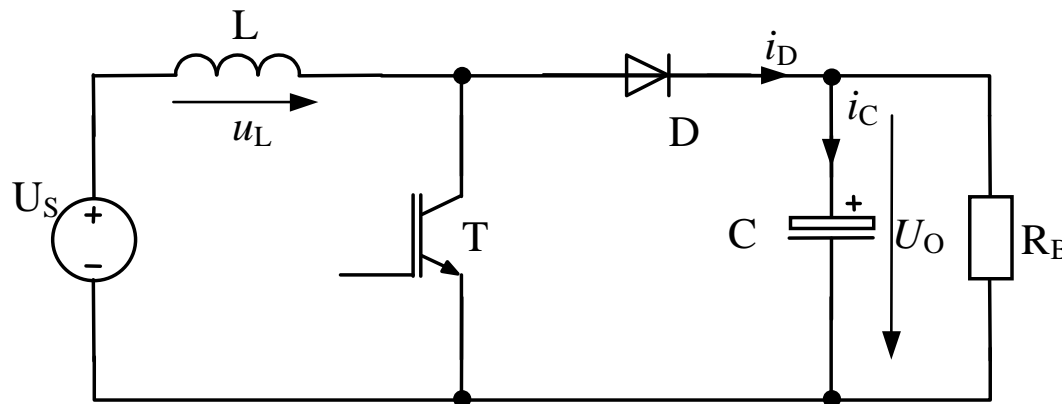


Pretvornik navzgor

(angl: step up, boost converter, nem: Hochsetzsteller)

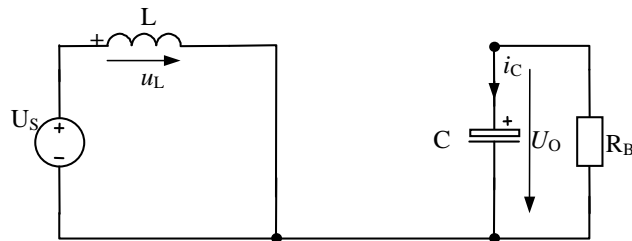
- pretvorniško vezje za pretvorbo električne energije med dvema enosmernima tokokrogoma ($U_S < U_O$), enosmerni pretok energije



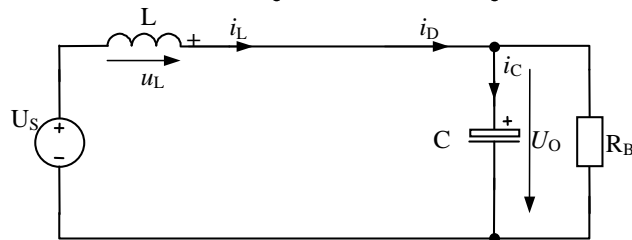
- pri analizi vezja velja:
 - da so vsi elementi idealni (brez izgub, elementi nimajo parazitnih komponent kot je npr. induktivnost pri R_B),
 - tranzistor in dioda prevajata tok le v eni smeri.

Pretvornik navzgor – zvezni režim (netrgan tok)

- tok skozi dušilko je vedno večji od nič. Ko je tranzistor izklopljen teče tok skozi diodo, v nasprotnem primeru teče tok dušilke skozi tranzistor \Rightarrow analizo vezja opravimo ločeno za posamezen časovni interval.



\Rightarrow časovni interval t_{ON}



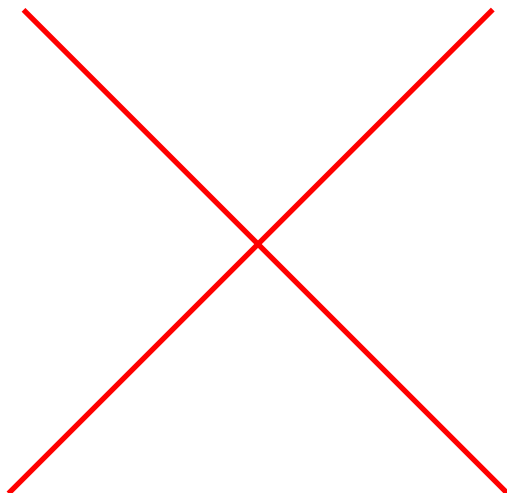
\Rightarrow časovni interval t_{OFF}

$$T_S = t_{ON} + t_{OFF}$$

$$D = \frac{t_{ON}}{T_S}$$

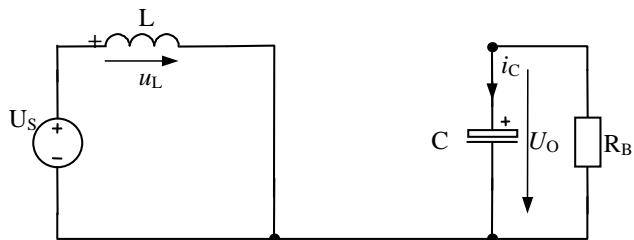
$$t_{ON} = DT_S$$

$$t_{OFF} = (1 - D)T_S$$



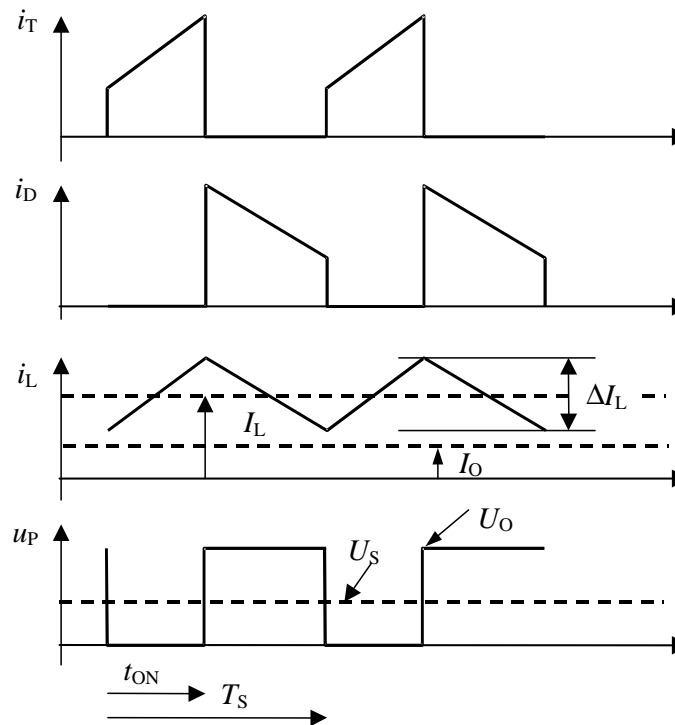
Pretvornik navzgor – zvezni režim (netrgan tok)

⇒ časovni interval t_{ON}



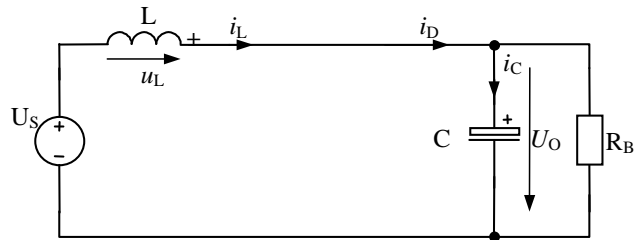
$$u_L = L \frac{di_L}{dt} \Rightarrow \Delta I_L = \frac{u_L}{L} \Delta T \quad u_O = U_O = konst$$

$$\Delta I_L (+) = \frac{U_S}{L} t_{ON} \quad i_C = -\frac{U_O}{R_B}$$



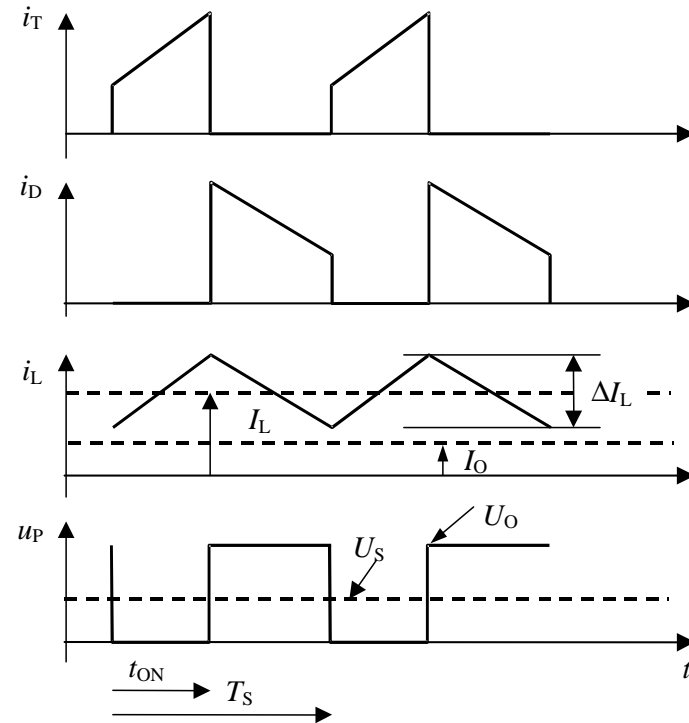
Pretvornik navzgor – zvezni režim (netrgan tok)

⇒ časovni interval t_{OFF}



$$u_L = U_S - U_O, \quad U_S \leq U_O$$

$$\Delta I_L(-) = \frac{U_O - U_S}{L} t_{OFF}$$



Pretvornik navzgor – zvezni režim (netrgan tok)

$$\left. \begin{aligned} \Delta I_L(+)&= \Delta I_L(-) \\ \Downarrow \\ U_o &= \frac{U_s}{1-D} \end{aligned} \right\}$$

- izhodna napetost je vedno večja, kvečjemu enaka vhodni napetosti, saj velja $0 < D < 1$,
- izhodna napetost gre pri $D \rightarrow 1$ teoretično proti neskončni vrednosti,
- izhodna napetost je neodvisna od bremena.

$$I_L \frac{t_{OFF}}{T_s} = I_L(1-D) = I_o$$

- ker se bremenu energija dovaja zgolj v intervalu blokiranja t_{OFF} , je srednja vrednost toka skozi dušilko vedno večja od bremenskega I_o ,

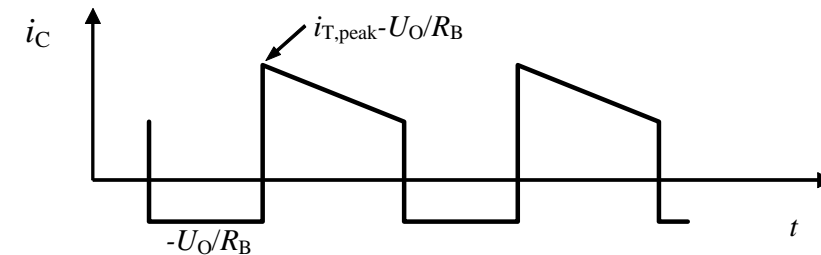
- če predpostavimo $u_o = \text{konst.} \Rightarrow$ potek i_C

\Downarrow

- ali valovitost napetosti lahko zanemarimo?

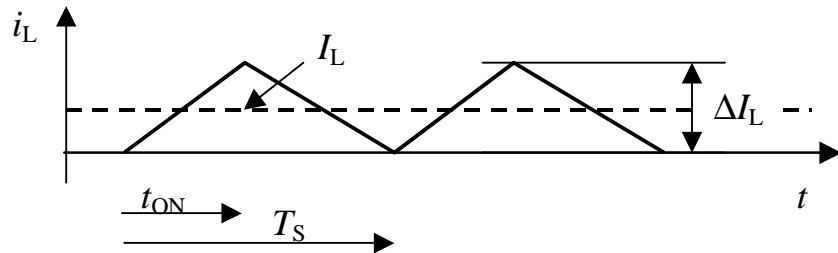
$$\Delta Q(+) = (I_L - I_o)t_{OFF} \quad \Delta Q(-) = I_o t_{ON} = \frac{U_o}{R_B} t_{ON}$$

$$\Delta Q = \frac{U_o}{R_B} t_{ON} = C \cdot \Delta U_o \Rightarrow \Delta U_o = \frac{U_o}{R_B \cdot C} D T_s$$



- Valovitost napetosti narašča z večanjem vklopnega razmerja D in je obratno sorazmerna z R_B .

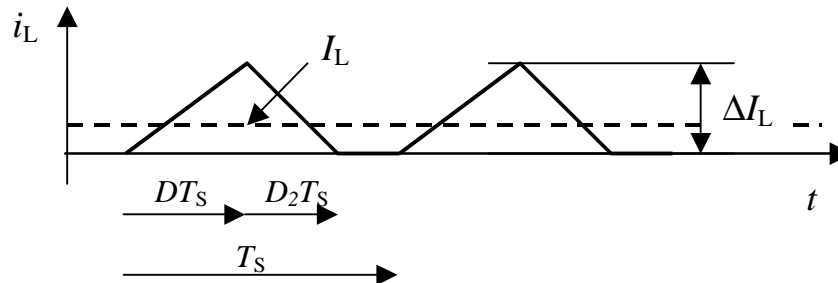
Pretvornik navzgor – nezvezni režim (trgan tok)



- z razbremenitvijo pretvornika (z večanjem R_B) se tok I_L manjša. Valovitost toka ostaja pri tem enaka ($D=\text{konst.}$)

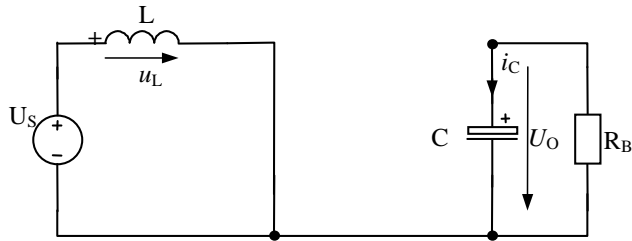
$$I_L \frac{t_{OFF}}{T_S} = I_L (1 - D) = I_o$$

- **mejni primer** med zveznim in nezveznim režimom

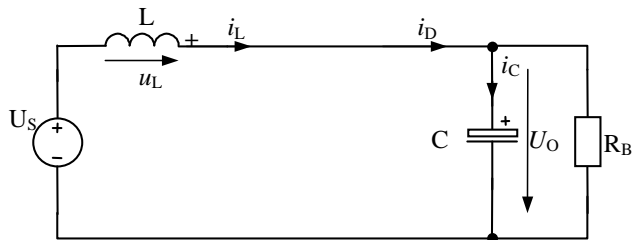


- **nezvezni režim (trgan tok)**

Pretvornik navzgor– nezvezni režim (trgan tok)



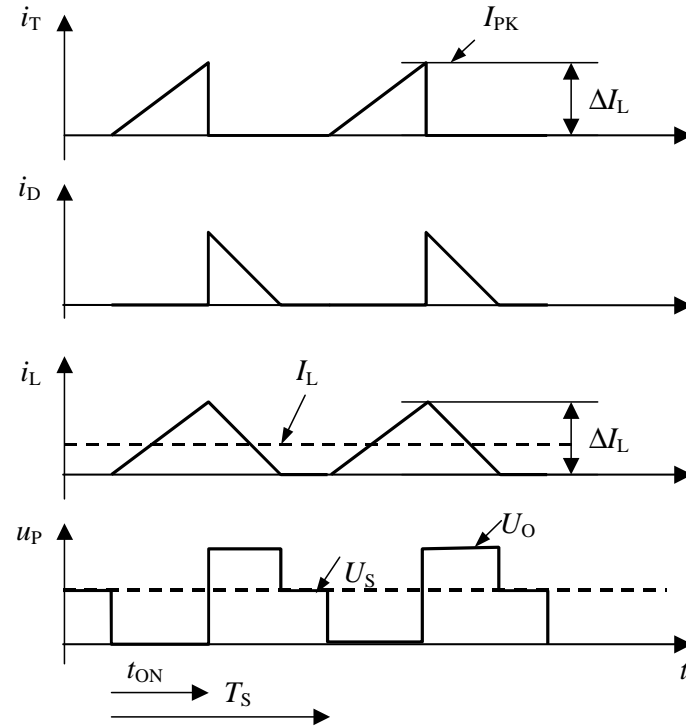
$$\Delta I_L(+)=\frac{U_S}{L}t_{ON}=\frac{U_S}{L}DT_S=I_{PK}$$



$$\Delta I_L(-)=\frac{U_o-U_S}{L}t_{OFF}=\frac{U_o-U_S}{L}D_2T_S$$

$$t_{OFF}\neq(1-D)T_S$$

$$t_{OFF}=D_2T_S,$$



$$\Delta I_L(+)=\Delta I_L(-)\Rightarrow U_o=U_S\frac{t_{ON}+t_{OFF}}{t_{OFF}}=U_S\frac{D+D_2}{D_2}$$

1

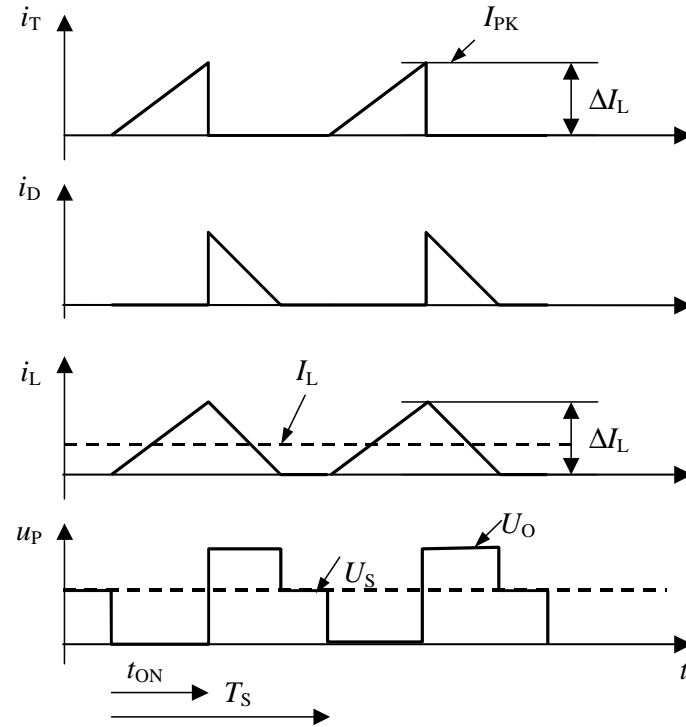
Pretvornik navzgor – nezvezni režim (trgan tok)



⇒ eliminacija D_2

$$I_o = \frac{U_o}{R_B} = \frac{1}{T_s} \cdot \left[\frac{1}{2} I_{PK} \cdot D_2 T_s \right]$$

$$I_o = \frac{U_o}{R_B} = \frac{1}{T_s} \cdot \left[\frac{1}{2} \left(\frac{U_s}{L} D T_s \right) \cdot D_2 T_s \right] = \frac{U_s \cdot D \cdot D_2 T_s}{2L} \quad 2$$



$$U_o = U_s \frac{1 + \sqrt{1 + \frac{4K}{D^2}}}{2}$$

$$K = \frac{2L}{R_B \cdot T_s}$$

- izhodna napetost je nelinearno odvisna od vklopnega razmerja,
- izhodna napetost je odvisna tudi od obremenitve pretvornika (R_B).

Pretvornik navzgor – bremenska karakteristika

- podaja odvisnost izhodne napetosti od bremenskega toka pri določenem D
 - z regulacijskega stališča je obratovanje v obeh režimih oteženo, saj se pretvorniškemu vezju spreminja značaj (red prenosne funkcije!)
 - Od tu želja, da obratujemo zgolj v enem izmed režimov ne glede na obremenitev, ponavadi v zveznem.
- Pri podani induktivnosti dušilke izračunamo minimalno obremenitev oziroma \Rightarrow

$$\frac{\Delta I}{2} = \frac{U_S \cdot DT_S}{2L} = \frac{I_{O,KRIT}}{1-D} = I_{L,KRIT}$$

\Rightarrow določimo minimalno induktivnost, ki pri znani minimalni obremenitvi, zagotavlja delovanje v zveznem režimu

$$L = \frac{U_S (1-D) D \cdot T_S}{2I_{O,KRIT}}$$