

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za Elektrotehniko

Rok Vrtovec

Avtomobilski napajalnik za mobilni telefon v izvedbi step-down pretvornika

Seminarska naloga pri predmetu Elektronska vezja

1 Uvod

V dobi široke uporabe t.i. pametnih mobilnih telefonov se pogosto pojavi potreba po polnjenju baterije v avtomobilu, predvsem pri uporabi GPS navigacije. Pri tem je seveda potrebno, da je tok polnjenja vsaj enak porabi v danem trenutku, čemur pa - po lastnih izkušnjah sodeč - prenekateri generični polnilci ne zadosti. Cilj te seminarske naloge je izdelava polnilca za mobilni telefon z naslednjimi zahtevami:

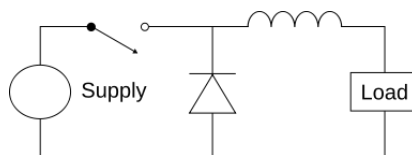
Vhodna napetost	12 - 14VDC
Izhodna napetost	5VDC
Izhodni tok	1000mA

Kot najučinkovitejša izvedba polnilca oz. DC-DC pretvornika se glede na zanesljivost, ceno ter disipacijo moči izkažejo t.i. step-down pretvorniki. V tem primeru je uporabljeno integrirano vezje LM2575 proizvajalca National Semiconductor.

2 Opis delovanja

2.1 Splošno

Stikalo (-ki je že del integriranega vezja LM2575) preklaplja med dvema stanji vezja: ko je sklenjeno (ON), sta breme in tuljava zaporedno priključeni na vir, skozi njega teče tok in tuljava se polni z energijo. Ko je stikalo razklenjeno (OFF) pa tuljava oddaja prej pridobljeno energijo bremenu; vir sedaj ni priključen.



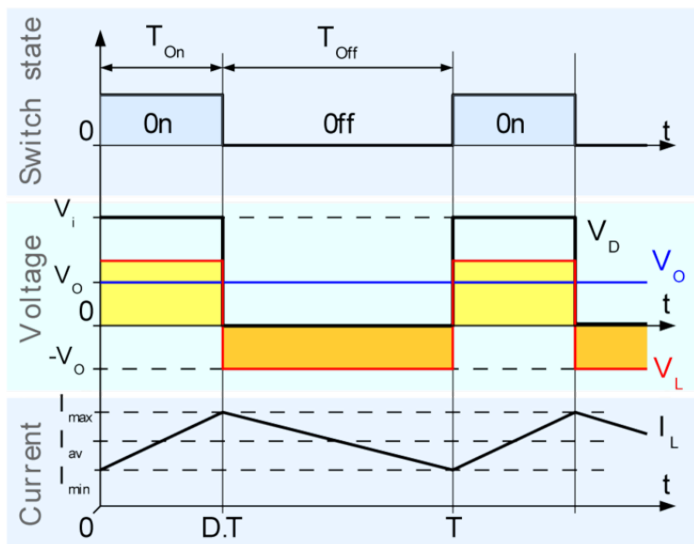
Slika 1: Osnovna shema delovanja buck pretvornika

Vir je na breme torej priključen le del časa - tak del časa, da odda ravno dovolj energije za enakomerno porabo bremena. Frekvenca celega cikla, torej ko je stikalo sklenjeno in razklenjeno je stalna, določa jo notranji oscilator v čipu $t_{on} + t_{off} = T = \frac{1}{f_{osc}}$. Čip lahko regulira le razmerje časa, ko je stikalo sklenjeno oz. razklenjeno - kar predstavlja maneverski prostor čipu za določanje izhodne napetosti.

Vezni člen med virom in bremenom je tuljava z induktivnostjo L . Ta določa, kolikšna energija se bo akumulirala v tuljavi v času sklenjenega stikala in posledično - koliko je bo moralo v času razklenjenega stikala odteči. Večja je induktivnost tuljave, manjša bo sprememba pritekajočega oz. odtekajočega toka ΔI_L . Induktivnost izbrane tuljave določa na eni strani zahteva po delovanju v t.i. neprekinjenem načinu (continuous mode), ko tok skozi tuljavo ni nikoli enak nič pri določeni (najnižji) porabi bremena. Po drugi strani pa omejitev predstavlja cena, ki je za tuljavo z višjo induktivnostjo višja. Ker je v večini primerov pri step-down pretvorniku cena bistvenega pomena, proizvajalec čipa LM2575 določa induktivnost tuljave po kriteriju najnižje

induktivnosti. Po enačbi (9) je induktivnost najnižja takrat, ko je ΔI največji - k temu stremimo, da je L najnižji.

2.2 Izračuni



Slika 2: Graf opisuje tok skozi tuljavo ter napetost

Ko je stikalo sklenjeno (ON) velja

$$-u_1 + u_l + u_2 = 0 \quad (1)$$

$$u_l = L \frac{\Delta I}{\Delta t} \quad (2)$$

$$\Delta I = \frac{u_1 - u_2}{L} t_{on}, \quad (3)$$

za razkljenjeno (OFF) stikalo pa

$$-u_l + u_2 = 0 \quad (4)$$

$$\Delta I = \frac{u_2}{L} t_{off} \quad (5)$$

Tu velja omeniti, da se polariteta tuljave, ko odklopimo vir obrne in sama poganja tok v isti smeri naprej. Tok ΔI je v obeh primerih enak - vlada stacionarno stanje.

$$\frac{u_1 - u_2}{L} t_{on} = \frac{u_2}{L} t_{off} \quad (6)$$

$$\frac{t_{on}}{t_{off}} = \frac{u_2}{u_1 - u_2} \quad (7)$$

Sprememba toka je po enačbah 3 in 5 enaka

$$\Delta I = \frac{u_2}{L} t_{off} = \frac{u_1 - u_2}{L} t_{on} \quad (8)$$

in od tu se izrazi induktivnost tuljave

$$L = \frac{u_2 - u_1}{\Delta I} t_{on} = \frac{u_2}{\Delta I} t_{off} \quad (9)$$

Enosmerni tok skozi breme je enak povprečnemu toku skozi tuljavo $I_{av} = I_{br}$.

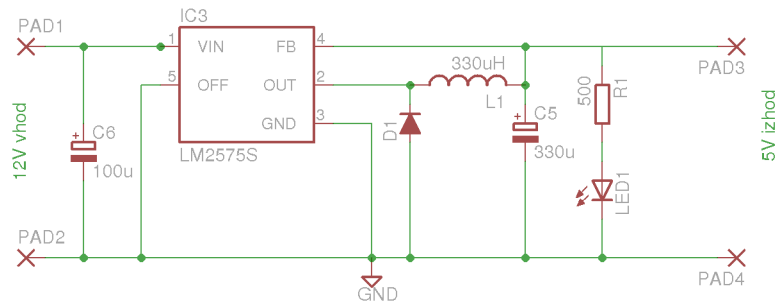
Za določitev induktivnosti je potrebno najprej poznati minimalni tok bremena, kjer se še zahteva delovanje v **neprekinjenem načinu**, kjer velja

$$\Delta I_l = I_{lmax} = 2I_{av} \quad (10)$$

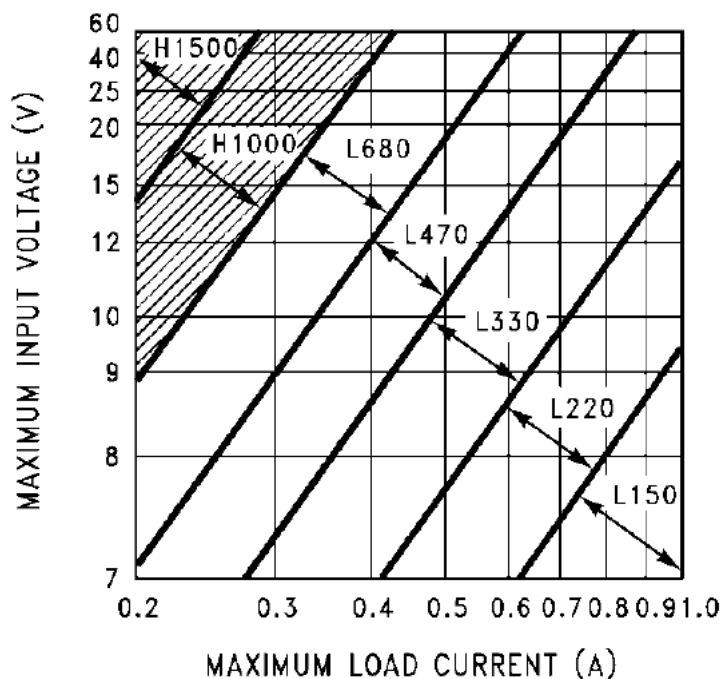
Po drugi strani pa lahko induktivnost določimo tako, da bo le-ta čimnižja (nižja cena). Po enačbi (9) bo to takrat, ko bo ΔI najvišji. ΔI je najvišji pri maksimalnem toku skozi breme oz., ko velja $\Delta I_{brmax} = I_{brmax}$.

Tako imamo na voljo vse informacije za določitev induktivnosti L tuljave.

2.3 Izvedba step-down pretvornika z integriranim vezjem LM2575



Slika 3: Shema vezja z LM2575



Slika 4: Graf za določitev induktivnosti tuljave

Shema je povzeta po navodilih proizvajalca, prav tako tudi vrednosti elementov za vhodni ($100\mu F$) ter izhodni ($330\mu F$) kondenzator. Za določitev vrednosti tuljave podaja proizvajalec graf (slika 4). Kriterij je čimmanjša induktivnost tuljave. Ker je izhodna napetost določena pri tem čipu stalna 5V, je za vedenje o razmeru časov dovolj podatek o vhodni napetosti (enačba 7). Tako na podlagi največjega toka odčitamo induktivnost L . V vezju je še LED dioda z največjim dovoljenim tokom $10mA$ (zato predupor $R_1 = 500\Omega$), ki signalizira, da je polnilec priključen ter daje na izhod napetost 5V. Meritev napetosti pokaže, da naprava deluje pravilno.

Literatura

Sliki 1 in 2 sta vzeti iz Wikipedie

Slika 4 je vzeta iz data-sheeta proizvajalca National Semiconductor