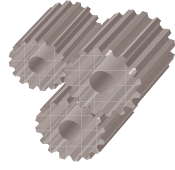




DEE
IPT

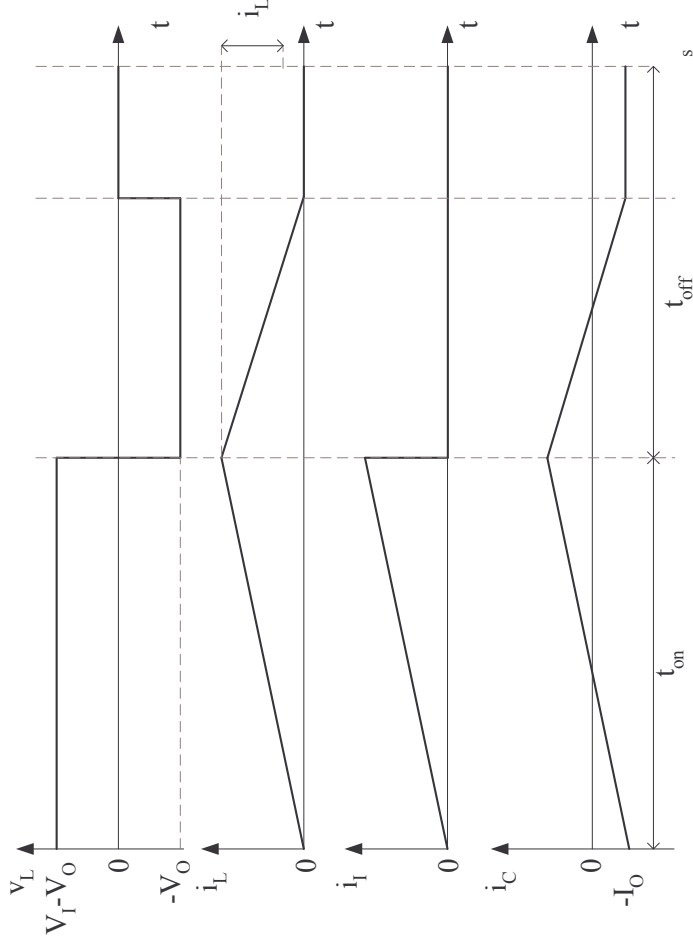


ACCIONAMIENTOS ELECTROMECAÑICOS

Accionamentos Electromecânicos Conversores de Electrónica de Potência (continuação)

Análise em regime lacunar:

Caso a corrente se anule, (se a energia armazenada na bobina durante o período t_{on} não for suficiente para manter a sua corrente sempre maior do que zero até ao período seguinte \rightarrow regime lacunar.



Análise em regime lacunar:

Em regime permanente, na condição limite de operação entre o modo lacunar e não lacunar, a corrente na bobina anula-se exactamente em $t=T_s$. A corrente média de saída, I_o , será igual à corrente média na bobina, que, por sua vez, será metade da variação Δi_L .

Assim, para garantir o modo não lacunar:

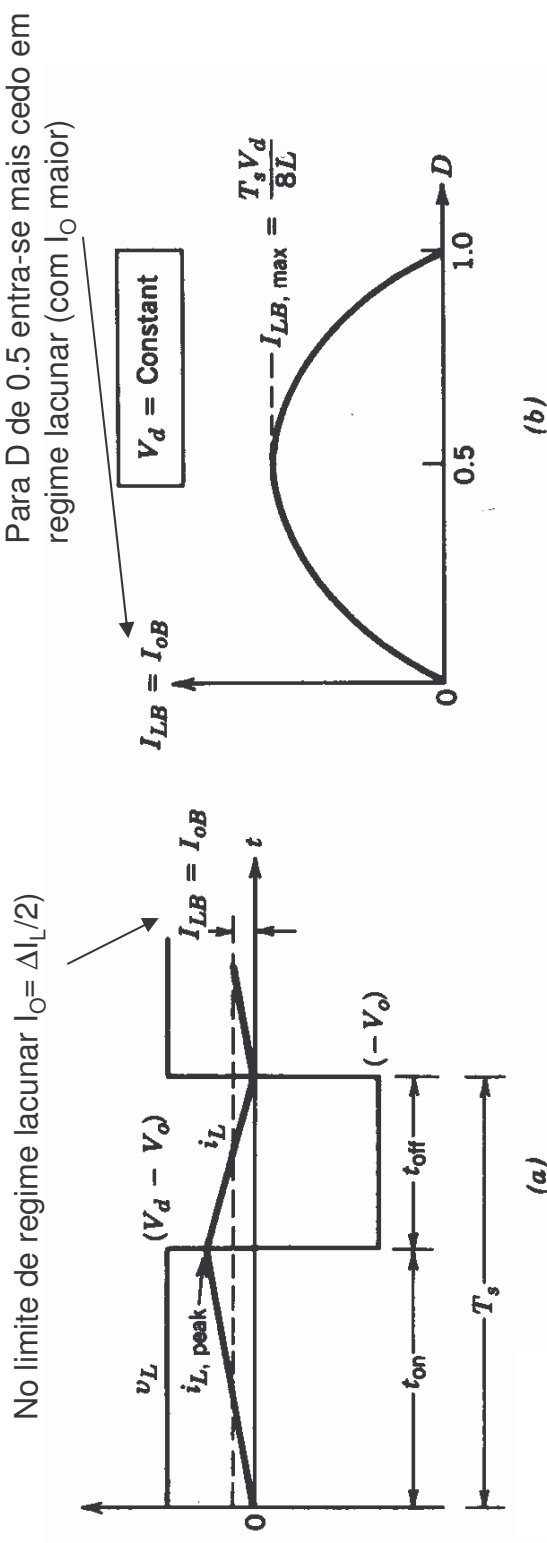
$$I_o = \frac{V_o}{R_L} \geq \frac{\Delta i_L}{2}$$

Substituindo o valor de Δi_L já obtido:

$$\frac{V_o(1-\delta)T_s}{2L} \leq \frac{V_o}{R_L} \Leftrightarrow R_L \leq \frac{2L}{(1-\delta)T_s} \Leftrightarrow L \geq \frac{R_L T_s(1-\delta)}{2}$$

$$I_{o\min} = \frac{V_o(1-\delta)T_s}{2L} = \frac{\delta(1-\delta)T_s V_I}{2L}$$

Assim existe um valor máximo para a resistência de carga, que assegura regime não lacunar. Por outro lado, o conversor pode ser dimensionado para assegurar regime não lacunar, para uma dada carga, através da utilização de um valor mínimo para o coeficiente de auto-indução da bobina L.



Current at the boundary of continuous–discontinuous conduction: (a) current waveform; (b) I_{LB} versus D keeping V_d constant.



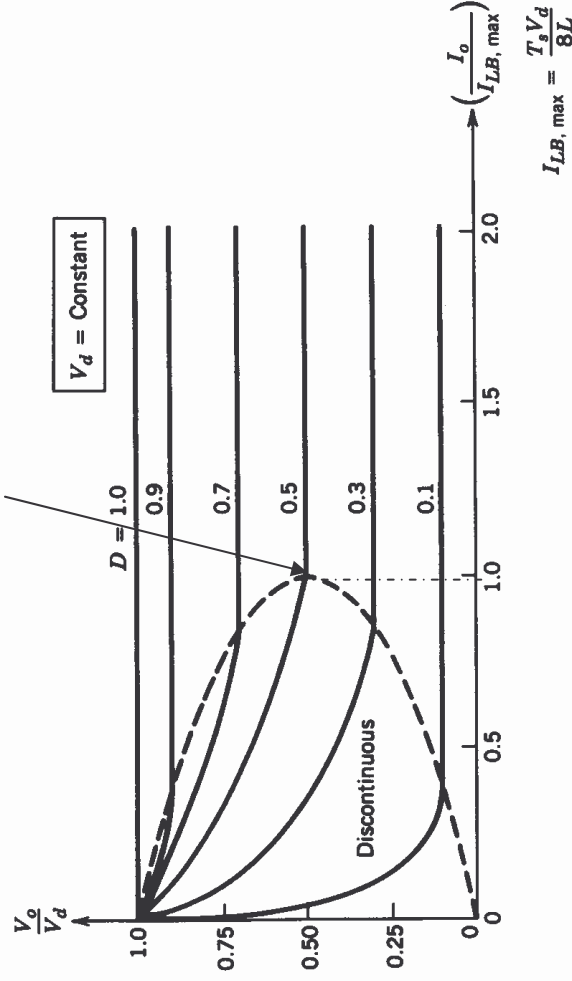
Conversores DC-DC ACCIONAMENTOS ELECTROMECÂNICOS

Corrente na bobina no limiar do modo descontinuo

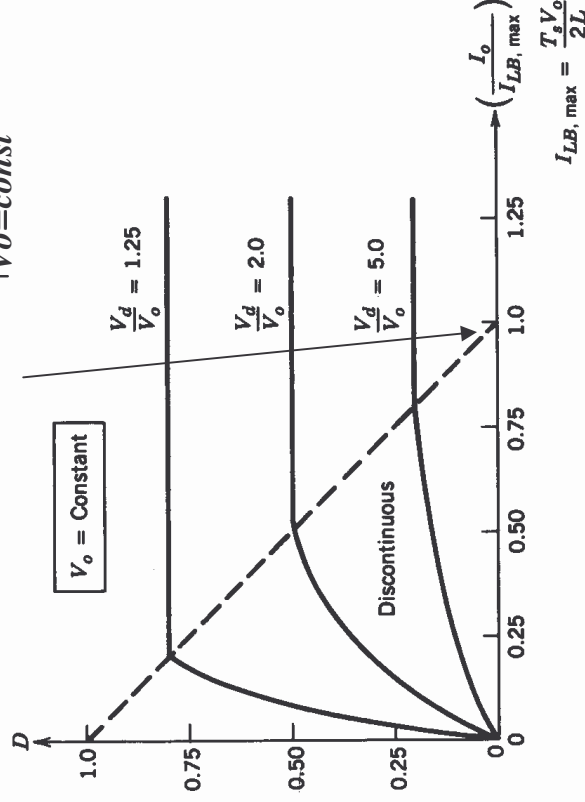
$$I_{LB\max} = \frac{V_I T_S}{8L} \quad | \quad V_I = \text{const}$$

No limite de regime lacunar "Boundary"

$$I_{LB\max} = \frac{V_o T_S}{2L} \quad | \quad V_o = \text{const}$$



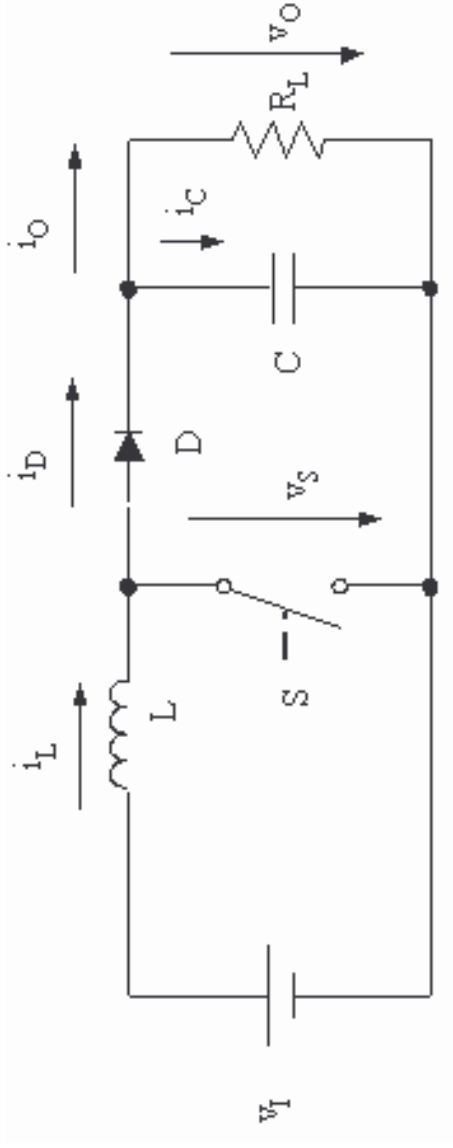
Step-down converter characteristics keeping V_d constant.



Step-down converter characteristics keeping V_o

As relações anteriores ($v_o, \Delta v_o$) deixam de ser válidas em regime lacunar

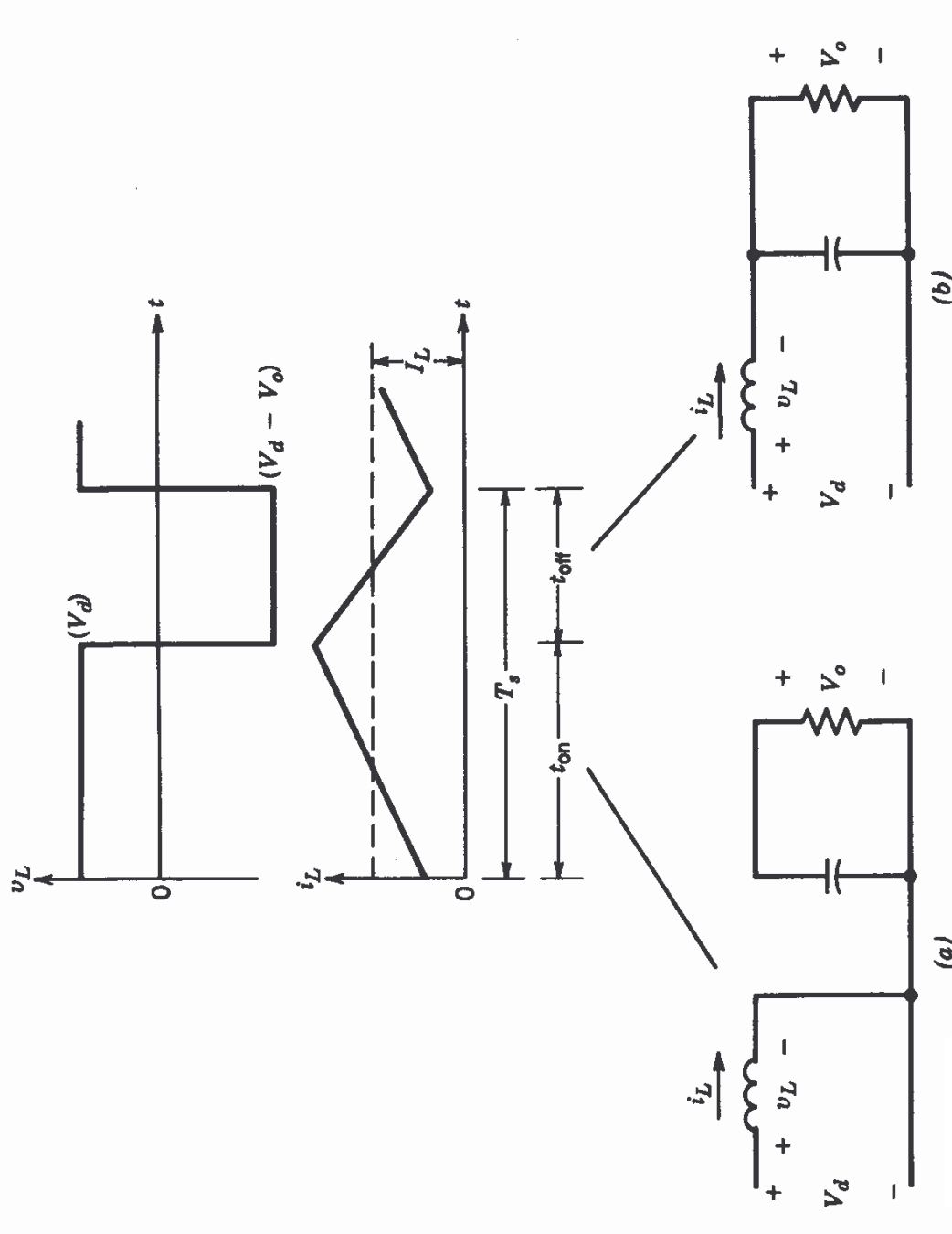
Conversor ampliador (*boost*)



Período T_s :

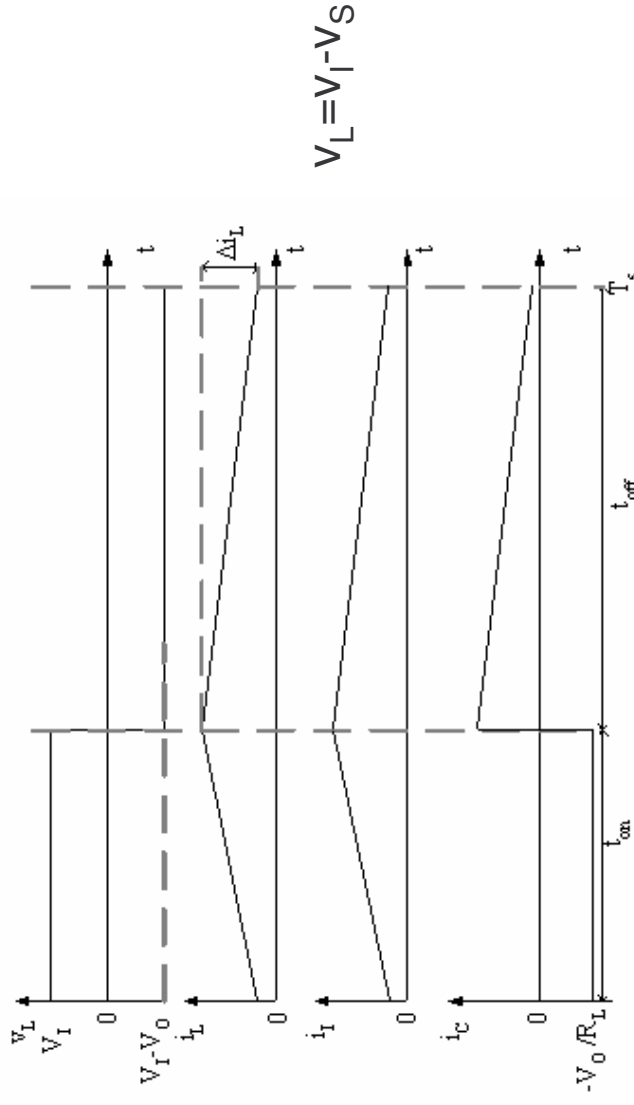
- ton = $[0, t_{on}]$, S está actuado (interruptor fechado) \rightarrow tensão em L é v_I e i_L aumenta. v_O é positiva, o diodo D não conduz, a corrente de saída de v_O é fornecida pelo condensador C.
- toff = $[t_{on}, T_s]$, interruptor aberto, conservação da energia da bobina \rightarrow continua a existir corrente em L. Diodo passa à condução e i_L permite carregar C, restituindo a energia que este cedeu durante o tempo ton
- Ciclo repete-se

Conversores DC-DC ACCIONAMENTOS ELECTROMECÂNICOS



Continuous-conduction mode: (a) switch on; (b) switch off.

Modo não lacunar



Valor pico a pico da variação da intensidade de corrente na bobina:

$$v_L(t) = L \frac{di_L}{dt} \Leftrightarrow \Delta i_L = \frac{1}{L} \int_0^{t_{on}} v_L dt$$

Em regime permanente e continuando a considerar que a tensão de saída não varia durante o período T_s , a equação anterior torna-se:

$$\Delta i_L = \frac{V_I t_{on}}{L} = -\frac{(V_I - V_O) t_{off}}{L}$$

Estes têm que ser iguais (regime permanente) assim:

$$V_I T_{on} + (V_I - V_O) T_{off} = 0$$

$$V_I \frac{T_{on}}{T} + V_I \frac{T_{off}}{T} - V_O \frac{T_{off}}{T} = 0$$

Assim pode-se deduzir:

$$V_I \delta + (V_I - V_O)(1 - \delta) = 0$$

$$V_I(\delta + 1 - \delta) = V_O(1 - \delta)$$

$$V_O = \frac{V_I}{(1 - \delta)}$$

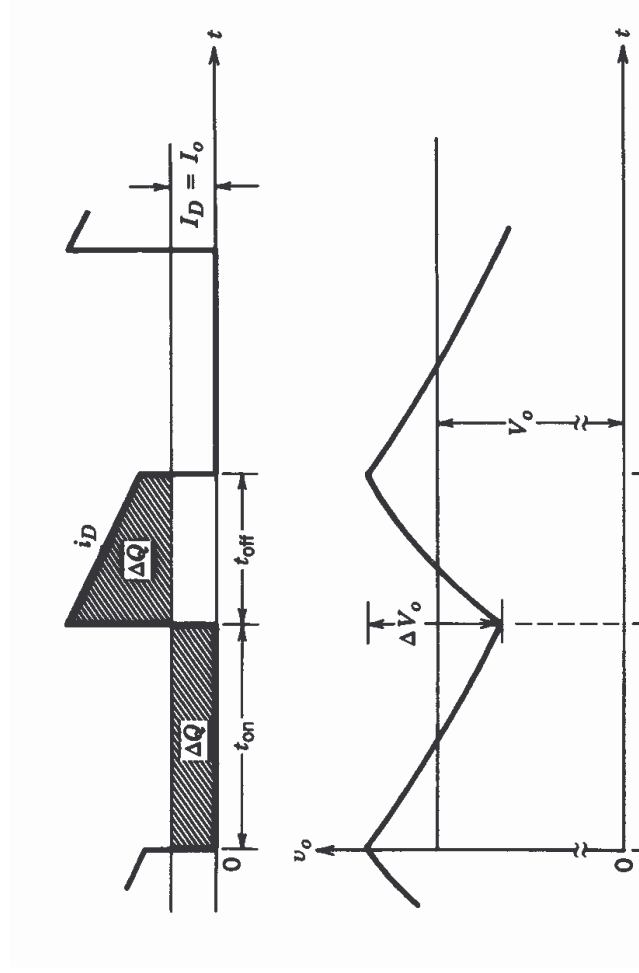
$$\eta = 1:$$

$$I_I = \frac{I_O}{(1 - \delta)}$$

Por definição, o intervalo de variação de δ é $[0, 1]$ \rightarrow conclui-se que a tensão de saída é superior à de entrada

Considerando que a componente alternada da corrente na bobina circula pelo condensador, o quociente entre o integral da intensidade de corrente neste, de 0 até t_{on} e o valor de C, permite obter a variação da tensão à saída. A amplitude da tensão de tremor, V_r , será metade:

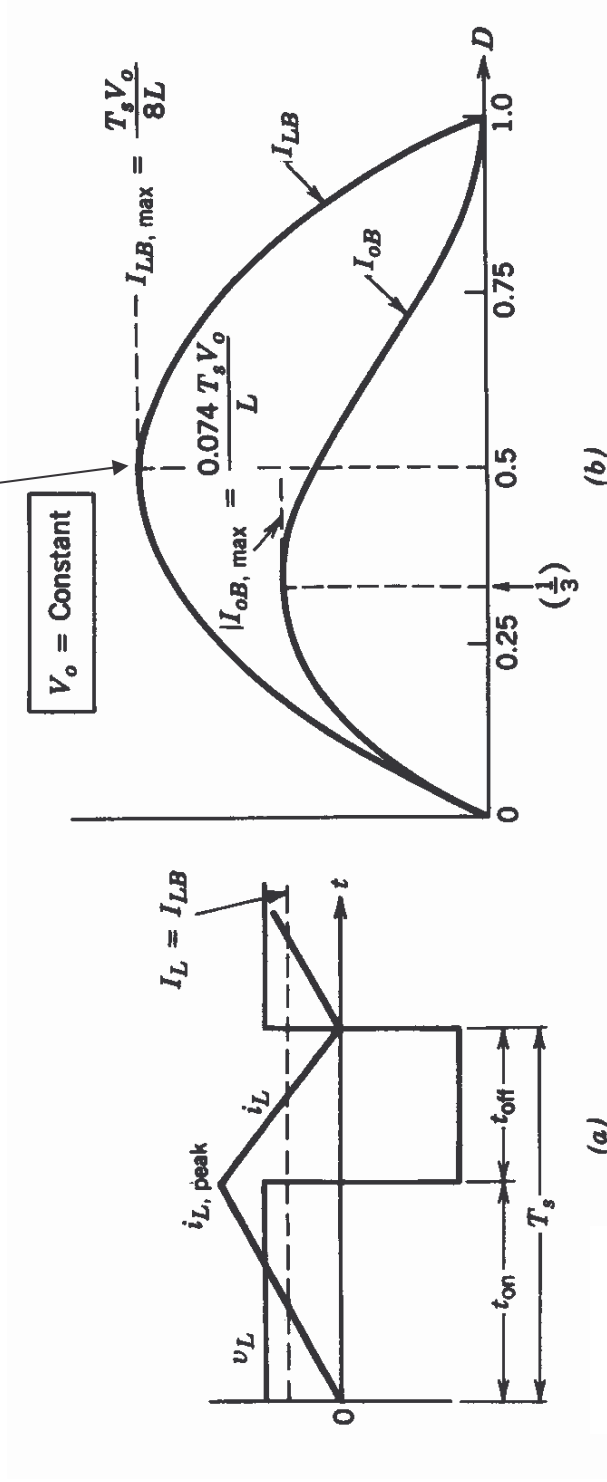
$$\Delta v_o = \frac{\Delta q}{C} = \frac{-I_o \delta T_s}{C} = \frac{-V_o \delta T_s}{R_L C} \Leftrightarrow V_r = \frac{-V_o \delta T_s}{2R_L C}$$



$$\frac{\Delta V_o}{V_o} = \frac{\delta T_s}{RC}$$

Limite do regime lacunar:

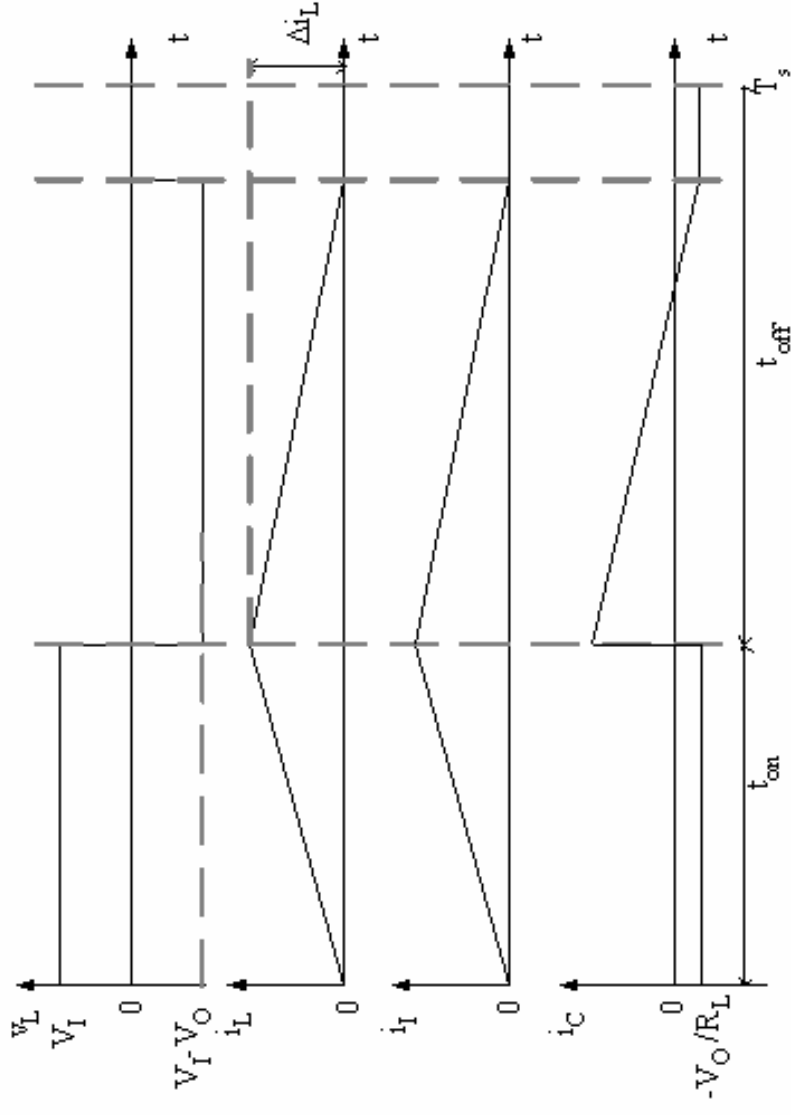
Caso em que a corrente limite é maior (caso pior)



Step-up dc-dc converter at the boundary of continuous—discontinuous

conduction.

Regime lacunar:



Regime lacunar (cont.):

Na condição limite de operação entre o modo lacunar e o não lacunar, a corrente na bobina anula-se no início e no final do período, sendo o seu valor médio de $\Delta i_L / 2$. A corrente média de saída, I_O , será igual à corrente média na bobina quando o interruptor se encontra desligado. Assim, para garantir o modo não lacunar:

$$\frac{V_O}{R_L} \geq \frac{(\Delta i_L / 2)t_{off}}{T_s} \Leftrightarrow R_L \leq \frac{2L}{(1-\delta)^2 \delta T_s} \Leftrightarrow L \geq \frac{R_L T_s (1-\delta)^2 \delta}{2}$$

Existe um valor máximo para a resistência de carga, que assegura regime não lacunar. Por outro lado o conversor pode ser dimensionado para assegurar regime não lacunar, para uma dada carga, através da utilização de um valor mínimo para o coeficiente de auto-indução da bobina L.

Conversores DC-DC ACCIONAMENTOS ELECTROMECÂNICOS

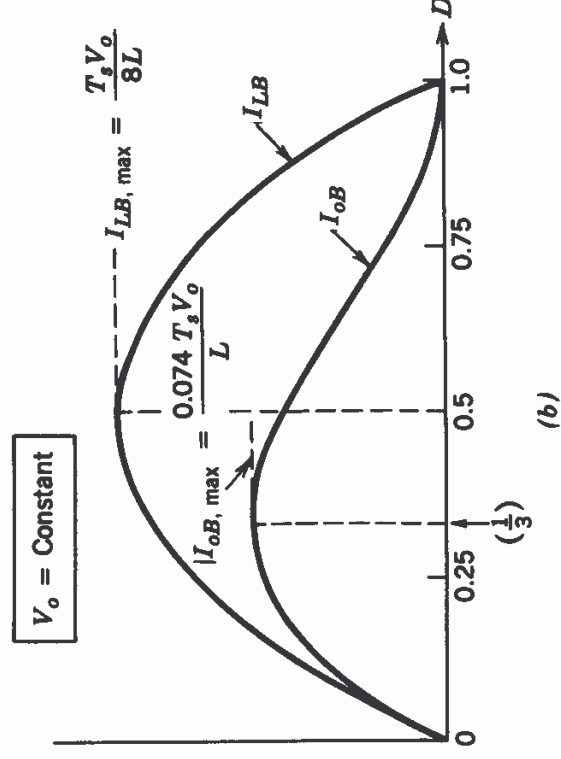
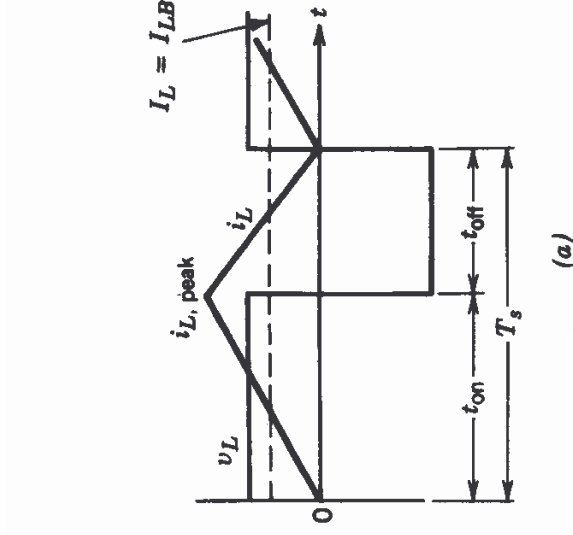
No limite de regime lacunar “Boundary”:

$$I_{LB} = \frac{\Delta I_L}{2} = \frac{V_I \delta T_S}{2L} = \frac{T_S V_o}{2L} \delta(1-\delta) = I_I$$

$$I_{LB \max} = \frac{T_S V_o}{8L}$$

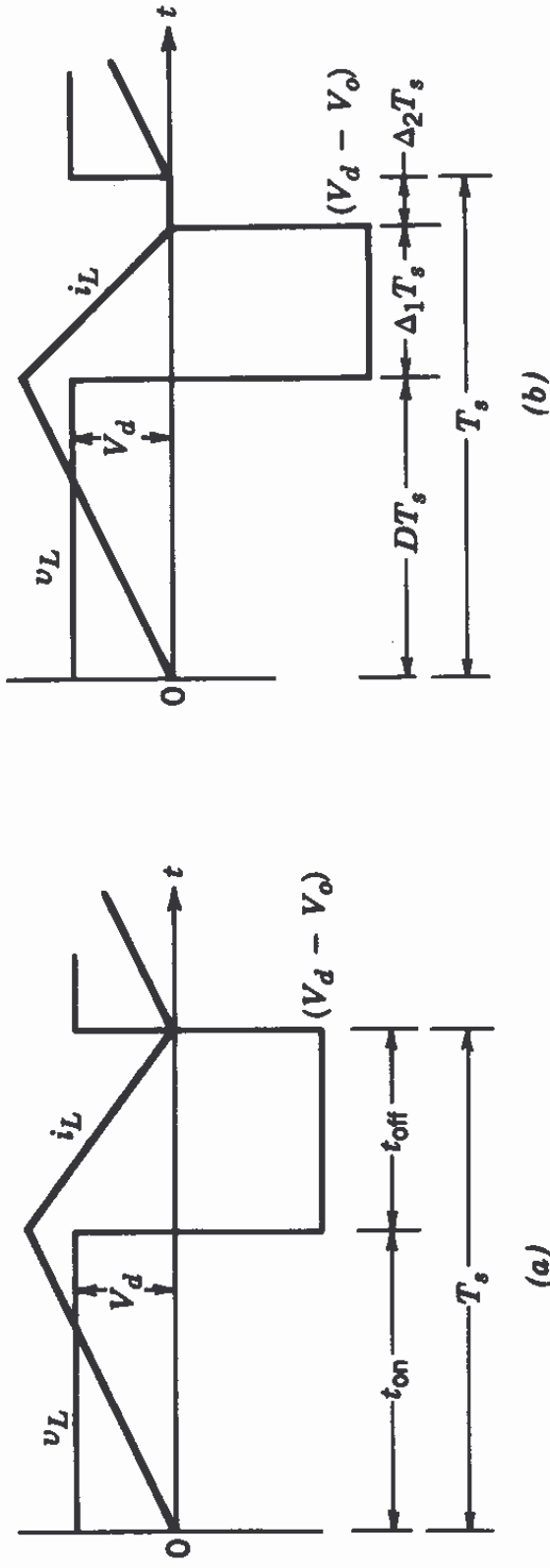
$$I_o = I_I(1-\delta) = \frac{T_S V_o}{2L} \delta(1-\delta)^2 \Rightarrow \frac{L}{R} > \frac{\delta(1-\delta)^2}{2f}$$

$$I_{oB \max} = \frac{2 T_S V_o}{27 L} = 0.074 \frac{T_S V_o}{L}$$



Step-up dc–dc converter at the boundary of continuous–discontinuous conduction.

Conversores DC-DC ACCIONAMENTOS ELECTROMECÂNICOS

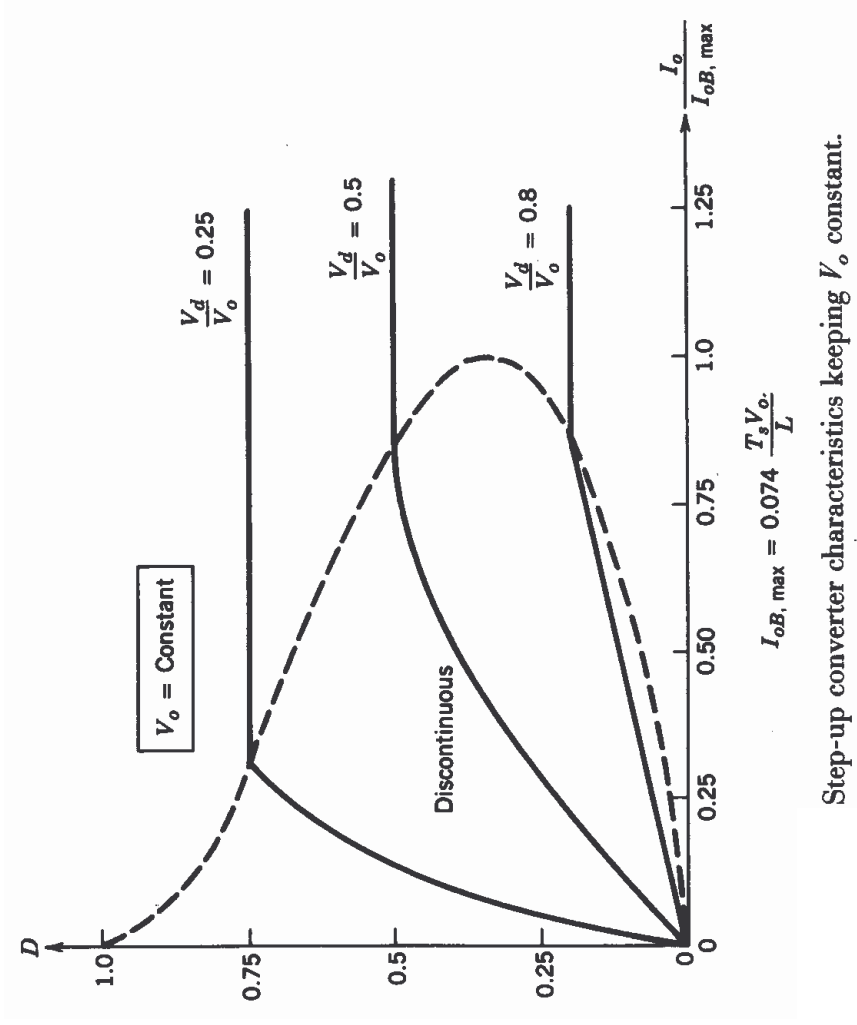


Step-up converter waveforms: (a) at the boundary of continuous-discontinuous conduction; (b) at discontinuous conduction.

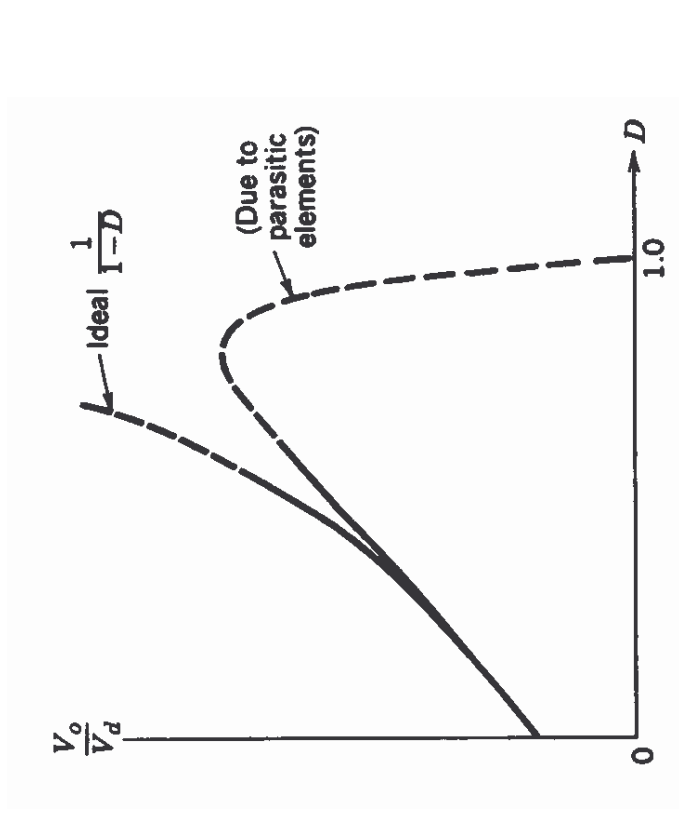
$$V_I \delta T + (V_I - V_o) \Delta_1 T = 0 \quad \rightarrow \quad \frac{V_o}{V_I} = \frac{\delta + \Delta_1}{\Delta_1} \quad \frac{I_o}{I_I} = \frac{\Delta_1}{\delta + \Delta_1}$$



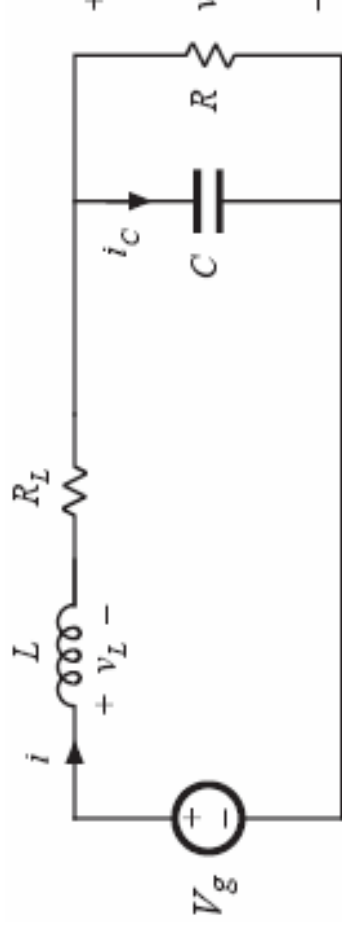
Conversores DC-DC ACCIONAMENTOS ELECTROMECÂNICOS



Step-up converter characteristics keeping V_o constant.

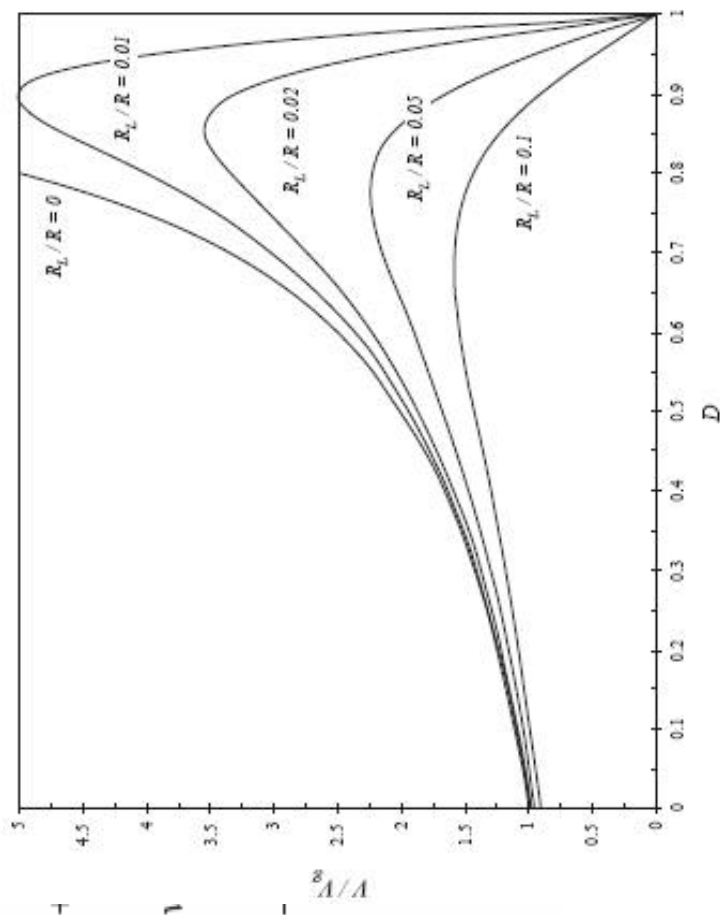


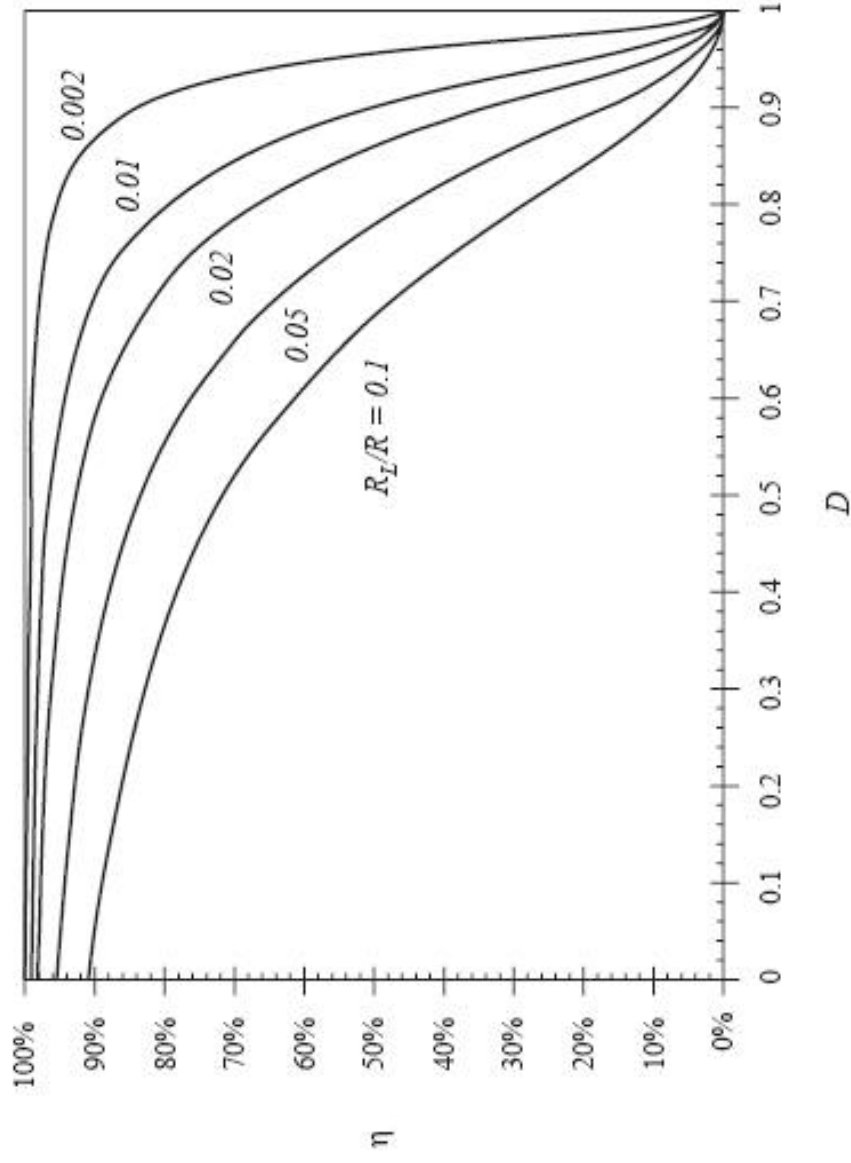
Efeito da resistência RL



$$v_L(t) = V_g - i(t) R_L - v(t) \approx V_g - I R_L - V$$

$$i_C(t) = i(t) - v(t) / R \approx I - V / R$$





Fim