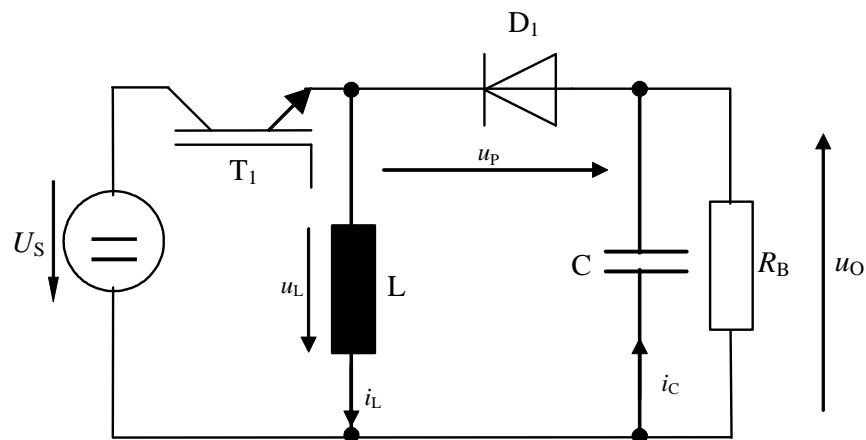


Pretvornik navzdol/navzgor

(angl: step down/up, buck-boost converter,
nem: Tief-/Hoch-setzsteller)

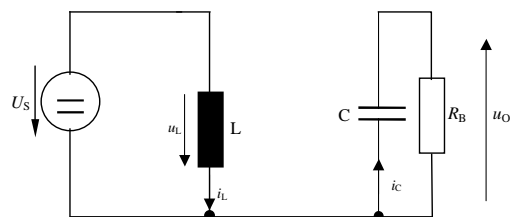
- pretvorniško vezje za pretvorbo električne energije med dvema enosmernima tokokrogoma ($U_0 < U_S$ ali $U_0 > U_S$), z enosmernim pretokom energije



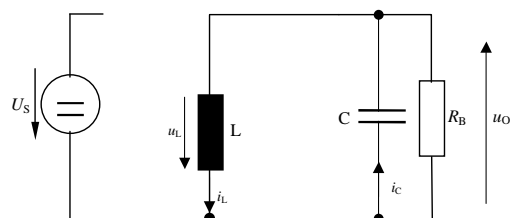
- pri analizi vezja velja:
 - da so vsi elementi idealni (brez izgub, elementi nimajo parazitnih komponent kot je npr. induktivnost pri R_B),
 - tranzistor in dioda prevajata tok le v eni smeri.

Pretvornik navzdol/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}

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

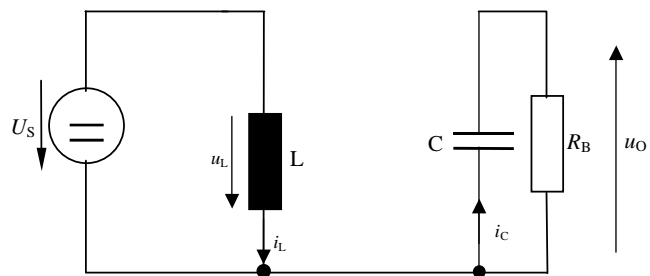
$$D = \frac{t_{ON}}{T_S}$$

$$t_{ON} = DT_S$$

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

Pretvornik navzdol/navzgor – zvezni režim (netrzan tok)

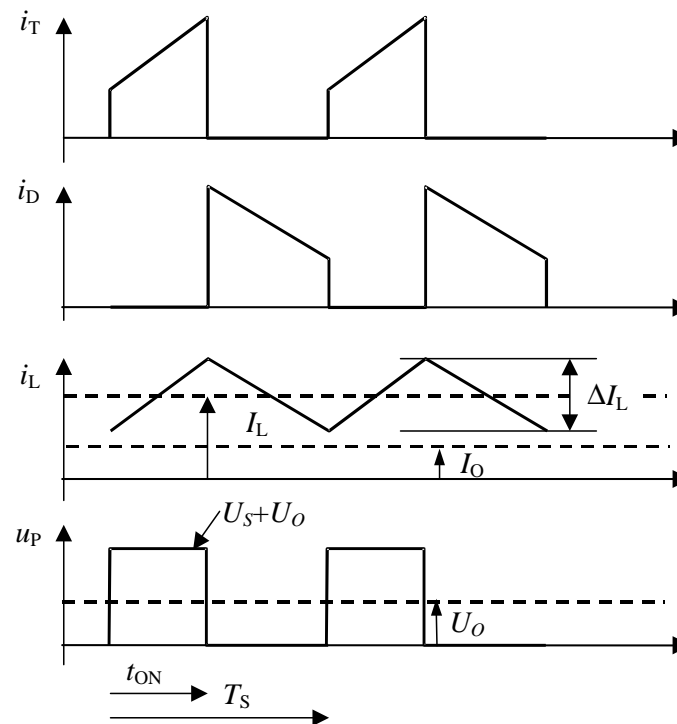
⇒ časovni interval t_{ON}



$$u_L = U_S$$

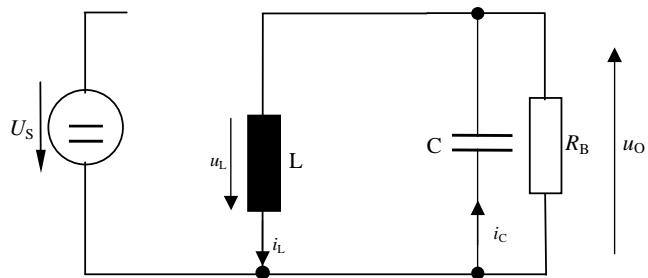
$$i_C = -\frac{U_O}{R_B}$$

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



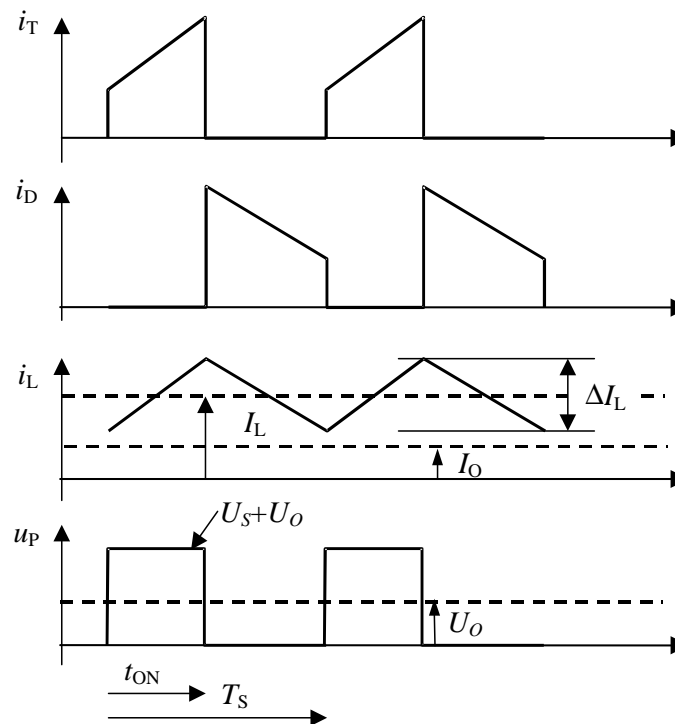
Pretvornik navzdol/navzgor – zvezni režim (netrigan tok)

⇒ časovni interval t_{OFF}



$$u_L = -U_o \quad i_C = i_L - \frac{U_o}{R_B}$$

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



Pretvornik navzdol/navzgor – zvezni režim (netrgan tok)

$$\Delta I_L(+)=\Delta I_L(-)$$

⇓

$$U_o=U_s \frac{D}{1-D}$$

- polariteti vhodne in izhodne napetosti sta različni,
- absolutna velikost izhodne napetosti je lahko manjša ali pa tudi večja od vhodne napetosti,
- gre pri $D \rightarrow 1$ izhodna napetost teoretično proti neskončni vrednosti,
- gre pri $D \rightarrow 0$ izhodna napetost teoretično proti vrednosti nič,
- je izhodna napetost neodvisna od bremena.

$$I_L \cdot \frac{t_{OFF}}{T_s} = I_o$$

⇓

$$I_L = \frac{I_o}{1-D}$$

- srednja vrednost toka dušilke razlikuje od bremenskega toka, ki ga dobimo s povprečenjem tokovnega impulza v času t_{OFF}

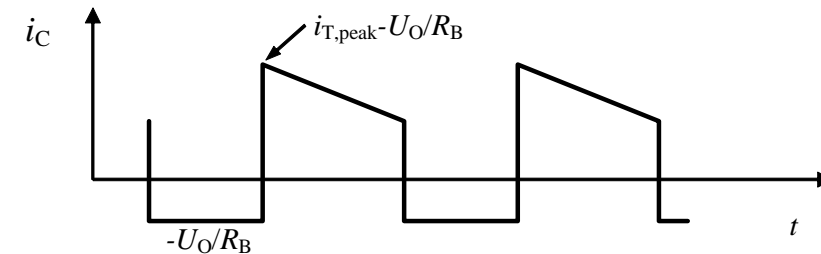
- če predpostavimo $u_o = \text{konst.} \Rightarrow$ potek i_C

⇓

- ali valovitost napetosti lahko zanemarimo?

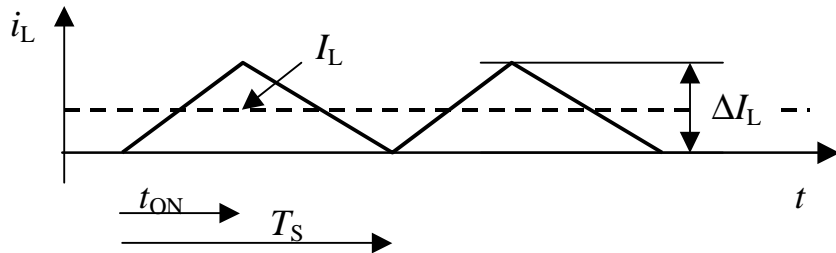
$$\Delta Q(+)= (I_L - I_o)t_{OFF} \quad \Delta Q(-)= I_o t_{ON} = \frac{U_o}{R_B} t_{ON}$$

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



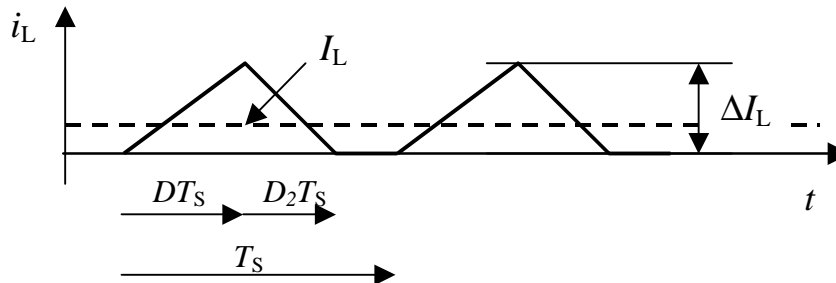
- Valovitost napetosti narašča z večanjem vklopnega razmerja D in je obratno sorazmerna z R_B .

Pretvornik navzdol /navzgor – nezvezni režim (trgan tok)



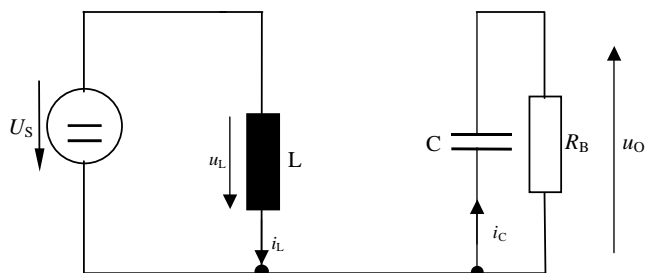
- z razbremenitvijo pretvornika (z večanjem R_B) se tok I_L manjša. Valovitost toka ostaja pri tem enaka ($D=\text{konst.}$)

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

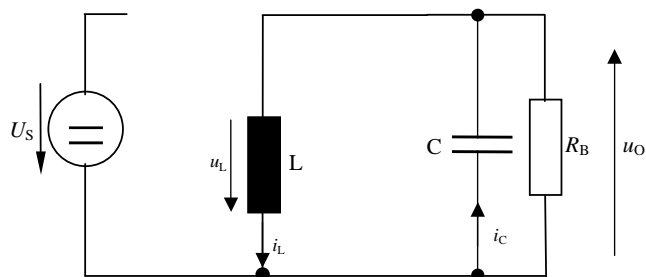


- **nezvezni režim (trgan tok)**

Pretvornik navzdol /navzgor – nezvezni režim (trgan tok)



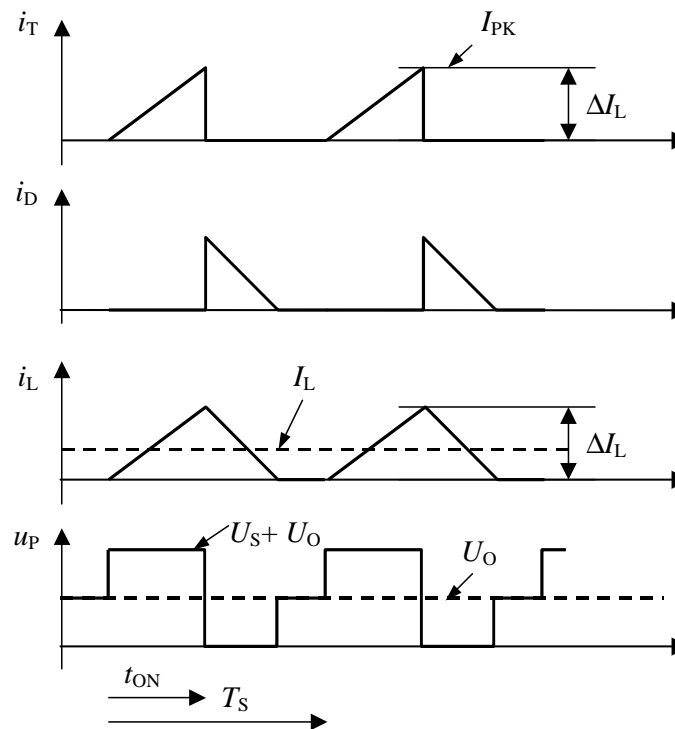
$$\Delta I_L(+) = \frac{U_S}{L} t_{ON} = \frac{U_S}{L} D T_S = I_{PK}$$



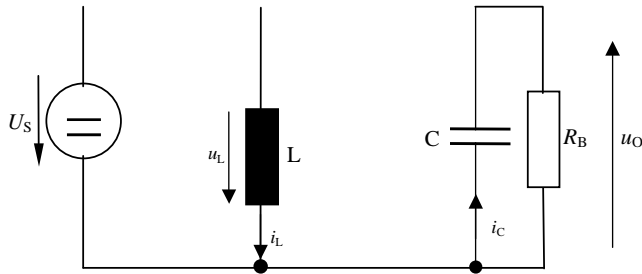
$$\Delta I_L(-) = \frac{U_o}{L} t_{OFF} = \frac{U_o}{L} D_2 T_S \quad t_{OFF} \neq (1-D)T_S$$

$$t_{OFF} = D_2 T_S$$

$$\Delta I_L(+) = \Delta I_L(-) \Rightarrow U_o = U_s \frac{t_{ON}}{t_{OFF}} = U_s \frac{D}{D_2} \quad 1$$



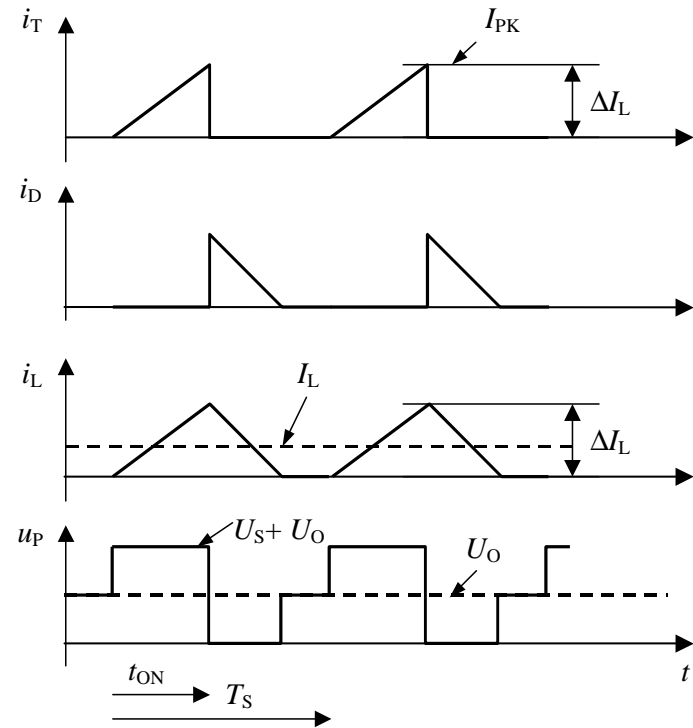
Pretvornik navzdol /navzgor – nezvezni režim (trgan tok)



⇒ eliminacija D_2

$$I_O = \frac{U_O}{R_B} = \frac{1}{T_S} \cdot \left[-\frac{1}{2} I_{PK} \cdot D_2 T_S \right]$$

$$I_O = \frac{U_O}{R_B} = \frac{1}{T_S} \cdot \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{U_S}{L} D T_S \right) \cdot D_2 T_S \right] = \frac{U_S \cdot D \cdot D_2 T_S}{2L} \quad 2$$



$$U_O = U_S \frac{D}{\sqrt{K}}$$

- izhodna napetost je premosorazmerna vklopnemu razmerju,
- izhodna napetost je odvisna tudi od obremenitve pretvornika (R_B).

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

Pretvornik navzdol /navzgor –

- 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

$$L_{\min} \geq \frac{U_S \cdot DT_S}{2I_{O,KRIT}}(1-D)$$