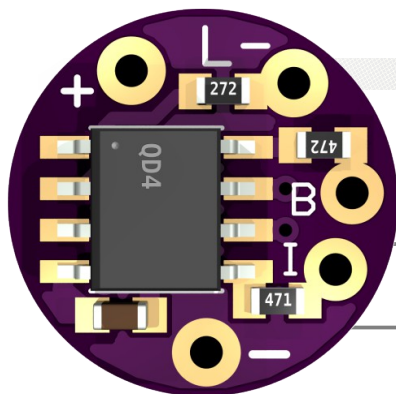




PWM111

LED driver

Vlastnosti

- regulovaný proud (PWM)
- hlídání napětí baterií
- hlídání teploty
- přepínání režimů přerušením napájení nebo externím spínačem
- režimy: Low, Mid, Hi, Strobe, SuperLow, Off
- rozměry: Ø11,9 mm x 4,2 mm

Popis

Tento driver slouží k napájení výkonných diod LED, zejména z jednoho článku Li-ion. Udržuje konstantní střední proud, dokud to je možné (vliv napájecího napětí, napětí na LED a odpor

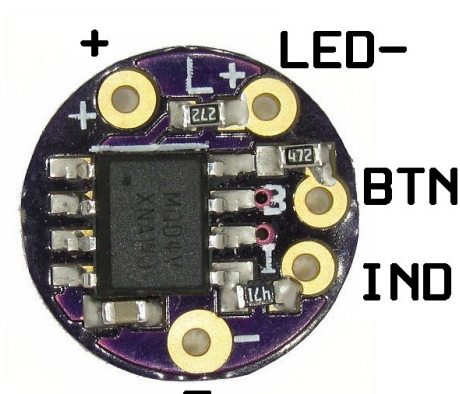
driveru) pomocí PWM. Režimy je možné přepínat přerušením napájení nebo externím spínačem na vstupu BTN.

Driver hlídá napájecí napětí a v případě dosažení některé z úrovní signalizuje vybité baterie nebo se úplně vypne.

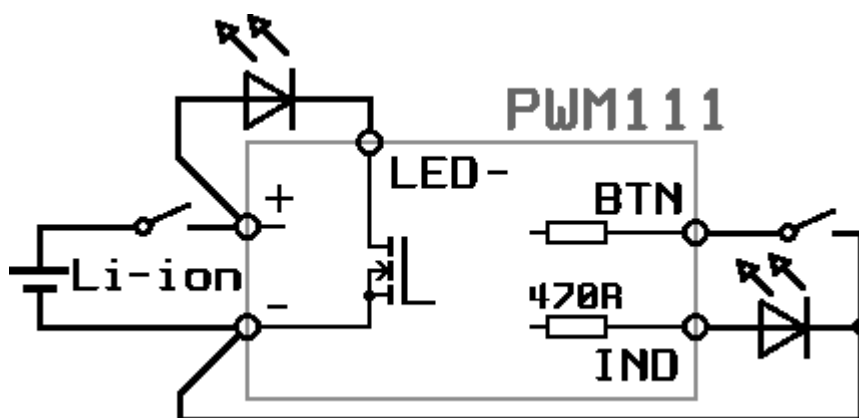
Teplotní ochrana v případě překročení teploty 60°C sníží výstupní proud, aby nedošlo k přehřátí driveru nebo i LED. V takovém případě musí být v tepelném kontaktu s LED.

Čtyřnásobným stiskem je možné aktivovat režim Strobe. Do režimu Off nebo SuperLow se dá dostat různě dlouhým stiskem externího tlačítka.

Režimy a funkce driveru je možné nastavit či vypnout na přání. Proud je verzích i15 a i30 1,5 A, respektive 3 A v režimu Hi.



Obr. 1: Popis vývodů driveru



Obr. 2: Zapojení driveru

Charakteristické hodnoty driveru

Parametr		Symbol	Min	Typ	Max	Jednotka
Napájecí napětí ^[1]		V_{DD}	2,7		4,2	V
Pracovní teplota		T_A	-25		85	°C
Proud i15 ^[2]	Low	I_L		10		mA
	Mid	I_M		150		
	Hi	I_H		1500		
Proud i30 ^[2]	Low	I_L		20		
	Mid	I_M		300		
	Hi	I_H		3000		
Proud v SuperLow ^[6]		$I_{SUPERLOW}$		0,8		
Spotřeba driveru ^[4]		I_{DD}		2		
Spotřeba driveru ^[5]		I_{DDOFF}		10		μA
Odpor výstupu IND		R_{IND}		470		Ω
Odpor driveru ^{[1] [3]}	i15	R_D		120		mΩ
	i30	R_D		52		
Doba stisku		t_P	96			ms
Přepínací okno		t_W		320		
Dlouhý stisk		t_L	992		2976	
SuperLow stisk		t_S	3008			

- [1] Napájecí napětí má vliv na maximální proud diodou. Když je tranzistor v driveru sepnutý, teče obvodem proud, který může případně poškodit LED. Proto je vhodné změřit proud bez driveru, jen s odporem driveru, při plně nabitě baterii. Pokud je změřený proud moc velký, je nutné jej omezit zapojením sériového odporu s LED. V případě, že se tato zkouška neprovede, tak se driver v případě velkého proudu vypne – viz Nadproudová ochrana.
- [2] Střední hodnoty proudu jsou regulovány pomocí PWM. Spínací frekvence je přibližně 1 kHz.
- [3] Odpor driveru je odpor, kdy je tranzistor v driveru sepnut, tedy mezi -LED a -, při teplotě driveru 60°C
- [4] V režimech Low, Mid, Hi a Strobe
- [5] V režimu Off nebo SuperLow.
- [6] Proud je omezen odporem 2,7 kΩ

Funkce

Popis vývodů driveru je na Obr. 1 a zapojení je na Obr. 2. Horní strana driveru je na Obr. 4 a spodní strana na Obr. 5. Driver by měl být připojen krátkými vodiči, dlouhé vodiče zvláště k LED můžou způsobit ztrátu regulace a zvětšení proudů.

Přepínání režimů

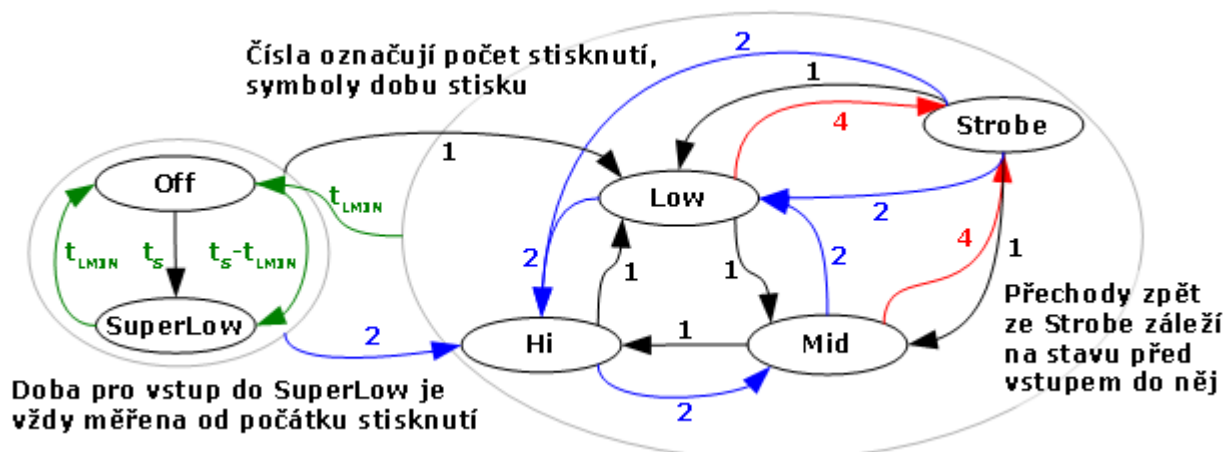
Po připojení napájení se driver spustí v režimu Low. Mezi režimy se přepíná přerušením napájení nebo stiskem tlačítka (vstup BTN) na dobu nejméně t_P . Na kratší dobu driver nereaguje. Po připojení napájení nebo po puštění tlačítka driver čeká na případný další stisk po dobu t_W . Pokud dojde k dalšímu stisku před uplynutím této doby, driver poté znovu čeká na další stisk. Pokud dojde k uplynutí doby t_W , pak driver přejde do režimu podle počtu stisků, před uplynutím této doby.

Pokud dojde ke stisku tlačítka na dobu t_L , pak dojde k okamžitému přepnutí do Off. Nečeká se

na uvolnění tlačítka. Pokud tlačítko zůstane stisknuté i nadále, pak dojde k přepnutí do SuperLow po době t_s od stisknutí tlačítka. Takto je možné se dostat do SuperLow i z režimu Off.

Všechny proudové režimy se přepínají jedním stiskem v sekvenci Low > Mid > Hi. Pokud dojde k dvojitému stisknutí, přepíná se v opačném pořadí ve směru Hi > Mid > Low. Takže dvojitým stiskem je možné v případě potřeby vrátit se zpět a jedním se zase posunout vpřed, viz Obr. 3. Z režimu Off nebo SuperLow se driver jedním stiskem dostane do Low a dvojitým stiskem do režimu Hi.

Pokud je napájecí napětí přerušeno na dobu delší než minimální doba t_L , vrátí se driver do režimu Low.



Obr. 3: Přepínání režimů

Strobe

Čtyřnásobným stiskem tlačítka z režimu Low nebo Mid, je možné přepnout driver do režimu Strobe. Zpátky do proudového se vrací jedním nebo dvěma stisky, viz Obr. 3. V tomto režimu driver, podobně jako v režimech proudových, reguluje výstupní proud na danou hodnotu s tím rozdílem, že během regulovaného svitu dvakrát během 2048 ms zvedne střídu. Doba mezi záblesky je 512 ms a střída je zvednuta na čtyřnásobek hodnoty ustáleného svitu. Což přibližně vyvolá čtyřnásobný proud v záblesku.

Detekce nízkého napětí

Driver má detekci nízkého napájecího napětí, takže by neměl nadměrně vybit nechráněné články. V proudových režimech při napětí pod 3,1 V, driver pomocí LED dvakrát problikne (zvýší střídu 4x) nebo pohasne (sníží střídu na minimum). Probliknutí nebo pohasnutí záleží od aktuální střídy, ale prioritně se pohasíná. Tato indikace se každé 3 minuty opakuje. Pokud napětí vzroste nad 3,2 V, pak tato indikace přestane být aktivní.

Při poklesu napájecího napětí pod 2,8 V se driver po 16 sekundách vypne (Standby). Toto by mělo zabránit hlubokému vybití akumulátoru. Zapnout ho je možné pouze delším odpojením a připojením k napájení. V stavu tomto má spotřebu typicky 3 μ A.

Tento driver má i výstup (IND) pro indikační LED. Pokud napětí klesne pod 3,3 V, pak se na výstupu IND nastaví přibližně napájecí napětí přes odpor R_{IND} . Tím se indikační LED rozsvítí. Pokud napětí klesne pod 2,9 V, pak se indikační LED rozblíká.

Výstup IND je aktivní v proudových režimech a v režimu Strobe. Pokud je driver vypnut (Off) nebo přepnut do SuperLow, tak je výstup neaktivní a sepne se s -. Po přepnutí driveru z Off nebo SuperLow do některého z proudových režimů, se tento výstup nastaví do stavu před vypnutím nebo přepnutím do SuperLow.

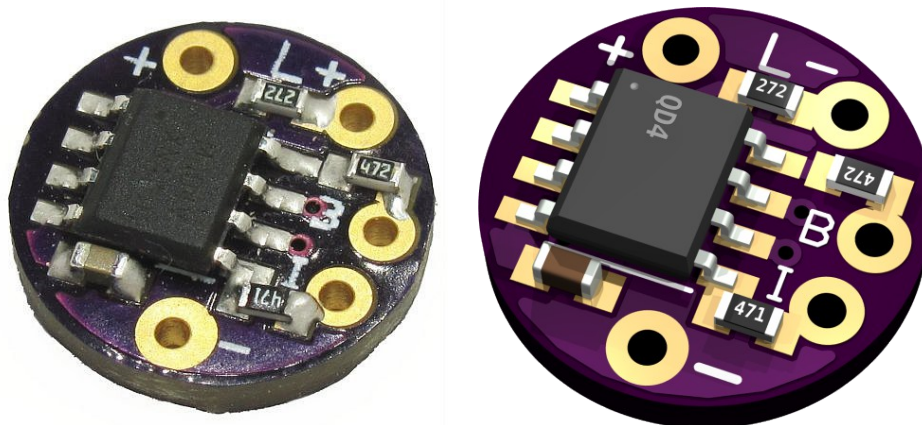
Teplotní ochrana

Teplotní ochrana má zamezit přehřátí driveru. Pokud je LED umístěna tak, že může ohřívat driver, pak tato funkce může nepřímo hlídat i teplotu LED. Po překročení teploty 60°C driver sníží výstupní proud tak, aby se teplota dále nezvyšovala. Při snížení teploty dojde ke zvednutí proudu až na původní hodnotu proudového režimu, při zachování maximální teploty 60°C. Tudiž v tomto režimu driver reguluje vlastní teplotu.

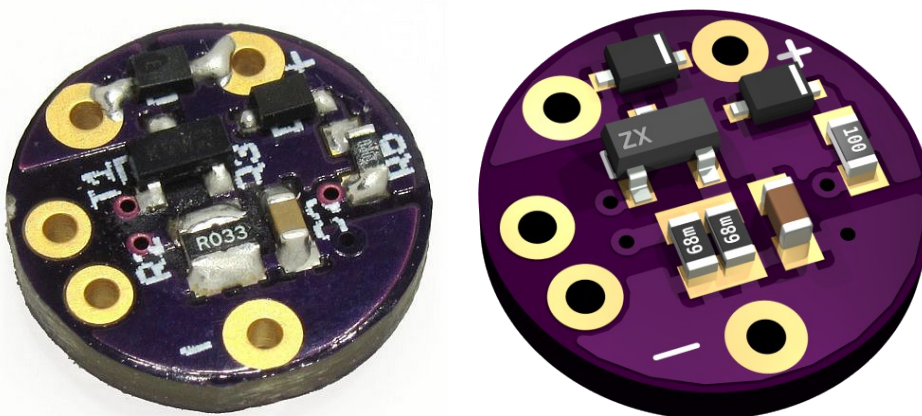
Nadproudová ochrana

Nadproudová ochrana by měla zabránit poškození LED nebo akumulátorů v případě zapojení s akumulátorem s malým vnitřním odporem a přechodovými odpory. Pokud je detekován proud větší než limit proudového omezení (Graf 1), pak se driver po 16 sekundách vypne. Poté je potřeba na chvíli odpojit driver od napájení. To by mělo být znamením, že je potřeba zvětšit odpor k LED. V tom případě se zapojí odpor mezi driver a LED. Může se postupně zvětšovat a takto zjistit správnou velikost. Je vhodné toto zkoušet při nabití baterii.

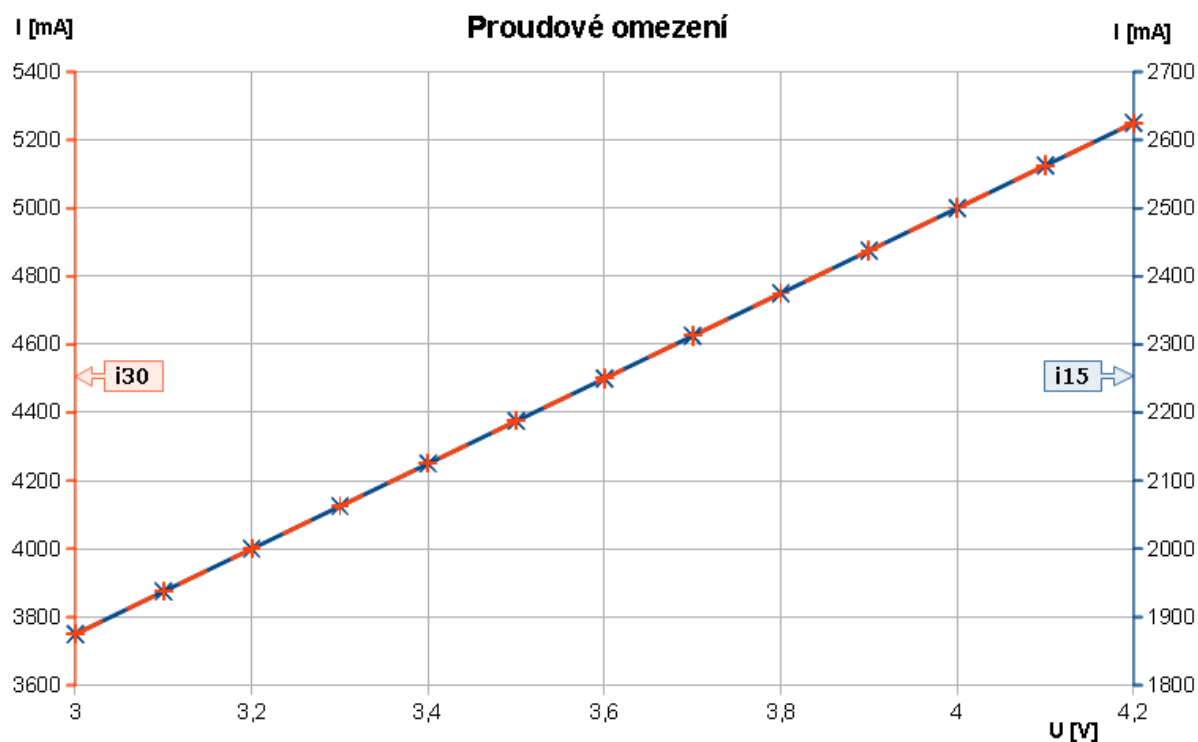
Průběh omezení je nastaven tak, aby většina zapojení fungovala. Takže je se zmenšujícím se napětím klesající, kvůli většímu proudu tekoucímu obvodem při nabitém akumulátoru.



Obr. 4: Horní strana



Obr. 5: Spodní strana



Graf 1: Vypočítaná závislost proudového omezení na napájecím napětí

Historie úprav

Datum	Revize	Změny
5. března 2013	0	Předběžné vydání
9. března 2013	1	Úprava proudové a napěťové ochrany – prodleva 16 sekund před vypnutím, upraveny limity
24. června 2013	2	Změna proudu Mid z 250 (125) mA na 300 (150) mA
27. června 2013	3	Změna teploty u teplotní ochrany z 70°C na 60°C