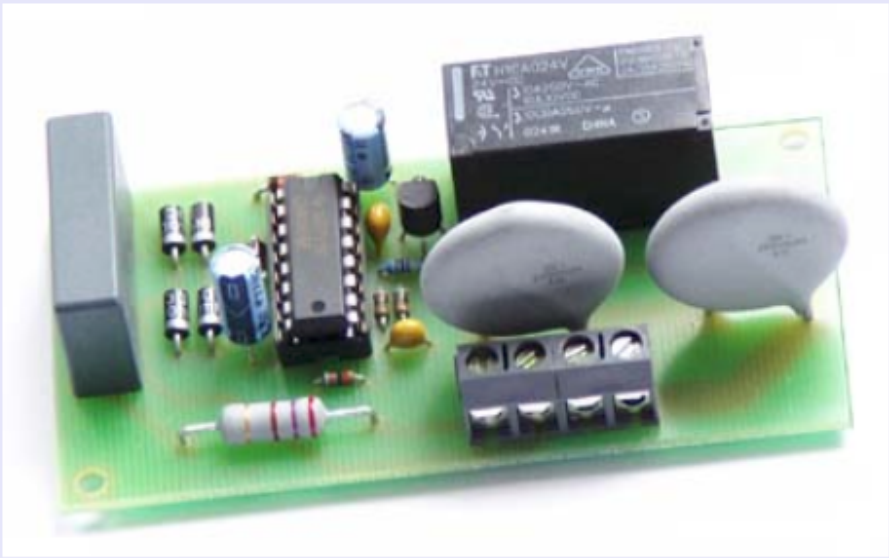
Obvod soft startu pro napájecí zdroje

Nárazový proud při zapnutí zdroje dokáže pěkně potrápit, ať jde o běžný staniční zdroj 13,8V/20A s kvalitním transformátorem na toroidním jádru nebo o velký PA. Proto bývá nutné tento proud omezit. Běžně se k tomu používají výkonové odpory, dimenzované na 10 - 30 W. Odpory musí snést nárazový proud celého zdroje. Ty pak bývají po určitém čase (většinou 1-5 s) zkratovány pomocí relé. Bohužel však často narazíme na konstrukce, kde je odpor v primáru transformátoru zapojen trvale, takto je "řešen" např. jeden zdroj 13,8V/20A, který byl svého času komerčně nabízen mezi radioamatéry.

Asi nejlepším řešením je obvod, který publikoval Pavel Meca v [1]. Využívá výkonové NTC termistory s časovačem, který zajistí zkratování termistorů po cca 3 sekundách. Obvod se vyráběl jako stavebnice, příp. hotový modul a byl v nabídce plzeňské firmy MeTronix za 195 Kč.



SSM01 - Možno objednat jako stavebnici s označením **MS22050** nebo jako sestavený modul. Použitelné pro audio zesilovače i pro omezení nárazového proudu pro výkonové halogenové žárovky.
Vhodné pro trafa do 1,5kW (2kW).

Přednosti proti jiným podobným modulům:
1) Přímé napájení ze sítě. Moduly, které jsou napájeny z výkonového trafa, mohou při případném problému zesilovače způsobit nepříjemnosti, protože relé z důvodu malého napájecího napětí nemusí spolehlivě sepnout a výkonové odpory mohou způsobit požár

2) Použití výkonových termistorů místo výkonových odporů. Moduly s výkonovými odpory mohou při poruše relé způsobit požár, protože nevydrží trvalý proud trafa.

3) Použité zapojení pokaždé (i při sebekratším odpojení napájení) dodrží čas 3 vteřiny pro opožděné sepnutí relé. Některé moduly používají pouze RC člen pro dosažení vhodného času a tedy při krátkodobém výpadku napájení spolehlivě "vyhodí" jistič !

4) Někteří prodejci z důvodu být co nejlevnější, nabízí pro omezení nárazového proudu trafa pro audio zesilovače **pouze termistor.** Samotný termistor je vhodný pouze pro trvalý proud a ne pro audio zesilovače, kde proud primáru velmi kolísá.

Obr. 1. Stavebnice MeTronix MS 22050

Tento obvod, postavený ze stavebnice, používám v zdroji 13,8V/20A již nejméně 4 roky k plné spokojenosti a vím o desítkách dalších uživatelů, kteří s ním mají ty nejlepší zkušenosti. Pro nový zdroj jsem opět potřeboval tuto stavebnici, ale zjistil jsem, že firma již nefunguje, nedostal jsem ani odpověď na svoji objednávku. Rozhodl jsem se proto zapojení "revitalizovat", nechat vyrobit nový, kvalitnější plošný spoj a v případě zájmu nabídnout ostatním buď jako stavebnici, příp. jako hotový oživený modul.

Proč termistor?

Mnohem výhodnější, než odpor je použít NTC termistor (zahřívá se průchodem proudu a jeho odpor klesá). Výkonové termistory, používané v obvodech pro omezování nárazového proudy jsou mnohem větší, než běžné termistory, používané např. k měření teploty. Vyrábějí se ze sintrovaných kysličníků ve formě disků o průměru 12 - 35 mm, mívají tloušťku 3 - 8 mm a bývají opatřeny tlustými vývody. Dokážou absorbovat velké množství energie - malý disk o průměru 12 mm běžně 75 J (Joule), střední typy použité

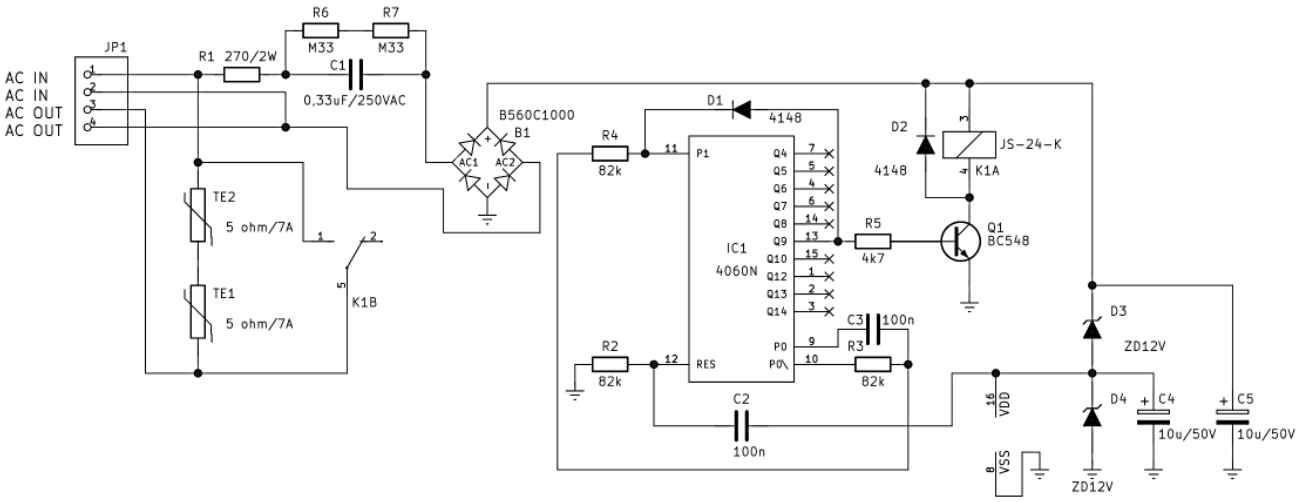
v tomto zapojení 200 - 300 J a velké o průměrech přes 30 mm a tloušťce kolem 7 mm až 900 J. Při pokojové teplotě mívají odpor řádu jednotek ohmů a průchodem proudu se zahřívají, čímž jejich odpor klesá na hodnoty kolem 0,1 ohmu. Např. termistor MF72-005D20, použitý v tomto zapojení má 5 ohmů a je určen pro proud až 7A. V zahřátém stavu má odpor 0,087 ohmu. Termistor bývá často zapojen v síťovém vstupu zdroje trvale, takové řešení je však vhodné pouze pro přístroje s konstantním odběrem, nikoli však pro transceiver či PA, který má při příjmu minimální odběr, avšak při vysílání jeho příkon mnohonásobně vzroste. Proto je vhodné termistor zkratovat pomocí relé.

Termistor má oproti odporu následující výhody:

1. snese větší nárazový proud
2. v případě výpadku relé je sice termistor zapojen trvale a hřeje, ale k větším škodám nedojde
3. lze nastavit delší čas pro nabití kondenzátorů bez rizika, že si vytvoříme odporové topení

Zapojení obvodu

Schéma zapojení je prakticky totožné s publikovanou verzí, jediným rozdílem je použití usměrňovacího můstku B560C1000 (DB107) místo původních 4 diod 1N4007. Dalším rozdílem oproti [1] je uspořádání součástek na jedné straně desky, čistější konstrukce (např. žádná součástka není umístěna dovnitř objímky IO CD4060) a použití profesionálně vyrobené, oboustranné desky plošných spojů. Domácí výroba "tišťáku" proto nepřichází v úvahu, data ve formátu Gerber však lze použít v objednávce u vhodného výrobce, např. [2].

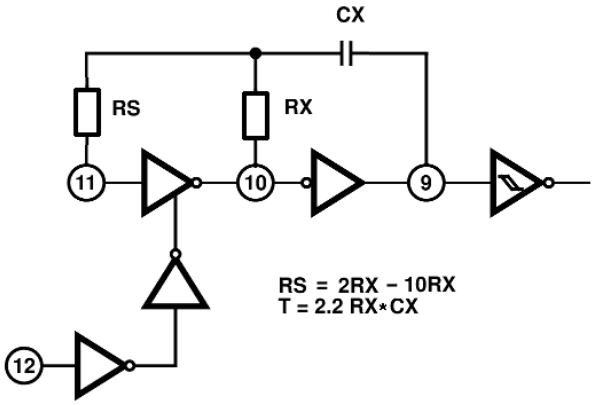


Obr. 2. Schéma zapojení soft start modulu

Obvod (obr. 2) je napájen přímo ze sítě, což se nemusí líbit milovníkům obvodářské čistoty, ale jeho nespornou výhodou je, že funguje i v případě problémů se síťovým transformátorem, kdy dojde k normálnímu přerušení pojistky a ne k ohňostroji, zapřičiněnému odporem, příp. termistorem v primáru.

Pro omezení výkonové ztráty je použit fóliový kondenzátor C1 0,33 µF/400V v sérii s odporem 270 ohmů/2W. Kondenzátor C1 musí být velmi kvalitní, záleží na něm bezpečnost celého obvodu, použijeme proto fóliový typ Wima (MKC, MKP či MKS). Hodnota 0,33 µF stačí k napájení obvodu, jehož odběr nepřekračuje 20 mA. Odpory R6 a R7, zapojené paralelně ke kondenzátoru C1 jsou vybíjecí.

Časovač s obvodem 4060 je nastaven tak, aby došlo k přemostění termistorů (použity 2 ks v sérii) přibližně za 3 sekundy. Čas je dán jednak kmitočtem oscilátoru (obr. 3)



Obr. 3. Kmitočet vnitřního oscilátoru obvodu 4060 (v tomto zapojení hodnotami C3 a R3)

a pořadím vývodu čítače, ke kterému je připojen tranzistor, spínající relé, zde Q9 (vývod 13). Pokud se objeví na výstupu Q9 logická jednička, je pomocí D1 zablokován oscilátor a relé, ovládané tranzistorem Q1 sepne. RESET čítače je zajištěn pomocí RC členu R2 C2. Odpor R5 omezuje proud báze Q1, dioda D2 je ochranná.

Obvod je napájen napětím 12V, které je stabilizováno Zenerovou diodou D4, relé napětím 24V, určeném sériovou kombinací D3 a D4. Kondenzátory C4 a C5 jsou filtrační.

Stavba a součástky

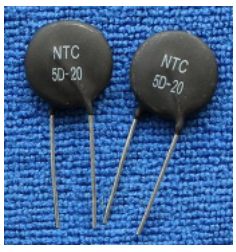
Rozpis součástek je uveden v následující tabulce (tab. 1):

Ozn.	Popis	Poč.	Hodnota/typ
B1	usměrňovací můstek, pouzdro DIL	1	B560C1000
C1	kondenzátor Wima MKP10 400V	1	0,33uF/250VAC
C2, C3	kondenzátor keramický X7R	2	100n
C4, C5	kondenzátor elyt RM5	2	10u/50V
D1, D2	dioda Si	2	1N4148
D3, D4	dioda Zener 12V/1,3 W	2	ZD12V
IC1	14-stupňový čítač/dělič/oscilátor DIP-16	1	4060N
JP1	svorkovnice do PCB	1	MV254/5,08/5
K1	relé Takamisawa 24V	1	JS-24-K
Q1	tranzistor NPN TO92	1	BC548
R1	odpor RM 15mm 2W	1	270
R2, R3, R4	odpor RM 10mm 1/4W	3	82k
R5	odpor RM 10mm 1/4W	1	4k7
R6, R7	odpor RM 10mm 1/4W	2	M33
TE1, TE2	termistor výkonový 5 ohm/7A	2	MF72-005D20
	objímka IO DIP-16	1	

Většinu součástek seženeme v běžném maloobchodě. Problematické může být pouze relé JS-24-K, případně fóliový kondenzátor Wima. Náhrady či ekvivalenty neshánějte, znamenalo by to jen zhoršení spolehlivosti. Nejobtížněji se shánějí termistory, které bývají v naší maloobchodní síti jen zřídka a mohou být drahé (až 72 Kč/ks). Je vhodné je zakoupit na eBay. Použít lze dva typy - buď větší 5D20, ve většině případů však vyhoví i menší 5D15.

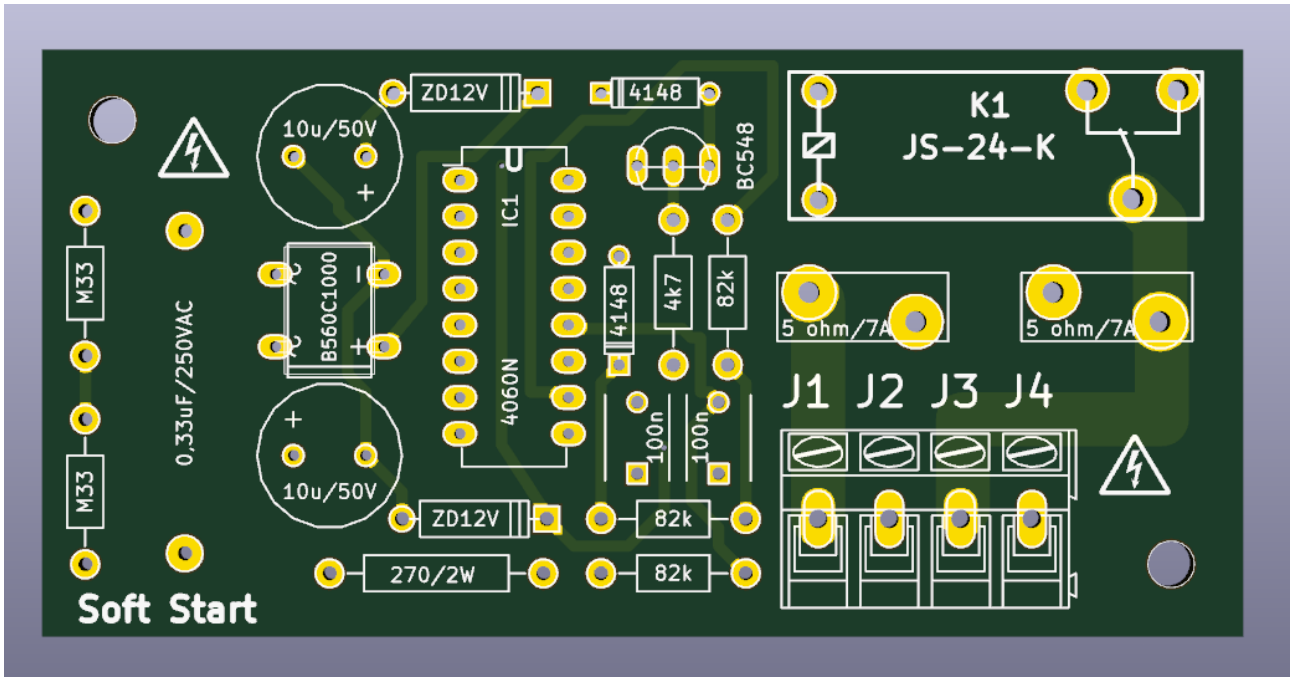




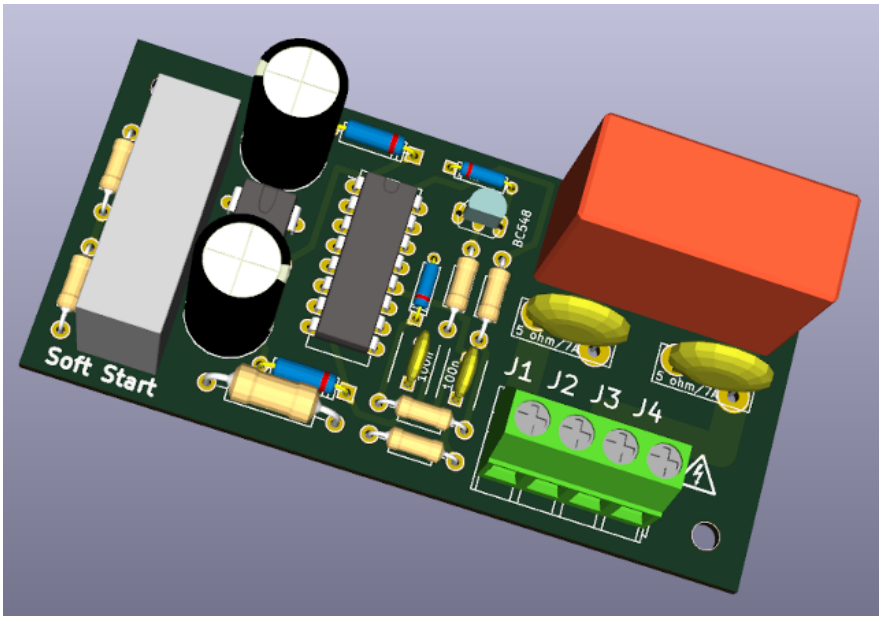
Hůř dostupné součástky

Plošný spoj osadíme dle potisku na desce (obr. 4).

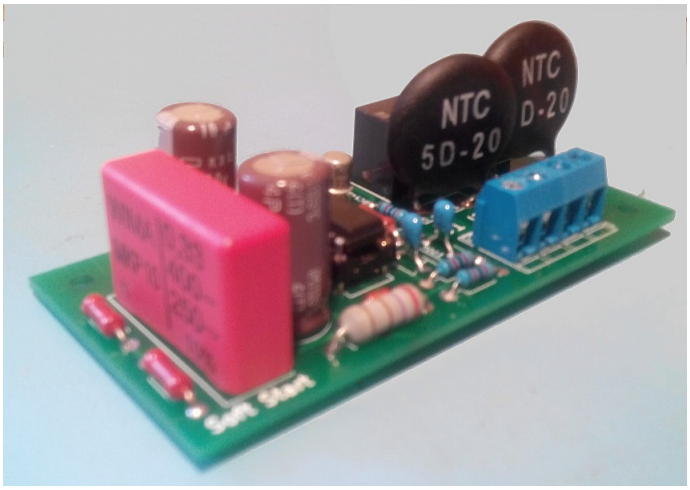


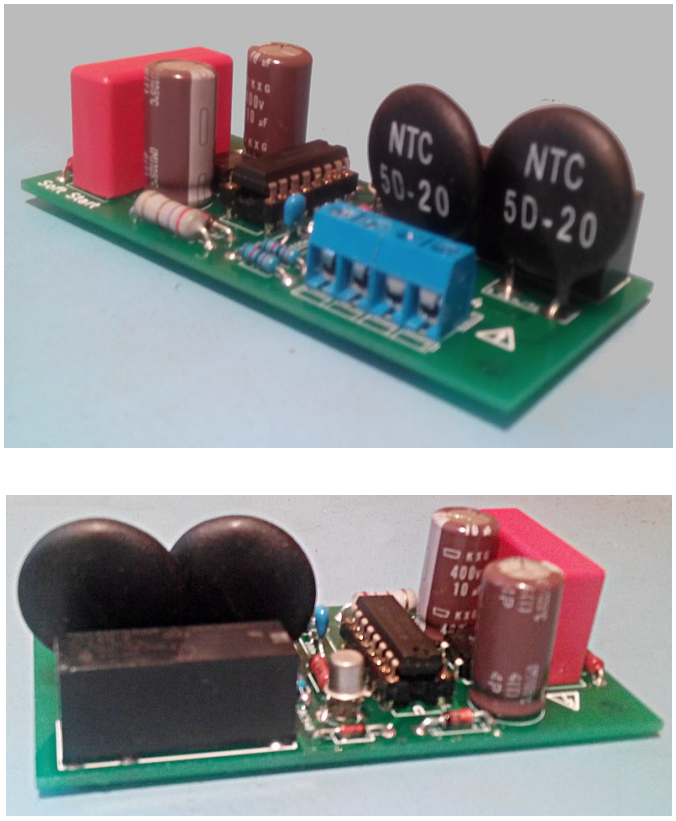
Obr. 4. Osazovací plán desky

Osazená deska bude vypadat dle prototypu (obr. 5):



Obr. 5. Prototyp osazené desky





Obr. 6. Hotový modul soft startu

Odkazy:

[1] Pavel Meca: Omezovač nárazového proudu pro výkonové zesilovače, AR4/2002, str. 15 - 16

[2] Výroba PCB https://www.seeedstudio.com/fusion_pcb.html

73 de OK1RR

pro web OKDXF červenec 2016