

## Elektronická poistka do domáceho laboratória (3.3 - 30 V, 1.1 A)

### Úloha

- 1) Podľa predloženej schémy zapojenia a zoznamu súčiastok navrhnete jednostranný plošný spoj.
- 2) Na centrálné úložisko nahrajte nasledovné súbory (linku pre Váš kraj nájdete na <http://cern.ch/zenit>):
  - a. Návrh plošného spoja z Eaglu (brd súbor označšným Vaším menom, alebo súťažným číslom)
  - b. Vygenerovaný tlačový výstup (vo formáte PDF) strana plošných spojov s rozmiestnenými súčiastkami
- 3) Návrh preneste na dosku plošného spoja a plošný spoj vyrobte
- 4) Osadte súčiastky a zapojenie oživate

### Úvod

Elektronická poistka je užitočný doplnok výbavy domáceho laboratória. Jej úlohou je chrániť pripojený obvod pred nadprúdom, napríklad pri oživovaní, alebo testovaní rôznych zariadení. Na rozdiel od klasickej tavnej poistky je elektronická poistka vratná (funkcia sa obnoví stlačením tlačidla), dá sa nastaviť jej reakčný čas a poistka vybaví pri presne stanovenej, používateľom voliteľnej hodnote nadprúdu. Modul elektronickej poistky sa zapája priamo do zdierok napájacieho zdroja.

### Popis zapojenia

Elektronická poistka meria pretekajúci prúd pomocou odporového bočníka R19 a komparátorom IC1a ho porovnáva s nastavenou prahovou hodnotou (výstup spínača S1). V prípade, že pretekajúci prúd presiahne prahovú hodnotu poistka vybaví a tranzistor T1 rozpojí kladný pól napájacej vetvy medzi zdrojom a napájaným obvodom.

Napájanie (2,5 V) riadiacej časti zabezpečuje napäťová referencia IC3, typu TL431 (funguje podobne ako Zenerova dióda). Kondenzátor C1 je nutný na zabezpečenie stability TL431, v opačnom prípade by mohol obvod kmitať. Poistka bola navrhnutá pre minimálne pracovné napätie cca. 3,3 V. Predradné rezistory R2, R8, R15 určujú jej minimálny a maximálny prevádzkový prúd a boli zvolené ako zložitý kompromis pre súťaž ZENIT. Ak poistku prevádzkujete dominantne pri nízkych napájacích napätiach (3,3 - 15 V) je vhodné hodnoty rezistorov znížiť na polovicu a naopak, ak poistku prevádzkujete dominantne pri vyšších napätiach (>15 V) je vhodné ich hodnoty zvýšiť na dvojnásobok. Pre pokrytie celého rozsahu pracovného napätia 3,3 - 30 V je vhodné IC3 (a jeho predradné rezistory) nahradiť stabilizátorom napätia s nízkym úbytkom, napr. LP2950, alebo podobným.

Rezistor R19 slúži ako bočník na meranie prúdu. Zapojenie poistky je navrhnuté pre nominálny úbytok napätia 100 mV na bočníku. Na neinvertujúci vstup IC1A je pripojené referenčné napätie, poistka vybaví pri prekročení tohoto napätia. Referenčné napätie je nastaviteľné pomocou DIP prepínača v 16-tich stupňoch. Rezistory R6, R7, R9, R10, R11, R12, R13, R16 a DIP spínač S1 slúžia ako 4-bitový číslicovo analógový prevodník. Každá kombinácia mikrosplínačov nastavená na S1 predstavuje presnú a známu hodnotu vybavovacieho prúdu poistky (viď. tabuľka). Zmenou hodnoty bočníka je možné zvýšiť/znížiť hodnotu tohoto prúdu. Tranzistor T1 podporuje maximálny prúd až 10 A (s 10 mOhm bočníkom).

Elektronická poistka umožňuje jednoduchým spôsobom riadiť rýchlosť vybavenia ochrany. Rezistory R18 a R20 a C2 tvoria integračný článok s časovou konštantou 2,7 ms (spínač S1.5 zapnutý), alebo 120 ms (spínač S1.5 rozpojený). Poistka nebude reagovať "okamžite" ale s určitým časovým oneskorením. Vyskratovaním rezistora R18 pomocou DIP prepínača S1.5 dôjde skráteniu RC konštanty a zrýchleniu reakcie poistky na nadprúd.

IC2A je bi-stabilný preklápací obvod typu R-S, reagujúci na logickú úroveň 0. Logická úroveň 1 na výstupe Q aktivuje spínač T1 a poistka "vedie", logická úroveň 0 znamená poistku rozpojenú. Tlačidlom S2 sa poistka resetuje. Tranzistor T1 má obmedzený rozsah napätia medzi gate a source, maximálne 25 V. Aby sme mohli použiť elektronickú poistku aj pre napätia vyššie ako 25 V je nutné riadiť hradlo T1 sofistikovanejším spôsobom. Tranzistory T2 a T3 tvoria tzv. prúdové zrkadlo, ktoré zabezpečí konštantný prúd pretekajúci rezistorom R1. Tranzistor T1 teda bude buď úplne uzavretý ( $V_{GS} = 0$  V), alebo bude úplne otvorený ( $V_{GS} \sim 3,7$  V) bez ohľadu na hodnotu napájacieho napätia obvodu.

Nevyužitú hradlá integrovaných obvodov IC1B a IC2B sú neutralizované pripojením vstupov na definované potenciály.

## Návrh plošného spoja

Zapojenie elektronickej poistky je pomerne jednoduché s ohľadom na počet súčiastok. Výzva pre súťažiacich je ale v použití súčiastok pre povrchovú montáž a v požiadavkách na návrh plošného spoja.

Plošný spoj navrhujte spojmi o minimálnej šírke 0,6 mm. Nepoužívajte polygóny. V prípade potreby použite drôtové prepajky. **Dosky sa nevrátajú, všetky súčiastky sú osadené na vrchnej strane** (vrátane DIP spínača S1 a LED). Všetky súčiastky aj prepajky musia byť na tej istej strane plošného spoja.

Plošný spoj navrhnete tak, aby **vstupné aj výstupné svorky mali štandardný rozostup 19 mm**. Banániky na vstupe aj výstupe sú prispájkované priamo na plošnom spoji. Plošný spoj navrhnete tak, aby sa celý modul dal priamo zapojiť do zdierok napájacieho zdroja. Doska musí byť dostatočne malá a úzka, tak, aby neblokovala ostatné kanály napájacieho zdroja.

### Použitie Autoroutra nie je povolené!

**Kategória B:** veľkosť a tvar plošného spoja nie je obmedzený zadáním, použite dodaný materiál. Kompaktné návrhy, zohľadňujúce charakter prístroja budú hodnotené vyšším počtom bodov ako rozmerné, rozľahané, neorganizované motívy.

**Kategória A:** veľkosť a mechanické prevedenie plošného spoja sú obmedzené zadáním na plochu dosky **nie väčšiu ako 80 mm x 35 mm**.

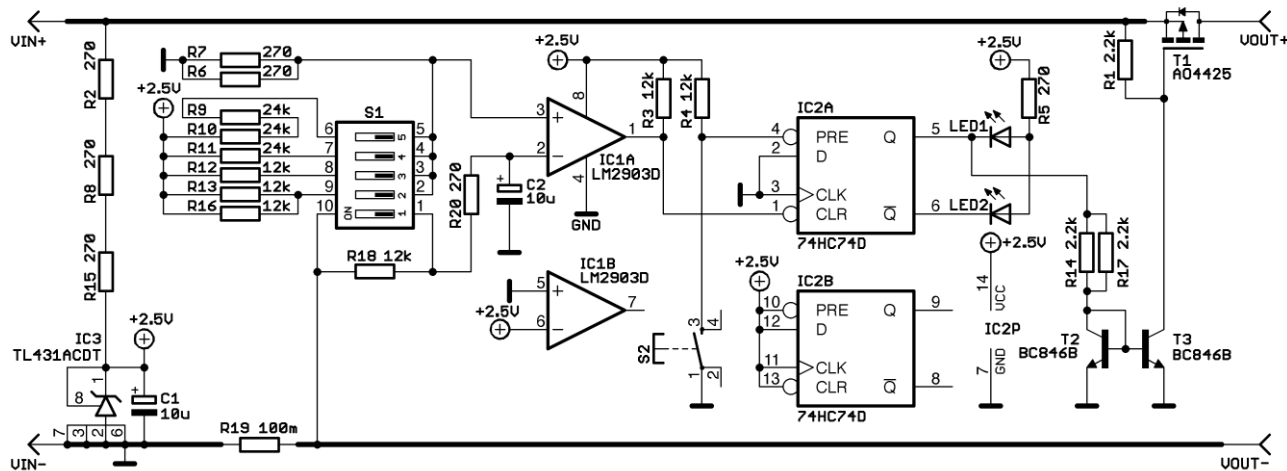
Najnižšie budú hodnotené návrhy náhodnej veľkosti, ťažko pripojiteľné ku laboratórnym prístrojom.

## Nastavenie parametrov poistky (DIP prepínač S1)

S1	S2	S3	S4	S5	Prúd. limit (A)
x	0	0	0	0	---
x	0	0	0	1	0.070
x	0	0	1	0	0.140
x	0	0	1	1	0.210
x	0	1	0	0	0.278
x	0	1	0	1	0.348
x	0	1	1	0	0.418
x	0	1	1	1	0.488
x	1	0	0	0	0.000
x	1	0	0	1	0.070

S1	S2	S3	S4	S5	Prúd. limit (A)
x	1	0	0	0	0.550
x	1	0	0	1	0.620
x	1	0	1	0	0.690
x	1	0	1	1	0.760
x	1	1	0	0	0.828
x	1	1	0	1	0.898
x	1	1	1	0	0.968
x	1	1	1	1	1.038
0	x	x	x	x	pomalá odozva
1	x	x	x	x	rýchla odozva

## Schéma zapojenia



## Zoznam súčiastok

Počet	Súčiastka	Hodnota	Poznámka
3	R1, R14, R17	2.2k	Rezistor SMD 1206
7	R2, R5, R6, R7, R8, R15, R20	270	Rezistor SMD 1206
6	R3, R4, R12, R13, R16, R18	12k	Rezistor SMD 1206
3	R9, R10, R11	24k	Rezistor SMD 1206
1	R19	100 mΩ	Rezistor SMD 2512
2	C1, C2	10uF/10V	Kondenzátor tantal SMD veľkosť A
1	IC1	LM2903D	Komparátor SMD SO8
1	IC2	74HC74D	Dvojitý R-S flip-flop SMD SO14
1	IC3	TL431ACDT	Referencia napätia SMD SO8
2	T2, T3	BC846B	Tranzistor NPN SMD SOT23
1	T1	AO4425	Tranzistor P-MOS SMD SO8
2	VIN+, VIN-	GC4010-M	Banánik do plošného spoja
2	Vout+, Vout-	GC4010-F	Zdierka do plošného spoja
1	LED1	L934LGD	LED zelená
1	LED2	L934LID	LED červená
1	S1	BD05	DIP spínač 5 pozícií
1	S2	DTSM-61N-V-B	Mikrospínač SMD SPST-NO

Autori:

Ing. Peter Adamec, Adam Lassak, Ing. Jaromír Sukuba, Juraj Tvarožek, doc. Ing. Daniel Valúch, PhD.

Kontakt: [daniel.valuch@cern.ch](mailto:daniel.valuch@cern.ch)