

VN Zdroj 0 až 30 kV

Martin Brož - DELTA4



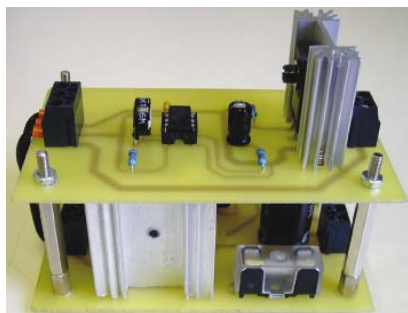
VN Zdroj tak pod tímto názvem se ukrývá zařízení které dokáže generovat vysoké napětí od 0 do 30 000 V. Již mnohokrát bylo toto zařízení popsáno, a jistě najdete mnoho variant zapojení. Univerzálnost tohoto zařízení je však v popisu, jak zapojit jeden z dnes nejpoužívanějších VN transformátorů od firmy HR, které jsou špičkou mezi těmito transformátory.

Technické údaje

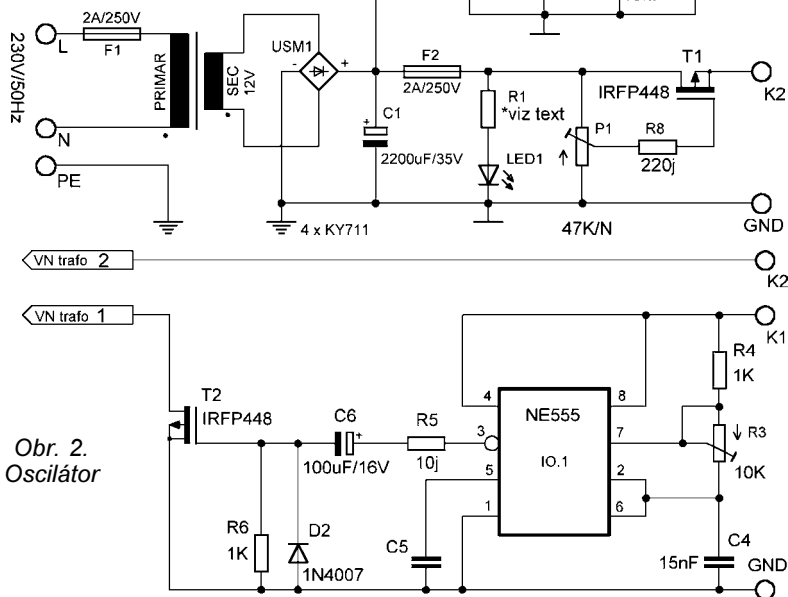
Napájecí napětí: 12 až 30 V/46 VA.
 Výstupní napětí: 0 až 30 000 V.
 Regulace: napěťová.
 Indikace: zapnuto zařízení,
 zapnut oscilátor.
 Délka jiskry: 0 až 40 mm.
 (záleží na napájení).

Upozornění

Nemějte mi za zlé, že než se pustíme do stavby přístroje, dám vám malé kázání ohledně vysokého napětí, se kterým se v tomto zapojení určitě setkáte! Takže prvním pravidlem je dávat maximální pozor, abyste se nedotýkali živých částí (konce vodičů)



Obr. 1. Napájecí zdroj s regulátorem



pokud jsou pod proudem! Druhým život zachraňujícím pravidlem je: všechny úpravy dělat při vypnutém napájení (nemyslí se vypnutím vypínače, ale odpojením transformátoru od síťového napětí). Další možnosti ochrany je použít oddělovací transformátor, případně ochranné pomůcky jako jsou například dobré gumové rukavice (ne ty na mytí WC), dobře odizolované nářadí a další.

Popis zapojení

V zapojení jsou dobře znatelné tři hlavní části. První z nich je Napájecí obvod s regulátorem výkonu, druhou je pak následně AKO (Astabilní Klopný Obvod), a třetí je koncová část z VN transformátorem.

Napětí do obvodu jde ze sítě přes transformátor, nebo z nějakého vnějšího zdroje, který je schopen dodávat střídavé napětí od 12 do 30 V a příkon okolo 46 VA. Když tedy vlastníme použitelný transformátor, lze vybudovat obvod usměrňovačem.

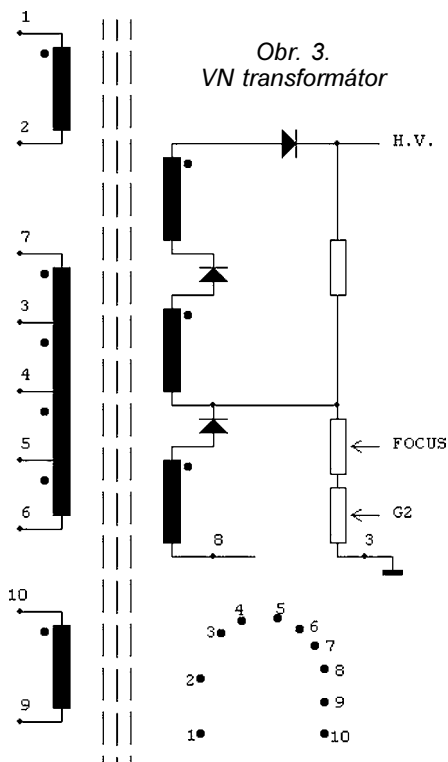
V našem případě USM1 lze použít již připraveného můstku, nebo lze



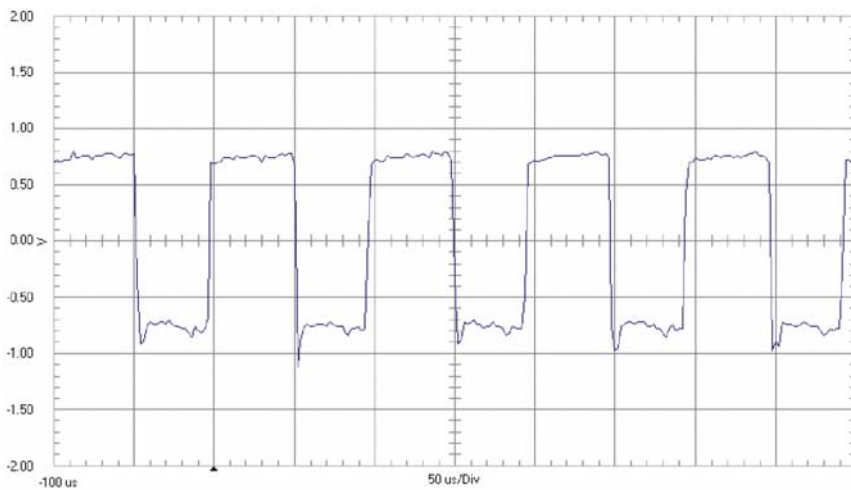
můstek složit z diod, např. KY711. Dobře se také osvědčily různé diody ze starých počítačových zdrojů. Které jsou většinou sprázeny v pouzdrch po dvou! Na Internetu jsou tyto pouzdra dobře zdokumentována. V každém případě nezapomínejte vybavit usměrňovač chladičem. Po usměrnění napětí, je dále do obvodu zařazen filtrační kondenzátor C1, který má jen jediný úkol a tím je odfiltrování nejen různých záněhů, které se vrací od VN transformátoru, ale hlavně vyhladit napájecí napětí. Jednou z důležitých součástek obvodu je pojistka, ve schématu pod označením F1 a F2, tu volíme podle parametrů napájecího zdroje, nejčastěji však stačí 2 A/250 V. LED1 signalizuje napájecí napětí. R1 pro napětí odvodíme ze vzorce:

$$R = (U_t - U_d) / I_d$$

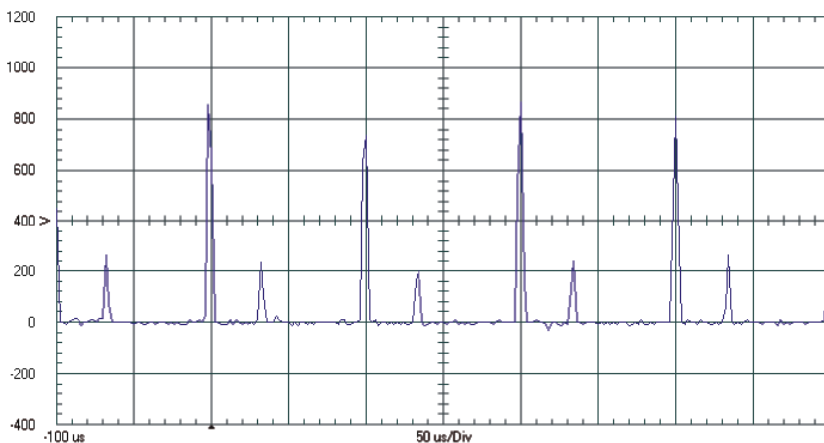
U_t je napětí celkové, U_d je napětí diody 2 V a I_d je proud diody 0,02 A (červená LED).



Obr. 3. VN transformátor



Obr. 4. Výstupní napětí na vývodu 3 IO1



Obr. 5. Upravený signál pro buzení VN transformátoru

Pro napájení oscilátoru (AKO) je zde připojen ještě stabilizátor 7812 (IO2) který dodává stabilizované napětí 12 V, Pozor jen pro zajímavost podotýkám, že stabilizátor je určen pro napětí od 14 do 30 V, takže pokud v obvodu máte větší napětí, může se stát, že stabilizátor se s vámi ani nerozloučí a „odejde“. A protože se v obvodu za stabilizátorem vyskytují také kondenzátory je stabilizátor opatřen diodou D3, která zamezuje zničení stabilizátoru zpětným napětím. Kondenzátory C2 a C3 jsou zde pouze jako filtrační. K regulaci výkonu je použit tranzistor, do jehož báze (Gate) je vpouštěno napětí přes potenciometr R8 a P1, který v tomto případě pracuje se stejným principem jako

napěťový dělič. Tím jsme dokončili první funkční celek a tím je zdroj s regulátorem výkonu.

Druhým blokem je Oscilátor (AKO). Ten generuje frekvenci pro buzení primárního vnutí VN transformátoru o kmitočtu asi 15 kHz (Ze zkušenosti:

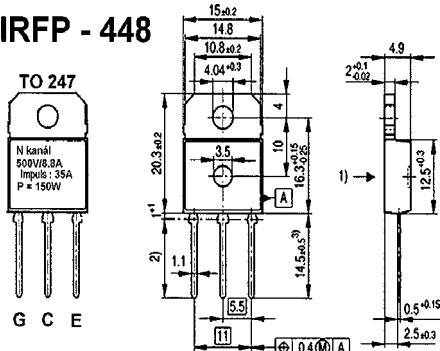


Obr. 8. Měření vinutí

Je to u každého transformátoru jiné.) Což je však také frekvence, která je předepsaná pro tyto transformátory, a při které mají nejlepší vlastnosti. Generování tohoto kmitočtu zajišťuje již dobře známý obvod časovače NE555 (IO1), který pracuje v astabilním režimu. Nastavujeme u něj délku činnosti a nečinnosti odporovým trimrem R3 (volba správné pracovní frekvence) R4 a C4. Na obr. 4 můžete vidět jak vypadá výstupní napětí, které lze naměřit na vývodu 3 u IO1.

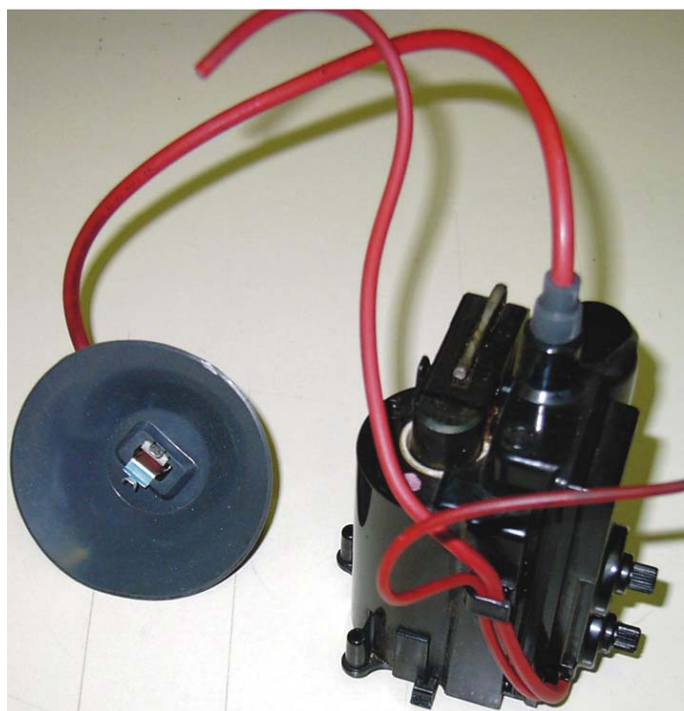
Tento průběh není však moc vhodný pro buzení transformátorů, protože jeho poměr délky impulsu ZAP/VYP by měl být co nejmenší. Tedy signál log. 1 by měl být velmi krátký, a signál log. 0 by měl být natolik dlouhý, aby v transformátoru mohlo zaniknout magnetické pole. Proto jsou do obvodu zařazeny další součástky - kondenzátor C6 a rezistor R5, R6 a dioda D2. Ty nám zajišťují, že poměry log. 1 a log. 0 budou

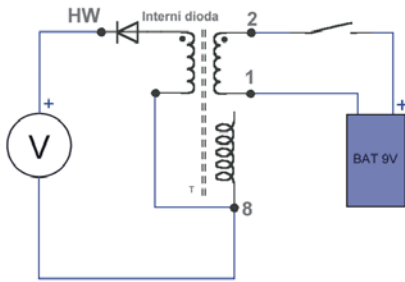
IRFP - 448



Obr. 6. Pouzdro tranzistoru IRFP448

Obr. 7. VN transformátor HR





Obr. 9. Měření transformátoru

nastaveny optimálně. Výsledné hodnoty signálů jsou na obr. 5.

Tento signál je „vpouštěn“ do báze (Gate) tranzistoru T2, zajímavostí je, že tento tranzistor se dá sehnat v každém starém monitoru, kde je užíván pro napájení monitoru v spínaném zdroji. Jeho cena není zanedbatelná, takže když budete rozebírat starý monitor, jistě ho vypájejte, ušetříte tak 100 Kč, a máte dokonalý tranzistor MOS, který spíná až 14 A při 500 V.

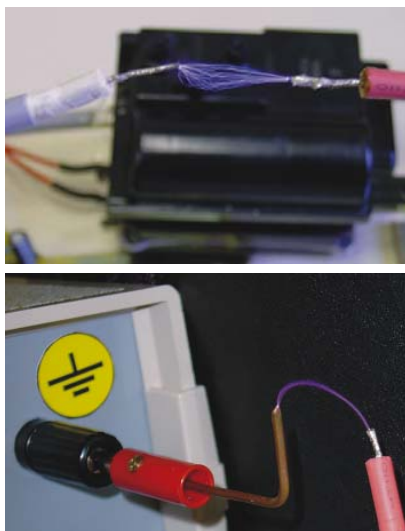
Pokud se vám tranzistor i přesto hřeje, je dobré ho umístit na nějaký starší chladič z PC, a někdy ho lze i opatřit malým větráčkem. Avšak to jde pouze o krajní případy.

Tímto jsem se dostal až k další části, a tou je VN transformátor s jiskříštěm. Ten si však popíšeme až v konstrukčním provedení.

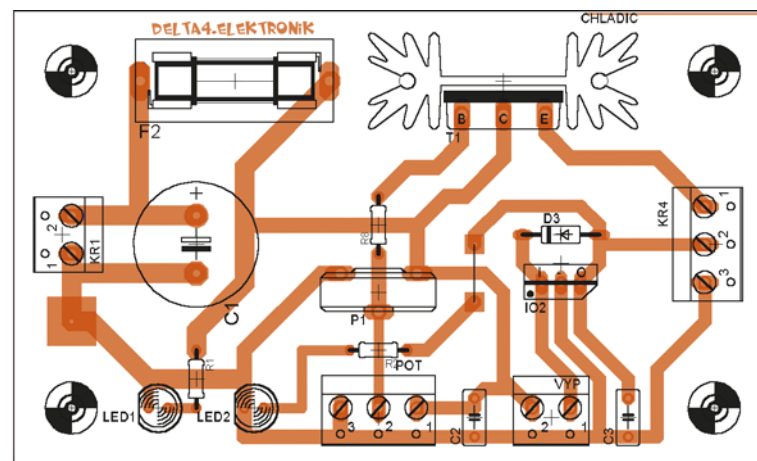
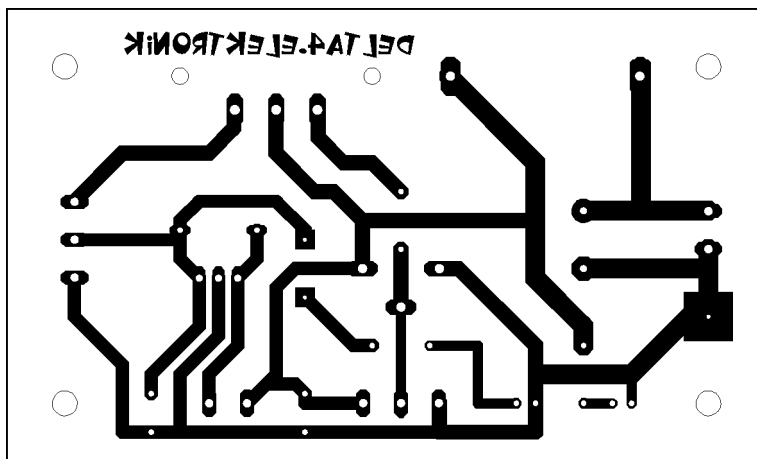
Konstrukční část

Vezměme si to tedy ještě jednou od začátku. Nejprve jsme zkonstruovali napájecí část, nadále oscilátor z koncovým členem, a nyní nám již jen chybí připojit VN transformátor. Jak tedy na to? Důležitým faktorem pro správnou funkčnost je vlastnictví jednoho nebo dokonce více kusů nějakého VN transformátoru, a to nejlépe od firmy HR, takový transformátor je na obr. 7.

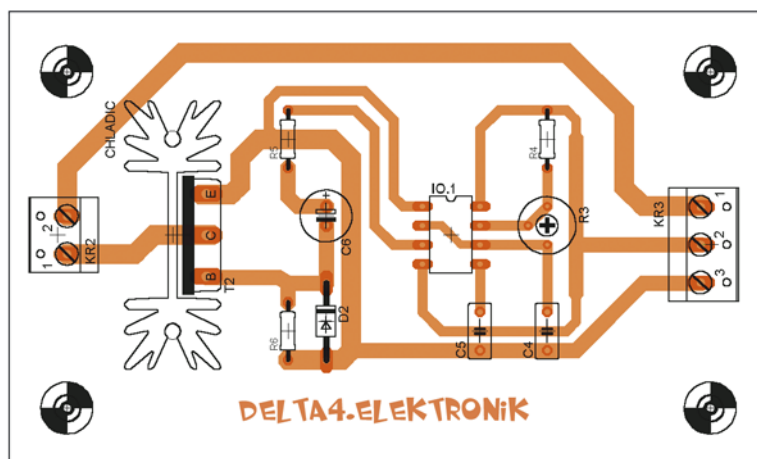
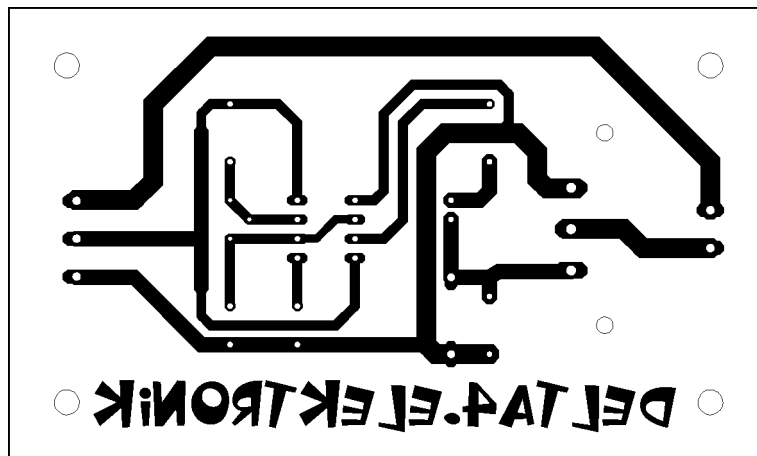
Pokud však nevlastníme transformátor zrovna od firmy HR, může nastat problém z vnitřním zapojením



Obr. 10. Jiskra



Obr. 11. Deska s plošnými spoji zdroje s regulátorem



Obr. 12. Deska s plošnými spoji oscilátoru

transformátoru. Potom máme dvě možnosti sehnat dokumentaci nebo transformátor proměřit a pokusit se zjistit jak je vnitřně uspořádán. Postačí k tomu voltmetr a ohmmetr + baterie 9 V. Nejprve zjistíme, který z vývodů je primární vynutí. Nejčastěji i na cizích transformátorech jsou to vývody 1 a 2, ty poznáme podle toho, že mají mezi sebou větší rozteč vývodů než ostatní. Pokud jsi nejsme jisti, můžeme vzít na pomoc ohmmetr a proměřit si vynutí mezi sebou. Primární cívka by měla v tomto případě mít odpor něco mezi 0,6 až 0,9 Ω (nejčastěji 0,8 Ω).

Jestliže tedy primární vynutí lze považovat za funkční (někdy se může stát, že primární vynutí je přepálené nebo zkratované) lze přikročit k otestování funkcí. K tomuto účelu budeme potřebovat baterii a voltmetr na co největší napětí. Pokud takovýto voltmetr nemáte k dispozici, stačí vám obyčejná doutnavka - např. z vyřazeného startéru zářivky. Připojíme tedy kontakty podle obr. 9, přičemž dáváme pozor na správné zapojení začátku a konce cívek.

V tomto okamžiku pokaždé když stisknete kontakt tlačítka, indukuje se v transformátoru napětí, které se objeví na výstupu HW a lze buď měřit pomocí voltmetru, nebo indikovat doutnavkou. Tímto lze celkem bez obav detekovat, že jak primární vynutí, tak i sekundární je v pořádku, a lze připojit na zdroj s oscilátorem. Jen pro zajímavost při napájení baterií 9 V vzniká na kontaktech napětí okolo 150 V.

Uvedení do provozu

Nejprve ze všeho zkontrolujeme správné osazení/zapojení všech obvodových součástek, hlavně tranzistorů a diod. Nadále pak musíme zkontrolovat pájení, kde největší pozor dáme na studené spoje a zkraty, jelikož ty budou po zapnutí první věc, která by vás mohla připravit o mnoho času při hledání chyby. A taky při 15 kHz se indukuje i na primární cívce dostatečně velké zpětné napětí, na které není příjemné si sahat.

Proto dávejte maximální pozor při oživování pod proudem. Pokud máme zkontrolovány desky s plošnými spoji, můžeme přikročit k jejich propojení dvěma vodiči. Výhodnou možností je také osadit obě desky s plošnými spoji nad sebe, pomocí čtyř distančních sloupků. Následně zbývá jen připojit VN transformátor podle schématu, připomínám ještě jednou, dávejte pozor na to, kde začíná vynutí, pokud ho přehodíte, nebude transformátor dávat žádné napětí. Taky je vhodné na konce vodičů, které pájíte na transformátor, dát do smršťovací

bužírky a po převlečení je smrštít. Tímto bychom měli dokončeno zapojení primárního vynutí. Pokud jde o sekundární vynutí, je celá věc komplikovanější, jelikož odizolovat napětí okolo 30 kV, je velmi obtížné. Nejlépe je dát mezi vývody, které srší, doutnavku, aby se napětí na těchto kontaktech nějak eliminovalo. Nejčastěji se to stává mezi vývody 8, 7 a 6. Vývod 8 je také zem celého sekundárního vynutí, lze jí vyvést jako svorku. HW kontakt nechte tak jak je, tedy můžete zde připájet prodlužovací drát, avšak nezapomeňte ho opravdu pořádně izolovat, jinak vám v místě pájení bude sršet, což zmenšuje výkon.

Pokud máme vše zapojeno, můžeme připojit napájení a zkusit regulaci, mělo by se ozvat jemné bzučení, z bezpečnostních důvodů nedoporučuji na žádnou součástku kromě potenciometru sahat. Správnou frekvenci nastavíme tak, že do jedné ruky si vezmeme šroubovák (izolovaný), kterým ladíme odporový trimr, a druhou se snažíme oddalovat nulový vodič od HW výstupu tak daleko, dokud nám drží jiskru. Pokud se nám vzdálenost zmenšuje, vrátíme potenciometr o kousek zpět, jelikož pracovní bod jsme již přejeli.

Na desce s plošnými spoji není umístěn usměrňovač USM1.

Seznam součástek

R1	Podle napětí viz text
R2, R4, R6	1 k Ω
R3	10 k Ω , trimr, 5 mm
R5	10 Ω
R8	220 Ω
P1	47 k Ω /N

C1	2200 μ F/35 V
C2, C3	10 nF, keram.
C4	15 nF, keram.
C5	100 nF, keram.
C6	100 μ F/16 V
D2	1N4007
D3	1N4148
LED1, LED2	zel. LED, 5 mm
T1, T2	IRFP448 nebo jiný
IO1	NE555 (Nesmí být CMOS)
IO2	7812
KR1, KR2	AKR210/2
KR4, KR3	AKR210/3
F1, F2	2 A/250 V (skleněná)
USM1	4x KY711 nebo jiné
Tr1	230 V/12 V (45 VA)
Tr2 VN transformátor	z TV nejlépe HR
Vyp1	vypínač páčkový
Chladič	ze starého PC zdroje
Držák pojistky	KS20-01
Distance	4x Distanční sloupek
DT1	Doutnavka

Závěr

Závěrem bych vám rád popřál mnoho úspěchů, a hlavně co nejméně úrazů. Pokud budete mít čas a zajímá vás problematika ohledně úrazů elektrickým proudem, zamiřte na webové stránky mého kolegy KPR.

Jinak všechny výše uvedené texty a obrázky a ještě mnoho dalších zajímavostí lze nalézt i na našich internetových stránkách delta4.webpark.cz v elektronické podobě! Sem můžete psát i své problémy, nebo také na: Martin Brož, Nádražní 1532, 39 701 Písek (Delta4@centrum.cz).

Literatura

<http://delta4.webpark.cz>
<http://www.sweb.cz/kpr>

