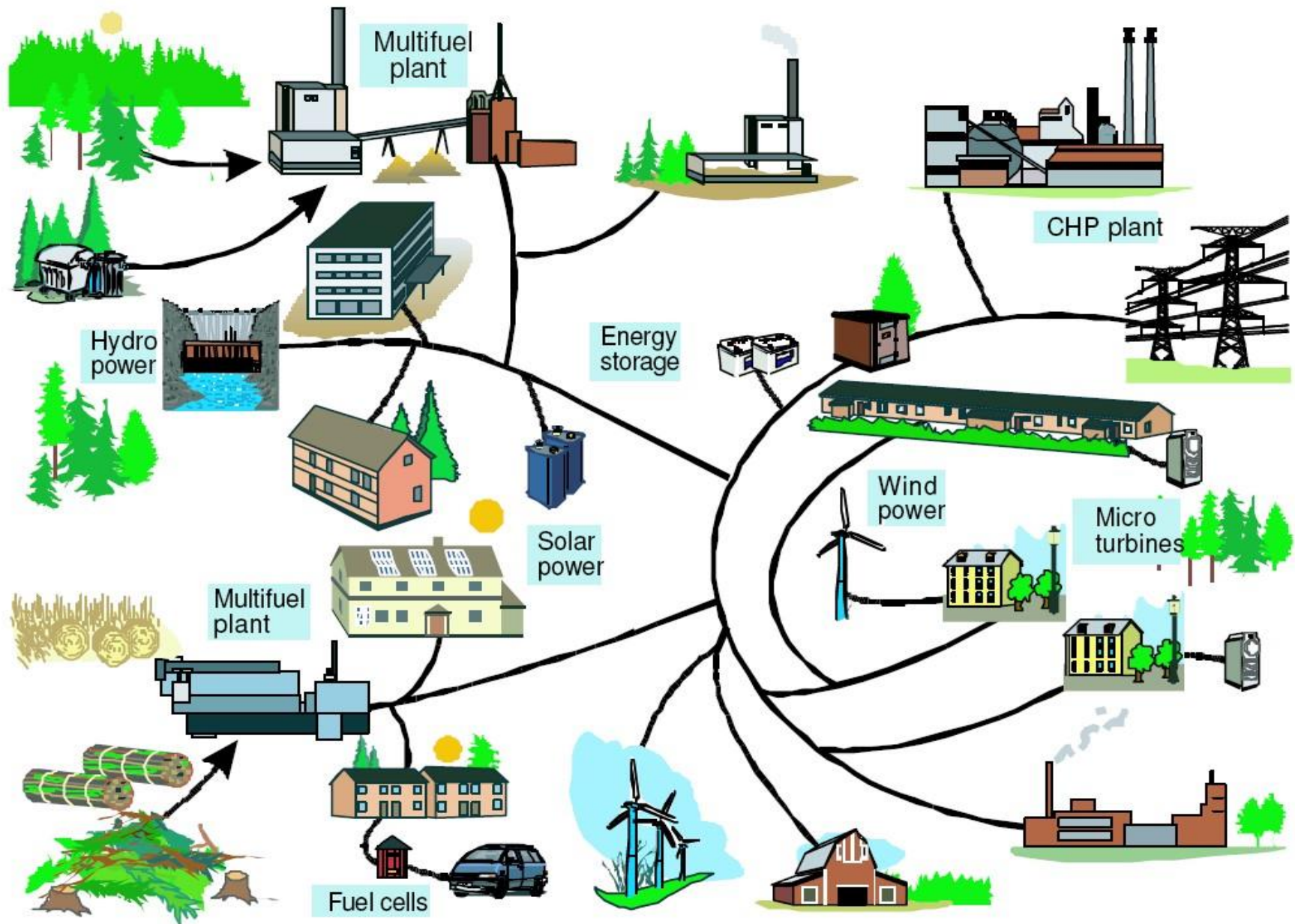
Alto Lindoso

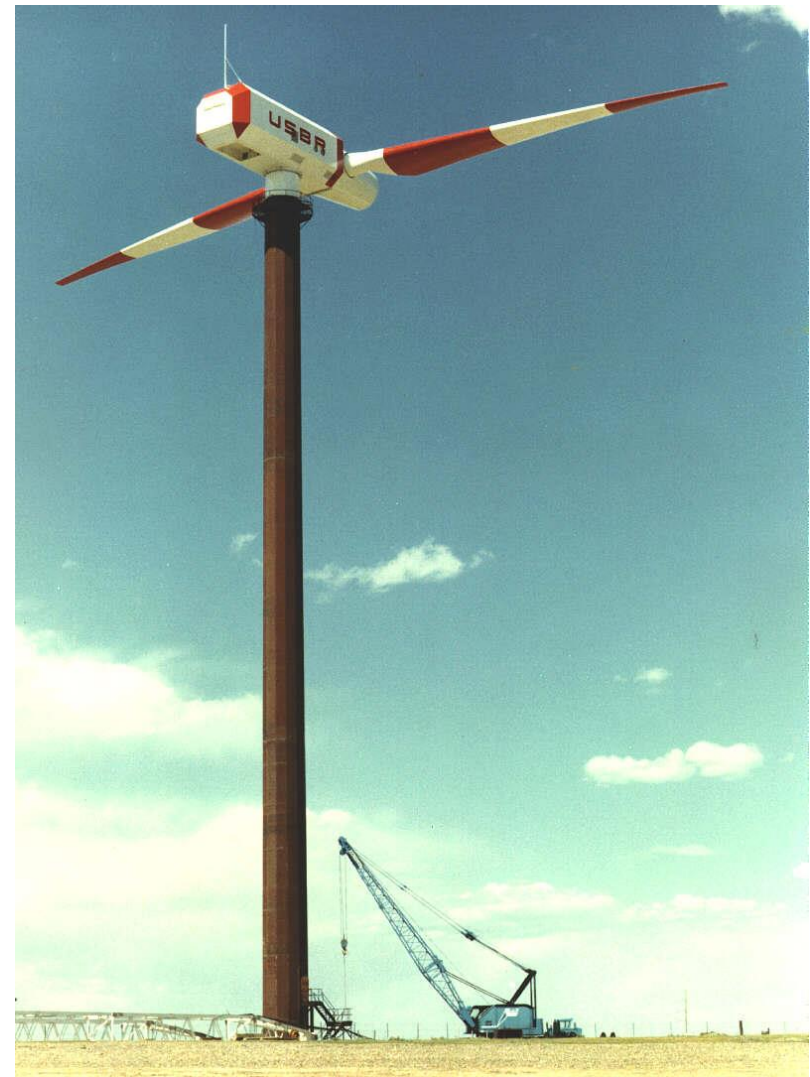
Transformador de
alta tensão



Posto de transformação



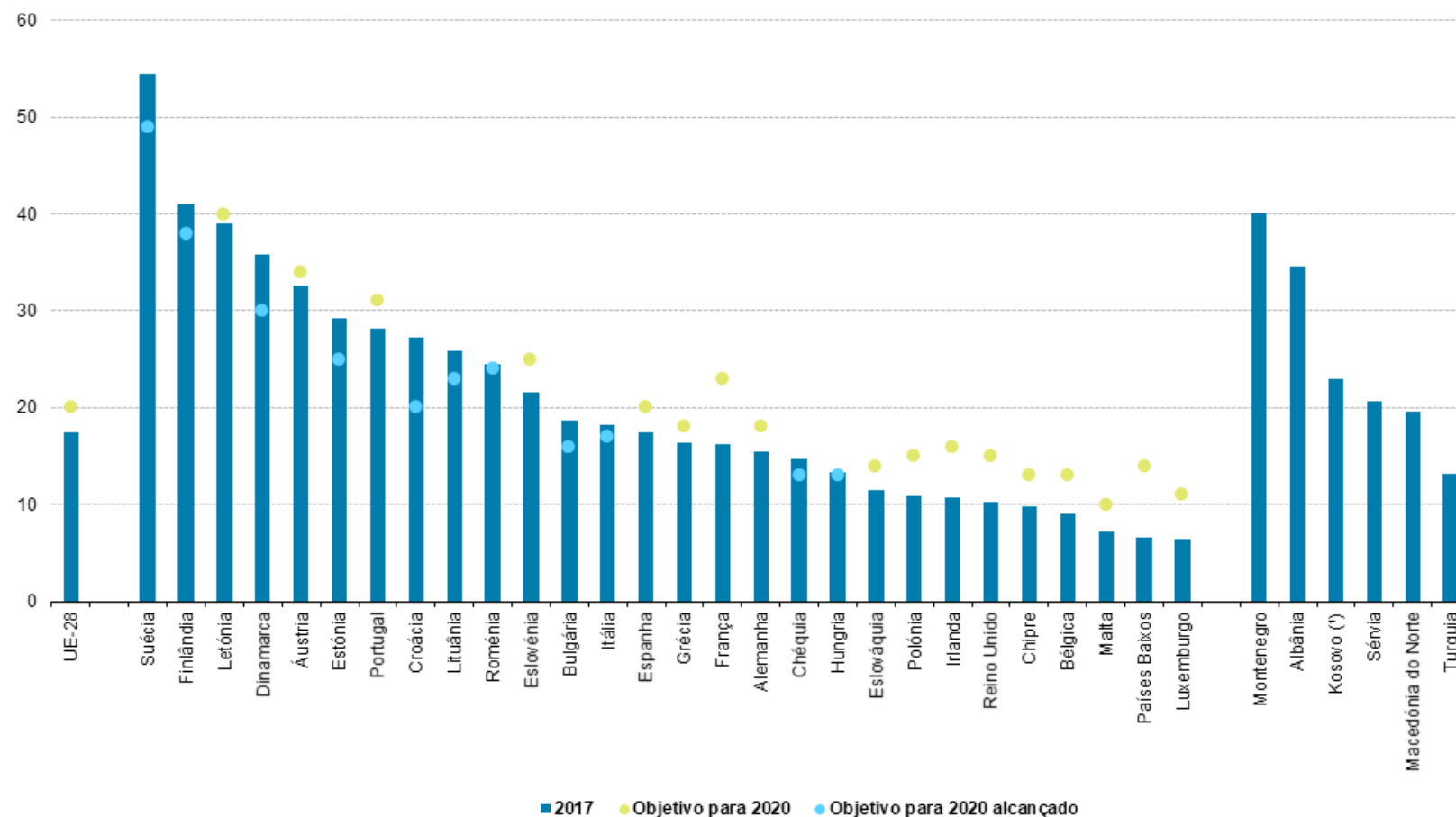




1,18 MWp
10.080 módulos FV



Quota de energia proveniente de fontes renováveis, 2017
(% do consumo final bruto de energia)

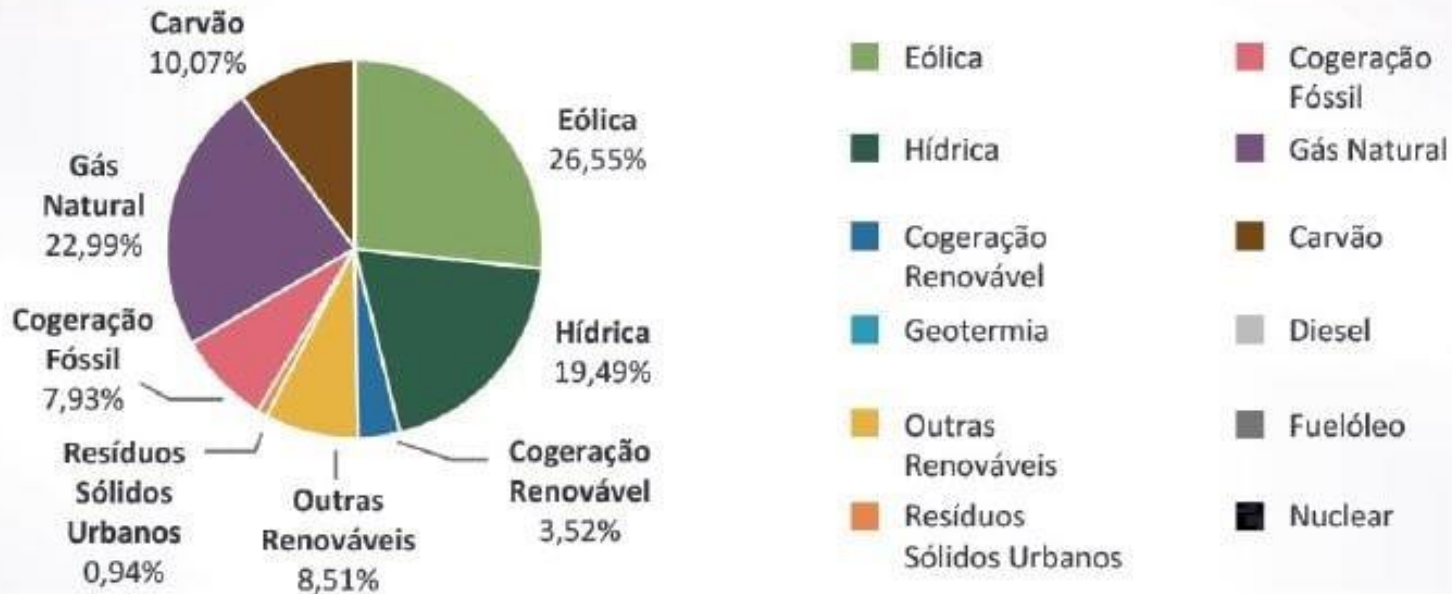


(*) Esta designação não prejudica as posições relativas ao estatuto e está conforme com a Resolução 1244 (1999) do CSNU e com o parecer do TIJ sobre a declaração de independência do Kosovo.

Fonte: Eurostat (código de dados em linha: nrg_ind_ren)

Fontes de Alimentação

DE ONDE VEM A MINHA ELETRICIDADE?



Mix energético referente ao 1º trimestre de 2020.

Saiba mais: [edp.pt/origem-da-energia](https://www.edp.pt/origem-da-energia) e

<https://www.erse.pt/eletricidade/rotulagem/perguntas-frequentes/>



■ Para meditar...

**“... não herdamos a Terra
dos nosso pais...”**

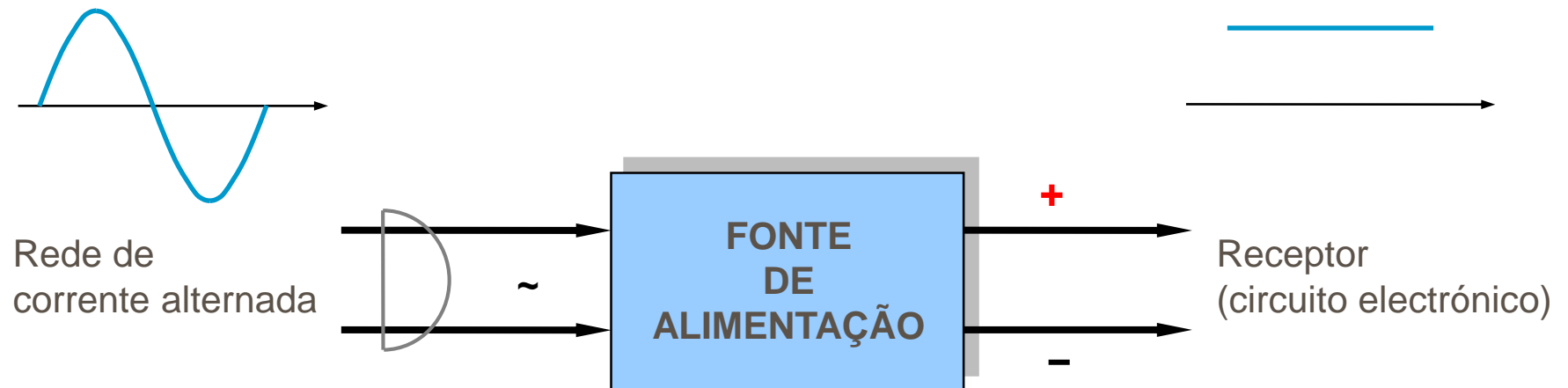
Fontes de Alimentação



■ Para meditar...

“... pedimo-la
emprestada aos nossos
filhos...”

Fontes de Alimentação

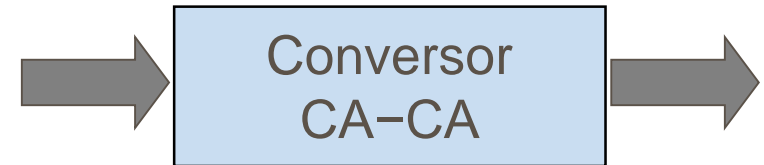
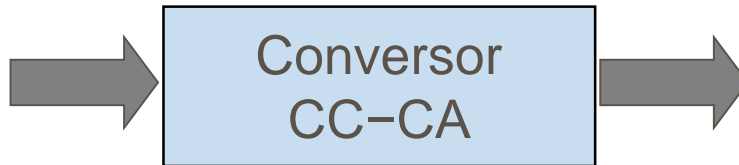
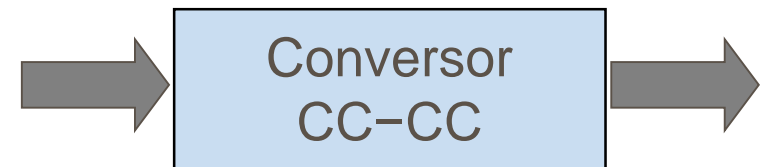
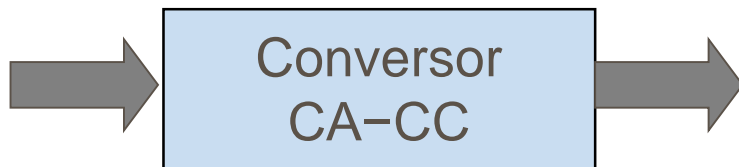


Fonte de alimentação de corrente contínua

Fontes de Alimentação



■ Outros conversores electrónicos de energia



Fontes de Alimentação

■ Diagrama de blocos

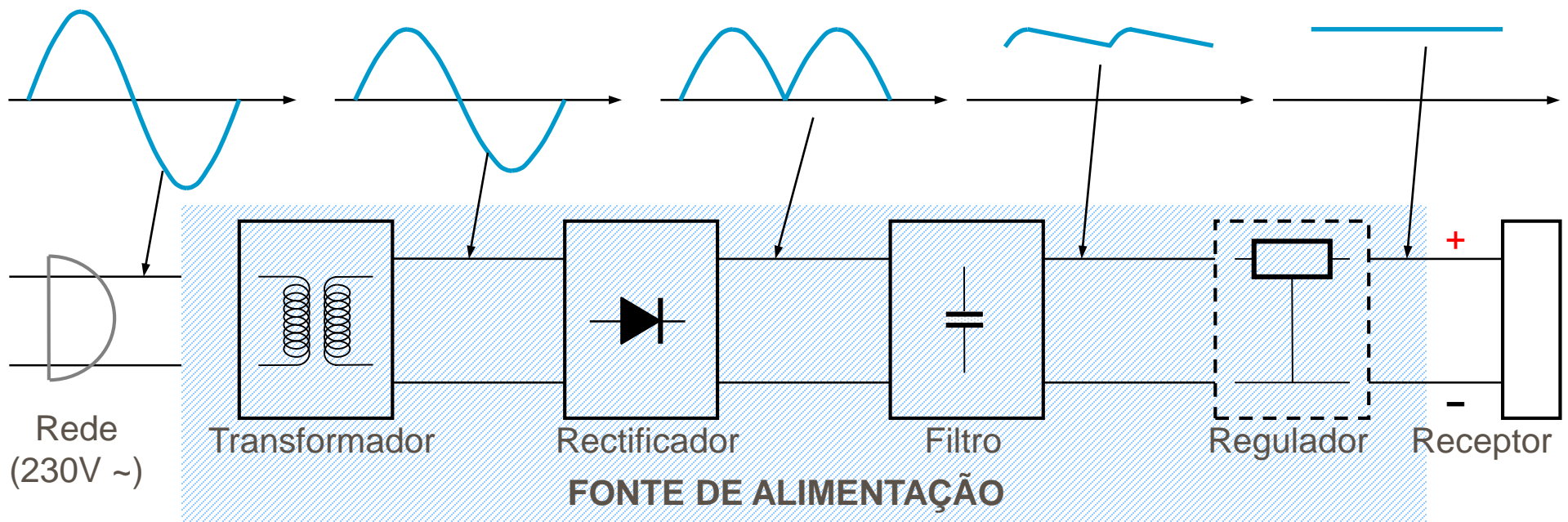
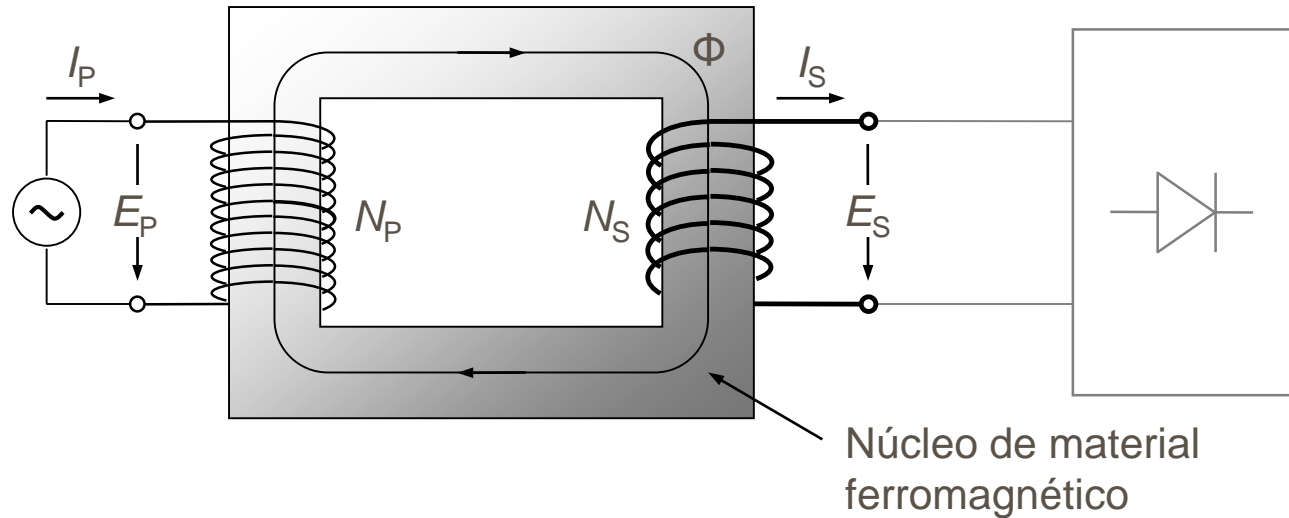


Diagrama de blocos duma fonte de alimentação de corrente contínua

■ Transformador



$$E_P = N_P \frac{d\Phi}{dt}, \quad E_S = N_S \frac{d\Phi}{dt} \quad \rightarrow \quad \frac{E_P}{E_S} = \frac{N_P}{N_S} = a$$

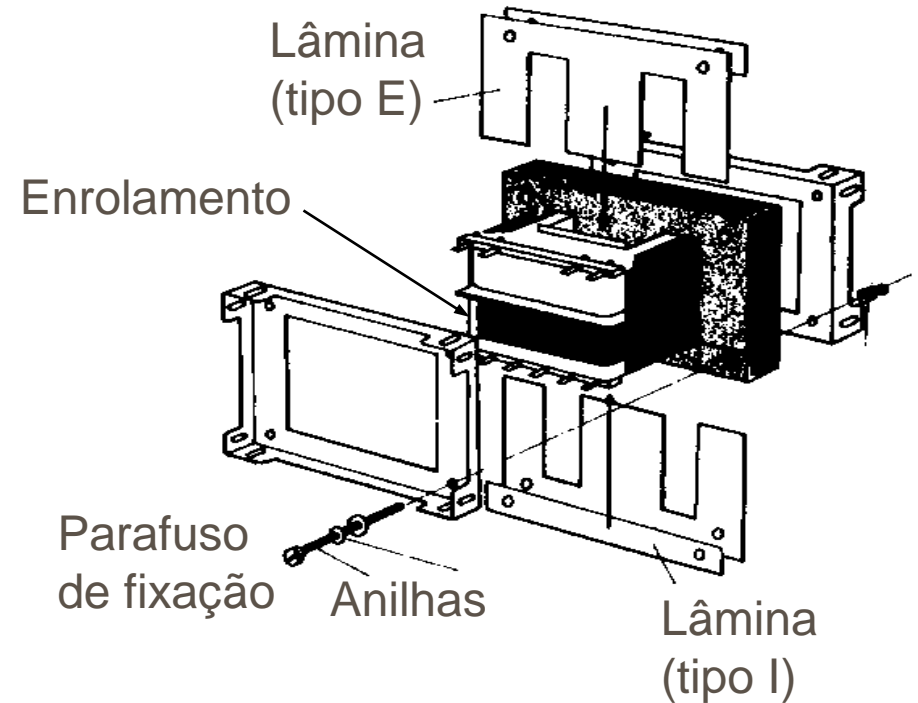
$$P_P = E_P \times I_P = E_S \times I_S = P_S \quad \rightarrow \quad \frac{I_P}{I_S} = \frac{N_S}{N_P} = \frac{1}{a}$$

Fontes de Alimentação

■ Transformador



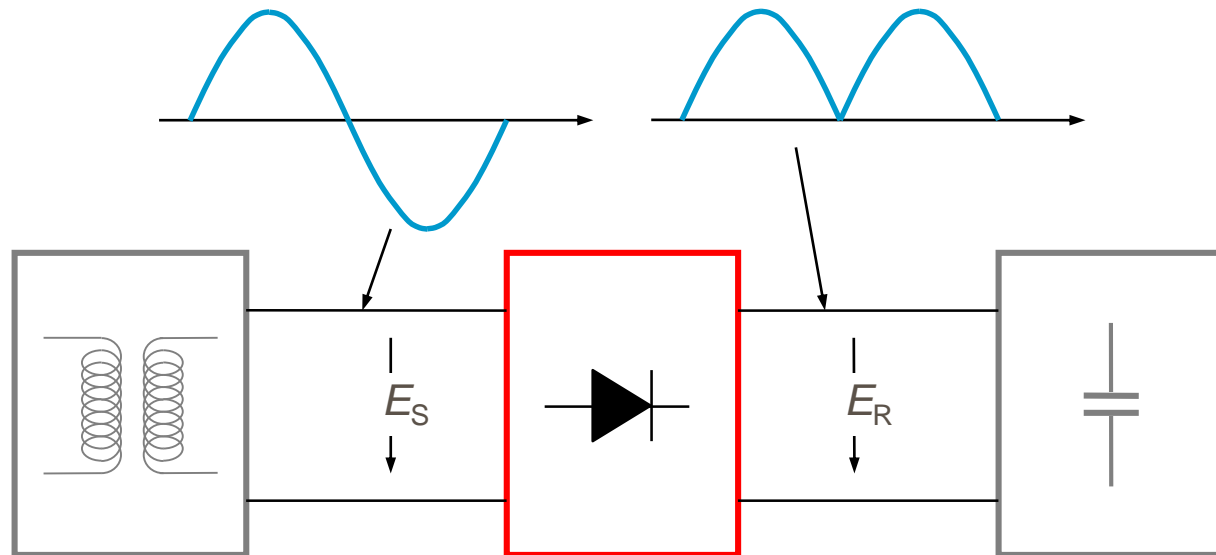
(a)



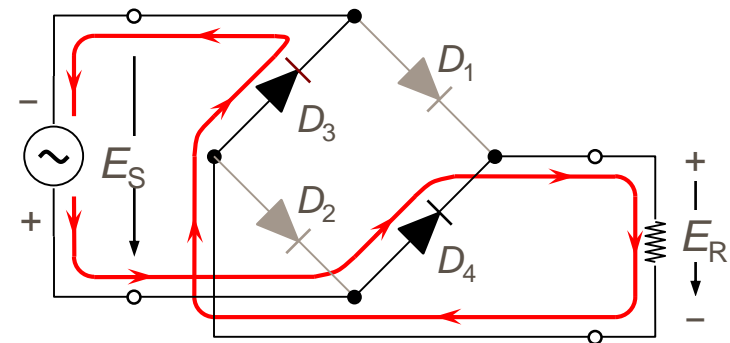
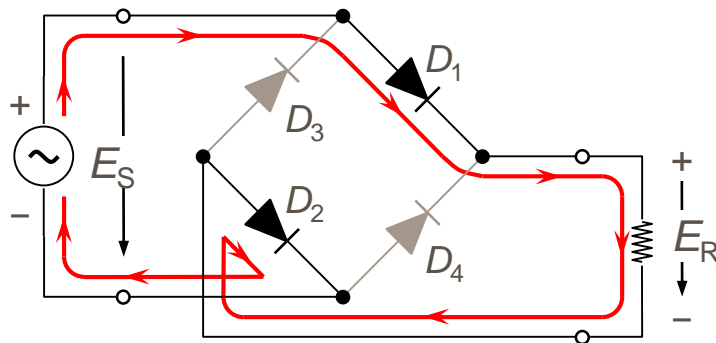
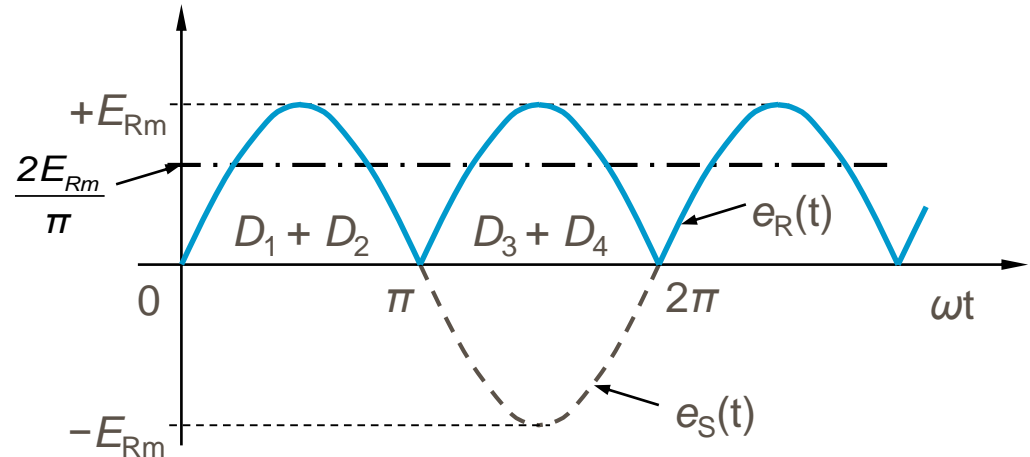
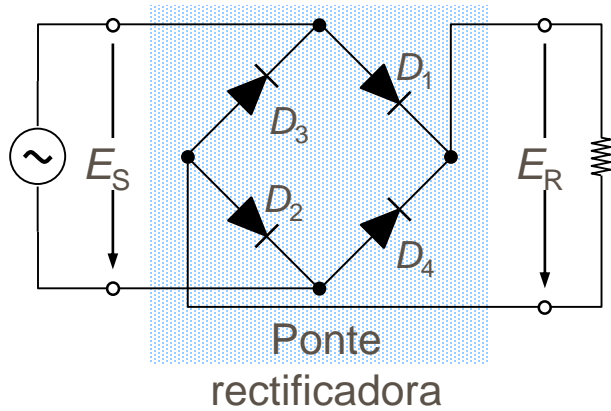
(b)

Transformador para fonte de alimentação:
(a) aspecto exterior; (b) construção

■ Rectificador

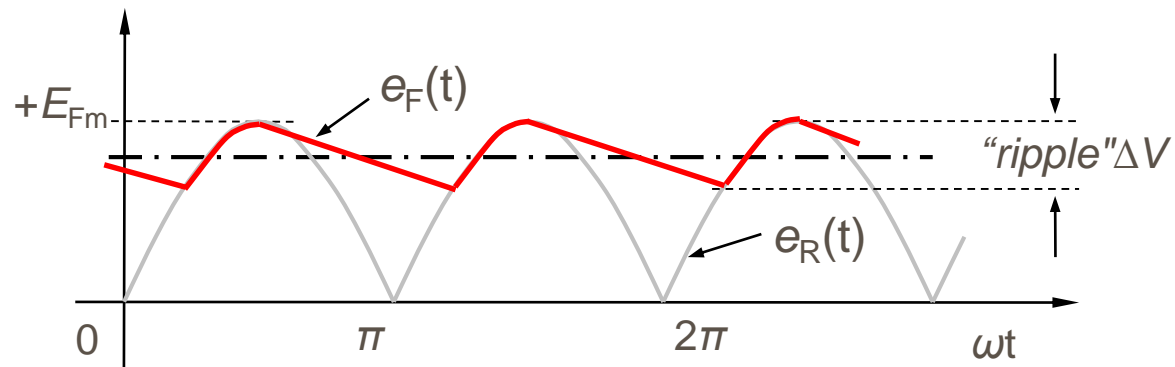
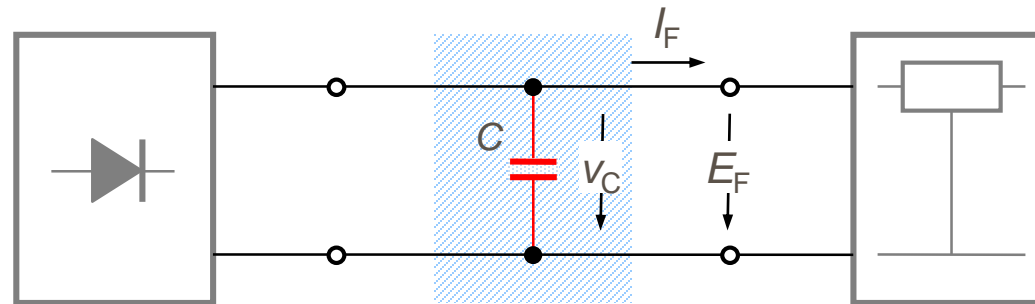


■ Rectificador



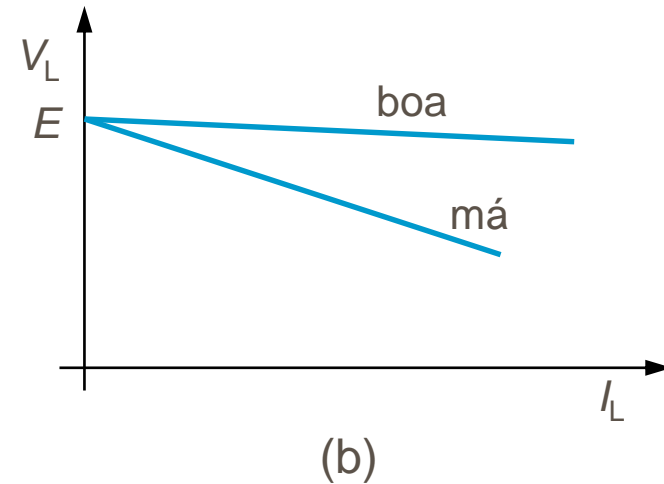
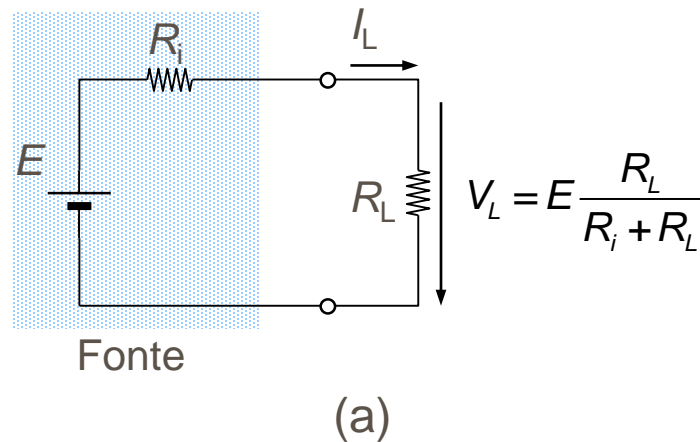
Funcionamento da ponte rectificadora

■ Filtro



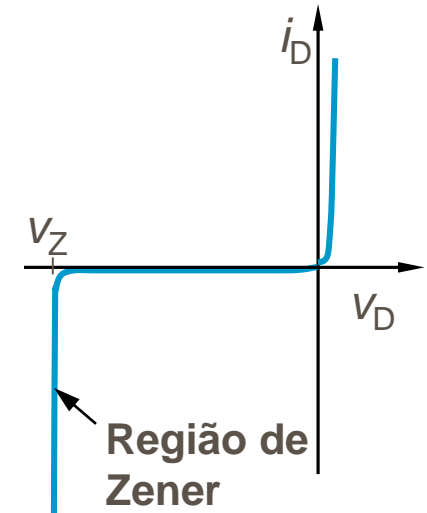
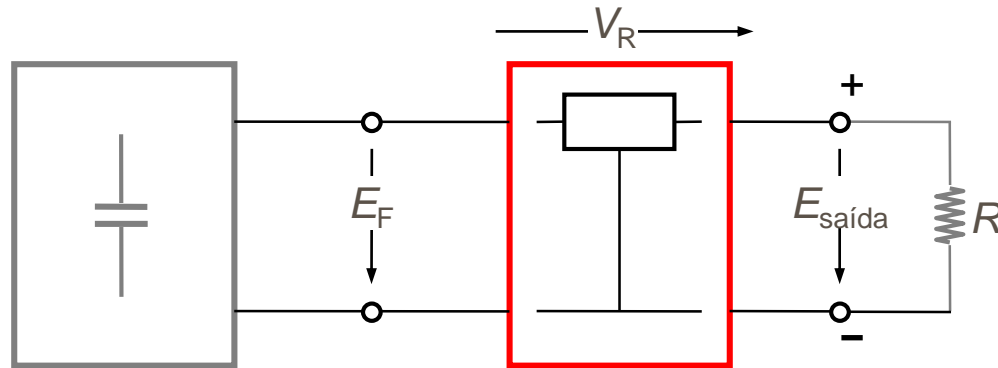
$$i_C = C \frac{dv_C}{dt} = I_F \approx cte \rightarrow I_F \approx C \frac{\Delta V_C}{\Delta t} \rightarrow E_{Fr,p-p} = \Delta V_C = \frac{I_F}{C} \Delta t = \frac{I_F}{f \times C}$$

■ Regulador



Fonte de alimentação: (a) equivalente de *Thevenin*; (b) curvas de regulação

■ Regulador



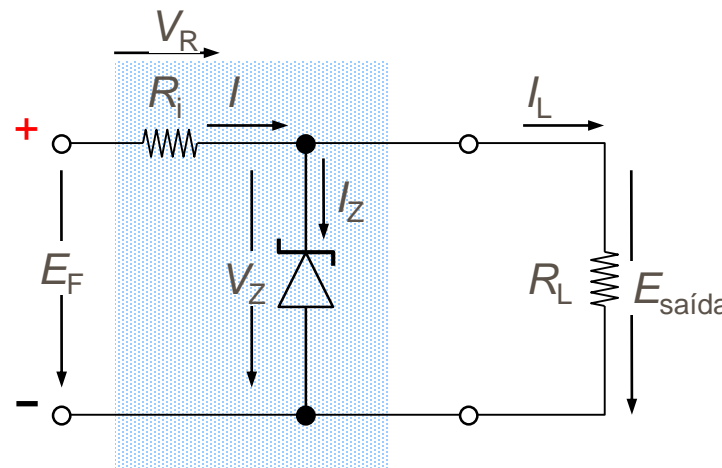
$$E_F = V_R + E_{saída}$$

$$I = \frac{V_R}{R_i} = \frac{E_F - V_Z}{R_i} \approx cte.$$

$$I = I_Z^{\downarrow} + I_L^{\uparrow} \approx cte.$$

para $I_Z > 0$

$$\rightarrow E_{saída} = V_Z \approx cte.$$



■ Regulador

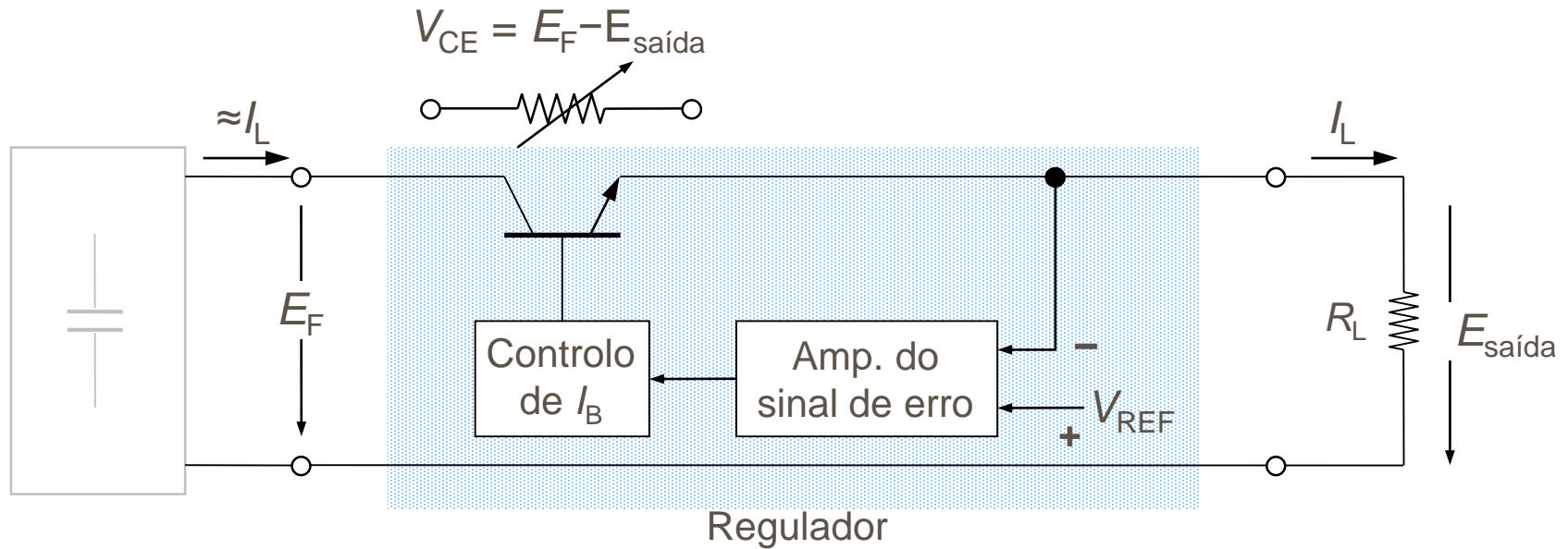
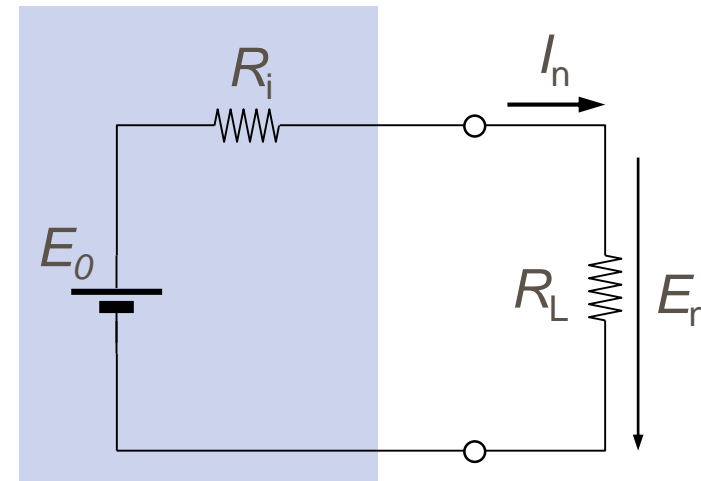


Diagrama de blocos dum regulador de tensão linear

■ Especificações

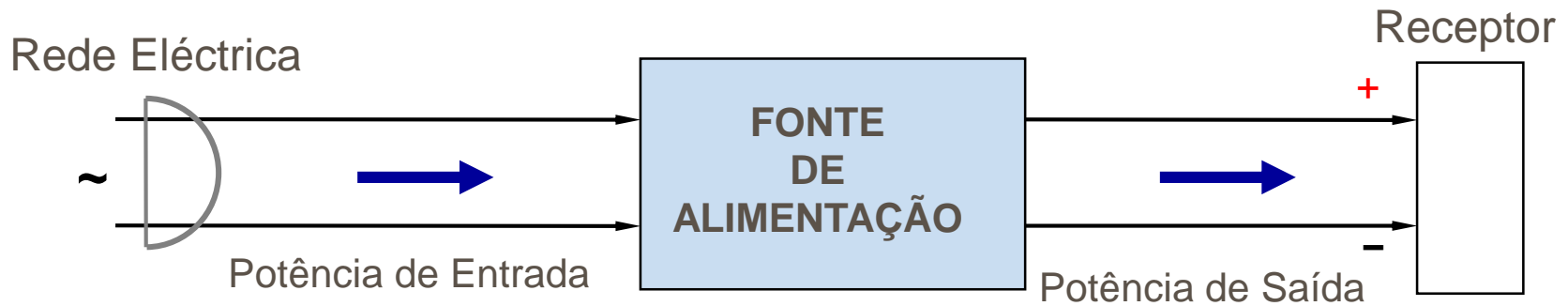
- (Tensão de entrada)
- Tensão nominal (E_n)
- Corrente nominal (I_n)
- Potência nominal ($= E_n I_n$)



Fonte de Alimentação
(circuito equivalente)

■ Especificações

■ Rendimento



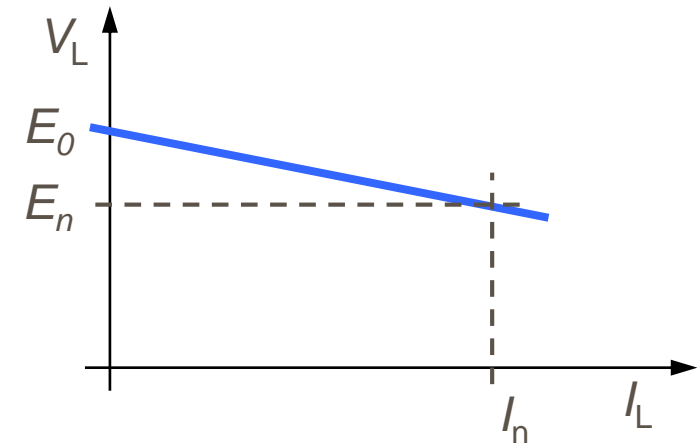
$$\text{Rendimento} = \frac{\text{Potência de saída (CC)}}{\text{Potência de entrada (CA)}} \times 100\%$$

- Fontes lineares → rendimentos de 30% (típ.)
- Fontes comutadas → rendimento > 70%

■ Especificações

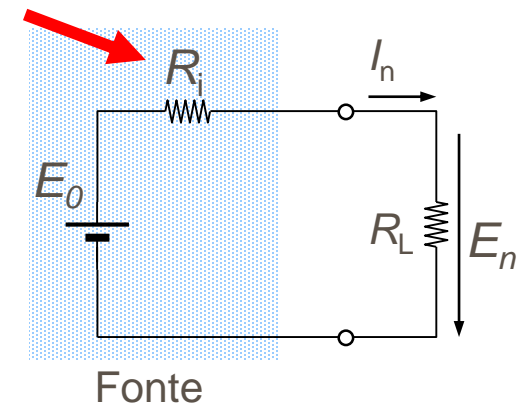
■ Regulação na carga

$$\text{Regulação na carga} = \frac{E_0 - E_n}{E_n} \times 100\%$$



■ Impedância de saída (ou interna)

$$\text{Impedância de saída} = \frac{E_0 - E_n}{I_n} \quad (\Omega)$$



■ Especificações

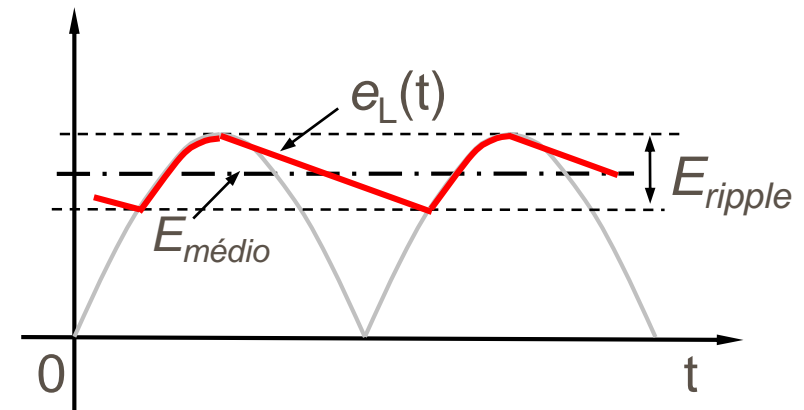
■ Regulação na entrada

$$\text{Regulação na entrada} = \frac{\frac{E_{saída_{max}} - E_{saída_{min}}}{E_{saída_{min}}}}{\frac{E_{ent_{max}} - E_{ent_{min}}}{E_{ent_{min}}}} \times 100\%$$

■ Especificações

- "Ripple" (ou "ondulação")

$$\text{Factor de "ripple"} = \frac{E_{\text{ripple}}}{E_{\text{médio}}} \times 100\%$$



- Rejeição do "ripple" (bloco regulador)

$$\text{Rejeição do "Ripple"} = 20_{10} \log \left(\frac{E_{r_{\text{saída}}}}{E_{r_{\text{ent}}}} \right) \text{ dB}$$

■ Exemplo

Uma fonte de alimentação possui as seguintes características:

- Tensão de entrada: entre 200V e 240V
- Tensão de saída: 12V (em vazio)
- Corrente de saída: 2A (máximo)
- Impedância de saída: 0.1Ω
- Regulação na entrada: melhor do que 0.2%
- "Ripple": menos de 10mVp-p (à plena-carga)

Calcular:

- a) a regulação na carga
- b) o factor de "ripple" à plena carga (2A)

■ Exemplo

a)

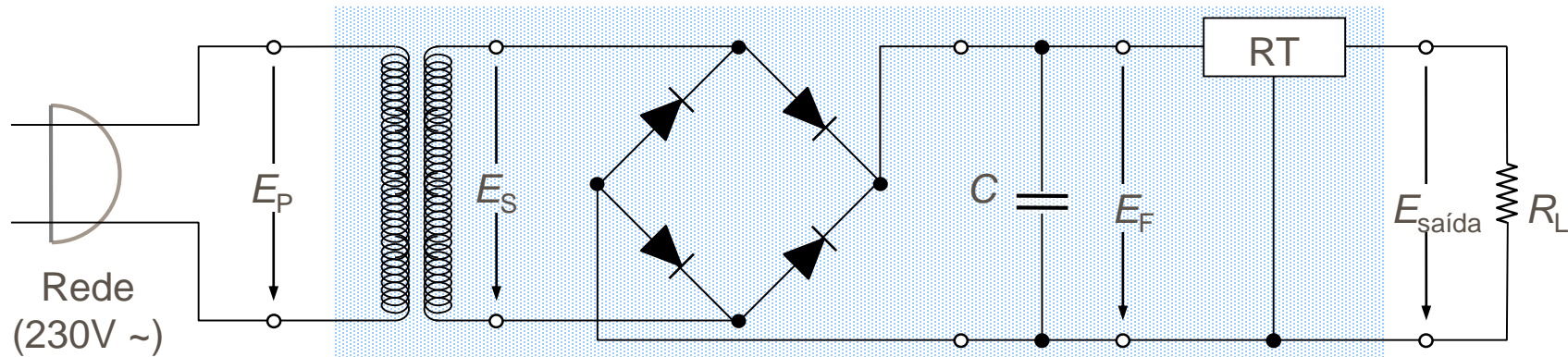
$$E_n = 12V - (0.1\Omega)(2A) = 11.8 V$$

$$\frac{E_0 - E_n}{E_n} \times 100\% = \frac{12V - 11.8V}{11.8V} = 1.7\%$$

b)

$$\text{factor de "ripple"} = \frac{10mV}{11,8V} \times 100\% = 0.08\%$$

■ Exemplo



Características do regulador (RT):

- Tensão de entrada: entre 7V e 20V
- Tensão de saída (nominal): 5V
- Corrente de saída (máxima) 1.5A
- Regulação na carga: 2%

■ Exemplo

A tensão na rede é **230V/50Hz**, a razão de transformador é **$a = 20$** , e capacidade do condensador do filtro é **$C = 3300\mu\text{F}$** . Uma vez ligada a fonte ao receptor, mediu-se aos seus terminais uma tensão de **4.95V** para uma corrente de **1A**.

Determinar:

a) o valor da resistência de carga; **b)** a tensão à saída do transformador; **c)** o "ripple" à entrada do regulador; **d)** os valores médio e mínimo da tensão à entrada do regulador; **e)** o rendimento da fonte, considerando o transformador ideal e desprezando a queda de tensão nos díodos.

■ Exemplo

a) O valor da resistência de carga é,

$$R_L = \frac{4.95 \text{ V}}{1 \text{ A}} = 4.95 \Omega$$

b) A tensão no secundário do transformador é,

$$E_S = E_P \frac{N_S}{N_P} = E_P \frac{1}{a} = \frac{230}{20} = 11.5 \text{ V}_{\text{ef}}$$

c) O "ripple" da tensão aos terminais do condensador é,

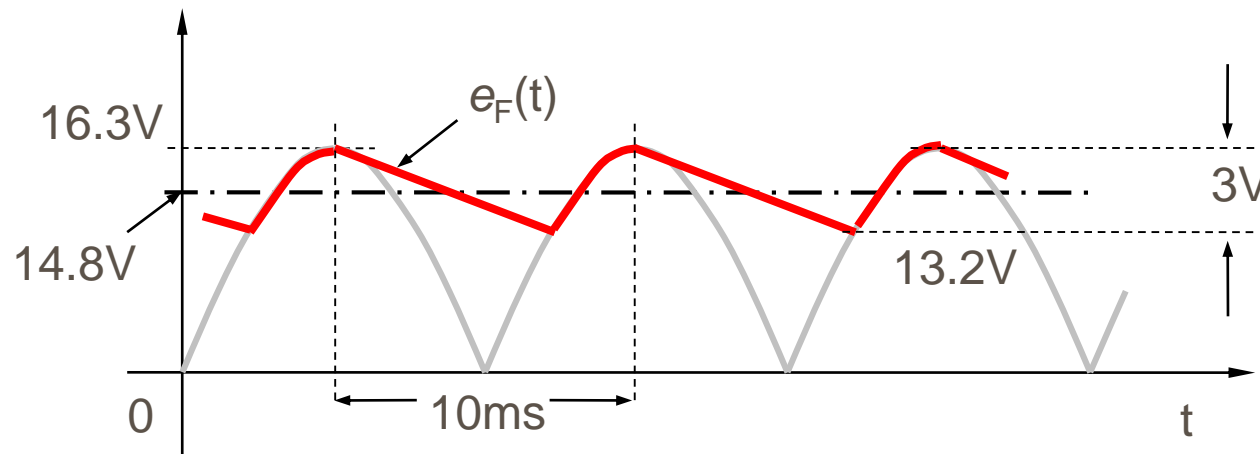
$$E_{Fr,p-p} = \frac{I_F}{C} \Delta t = \frac{1 \text{ A}}{3300 \mu\text{F}} \times 10 \text{ ms} = 3.0 \text{ V}_{p-p}$$

■ Exemplo

d) o valor médio da tensão à entrada do regulador é dado por,

$$E_{F\text{médio}} \approx E_{Rm} - \frac{1}{2} E_{Fr,p-p} = 11.5\sqrt{2} \text{ V} - \frac{3\text{V}}{2} = 14.8 \text{ V}$$

$$E_{F\text{min}} \approx E_{Rm} - E_{Fr,p-p} = 13.2 \text{ V}$$



■ Exemplo

d) admitindo que, quer o transformador, quer o rectificador, não têm perdas, apenas o regulador dissipa potência. O valor médio das perdas neste bloco é,

$$P_{\text{perdas}} = V_{CE} \times I_L = (E_{F_{\text{médio}}} - E_{\text{saída}}) I_L \approx (14.8 \text{ V} - 5 \text{ V}) \times 1 \text{ A} = 9.8 \text{ W}$$

Logo o rendimento da fonte é ,

$$\text{rendimento} = \frac{\text{Potência de saída (CC)}}{\text{Potência de entrada (CA)}} = \frac{P_{\text{saída}}}{P_{\text{saída}} + P_{\text{perdas}}} = \frac{5 \text{ W}}{5 \text{ W} + 9.8 \text{ W}} = 33.8\%$$