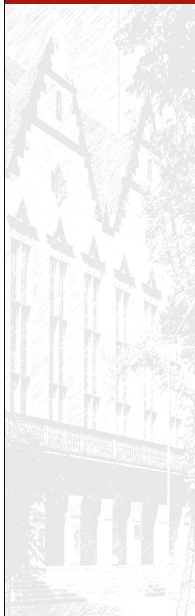




Politechnika Wrocławska



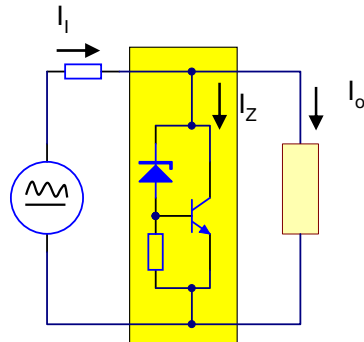
Układy elektroniczne I “Stabilizatory impulsowe”

Jerzy Witkowski

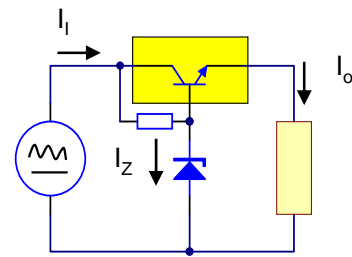


Stabilizator równoległy i szeregowy

$$I_I = I_Z + I_O$$



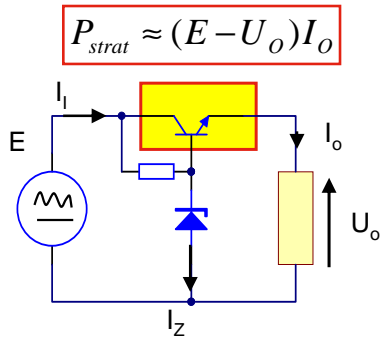
$$I_I \approx I_O$$



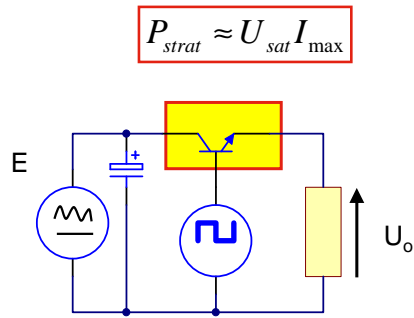
Mniejsze straty mocy



Stabilizator impulsowy i liniowy



Mniejsze straty mocy

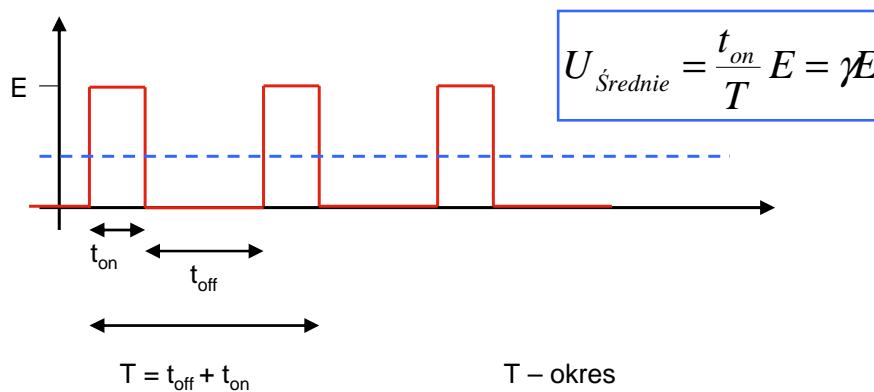


$$U_o = U_{\text{średnie}} = \frac{t_{on}}{t_{on} + t_{off}} E$$

Jeszcze mniejsze straty mocy



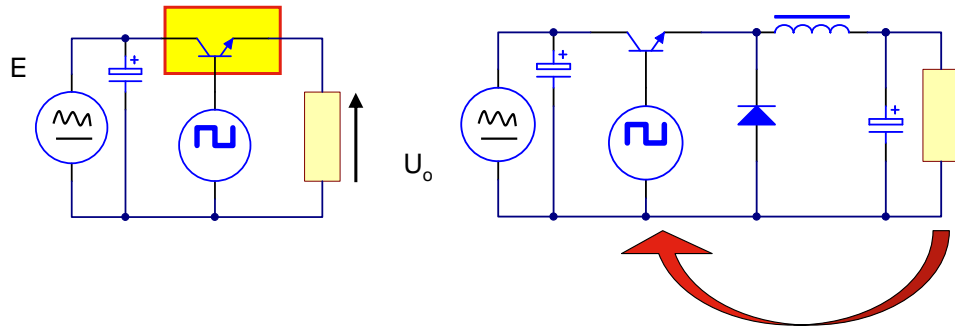
Wartość średnia przebiegu impulsowego



T – okres

$\gamma = t_{on}/T$ – wsp. wypełnienia

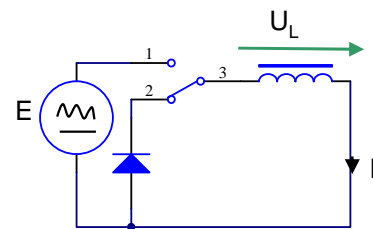
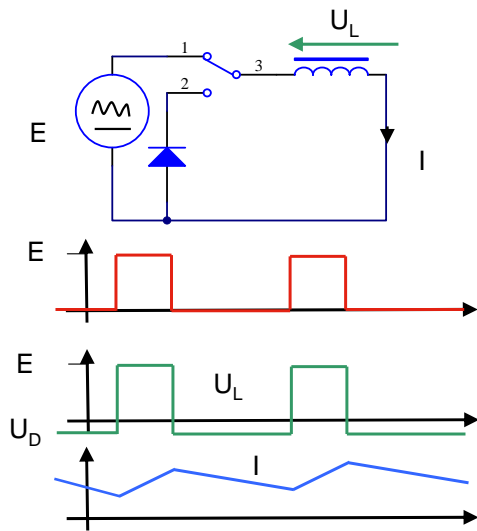
Regulator obniżający napięcie



$$U_o = U_{\text{średnie}} = \frac{t_{on}}{t_{on} + t_{off}} E = \gamma E$$



Cewka indukcyjna

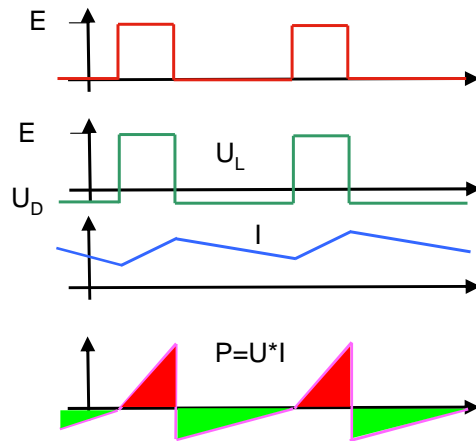


$$U(t) = L \frac{di(t)}{dt} \approx \frac{\Delta i}{\Delta t}$$

$$i(t) - i(t_0) = \frac{U}{L} (t - t_0)$$



Cewka indukcyjna



moc zmagazynowana = moc oddana

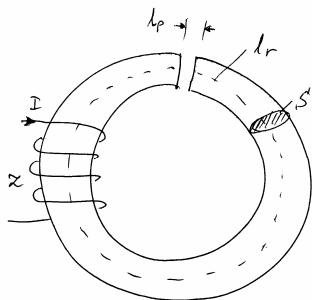
$$U(t) = L \frac{di(t)}{dt} \approx L \frac{\Delta i}{\Delta t}$$

$$i(t) - i(t_0) = \frac{U}{L} (t - t_0)$$

Duża indukcyjność -
Małe napięcie -
pomalej zmienia się prąd



Zależności dotyczące cewek



$B_{\max} = 0.05 \dots 0.1 \dots 0.2 \dots 0.3$ [T] dla ferrytów

i częstotliwości $200 \dots 20 \dots 10$ [kHz]

$$B_{\max} = \mu_0 \mu_w \frac{z I_{\max}}{l_r \left(1 + \mu_w \frac{l_p}{l_r} \right)} \approx \mu_0 \frac{z I_{\max}}{l_p} \quad \text{gdy } \mu_w \frac{l_p}{l_r} \gg 1$$

$$L = \mu_0 \mu_w \frac{z^2 S}{l_r \left(1 + \mu_w \frac{l_p}{l_r} \right)} = A_L z^2 \approx \mu_0 \frac{z^2 S}{l_p}$$

Dla napięć sinusoidalnych:

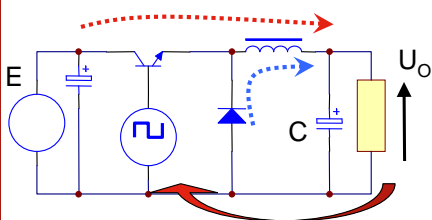
$$\frac{U_{\max}}{z} = 2\pi f B_{\max} S$$

Dla napięć „prostokątnych”:

$$\frac{U_{\max}}{z} = \frac{1}{\gamma} f B_{\max} S = \frac{1}{t_{on}} B_{\max} S$$



Regulator obniżający napięcie (współbieżny - forward, feedthrough)

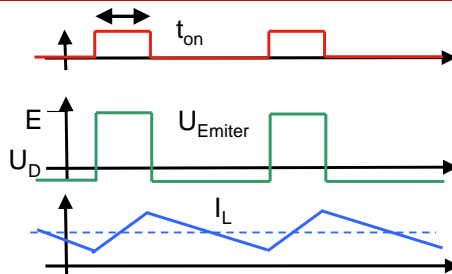


$$U_0 = \gamma E = \frac{t_{on}}{T} E$$

$$I_{Lszczyt} \approx 2I_{Omax}$$

$$L_{min} \geq \frac{E - U_0}{I_{Lszczyt}} t_{on}$$

$$C > \frac{I_{Omax} T}{4U_{Otetnień}}$$



U_0 – napięcie wyjściowe,

E – napięcie wejściowe,

t_{on}, t_{off}, T – czas włączenia, wyłączenia klucza i okres,

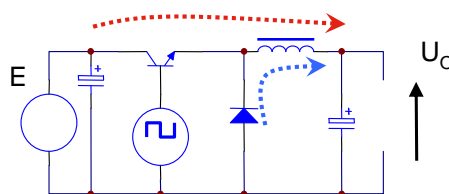
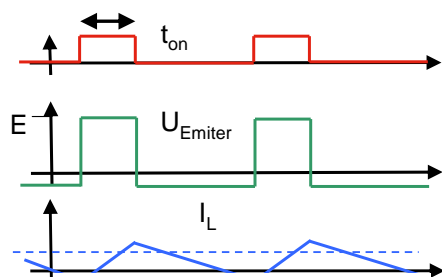
$I_{Lszczyt}$ – prąd szczytowy indukcyjności i klucza

L_{min} – minimalna indukcyjność

$U_{Otetnień}$ – napięcie wyjściowe tętnień



Regulator obniżający (obciążenie krytyczne)

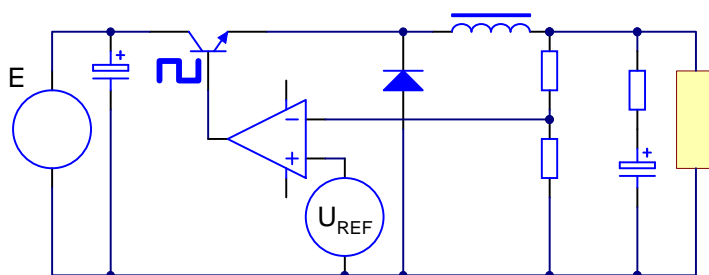
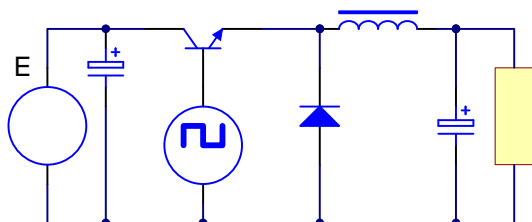


$$I_o < I_{okryt} = \frac{ET}{2L}(1-\gamma)\gamma$$

Napięcie wyjściowe może
wzrosnąć do E !!!

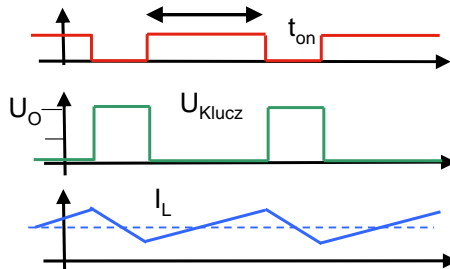
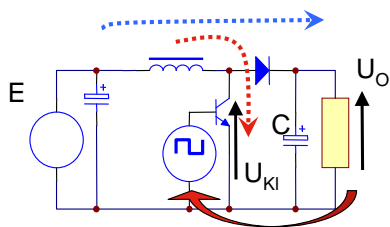


Regulator obniżający samowzbudny





Regulator podwyższający (przeciwbieżny - flyback)



$$U_o = \frac{1}{1-\gamma} E$$

$$I_{L_{\text{szczyt}}} \approx 2I_{O_{\text{max}}} \left(1 + \frac{t_{\text{on}}}{t_{\text{off}}} \right)$$

$$L_{\text{min}} \geq \frac{E}{I_{L_{\text{szczyt}}}} t_{\text{on}}$$

$$C > \frac{I_{O_{\text{max}}} T}{U_{O_{\text{tętnień}}}}$$

U_o – napięcie wyjściowe,

E – napięcie wejściowe,

$t_{\text{on}}, t_{\text{off}}, T$ – czas włączenia, wyłączenia klucza i okres,

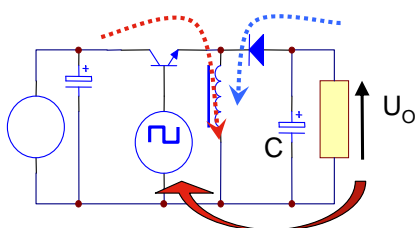
$I_{L_{\text{szczyt}}}$ – prąd szczytowy indukcyjności i klucza

L_{min} – minimalna indukcyjność

$U_{O_{\text{tętnień}}}$ – napięcie wyjściowe tętnień



Regulator odwracający napięcie (przeciwbieżny - flyback)

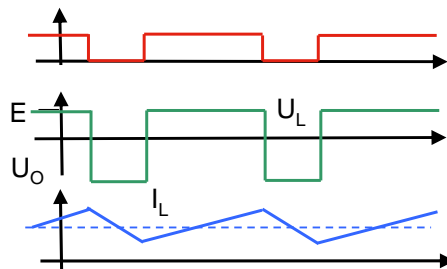


$$U_0 = \frac{\gamma}{1-\gamma} E$$

$$I_{L_{\text{szczyt}}} \approx 2I_{O_{\text{max}}} \left(\frac{1}{1-\gamma} \right)$$

$$L_{\text{min}} \geq \frac{E}{I_{L_{\text{szczyt}}}} t_{\text{on}}$$

$$C > \frac{I_{O_{\text{max}}} T}{U_{\text{Otetnień}}}$$



U_0 – napięcie wyjściowe,

E – napięcie wejściowe,

$t_{\text{on}}, t_{\text{off}}, T$ – czas włączenia, wyłączenia klucza i okres,

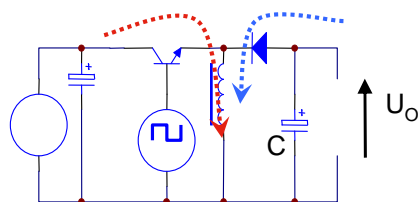
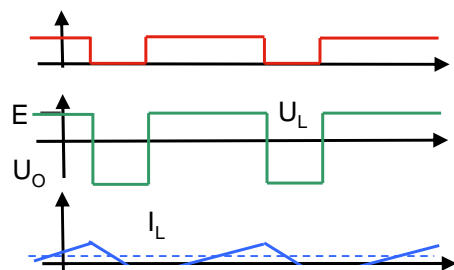
$I_{L_{\text{szczyt}}}$ – prąd szczytowy indukcyjności i klucza

L_{min} – minimalna indukcyjność

$U_{\text{Otetnień}}$ – napięcie wyjściowe tętnień



Regulator odwracający (obciążenie krytyczne)

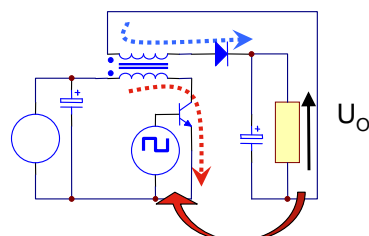
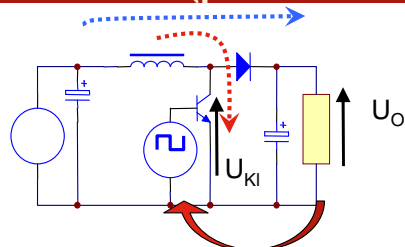


$$I_o < I_{okryt} = \frac{E\gamma}{2L}(1-\gamma)T$$

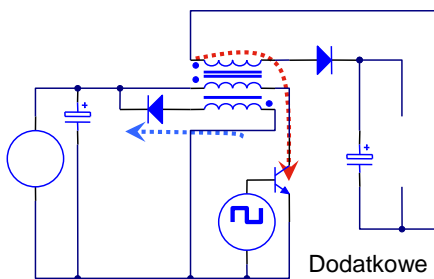
Napięcie wyjściowe może
wzrosnąć do ∞ !!!



Regulator dławikowy (magazynujący energię) z izolowanym wyjściem (przeciwbieżny - flyback)



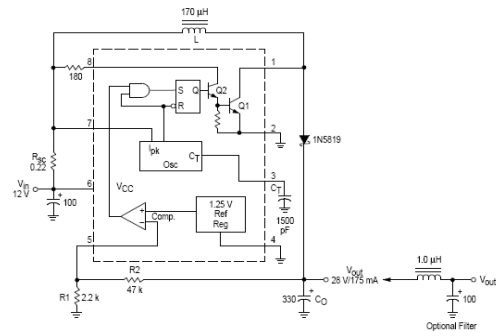
Sprężenie
zwrotne z izolacją
!!!!!!!!!!!!



Dodatkowe uzwojenie pozwala rozładować
energię w dławiku przy braku obciążenia

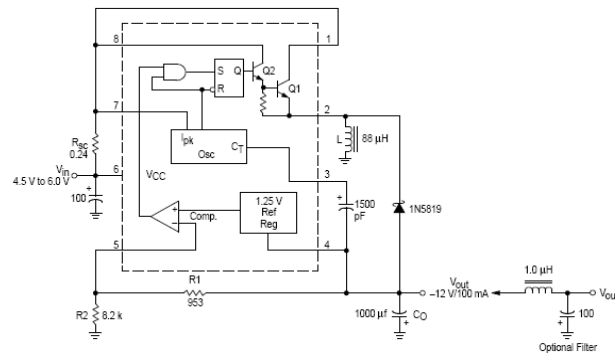


Step up MC34063



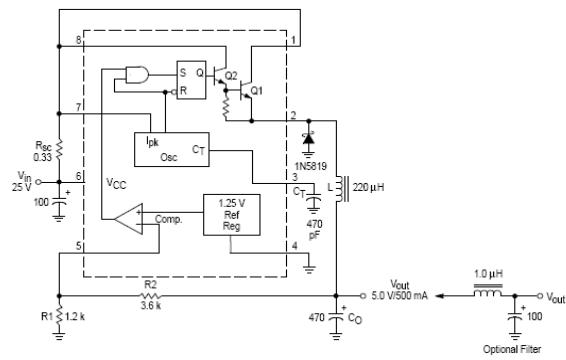


Inverting MC34063





Step down MC34063





Wzory projektowe MC34063

Calculation	Step-Up	Step-Down	Voltage-Inverting
t_{on}/t_{off}	$\frac{V_{out} + V_F - V_{in(min)}}{V_{in(min)} - V_{sat}}$	$\frac{V_{out} + V_F}{V_{in(min)} - V_{sat} - V_{out}}$	$\frac{ V_{out} + V_F}{V_{in} - V_{sat}}$
$(t_{on} + t_{off})$	$\frac{1}{f}$	$\frac{1}{f}$	$\frac{1}{f}$
t_{off}	$\frac{t_{on} + t_{off}}{\frac{t_{on}}{t_{off}} + 1}$	$\frac{t_{on} + t_{off}}{\frac{t_{on}}{t_{off}} + 1}$	$\frac{t_{on} + t_{off}}{\frac{t_{on}}{t_{off}} + 1}$
t_{on}	$(t_{on} + t_{off}) - t_{off}$	$(t_{on} + t_{off}) - t_{off}$	$(t_{on} + t_{off}) - t_{off}$
CT	$4.0 \times 10^{-5} t_{on}$	$4.0 \times 10^{-5} t_{on}$	$4.0 \times 10^{-5} t_{on}$
$I_{pk}(switch)$	$2I_{out(max)} \left(\frac{t_{on}}{t_{off}} + 1 \right)$	$2I_{out(max)}$	$2I_{out(max)} \left(\frac{t_{on}}{t_{off}} + 1 \right)$
R_{sc}	$0.3/I_{pk}(switch)$	$0.3/I_{pk}(switch)$	$0.3/I_{pk}(switch)$
$L_{(min)}$	$\left(\frac{(V_{in(min)} - V_{sat})}{I_{pk}(switch)} \right) t_{on(max)}$	$\left(\frac{(V_{in(min)} - V_{sat} - V_{out})}{I_{pk}(switch)} \right) t_{on(max)}$	$\left(\frac{(V_{in(min)} - V_{sat})}{I_{pk}(switch)} \right) t_{on(max)}$
C_O	$9 \frac{I_{out} t_{on}}{V_{ripple(pp)}}$	$\frac{I_{pk}(switch)(t_{on} + t_{off})}{8V_{ripple(pp)}}$	$9 \frac{I_{out} t_{on}}{V_{ripple(pp)}}$

V_{sat} = Saturation voltage of the output switch.

V_F = Forward voltage drop of the output rectifier.

The following power supply characteristics must be chosen:

V_{in} – Nominal input voltage.

V_{out} – Desired output voltage. $|V_{out}| = 1.25 \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$

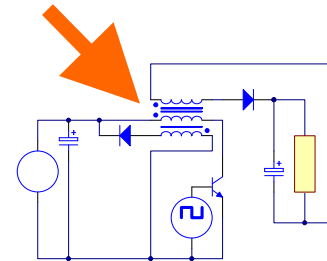
I_{out} – Desired output current.

f_{min} – Minimum desired output switching frequency at the selected values of V_{in} and I_O .

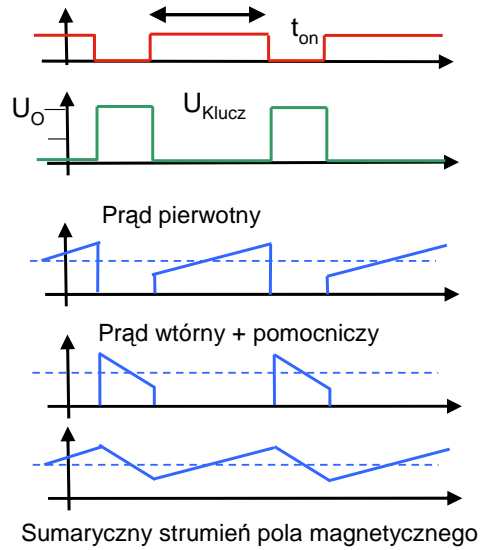
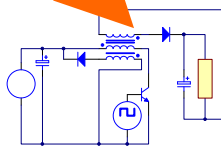
$V_{ripple(pp)}$ – Desired peak-to-peak output ripple voltage. In practice, the calculated capacitor value will need to be increased due to its equivalent series resistance and board layout. The ripple voltage should be kept to a low value since it will directly affect the line and load regulation.



Konwerter przeciwbieżny



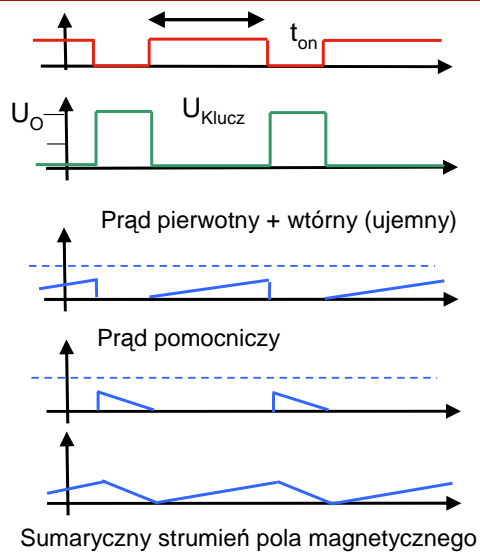
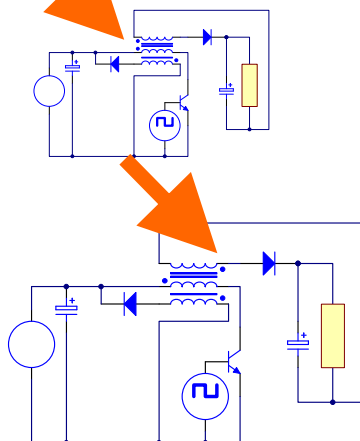
Konwerter współbieżny





Konwerter współbieżny

Konwerter przeciwbieżny



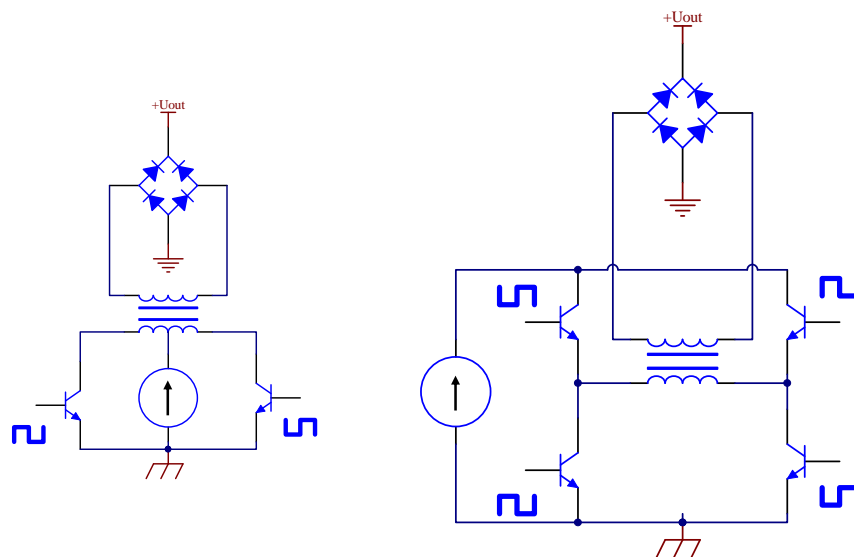


Konwerter współbieżny

- W konwerterach współbieżnych:
- Energia zostaje „transformowana” (nie jest magazynowana w polu magnetycznym rdzenia)
- Prąd magnesowania jest mały
- Zamiast dławika stosuje się transformator o mniejszych gabarytach
- W konwerterach współbieżnych symetrycznych średni prąd magnesowania jest zerowy



Przetwornice przeciwsobne (współbieżne) dużej mocy





Uwagi ogólne

Praca z dużą częstotliwością (10-200kHz) i krótkimi czasami przełączania (10-200ns):

- Dobór diod i tranzystorów
- Duże zakłócenia
- Przepięcia

Projektowanie dławików i transformatorów”

- Zjawisko naskórkowości
- Pojemności pasożytnicze (rezonanse)



Podsumowanie

Zalety:

- Duża sprawność
- Małe wymiary

Wady:

- Mniejsze współczynniki stabilizacji
- Zakłócenia
- Nieco większe ceny

*Przetwornice pojemnościowe (pompa ładunkowa) -
do własnych przemysłów (n.ICL7660)*