

EMC TEKMOVANJE 2025

Stikalni napajalnik in analogni dekoder

March 03, 2025

FORVIA

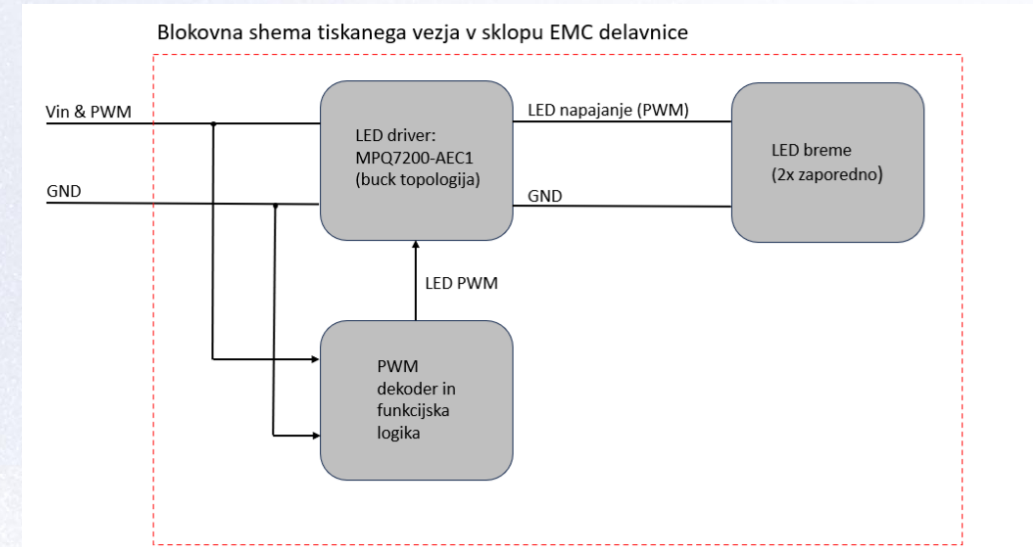


PREGLED ZAHTEV

PREGLED ZAHTEV

Funkcionalne zahteve

- > Z uporabo MPQ7200A-AEC1 je treba izdelati DC/DC pretvornik
- > Breme: dve zaporedno vezani beli LED
- > Izhodni tok na bremenu 300 mA
- > DC/DC pretvornik mora vsebovati zaščito proti napačni priključitvi napajalnih sponk („reverse polarity protection“)
- > Potrebno načrtati tudi analogni vmesnik, ki bo glede na vhodni PWM samostojno preklapljal med načini delovanja:
 - 0 % do 45 %: LED ne sveti (LED PWM = 0 %)
 - 60 % do 80 %: LED PWM = 10 % \pm 3 % (7 % do 13 %)
 - 95 % do 100 %: LED PWM = 100 %
- > Delovanje PWM dekoderja tudi, ko vhodni PWM ni 100%
- > Uporaba mikrokrmilnika in programske opreme ni dovoljena!!



PREGLED ZAHTEV

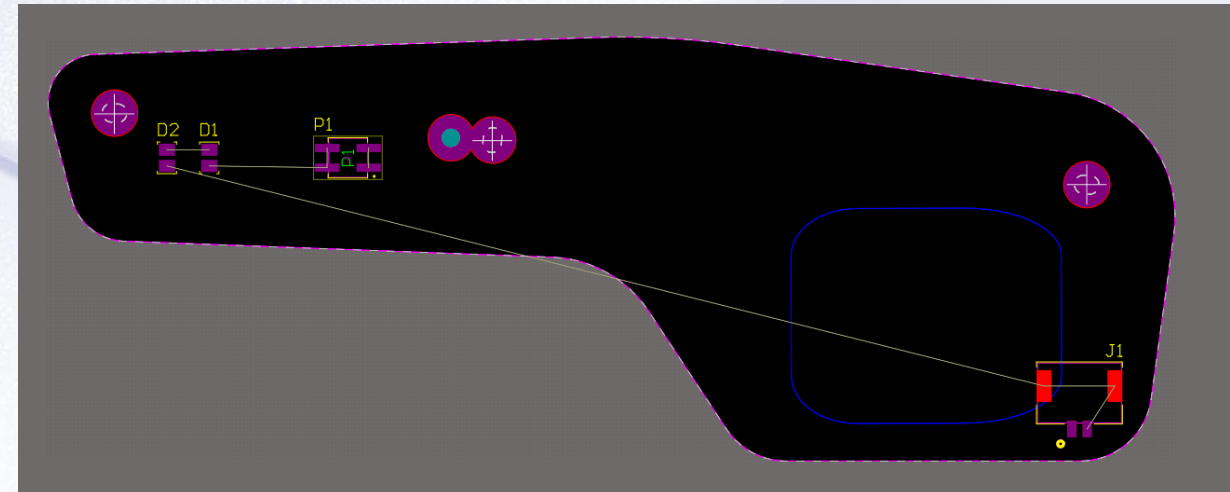
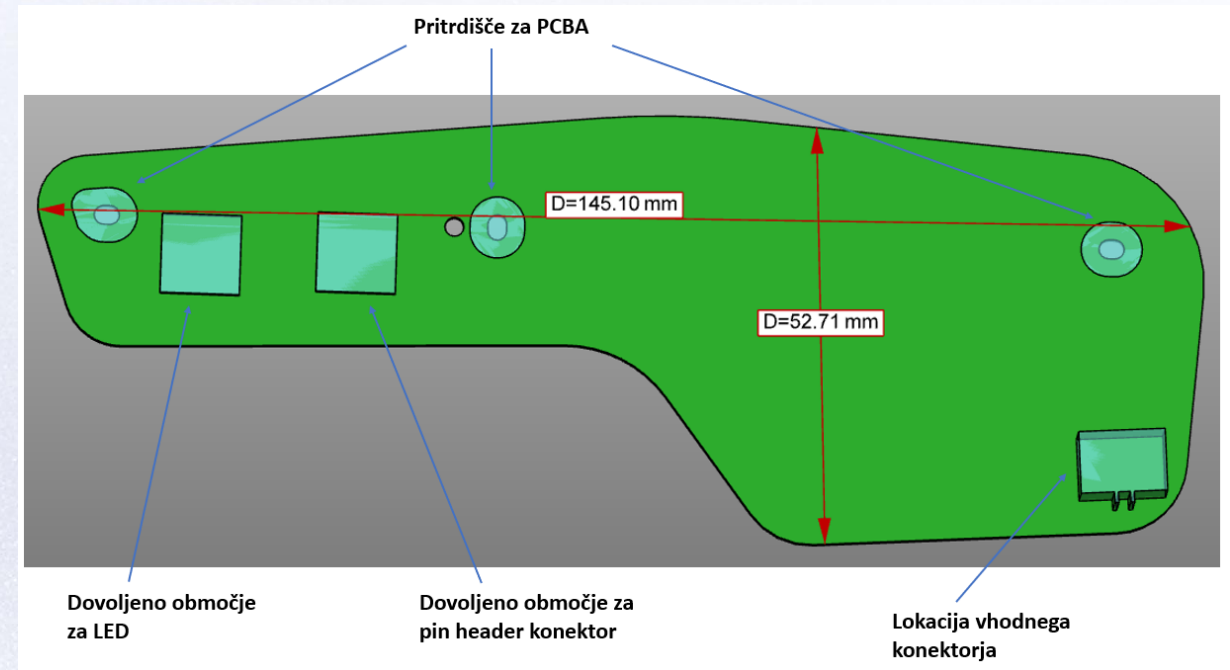
Električne zahteve

Lastnost	Vrednost	Opomba
Območje napajalne napetosti	8 V do 16 V	V tem področju mora pretvornik zagotavljati nazivni izhodni tok in ustrezno PWM krmiljenje LED.
Temperaturno območje delovanja tiskanine	-20 °C do +60 °C	V tem področju mora pretvornik zagotavljati nazivni izhodni tok in ustrezno PWM krmiljenje LED. Pri obeh temperaturah počakamo minimalno 10 min, da se temperatura elementov ustali.
Območje frekvence PWM napajalne napetosti	200 Hz ± 10 %	V tem področju mora pretvornik zagotavljati nazivni izhodni tok in ustrezno PWM krmiljenje LED.
Nazivna izhodna napetost LED	Iz podatkovnega lista	Upoštevaj, da bosta na izhodu zaporedno povezani dve LED in upoštevaj tudi vpliv temperature.
Nazivni tok LED	300 mA ± 5 %	Tok mora biti znotraj toleranc v celotnem temperaturnem in napetostnem območju.
Temperaturna preobremenitev	Nikjer na vezju oz. površini komponent temperatura ne sme preseči +90 °C.	Lega vezja je vodoravna, položena na leseno mizo s hladilnim telesom navzdol. Meritev se izvede pri sobni temperaturi 25 °C po 30 minutah delovanja vezja pri 100 % PWM.
Zaščita obrnjene polaritete	Mora delovati med 0 V in -20 V	Zaščita proti napačni priključitvi napajalnih sponk.
Izkoristek vezja	Vsaj 85 %	Izkoristek celotnega vezja od vhodnih sponk do priključka diod mora biti nad 85 %.

PREGLED ZAHTEV

Mehanske zahteve – tiskano vezje

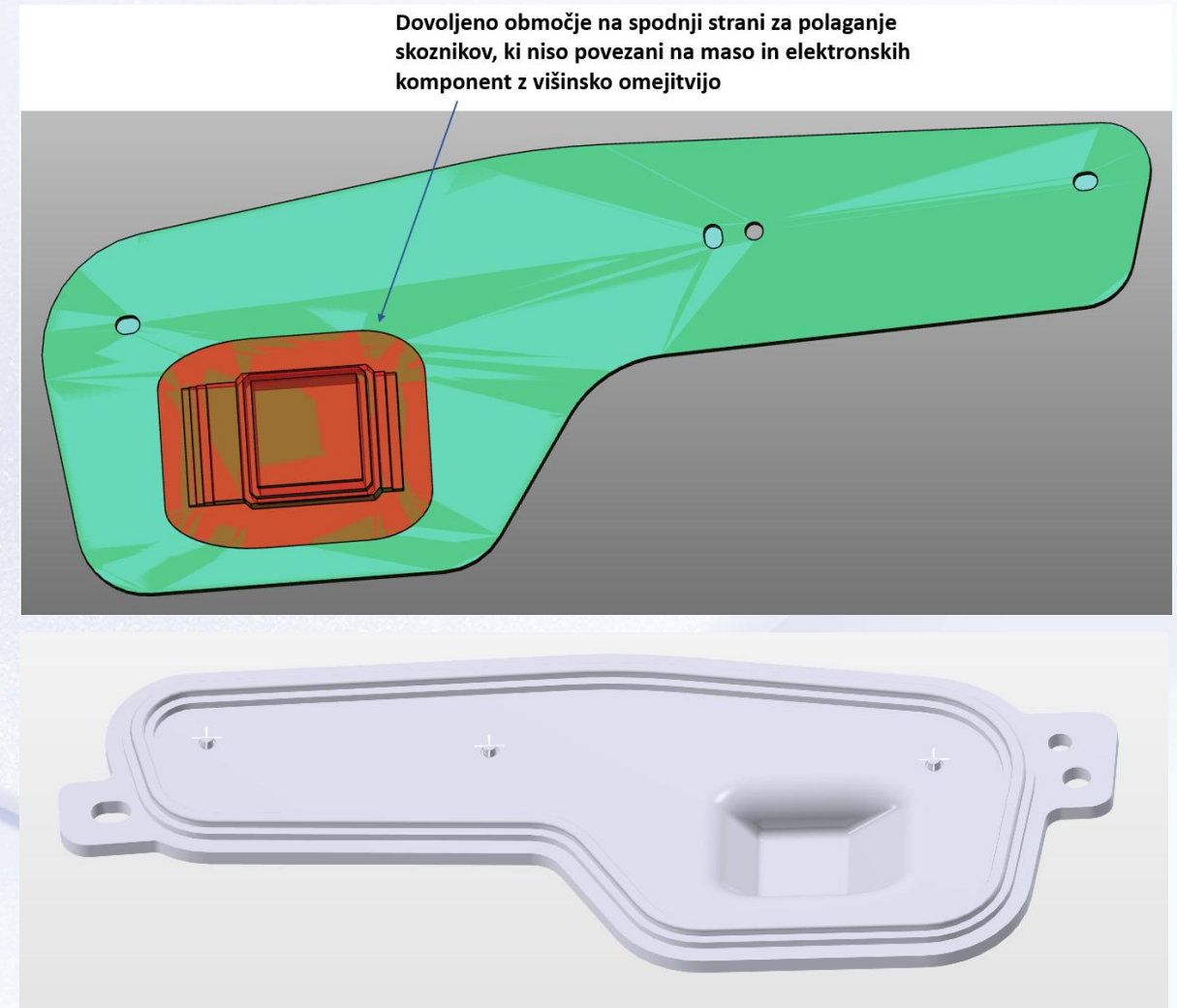
- > Dvoslojno FR4 vezje, oblika/dimenzije PCB-ja in hladilnega telesa so predhodno definirane
- > Debelina dielektrika 1,6mm, debelina bakra 35µm
- > HASL površinska zaščita
- > Dovoljene so vie tip 1 (odprta) po IPC standardu
- > Položaji montažnih lukenj, vhodnega priključka in LED so določeni in se jih ne sme premikati
- > Predloga oblike tiskanega vezja s fiksno postavljenimi komponentami je bila pripravljena v Altium designerju



PREGLED ZAHTEV

Mehanske zahteve – tiskano vezje

- > Na območjih kjer se hladilno telo dotika PCB-ja so dovoljene vije le na GND potencial



PREGLED ZAHTEV

Mehanske zahteve – proizvodljivost & zahtevane komponente

- > Vse komponente morajo biti v SMD tehnologiji in certificirane za temp. območje od -40°C do +125°C
- > Elektrolitski kondenzatorji niso dovoljeni
- > Dodatni EMC zaščitni kovinski oklopi („tunner box“) niso dovoljeni
- > Obojestranska postavitve komponent z spodaj naštetimi mehanskimi omejitvami:
 - Na spodnji strani minimalni odmik komponente od hladilnika $\geq 0,5\text{mm}$
 - Na zgornji strani vse komponente nižje od konektorja J1 (višina 9,3mm)
- > Pri proizvodnji bo uporabljeno pretaljevalno spajkanje („reflow soldering“)

- > **Zahtevane komponente:**
 - Vhodni priključek – 2 pinski Molex
 - Nichia, bela LED – NFSW123GT
 - DC-DC driver - MPQ7200A-AEC1
 - 2 pinska SMD letvica (pin header)

PREGLED ZAHTEV

EMC zahteve

- Vezje mora zagotavljati:
 - Skladnost s predpisom EN55025:2017 s stališča sevalnih (RE) in prevodnih (CE) emisij.
 - Imunost na vsiljene tokove (BCI test) skladno s predpisom ISO 11452-4.
 - Imunost na elektromagnetno sevanje (RI) skladno s predpisom ISO 11452-2.

- Vse EMC meritve emisij in imunosti se izvajajo pri 70 % PWM signalu na vhodu, kjer vezje generira 10 % PWM za krmiljenje LED na izhodu

PREGLED ZAHTEV

Osnovno delovanje

- > Osnovni kriterij sprejemljivosti vezja je ustrežanje vsem funkcionalnim, mehanskim in električnim kriterijem pri nazivnih pogojih delovanja:
 - Napajalna napetost 13,5 V
 - temperatura 25 °C.
 - Izhodni tok LED 300 mA \pm 5 %
 - pri 70 % PWM na vhodu vezje generira 10 % PWM na LED
 - pri 100 % PWM na vhodu vezje generira 100 % PWM na LED

- > Če vezje zadostuje vsem navedenim osnovnim kriterijem, se dodatno preveri EMC kompatibilnost in bolj podrobna funkcionalnost vezja.

MPQ7200A



MPQ7200A PRETVORNIK

Buck in Buck boost topologija

Sinhronski pretvornik, z vgrajenim high and low side mosfetoma

Konstantni tokovni izvor

Histerezni pretvornik z fiksno frekvenco

Spread spectrum

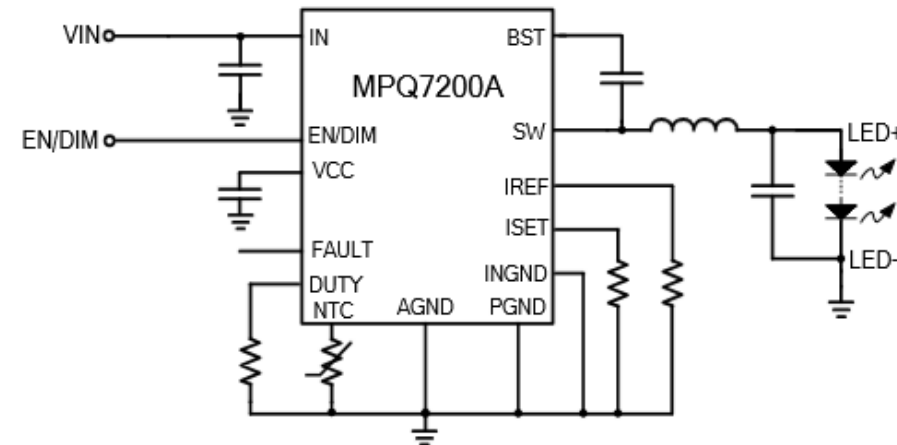


Figure 1: Buck Topology ($\geq 14.7\text{k}\Omega R_{\text{IREF}}$)

MPQ7200A PRETVORNIK

Vhodna napetost: 6-42V

Nastavljiv izhodni tok v buck načinu: <3A

PWM dimming 100Hz-2000Hz

> Omogoča tudi dual step dimming z 500Hz

SW frekvenca: 410kHz

Različne zaščite

> LED short, LED open, Output OVP, OCP, termalna zaščita in izklop

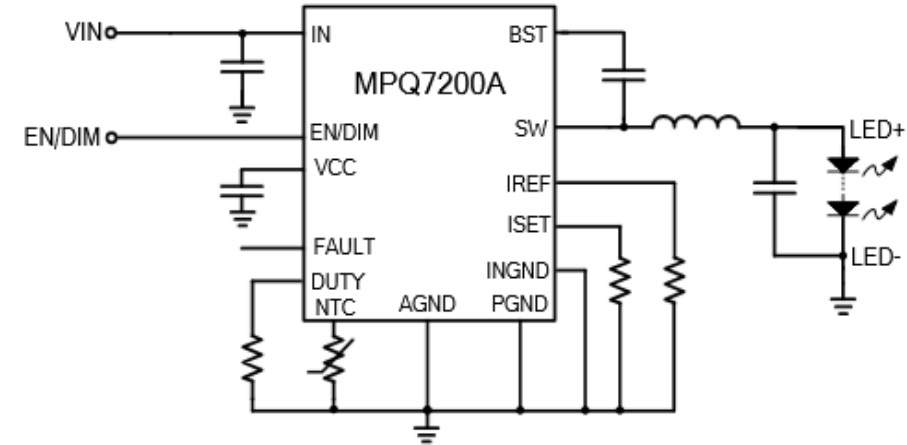
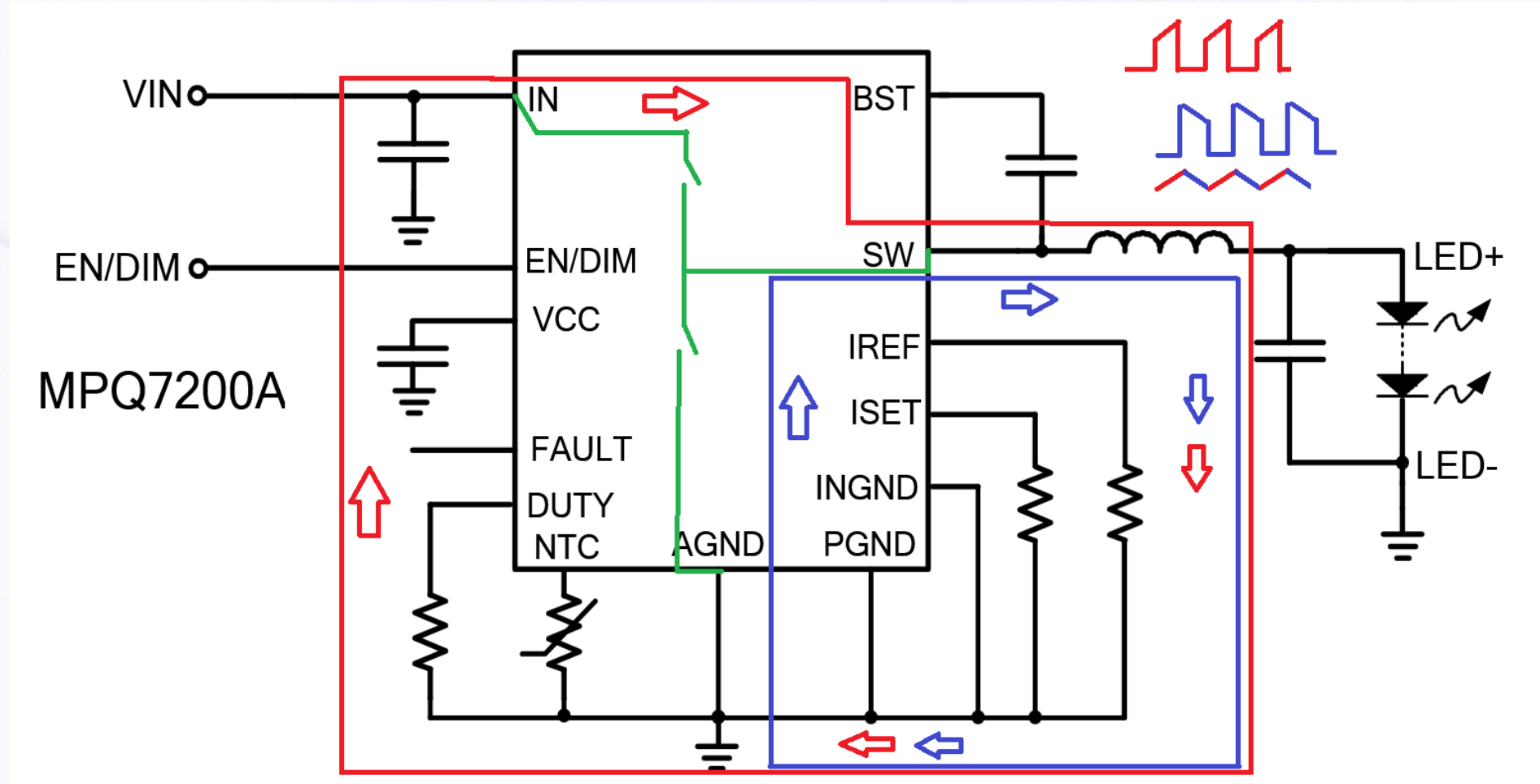
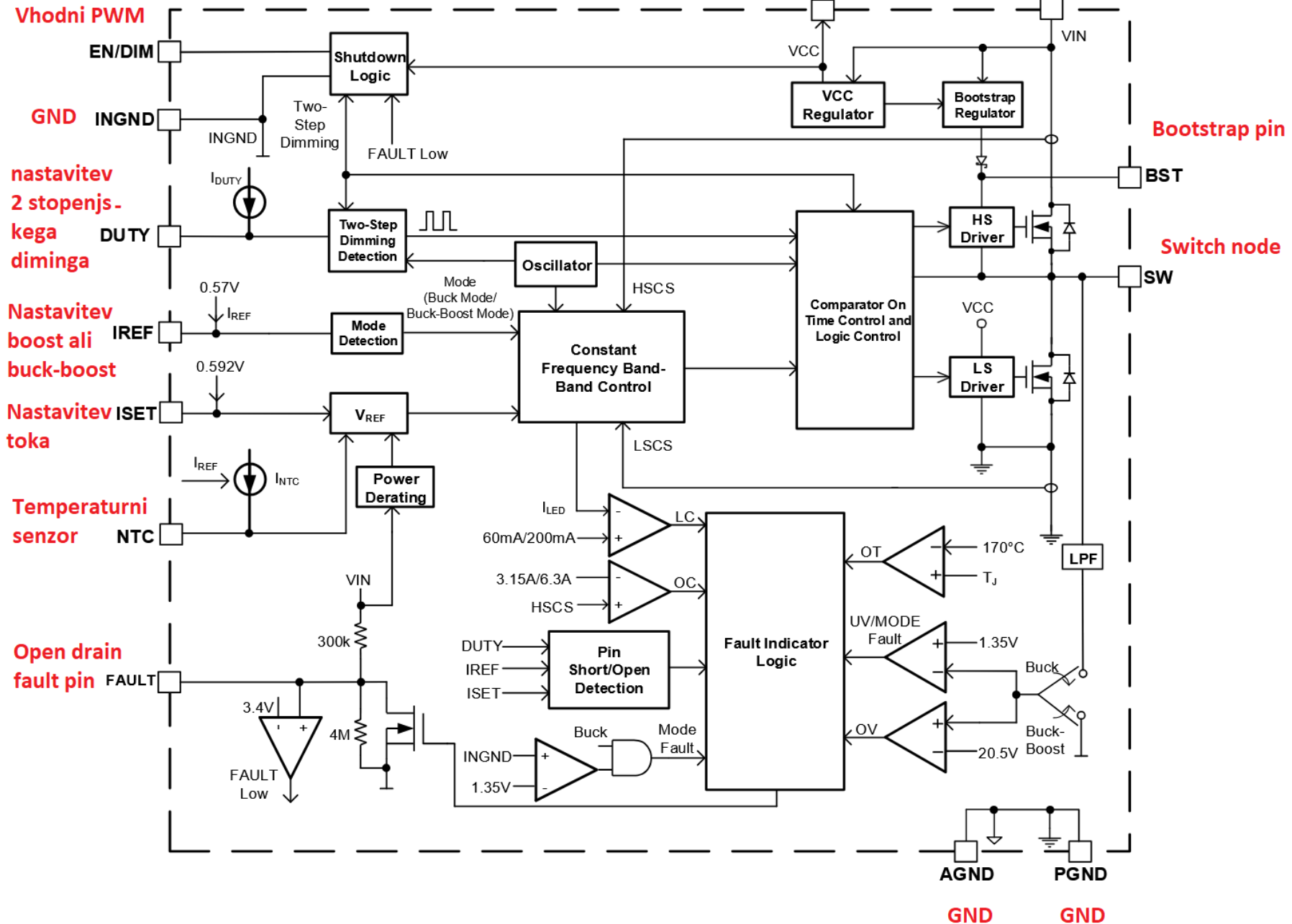


Figure 1: Buck Topology ($\geq 14.7\text{k}\Omega R_{\text{IREF}}$)

OSNOVNO DELOVANJE BUCK DC/DC PRETVORNIKA



PINOUT

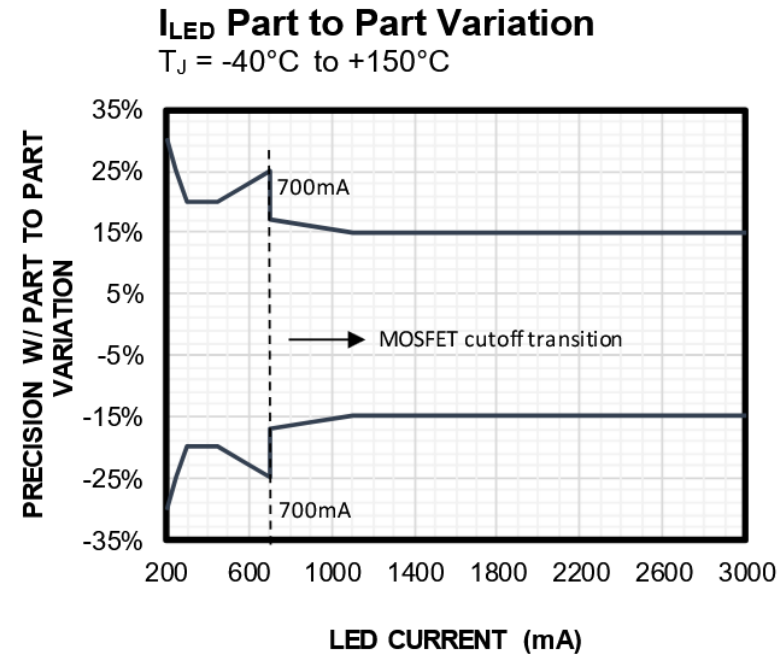
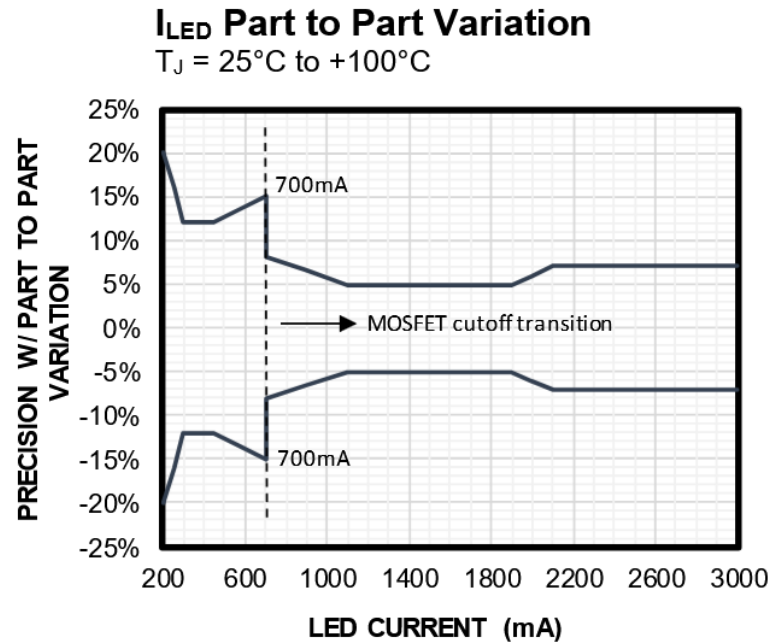




MPQ7200A – 42V, 1.2A BUCK-BOOST OR 3A BUCK, 410kHz, LED DRIVER, AEC-Q100

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS

Buck mode, 2 LEDs ($V_{LED} = 6V$), $V_{IN} = 13.5V$, $I_{LED} = 3A$, $f_{SW} = 410kHz$, $L = 10\mu H$, $T_A = 25^\circ C$, unless otherwise noted.



IZBIRA KOMPONENT



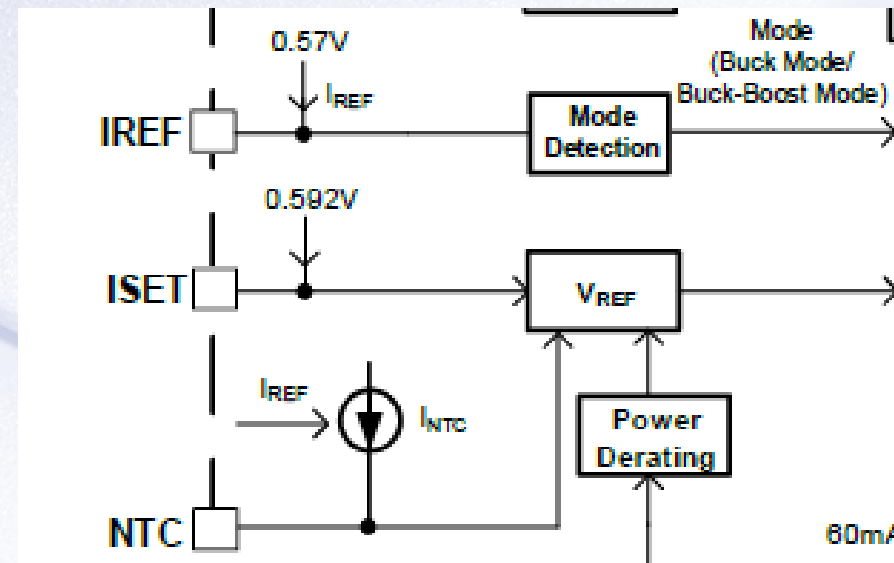
IZBIRA KOMPONENT

Ustrezni upor na IREF pinu, za izbiro BUCK, BUCK-BOOST

- > VCC preseže prag UVLO (under voltage lockout) napetost (4.7V), takrat čip zazna topologijo
- > Med detekcijo topologije deluje tokovni vir z tokom 240uA $I(IREF_DET)$, tok steče preko upora R(IREF), pri čem:
 - $I(IREF_DET) \times R(IREF) < 2.6V$, Buck-Boost topologija, 1.05k Ω - 9.09k Ω
 - $I(IREF_DET) \times R(IREF) > 2.8V$, Buck topologija, 14.7k Ω - 80.6k Ω
- > Nato se za določitev toka $I(IREF)$ uporabi naslednjo enačbo: $I(IREF) = 0.57 / R(IREF)$, kjer notranji napetostni vir zagotavlja referenco 0.57V

Določitev NTC upora

- > Tok skozi NTC upor je 50 x višji od $I(IREF)$
- > $V_NTC = I(NTC) \times R(NTC)$:
 - $V_NTC > 1.25V$ - ni termalnega deratinga
 - $V_NTC < 1.2V$ - 2% deratinga na 30mV padca napetosti
 - $V_NTC < 0.37V$ - termični izklop, zaščita čipa



IZBIRA KOMPONENT

Ustrezni upor na R_{duty} pinu, za izbiro internal ali external PWM diming mode

- > R_{duty} = 4.87kOhm:
 - Two-step dimming je izklopljen
 - 100Hz – 2kHz zunanji PWM

- > Specifične vrednosti uporov določijo izhodni PWM z uporabo two-step dimminga

Table 2: Two-Step Dimming Duty vs. R_{DUTY}

2-Step Dimming Duty	R _{DUTY} (Ω)
15%	61900
14%	41200
13%	27400
12%	18200
11%	12100
10%	7870
Two-step dimming deactivated	4870
9%	3090
8%	2050
7%	1370
6%	887
5%	576

IZBIRA KOMPONENT

Ustrezni upor na ISET pinu, za nastavitvev LED toka

$$R_3 = \frac{16}{I_{LED} (A)} (k\Omega)$$

Table 4: Resistor Selection for Common I_{LED} Currents

I_{LED} (A)	R_3 (k Ω)
3	5.36
2	8
1.2	13.3
0.75	21.1

Izbira tuljave, glede na zahtevane parametre, izračun ali predlagane vrednosti v tabeli

Table 6: Buck Mode Inductor Values for Common I_{LED} Currents

I_{LED} (A)	Recommended Inductor Value (μ H)
(1A, 3A]	10
(0.5A, 1A)	15
(0.3A, 0.5A]	22
[0.2A, 0.3A)	33

IZBIRA KOMPONENT

Izbira vhodnih kondenzatorjev, nizka nadomestna serijska upornost, dovolj velika zaloga energije, za 100% izhodni tok, tudi ko vhodni PWM ni 100%

- 4,7uF to 22uF

Izbira izhodnih kondenzatorjev, nizka nadomestna serijska upornost, voltage ripple

- 4,7uF to 10uF

Izbira VCC kondenzatorja, Izbira vrednosti glede na zahteve iz datasheeta

- Vsaj 3uF dejanske kapacitivnosti

Izbira BST kondenzatorja in (potencialnega) upora, glede na zahteve iz datasheeta

- 2nF to 220nF, vsaj 10V/16V

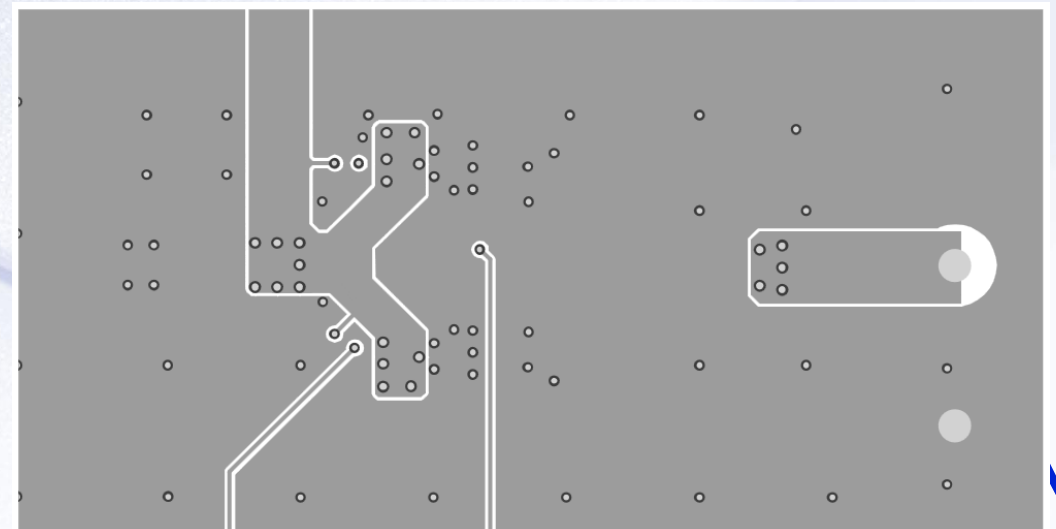
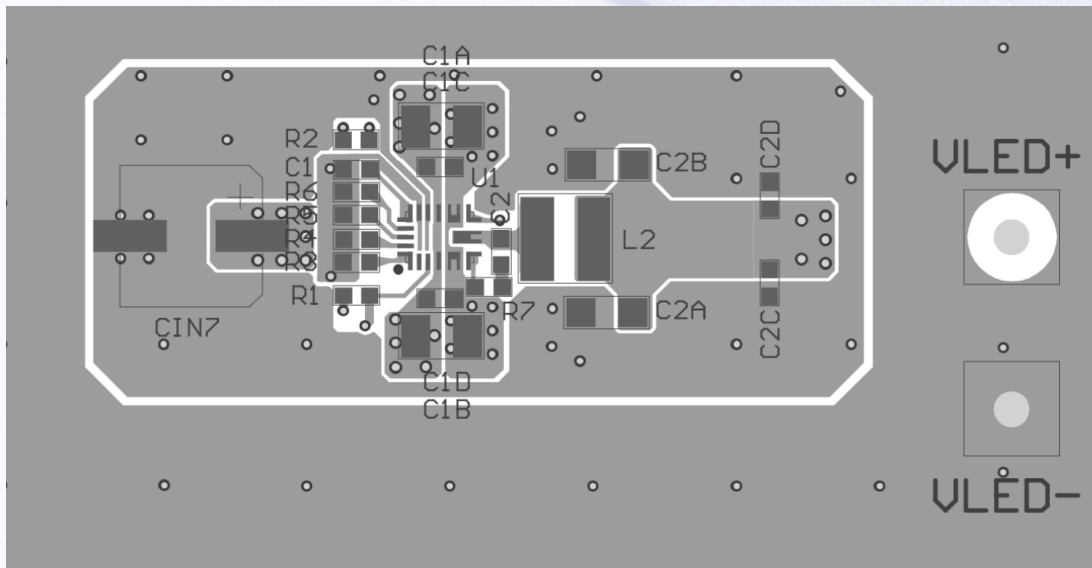
LAYOUT PRIPOROČILA

Čim boljši, nepretrgan ground plane

Površine z visokom tokom, naj bodo kratke in široke

Vhodni kondenzatorji čim bližje Vin in PGND pinov

VCC kondenzator čim bližje VCC in PGND pinu

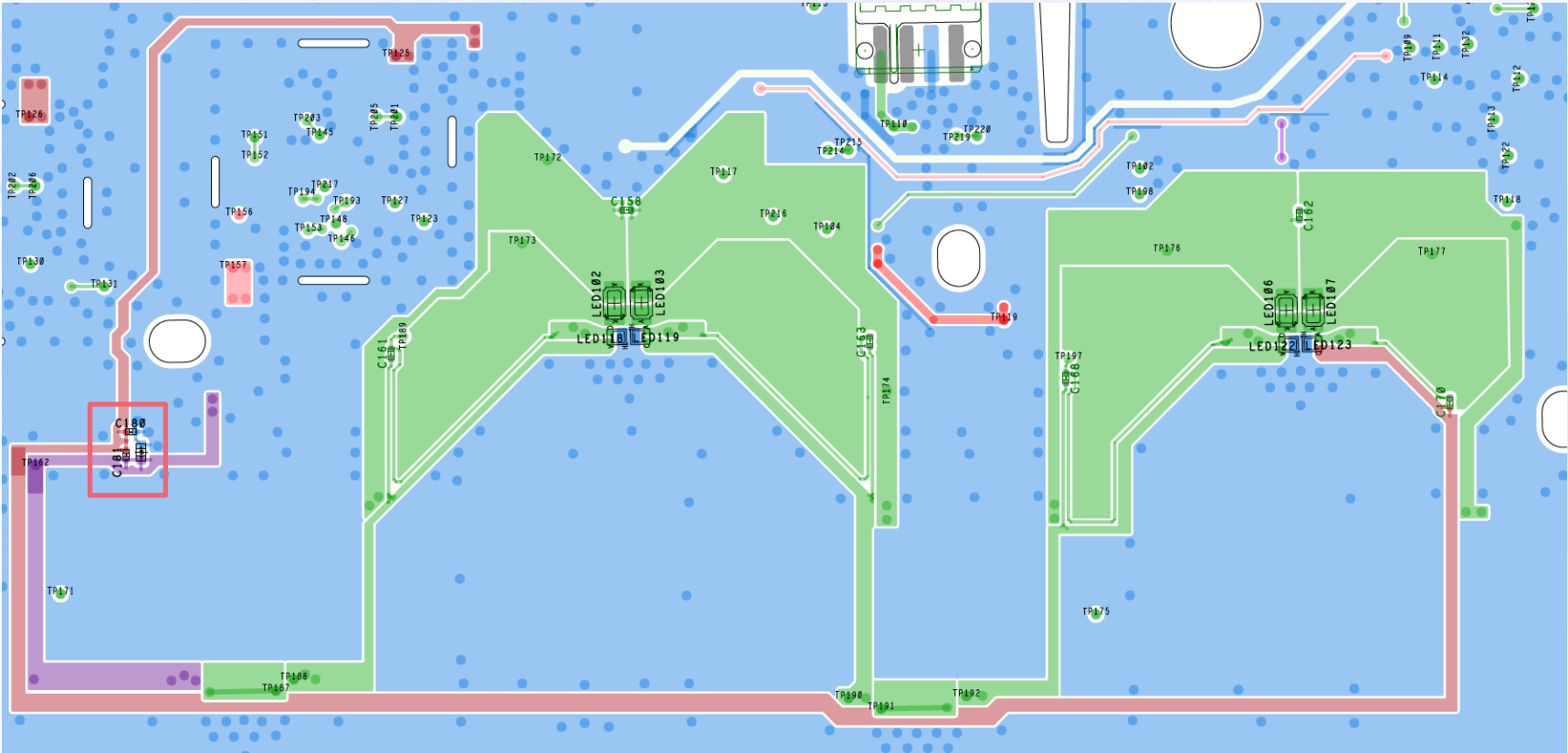


EMC

FORVIA

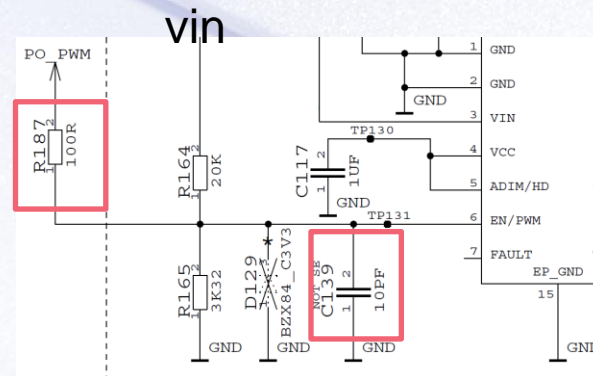
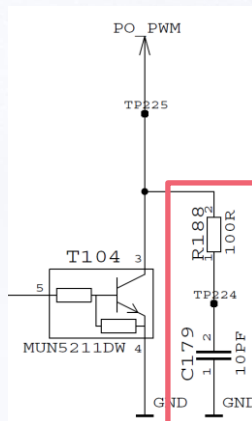
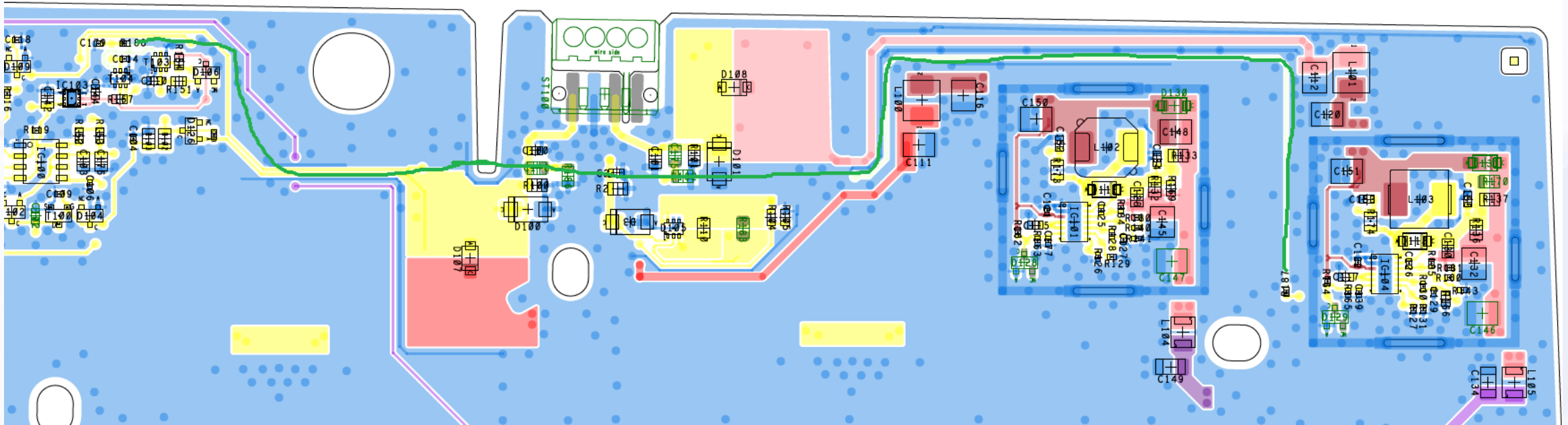

EMC ISSUES

RE, emisije na 200MHz in 400MHz



EMC ISSUES

RI, ugašanje funkcije med 2GHz in 2.5GHz



EMC ISSUES

RI, Izklop polovice LED pri 600MHz

