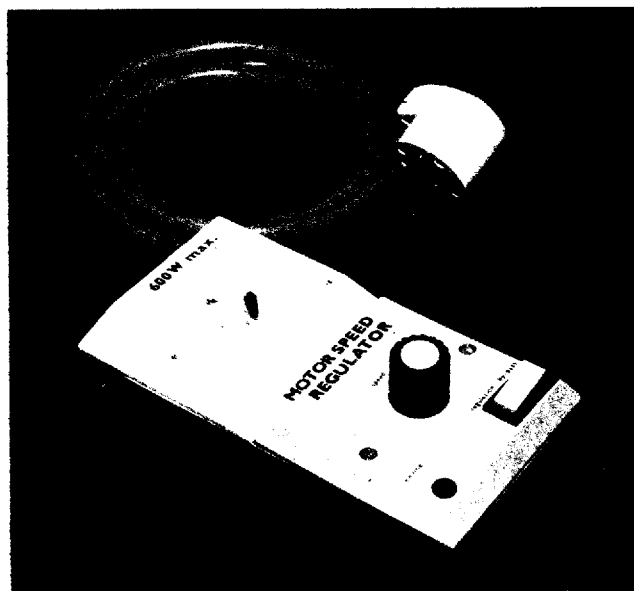


Zpětnovazební regulátor otáček pro vrtačku

Ing. Vladimír Stříbrný, ing. Luděk Pavlus

Při používání vrtačky Narex EV 513D v domácí dílně bylo často potřeba vřtat při nižších otáčkách než tato vrtačka umožňuje. Výsledkem hledání vhodné konstrukce regulátoru otáček je níže popsaná konstrukce, jejíž hlavní předností je to, že nastavené otáčky udržuje bez závislosti na zatížení vrtačky. K výhodám regulátoru patří obvodová jednoduchost, malé rozměry a jednoduchá konstrukce. Při jeho stavbě se žádným způsobem nezasahuje do samotné vrtačky.



Popis funkce

Klasický způsob fázové regulace výkonu triakem (např. s MAA436) je pro daný účel nevhodný, protože velikost kroutícího momentu je úměrná rychlosti otáčení, takže pro malé rychlosti, o které nám především šlo, je moment malý a otáčky závisí na zatížení včetně vrtačky. Tento typ regulátoru (celovinný) je výhodnější pouze pro velké rychlosti otáčení.

Uvedenou nevýhodu řeší princip regulace podle [1]. Pro regulaci otáček se využívá skutečnosti, že v rotoru univerzálního motoru se indukují napětí, které má vzhledem k napájecímu napětí opačnou polaritu (v [1] nazváno „protinapětí“) a jeho velikost je úměrná otáčkám motoru. Napětí na motoru je dáno rozdílem napájecího napětí a protinapětí. Protože je protinapětí závislé na otáčkách, je možno využít jej pro regulaci.

Podrobný popis principu a funkce regulátoru a různé typy zapojení najde případný zájemce v [1], [2] a [3]. Regulátor podobných vlastností byl uveden i v [5], ale k jeho nevýhodám patří obvodová složitost, rozměrnost a pro snímání otáček vyžaduje optické

čidlo, což znemožňuje práci s vrtačkou mimo stojan.

Popis zapojení

Na obr. 1 je úplné zapojení regulátoru. Vlastní regulátor tvoří R1, R2, D3 a Ty, ostatní prvky mají funkce odrušovací, ochranné a pomocné.

Princip regulace je následující. Na řídicí elektrodu tyristoru se přivádí napětí, které se získává rozdílem části napájecího napětí (z běžce potenciometru R2) a protinapětí (na katodě Ty). Bude-li napětí na potenciometru větší než protinapětí, tyristor povede. Sníží-li se otáčky v důsledku zatížení motoru, zmenší se i protinapětí a tyristor se bude otevírat dříve a tím se zvětší napětí na motoru a jeho otáčky. Z uvedeného vyplývá, že je zavedena zpětná vazba na otáčky motoru a tak lze tímto zapojením získat výrazně lepší výsledky než regulací s mnohem složitějšími obvody.

Volba poměru R1 ku R2 ovlivňuje rozsah regulace otáček. Je možno dosáhnout až asi 60 % jmenovitých otáček (jedná se o půlvlnnou regulaci), což není v praxi na závadu, protože jen zřídka je potřeba regulovat od 60 % do 100 % otáček. Použité hodnoty R1 a R2 jsou voleny pro rozsah regulace otáček

0 až asi 40 %. Tím se dosáhne jemnější regulace při malých otáčkách, které jsou využívány častěji. Svítivá dioda D1 slouží k posuvu napětí na běžci R2 o 1,65 V. Kompenzuje úbytek napětí na přechodu řídicí elektroda — katoda tyristoru. Odstraní se tím „prázdný“ běh na začátku dráhy potenciometru, kdy byl tyristor uzavřen a motor se netočil. D1 slouží zároveň jako indikace zapnutí regulátoru. Nedoporučujeme měnit podstatně celkový odpor rezistorů R1 a R2, protože je přes ně dioda D1 napájena.

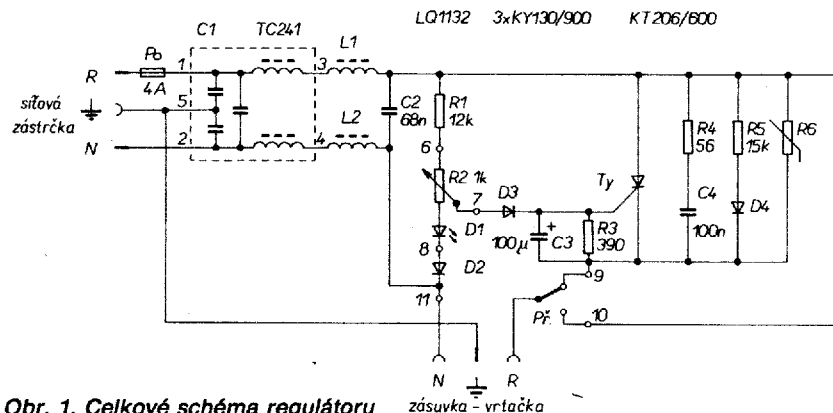
Další součástky slouží jako ochrana řídicí elektrody tyristoru. Jsou to: D3, C3 a R3. Rezistor R3 kompenzuje vliv rozptýlu citlivosti tyristoru, pro citlivější tyristor je R3 nutno zmenšit a naopak (bude popsáno dále).

Při malých rychlostech otáčení a bez zatížení je chod motoru poněkud trhavý. K výraznému zmenšení tohoto jevu napomohlo zvětšení kapacity C3 a zařazení kombinace D4 a R5.

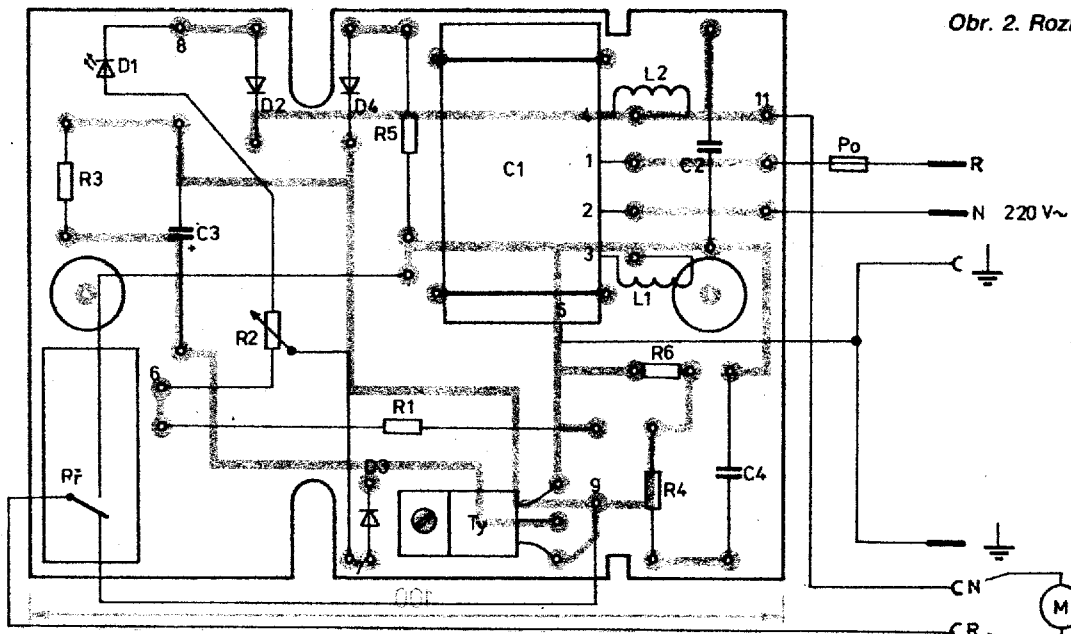
Sériový člen R4 a C4 chrání tyristor Ty před proražením napěťovými špičkami, které vznikají při spínání indukční zátěže, a částečně slouží k odrušení. Jako dodatečnou ochranu před průrazem tyristoru můžeme použít varistor R6, jeho použití však není nezbytné.

Protože při fázové regulaci indukční zátěže tyristorem vzniká široké spektrum rušivých signálů, byla věnována pozornost odrušení regulátoru [4]. Odrušení C1 a C2 je vyhovující v TV pásmech a pásmu VKV, ale v pásmech DV a SV se rušení projevuje zvláště mezi stanicemi (při naladění silné stanice částečně mizí). Toto bylo odstraněno dvěma tlumivkami L1 a L2 o indukčnosti asi 15 mH.

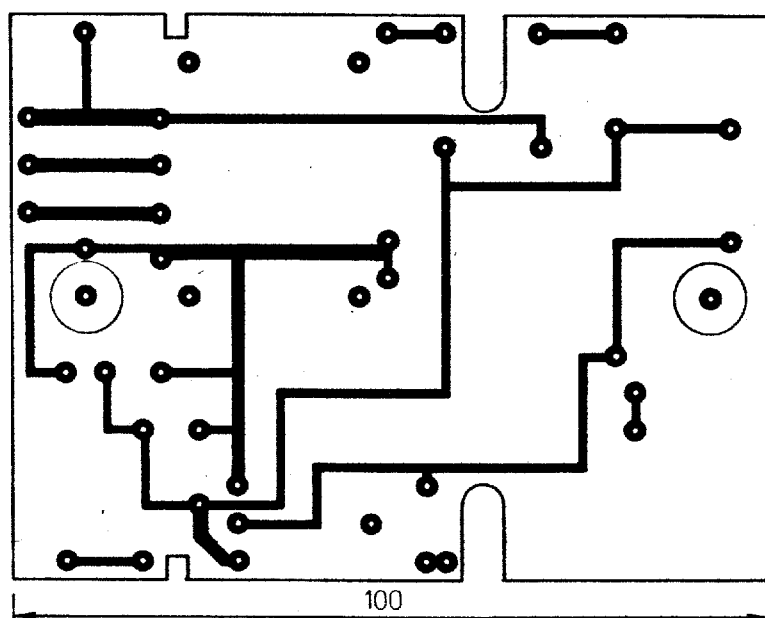
Celý regulátor je jištěn tavnou pojistkou Po. Přepínač Př slouží k překlenutí



Obr. 1. Celkové schéma regulátoru



Obr. 2. Rozmístění součástek



Obr. 3. Deska X54 s plošnými spoji

regulátoru a zapnutí vrtačky na plný výkon bez regulace.

Konstrukce a oživení

Regulátor je postaven na desce s plošnými spoji (obr. 2), rozmístění součástek je na obr. 3. Je umístěn v ploché instalační krabici spolu se zásuvkou. Při osazování je vhodné připevnit na tyristor chladič z hliníkového plechu (tl. asi 1 mm) ve tvaru U, ohřívající se součástky (R1 a R5) je nutno pájet s mezerou od desky s plošnými spoji. Odrušovací člen C1 je k desce připevněn dvěma třmeny z drátů zapájených do příslušných čtyř otvorů.

R2, D1 a P1 jsou upevněny v otvorech v krycím panelu krabice, jak je naznačeno v obr. 3. Umístění desky s plošnými spoji, zásuvky, pojistkového pouzdra (je vlepeno do otvoru v boční stěně krabice) a přírodní síťové šňůry je

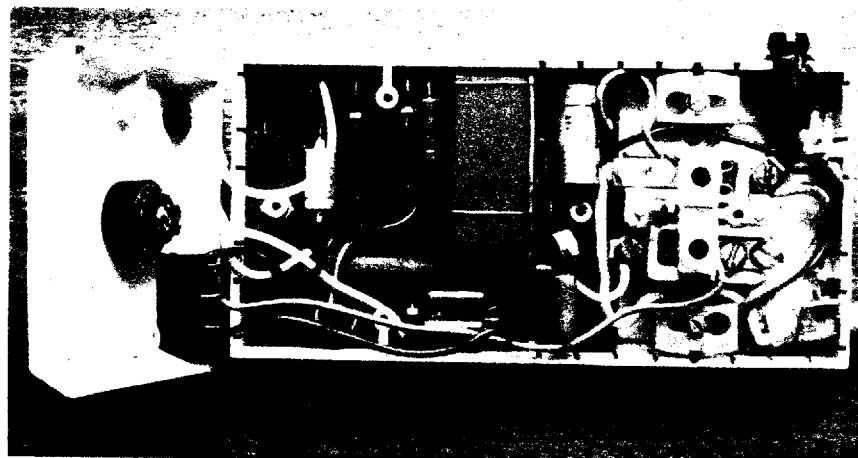
opatrně z obr. 4. Síťová šňůra je provlečena dírou v čelní stěně krabice a zajištěna proti vytržení plechovou obímkou.

Obě odrušovací tlumivky jsou navinuty na feritových toroidních jádrech o těchto rozměrech: vnější průměr

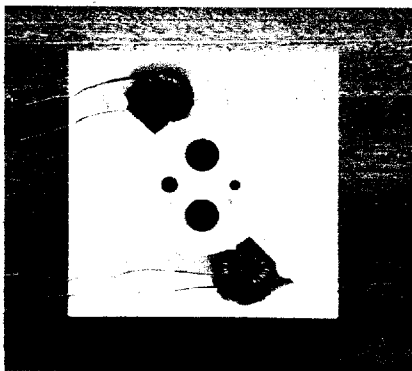
16,2 mm, vnitřní průměr 9,9 mm a výška 6,2 mm. Navinuto je 100 závitů drátem o průměru 0,6 mm CuL. Vinutí toroidní cívky vyžaduje určitou trpělivost, pod vinutí je nutno vložit izolační papír (např. z rozebraného kondenzátoru MP), závitů klademe vedle sebe a po navinutí je vhodné cívku impregnovat v parafínu. Potřebná délka drátu je 2,5 m pro jednu tlumivku. Jsou umístěny pod krytem zásuvky, jak je zřejmé z obr. 5. V krytu zásuvky jsou opatrně vylomeny dvě přepážky a tlumivky jsou do něj vlepány (např. Chemoprénem).

Při konstrukci je třeba dbát bezpečnostních zásad — jedná se o zařízení přímo spojené se sítí! Všechny součásti musí být umístěny tak, aby se jich obsluha nemohla dotknout. Použitá konstrukce tyto zásady splňuje, regulátor je vestavěn v krabici z izolačního materiálu, je použit potenciometr s izolovaným hřídelem (na kterém je navíc knoflík z izolačního materiálu) a je rovněž zapojen ochranný vodič.

Použité součástky jsou běžně dostupné. R1 je použit na větší zatížení než je nutné, což zaručuje lepší rozptýlení vznikajícího tepla. Na místě R2 je vhodnější použít drátový potenciometr, protože u běžného vrstevového se může po delším používání zničit odporová dráha [3]. S uvedeným tyristorem je možno regulovat do maximálního příkonu 600 W. Tento tyristor není nejvhodnější pro danou aplikaci, pro-



Obr. 4. Celkový pohled na odkrytý regulátor



Obr. 5. Detail uložení tlumívek v krytu zásuvky

tože má poměrně malé průrazné napětí v závěrném směru (vrtáčky Narex vyšších výkonů — EV 513D apod. mají značné napěťové špičky), lepší by byl typ s vyšším průrazným napětím. V novinkách TESLA Rožnov pro léta 88 až 90 je uveden nový typ KT130/800 s parametry: $I_{TAV} = 3A$ a $U_{R(BR)} = 800V$. Pro náročnější aplikace lze na místě spínacího prvku použít i triak KT207/600, který umožní regulovat motory do příkonu až 1000 W. Případně můžeme použít (pokud nám to dovolí mechanická konstrukce) tyristor v kovovém pouzdru KT726/800 apod.

Jak již bylo uvedeno, některé součástky lze bez většího vlivu na funkci vypustit (D1, R5, D4 a R6). Při použití proměřených součástek pracuje regulátor na první zapojení.

Po oživení je možno volbou R1 a R2 nastavit maximální regulovatelné otáčky. Dále je nutno nastavit optimální odpor R5 pro danou vrtáčku tak, aby

trhavý pohyb byl minimální (uvedená hodnota je pro EV 513D). Odpor rezistoru R3 se při nastavených minimálních otáčkách (běžec potenciometru vlevo) zvolí tak, aby se vrtáčka právě zastavila nebo nepatrně otáčela.

Seznam součástek

Rezistory

R1	12 kΩ, (TR 507, TR 510 apod.)
R2	1 kΩ, TP 680 23/A
R3	390 Ω, TR 214
R4	56 Ω, TR 214
R5	15 kΩ, MLT-2 (TR 506)
R6	WK 681 42

Kondenzátory

C1	TC 241
C2	68 nF, TC 218
C3	100 μF, TE 981
C4	100 nF, TC 218

Polovodičové součástky

D1	LQ1132
D2, D3, D4	KY130/900
Ty	KT206/600

Ostatní součástky

Plochá instalační krabice typ 6482 (17,50 Kčs)
Síťová zásuvka typ 5517
Síťová vidlice typ 5536
Držák LED
Přístrojový knoflík na hřídel 6 mm
Přepínač typ 3454 (6A/250 V)
Trubičková pojistka F4A/250A
Pouzdro na pojistku (6,3A/250 V)
1 m třížilového kabelu např. CYSY 3×1,0 mm ²
2 ks toroidní tlumivky 15 mH (viz text)

Závěr

Popsaný regulátor je velmi užitečný doplněk k ručním elektrickým vrtáčkám. Tyto vrtáčky jsou sice výkon-

né, ovšem jejich otáčky jsou pro mnohé účely (vrtání do kovů) příliš velké. S vrtáčkou a regulátorem je možné řezat závit, šroubovat vruty (po uchycení vhodného nástroje), vrtat do oceli díry většího průměru aniž by se vytvořil „hranatý“ otvor, vrtat díry do termoplastických materiálů bez jejich deformace, vinout cívky, apod. Při použití malých otáček se výrazně zmenšuje opotřebení vrtáků, které se nezahřívají a po materiálu (ocel) nekloužou, nýbrž odebírají rovnoměrnou třísku.

Při provozu vrtáčky s popsáním regulátorem je třeba dát pozor v případech, kdy využíváme velkého kroutícího momentu při malých otáčkách delší dobu. Může se totiž přehřát motor vrtáčky vlivem podstatně zmenšeného výkonu chlazení.

Regulátor lze použít nejenom pro regulaci otáčení vrtáček, ale i všech střídavých komutátorových sériových motorků do maximálního příkonu daného použitým tyristorem. Regulátor byl např. úspěšně vyzkoušen na regulaci otáček domácího mixéru ETA 0010.

Literatura

- [1] Krása, L.: Tyristorová regulace univerzálních motorků. AR A6/76, s. 215.
- [2] Krása, L.: Dodatek k článku „Tyristorová regulace univerzálních motorků“. AR A12/76, s. 456.
- [3] Švachoušek, S.: Tyristorový regulátor pro univerzální motorky. AR A8/79, s. 310.
- [4] Skála, J.: Rušení a odrušování. AR B2/80, s. 53.
- [5] Pawlik, A.: Regulátor rychlosti otáčení vrtáčky. AR A8/84, s. 308.

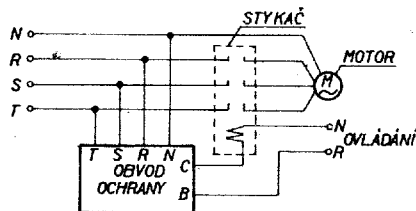
OCHRANA TROJFÁZOVÝCH MOTORŮ

Velmi často se setkáváme s vadným motorem, který se zničil tím, že byl napájen pouze dvěma fázemi. Tento stav nastává často, je-li vedení jištěno pojistkami a jedna z nich se přetaví nebo přeruší-li se některý vodič v instalaci. Abychom se vyvarovali těchto případů, poslouží nám jednoduché zapojení, které odpojí motor od sítě při výpadku jedné z fází.

Pokud na tři rezistory přivedeme třífázové napětí a jejich druhé konce spojíme, pak v tomto bodě A (obr. 1) je nulové napětí, které uzavírá tranzistor T1. Báze tranzistoru T2 je napájena kladným napětím přes rezistor R7,

tranzistor je vodivý a relé Re je sepnuto. Přes jeho kontakty B a C je spojen obvod cívky stykače motoru. Při výpadku jedné fáze se vytváří v bodě A napětí, které se upravuje rezistorem R4 a R5 na přijatelnou mez a vede přes ochranný rezistor R6 na bázi tranzistoru T1. Tento tranzistor se otevře a spojí bázi tranzistoru T2 se zemí. Tranzistor T2 se uzavře, kotva relé Re odpadne, přeruší se napájení cívky stykače a tím se odpojí motor od sítě.

Pokud je ovládání cívky stykače zapínáno spínačem (nikoli tlačítky), motor se opět připojí po obnovení všech tří fází. Toto je vhodné pro



Obr. 2. Zapojení ochrany do obvodu stykače

ochranu motorů, které jsou automaticky spínány bez obsluhy (čerpadla, větráky atd.).

Obvod je napájen z transformátoru 220/24 V, který se používá pro signální žárovky.

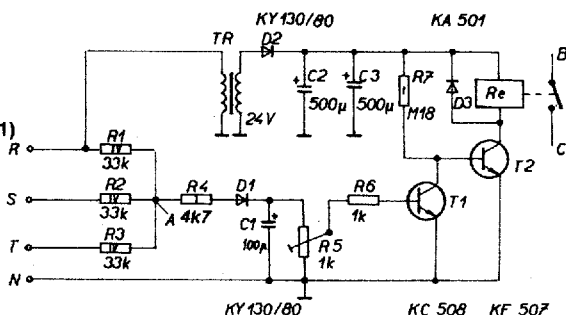
Při uvádění do provozu nejdříve připojíme napájecí napětí 24 V, potom relé musí sepnout, pokud nesezne, tak zmenšíme odpor rezistoru R7. Je-li všechno v pořádku, připojíme třífázové napětí (relé zůstává stále sepnuté), běžec odporového trimru R5 nastavíme k uzemněnému konci a odpojíme jednu fázi. Trimrem R5 nastavíme okamžik, kdy odpadne kotva relé. Po připojení třetí fáze musí relé opět sepnout. Zapojení ochrany do obvodu stykače je na obr. 2.

Jiří Hrnčíř

Při konstrukci je třeba dodržovat bezpečnostní předpisy, neboť celé zařízení je galvanicky spojeno se sítí 380 V.

Seznam součástek

R1, R2, R3	33 kΩ, TR 523
R4	4,7 kΩ, TR 153
R5	1 kΩ, TP 040 (TP041)
R6	1 kΩ, TR 212
R7	180 kΩ, TR 214
C1	100 μF, TE 988
C2, C3	500 μF, TE 986
D1, D2	KY 130/80
D3	KA 501
T1	KC 508 (507, 509)
T2	KF 507 (KF 508)
Re	LUN 24 V
Tr	220/24 V, 2 VA



Obr. 1. Schéma zapojení