

Metering is our Business

REŠITVE ZA
PRIHODNOST



UČINKOVITO
UPRAVLJANJE ENERGIJE



STROKOVNE
STORITVE



POTROŠNIKOM
PRIJAZNE REŠITVE



Načrtovanje zapornega pretvornika

Od tehničnih zahtev
Do pomembnih podatkov
Do pravih komponent

Tehnične zahteve

Vhodna napetost	85 – 270 V AC 50 Hz
Nazivna moč	10 W
Izhodna napetost	20 V \pm 5 % (ripple, line regulation)
Tip pretvornika	Flyback
Izolacija primar -sekundar	Dvojna izolacija (6 mm),
Surge test (1,2/50 μ s)	4 kV
TIV	2 slojna /4 slojna
Krmilno vezje	UCC28600 ali UCC28720

Dodatni tehnični podatki

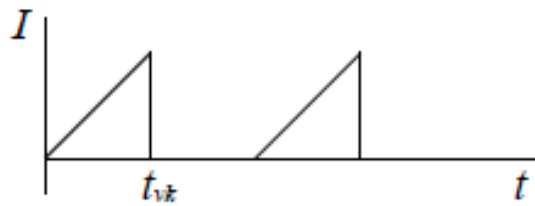
Velikost transformatorja	E20
izkoristek	Min 60 %
Delovna frekvenca	Iz podatkov
Minimalna delovna napetost	85V

Izračun osnovnih parametrov pretvornika

- Določitev DC napetosti

$$U_{DC} = U_{vh} \cdot \sqrt{2}, U_{DC \min} = U_{vh \min} \cdot \sqrt{2} - U_{filter}$$

- Določitev max toka



$$D = \frac{t_{vk}}{T} = t_{vk} \cdot f$$

$$I_{ef} = I_{peak} \cdot \sqrt{\frac{D}{3}}$$

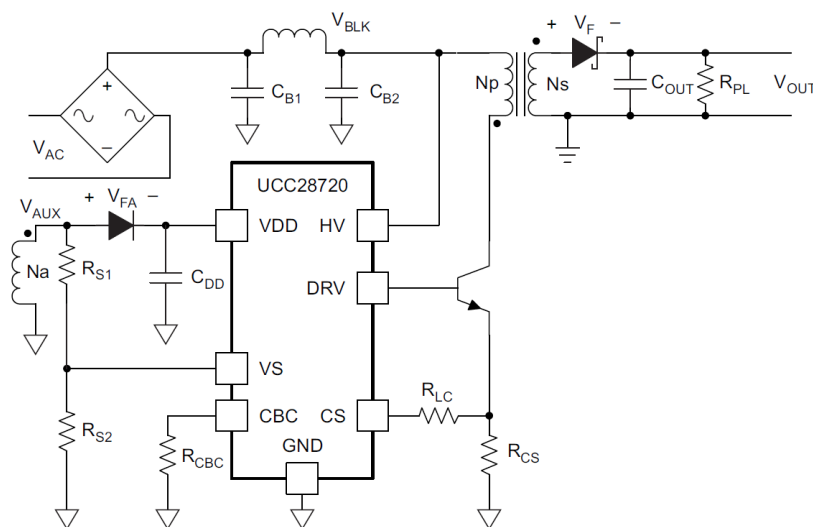
$$I_{ef} = \frac{P_{izh}}{U_{DC \min} \cdot \eta}$$

$$I_{peak} = \frac{P_{izh}}{U_{DC \min} \cdot \eta} \cdot \sqrt{\frac{3}{D}}$$

- Določitev merilnega upora
- izbira kondenzatorjev.....
- Izbira transistorja.....
- Izračun transformatorja.....
-

Delitev

- Vhodni del (usmernik, omejitev toka)
- Filter ()
- Pretvornik
- Transformator
- Sekundarni usmernik
- ..
- ...

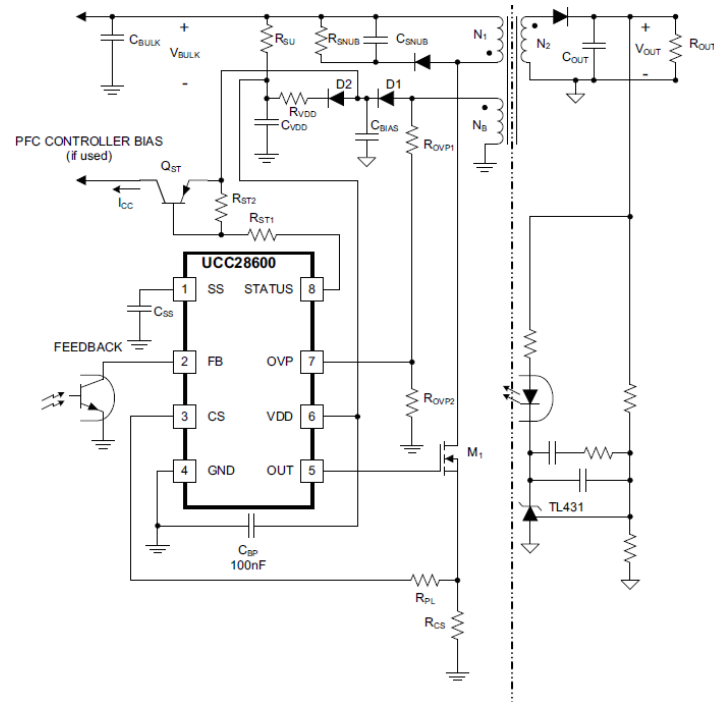
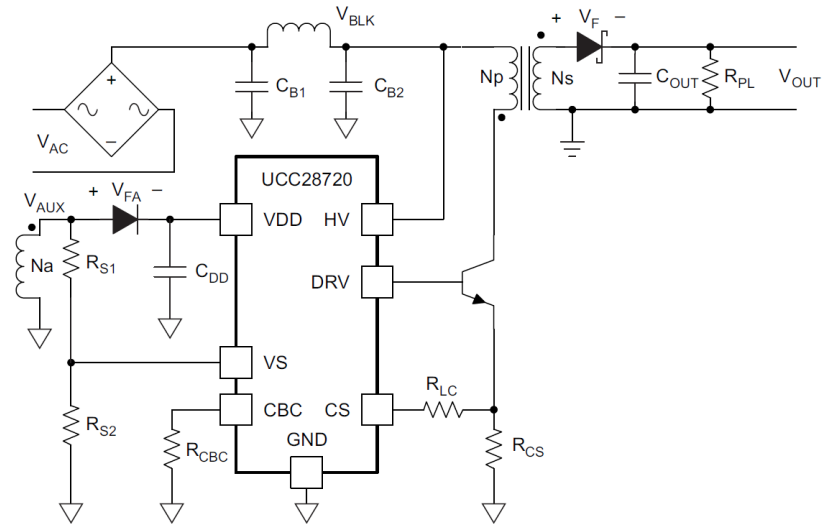


Pretvornik

- Merilni upor

$$R_M = \frac{U_{Mreg}}{I_{peak}}$$

- Napajalni kondenzator $1\mu - 100\mu F$
 - Prevelik podaljša zagon
 - Premajhen povzroči kolcanje
- Dodati $1nF$ na CS vhod
- Dodati $100nF$ na VDD
- Zaporedno z diodo, ki napaja VDD dodati upor cca 10Ω
- Na FB vhod dodati kondenzator $100p - 1nF$



Transistor

➤ Max tok > I_{peak}

➤ Max napetost

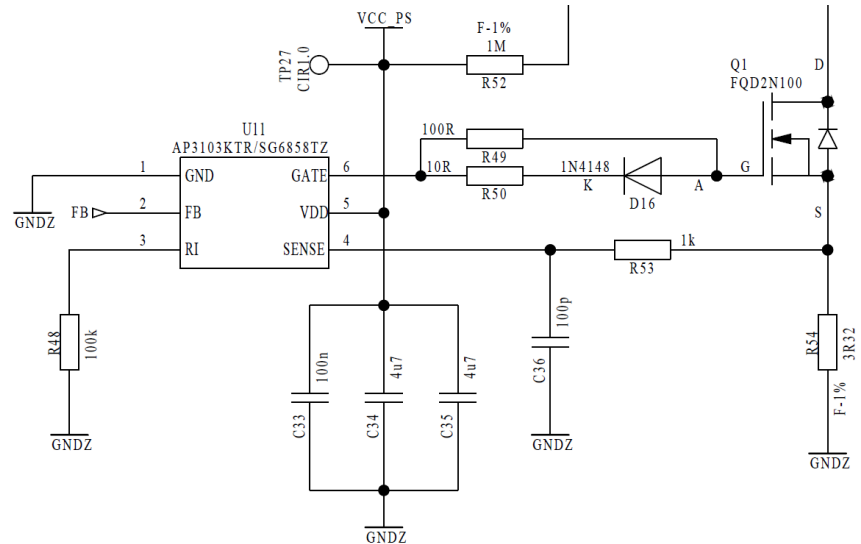
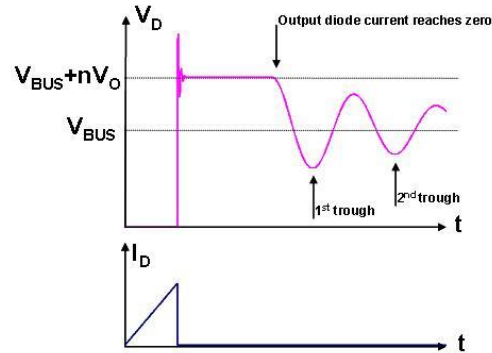
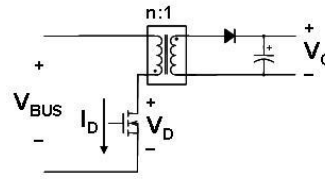
$$U_{peak} = U_{DC} + U_{izh} \cdot n + U_{ringing}$$

(cca 550 - 600V)

U > 600 V

➤ Krmiljenje tranzistorja:

- Preko gate upora
- Vkllop - počasen
- Izklop - hiter



Transformator

- prenos moči v paketih

$$W_{imp} = \frac{P_{sek}}{f}$$

- Preko magnetnega polja

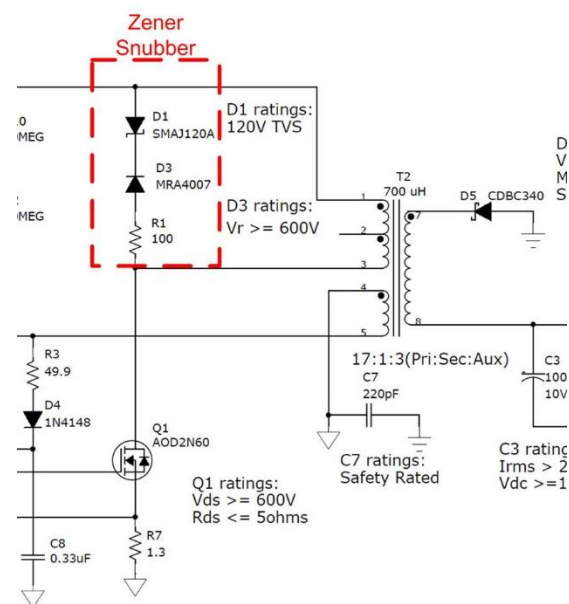
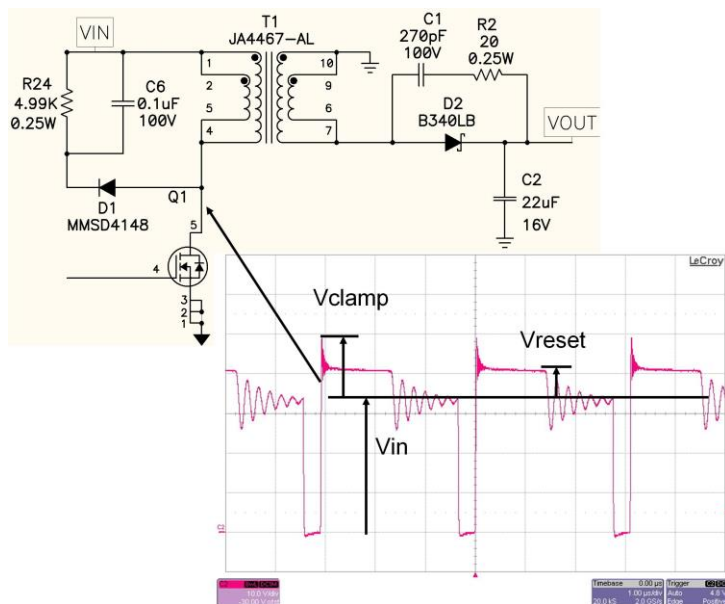
$$W_{imp} = \frac{L_{prim} \cdot I_{peak}^2}{2}$$

- Minimalna induktivnost

$$L_{prim} = \frac{2 \cdot P_{izh}}{f \cdot I_{peak}^2 \cdot \eta}$$

Zmanjševanje ringing-a

- Snubber (RCD vezje) – priporočen (primer kombinacije 1nF 2kV, 100k upor, hitra dioda)
- Clamping (TVS diode – napetost 100 – 200V)



Pomembni podatki trafota:

- Velikost za načrtovanje PCBja
- Prestavno razmerje: n
- Tretje navitje za lastno napajanje in lahko tudi regulacijo
- Zelo pomembne so stresane induktivosti

Sekundarna stran

Usmerniška dioda:

- Zaporna napetost ($\approx 200V$)

$$U_{R,\min} = U_{peak} \cdot \frac{1}{n} + U_{izh}$$

- Max tok

$$I_{Sec,\max} = I_{peak} \cdot n$$

- Nazivni tok

$$I_{D,nom} = \frac{P_{izh}}{U_{izh}}$$

- Tip diode:
 - Shottky (hitra, nižja zaporna napetost, nižji prevodni padeč)ali
 - Super ultra fast (višje zaporne napetosti, počasnejša, višji prevodni padeč napetosti)

Sekundarna stran

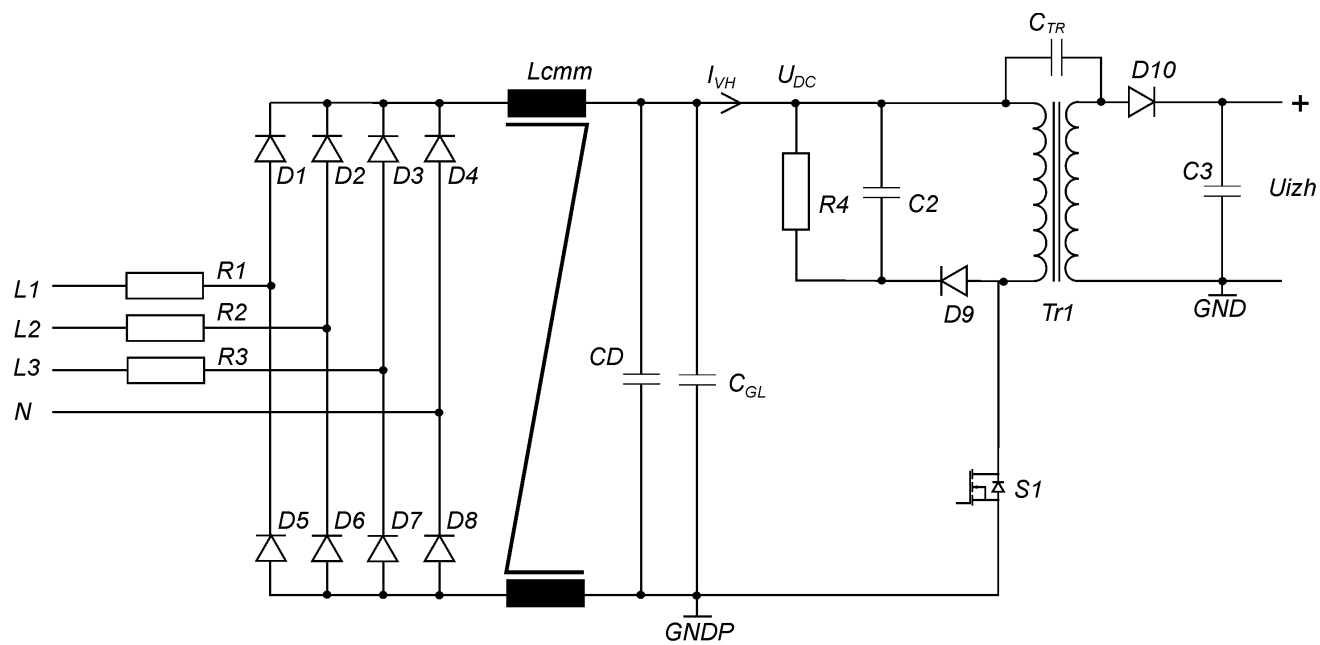
Sekundarni kondenzator:

- Elektrolitski kondenzator (cca 1000 μ F, recimo tip YXF ali ZL proizvajalca Rubycon)
- Nazivna napetost vsaj 20% višja od priključene
- Nizka ESR (low ESR)
- Ripple tok,

$$I_{ripple} \approx I_{Sec,max} = I_{peak} \cdot n$$

- Segrevanje zaradi ESRa in ripple skrajšuje življenjsko dobo.

Vhodni del



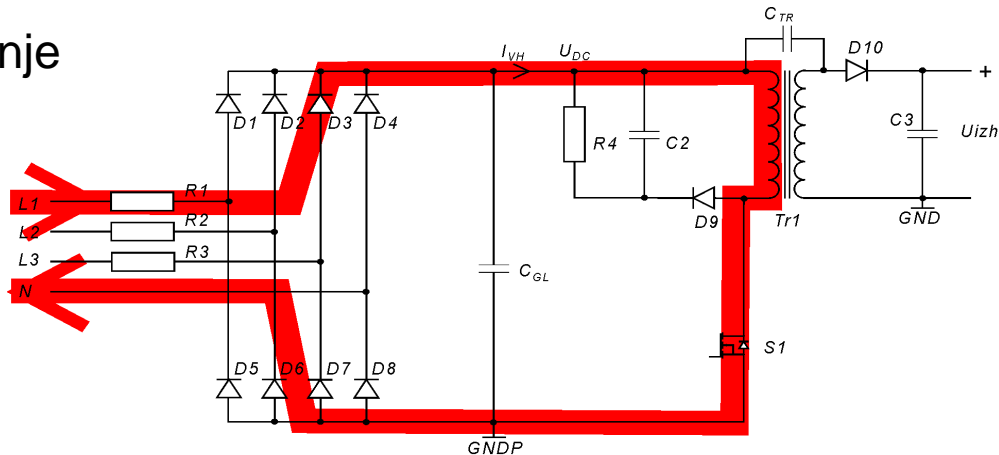
Vhodni del

- Usmerniške diode (lahko graetz)
 - Min 600 V Ur
 - Razdalja med padi diode, min 1,8mm (varnost)
 - Po možnosti avalanche karakteristike
 - Primerni nazivni tok (0,5, 1 A ??)
 - Pomemben podatek I_{FSM} za določitev vhodne tokovne omejitve
 - Primer diode BYM10-600 ali BYM 10-1000 proizvajalca Vishay
- Tokovna omejitev
 - Ščiti usmerniške diode
 - Max tok I_{FSM} , pri največji vhodni napetosti (270 V AC)
 - Žični upor (20-30 Ω)
 - NTC upor

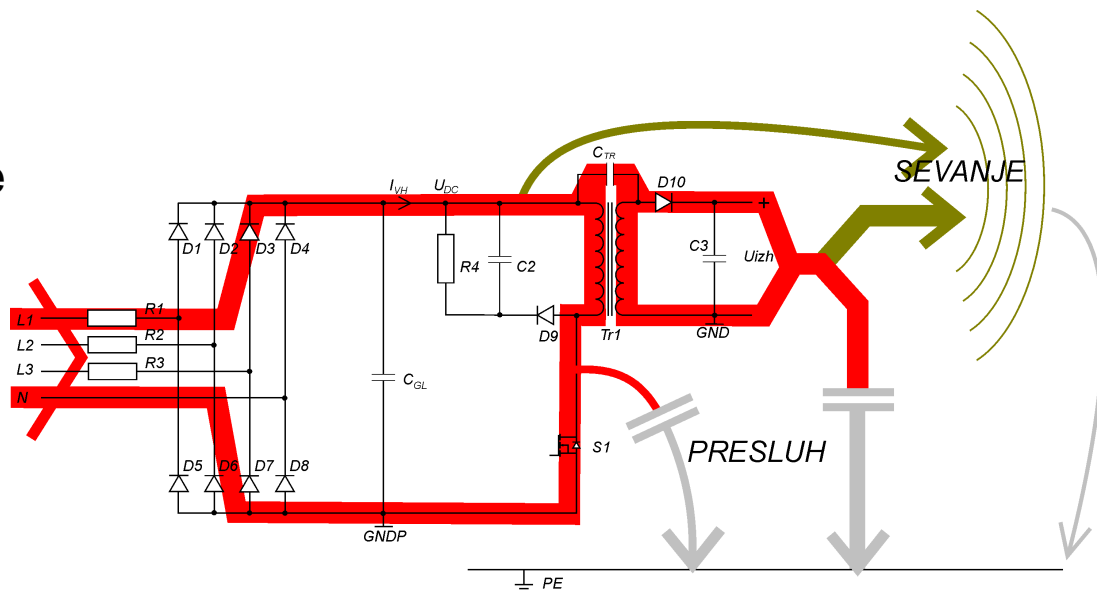
- Vhodni kondenzator
 - Elektrolitski kondenzator
 - Primerna nazivna napetost (450V)
 - Primerna kapacitivnost za premostitev cca 7ms (cca 10 μ ali več)
 - Ripple tok prilagojen toku I_{peak}

Potek motenj

Protifazne motnje



Sofazne motnje



Vhodni filter

Omejuje širjenje motenj stikalnega napajalnika

- LC filtri, različnih konfiguracij
- CMM filtri v kombinaciji s kondenzatorji
 - Primer Murata PLA10AS3630R3
 - Obvezno dodan folijski ali keramični kondenzator 1-10nF
 - Na strani pretvornika obvezna uporaba prenapetostne zaščite, na primer TVS dioda napetosti 450 V (induciranje prenapetosti v primeru napetostnih konic.)
 - Priporočljiva uporaba folijskega kondenzatorja (10-100nF) pred CMM dušilko (X2 tip)

Sklopni (Y) kondenzator

Zakaj

- Nameščen med GNDjem primarne strani in GNDjem sekundarne strani
- Lahko tudi med DC linkom primarne strani in GNDjem sekundarne strani
- Zmanjša impedanco VF motnji, ki jo povzroča transformator
- Motnja se zaključi namesto da bi se spremenila v sevanje
- Postavitev čim bližje transformatorja

Kakšen

- Varnostni kondenzator – tip Y1
- Največja vrednost kapacitivnosti je 4,7 nF !!! (varnost uporabnika)

Prenapetostna zaščita

Namen: zaščita pred prenapetostmi na vhodu

- Lahko varistorji (300V)
- Kombinacije TVS-jev in surge uporov
- Za obe zaščite je potrebna pazljivost pri načrtovanju PCB-ja

Dodatna varnost

- Zračne razdalje med primarno in sekundarno stranjo 6 mm
- Plazilne razdalje med primarno in sekundarno stranjo 6,4 mm
- Transformator zalit ali izdelan posebno izolirno žico
- Optosklopnik mora imeti dovolj veliko razdaljo
- Najmanjše razdalje med visokonapetostnimi vezmi na primarni strani 1,6mm