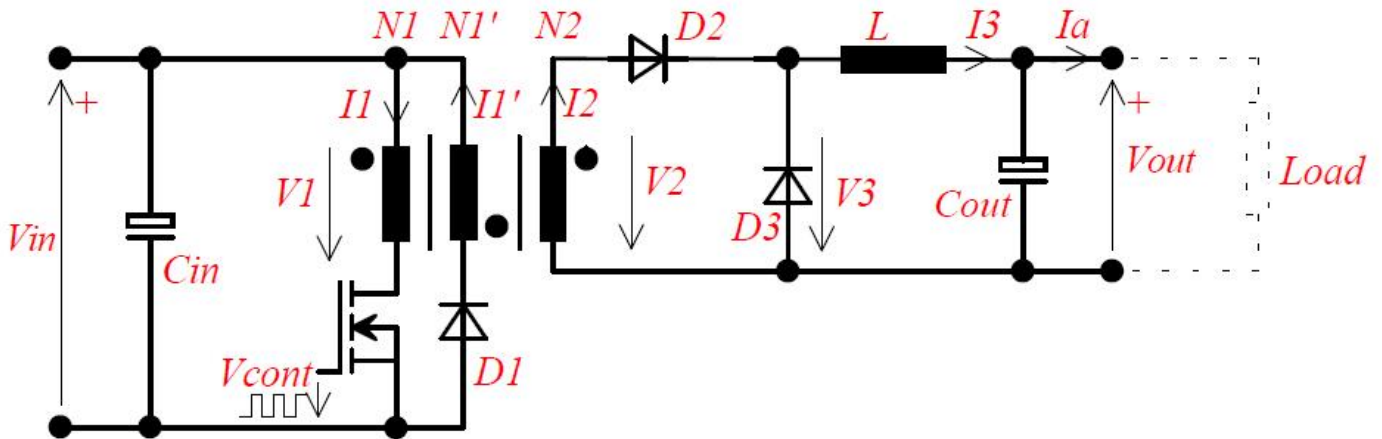


# Forward Converter (propustný měnič)

## 1. Propustný měnič s jedním tranzistorem

**Propustný měnič s jedním tranzistorem** patří do rodiny primárních spínaných měničů, protože je mezi vstupem a výstupem galvanicky oddělený. Je vhodný pro výstupní výkony do 1kW. Propustný měnič s jedním tranzistorem se také nazývá propustný měnič s jedním koncem (*single ended forward converter*).



Obr.1: Propustný měnič s jedním tranzistorem

Propustný měnič přenáší energii během doby, kdy je tranzistor sepnut ( $T_{on}$ ). Během této doby je napětí  $V_1$  rovno vstupnímu napětí. Vinutí  $N_2$  má stejný směr jako  $N_1$ . Když je tranzistor sepnut, napětí  $V_2$  na svorkách vinutí  $N_2$  je dáno vztahem:

$$V_2 = V_{in} \frac{N_2}{N_1}$$

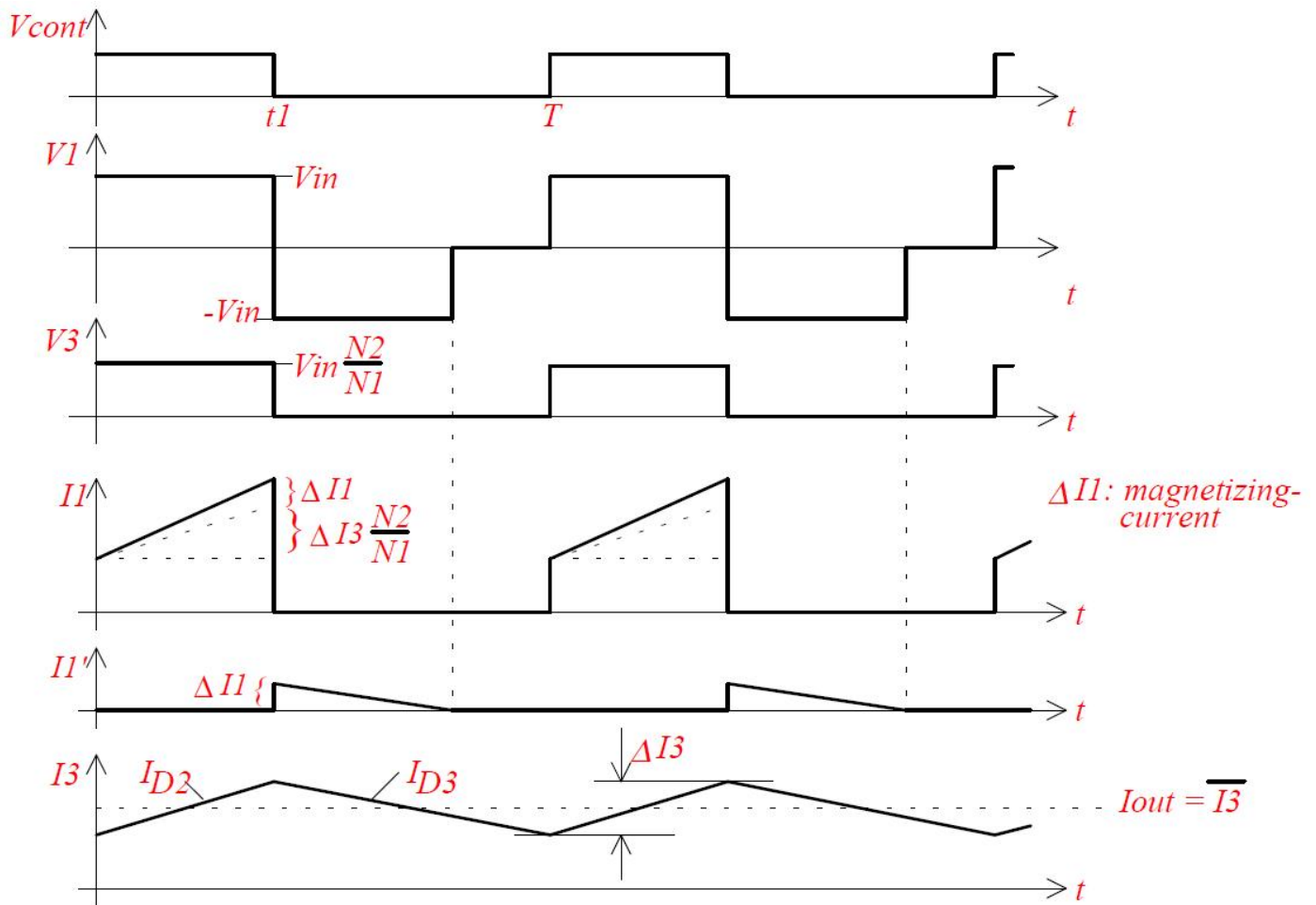
Napětí  $V_2$  tlačí skrze diodu  $D_2$  a tlumivku  $L$  proud  $I_3$ , který nabíjí výstupní kondenzátor  $C_{out}$ .

Během doby  $T_{off}$  (tranzistor rozepnut) jsou vinutí  $N_1$  a  $N_2$  bez proudu. Induktor  $L$  protlačuje svůj proud skrze diodu  $D_3$ . Hodnota napětí  $V_3$  je rovna nule (úbytek napětí na diodě v propustném směru zanedbáváme).

Během doby  $T_{off}$  magnetický tok transformátoru musí klesnout k nule. Jádru je demagnetizováno pomocí vinutí  $N_1'$  přes diodu  $D_1$  do zdroje  $V_{in}$ .  $N_1'$  má stejný počet závitů jako  $N_1$ , takže demagnetizace potřebuje stejný čas jako magnetizace po dobu  $T_{on}$ . Z tohoto důvodu musí být doba  $T_{off}$  minimálně stejně dlouhá jako  $T_{on}$ . Proto propustný měnič s jedním tranzistorem má maximální střídu  $t_1/T = 0,5$ .

Během doby  $T_{off}$  je napětí ve vinutí  $N_1'$  rovno vstupnímu napětí  $V_{in}$ . Toto napětí bude transformováno zpět do primárního vinutí  $N_1$  a pro  $V_1$  platí  $V_1 = -V_{in}$ . Díky tomu stoupne napětí drain-source tranzistoru na hodnotu  $V_{DS} \geq 2V_{in}$ , když je tranzistor vypínán.

Na rozdíl od transformátoru blokujícího měniče má propustný měnič „normální“ transformátor. Jeho úkolem není ukládat energii, ale přenášet ji. Z tohoto důvodu jádro nemá žádnou vzduchovou mezeru.



Obr. 2: Napětí a proudy v propustném měniči s jedním tranzistorem

- Průrazné napětí tranzistoru musí být  $V_{DS} \geq 2V_{in}$ .
- Vinutí  $N1$  a  $N1'$  musí mít těsnou vazbu. Avšak tlumicí člen (snubber) je nutný stejně jako u blokujícího měniče.
- Na rozdíl od blokujícího měniče, propustný měnič může mít pouze jedno regulované výstupní napětí.
- Maximální střída je  $t_1/T = 0,5$ .

### 1.1. Návrh propustného měniče s jedním tranzistorem:

Výstupní napětí  $V_{out}$  je rovno střední hodnotě  $V3$ . Maximální střída je 0,5. To vede k rovnici (viz také „Snižující měnič“):

$$V_{out} = V_{in} \cdot \frac{N_2}{N_1} \cdot \frac{t_1}{T}$$

Odtud pro poměr závitů vyplývá:

$$\frac{N_2}{N_1} = 2 \cdot \frac{V_{out}}{V_{in}} \quad \text{and} \quad N_1 = N'_1$$

Postup při výpočtu transformátoru bude uveden v článku „Induktory a vysokofrekvenční transformátory“.

Pro výpočet indukčnosti  $L$  se hodí metoda použitá pro snižující měnič. Nejdříve musí být zvoleno zvlnění proudu  $I_3$ . Velikost zvlnění 20% výstupního proudu je běžně přijatelná:

$$\Delta I_3 \approx 0,2 \cdot I_{out}$$

Jestliže předpokládáme střihu 0,5, dojdeme ke vztahu:

$$L = \frac{V_{out} \cdot T/2}{\Delta I_3}$$

Hodnota výstupního kondenzátoru  $C_{out}$  závisí na přijatelném zvlnění výstupního napětí. Toto zvlnění je hlavně určeno impedancí  $Z_{max}$  výstupního kondenzátoru  $C_{out}$ :

$$\Delta V_{out} \approx \Delta I_L \cdot Z_{max}$$

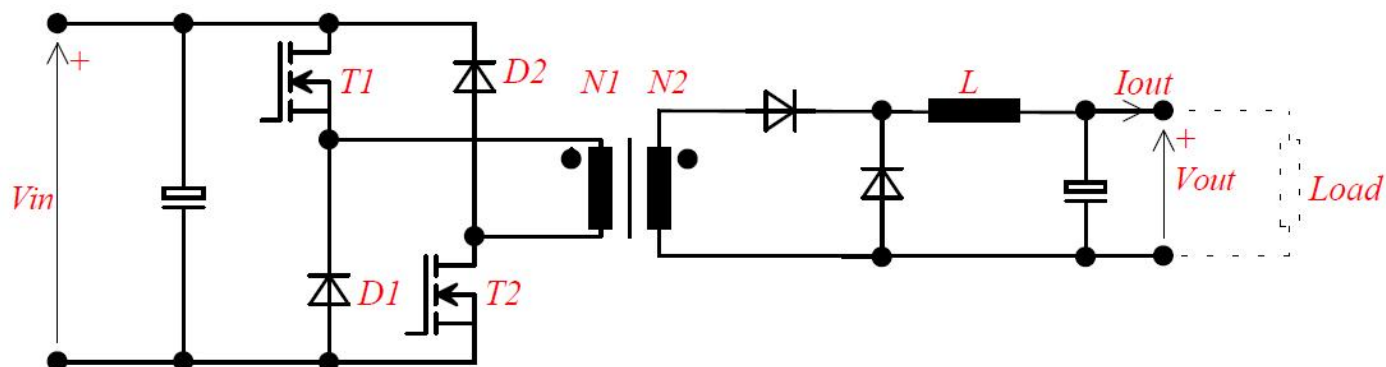
Hodnotu  $Z_{max}$  zjistíme z datasheetu kondenzátoru.

Hodnota vstupního kondenzátoru  $C_{in}$  pro síťové napětí 230V/50Hz by měla být:

$$C_{in} \approx 1 \frac{\mu\text{F}}{\text{W}} \cdot P_{in}$$

## 2. Propustný měnič se dvěma tranzistory

Propustný měnič se dvěma tranzistory je jinou variantou propustného měniče s jedním tranzistorem.



Obr. 3: Propustný měnič se dvěma tranzistory

Tranzistory  $T1$  a  $T2$  spínají současně. Během doby  $T_{on}$  (tranzistory sepnuty) se napětí na primárním vinutí rovná vstupnímu napětí  $V_{in}$ . Během doby  $T_{off}$  (tranzistory rozepnuty) se transformátor demagnetizuje přes diody  $D1$  a  $D2$  do zdroje vstupního napětí  $V_{in}$ . V porovnání se zapojením s jedním tranzistorem má tento měnič výhodu, že tranzistory musí blokovat jen vstupní napětí a demagnetizační vinutí  $NI'$  není potřeba. Kromě toho, vazba mezi vinutími transformátoru není kritická. Tyto výhody činí tento typ měniče vhodným pro významně vyšší výkony v porovnání s měničem s jedním tranzistorem.

Výpočet tohoto měniče je obdobný jako u varianty propustného měniče s jedním tranzistorem.

- U propustného měniče se dvěma tranzistory je vyžadováno průrazné napětí tranzistorů pouze  $V_{DS} = V_{in}$ .
- Propustný měnič se dvěma tranzistory může být použit pro výkony do několika kW. Je to jednoduchý měnič, který není kritický, pokud jde o fyzickou konstrukci a jeho elektrický provoz.

Zdroj: <http://schmidt-walter.eit.h-da.de/>

Překlad: Ladislav Kopecký