

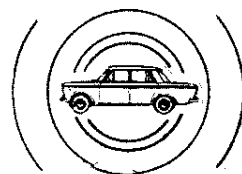
Radiový Konstrukter

ROČNÍK I

1965

č. 4

  *Modravých Dálek*  *Volání...*



Pomalu už nám končí sezóna a přesto jsou silnice plné jednostopých i dvoustopých samohybů. Byli jsme svědky každoroční vlny náporu: na zmrzlinu, na cípek břehu s koupáním, na tmavé brýle a moderní tvary plavek, na různé turistické a rekreační pomůcky, zkrátka na vše, co dává lidem příjemný pocit, že se zotavují po dlouhé zimě. Teď už pomalu opadáva vzrušení ze zážitků o dovolené (své i známých) a po letošních zkušenostech si začínáme pomalu plánovat dovolenou příští, aby byla ještě krásnější, pohodlnější a bohatší na zážitky.

Ta blahořečená lidská věčná nespokojenost! Něčeho jsi, človíčku, dosáhl, ale stále tě hryže vědomí, že to mohlo být lepší, více a častěji. Což, jsou věci, které neovlivníme. Ale tam, kde to jde, se o to pokoušíme opět a bez únavy. Touhou každého mladého je mít aspoň pionýra. Majitel skútra už pomýšlí na něco silnějšího a vysněným ideálem mnohých je mít ten tolik diskutovaný, odsuzovaný a přece tak vytoužený automobil. Až se stane i automobil samozřejmostí, co si, homo sapiens, budeš přát dále?

Jako vždy, když něco pronikne do

širokých vrstev zájemců, začne bujet lidová tvořivost, zlepšovačky nezbytné i ty, které přinášejí větší pohodlí. Málokterý motorista se vyzná i v radiotechnice. Snad proto ještě u nás nezabrala světová móda, kterou je možno vyjádřit slovy jednoho zahraničního inzerátu: „Váš vůz bude s tranzistory běhat lépe, rychleji a úsporněji“. A jsme u jádra věci. Hodláte-li strávit zimu s vozem v garáži a sebou v papučích před televizorem, pozměňte své osobní plány. Přesvědčte se, zda váš vůz opravdu bude s tranzistory běhat lépe, rychleji a levněji.

Je elektronika v automobilu jen móda? Do jisté míry snad ano, některé pomocné přístroje jsou opravdu levnější „po staru“ než při použití tranzistorů. Ale umíte správně radit, aby motor běžel při optimálních otáčkách? Zajímá Vás teplota v různých místech vozu? Víte bezpečně, že Váš přerušovač je nastaven správně? Neláká Vás možnost vybavit svůj stroj elektronickým zapalováním? Co chybí? Vaše práce a nějaká ta korunka. A pak i ta perspektiva modravých dálek bude o kapánek příjemnější, reálnější a hřejivější.



elektronika v motorovém vozidle



Zdeněk Škoda

Na první pohled by se mohlo zdát, že montovat do motorového vozidla – lhostejno zda automobilu či motocyklu – elektronická zařízení nemá rozumné oprávnění. Vždyť vozidla dnes již oplývají všemožným pohodlím, jsou poměrně spolehlivá a přes proroctví odborníků z let kolem r. 1900 se stala skutečně spolehlivým a ekonomickým dopravním prostředkem. Podotkněme v zájmu objektivitu, že se tak stalo zásadně bez elektroniky.

Jestliže však byly přesto provedeny některé zkoušky s elektronikou ve vozidle, pak to bylo jednak proto, že se nám tam elektronika – ať chceme či nechceme – sama dere přinejmenším ve formě autopřijímače (který sebou přináší další elektronické problémy s odrušením příjmu), jednak proto, že sem směřuje světový vývoj.

I. Polovodiče. Pro a proti

Na širší aplikaci elektroniky v mobilním provozu, kde je vystavena otřesům a odkázána na napájení z palubní baterie o nízkém napětí $6 \div 24$ V, bylo možno začít vážně pomýšlet teprve po zvládnutí výroby polovodičových součástek. Proč ne dříve, je zřejmé při prvním pohledu na vakuovou elektroniku: je skleněná, musí se delší dobu nažhavovat, vyžaduje zdroj vysokého napětí. Jakou nesnáz představuje jen ta poslední okolnost, to dobře znají z vlastní zkušenosti majitelé autoradií s vibrátorem, věčným zdrojem zábavy a poučení. Naproti tomu polovodičové diody a tranzistory jsou již svým fyzikálním principem odkázány do tohoto oboru nízkých napětí. A náhodou je

právě tento obor pro jejich provoz optimální. Polovodičové součástky se nežhaví, jsou připraveny k provozu okamžitě po zapnutí napájení. Jsou kompaktní, robustní konstrukce, odolné vůči otřesům, tj. mechanicky nesrovnatelně spolehlivější než elektronky.

Vedle kladů mají i své negativní vlastnosti. A především ty je třeba mít na paměti, pustíme-li se do pokusů. Okolo tranzistorů se vytvořil opar hravé lehkosti, jednoduchosti. Mají to na svědomí miniaturní přijímače, pohon z baterky a lidové návody, s nimiž se setkáme téměř v každém časopise: „Postavte si přijímač na jednu plochou baterii.“ Vypadá to hračkově, hraje si s tím mládež i hraví dospělí. Vážněji to začne vypadat teprve tehdy, začneme-li pátrat, kolik tranzistorů přitom vzalo za své a kolik těch snadných přijímačů nakonec opravdu spolehlivě pracuje.

Ony totiž tranzistory (a nejen ony, ale i jiné radiotechnické součástky) oplývají velice nepříjemnou vlastností: širokým tolerančním polem. Jejich přesnost není „na tisícinku“ a nejsou jeden jako druhý, jak jsou tomu motoristé zvyklí při nákupu náhradních součástí. Rozptyl elektrických hodnot je u tranzistorů dost velký; proudový zesilovací činitel může být 120, ale také jen 20 – a tranzistor je považován stále za dobrý; přičtíme k tomu běžné odchylky $\pm 20\%$ v hodnotách odporových tělísek, totéž u kondenzátorů a vidíme, že stavění elektronického tranzistorového přístroje není totéž jako sestavování modelu ze stavebnice Vašek. Ono se přece jen i s podrobným návodem v ruce a s přesnými nákresy musí vědět, co se smí dělat a co se nesmí.

II.1 Zajištění vozidla

Pokud jde o zajištění proti odcizení, nepomůže ani tak elektronika jako fungující zámky. Přesto právě zde bují lidová umělecká tvořivost na nejživější půdě. Osvědčují se skryté vypínače zapalování, jednoduché páčkové nebo i složité konektory, které se musí propojit příslušnou zátkou a patřičně propojenými kolíky. Zátka se nosí sebou s klíčkem.

Složitější systém použije dvou konektorů s co nejvíce kontakty, z nichž některé se spojí s kostrou. Při zkusmém propojování, hledá-li zloděj drátem příslušnou dvojici, se pak zvětší pravděpodobnost, že při nahmátnutí „živého“ kontaktu ho spíš ukostří a tím přepálí pojistku ve vedení, napájejícím spínací skříňku (svorka 30 podle číslování na elektrickém příslušenství motorových vozidel). Někteří z kontaktů může vést též k houkačce. Správného propojení pouze „živých“ kontaktů dosáhneme pouze speciálním konektorovým protějškem.

Samé hranice fantazie se pak dotýká elektrický zámek, znázorněný na obr. 1. Dá se „otevřít“ jen nastavením přepínačů podle devítimístného klíče a jen ve správném pořadí. Vyžaduje dvě relé, každé se čtyřmi páry kontaktů, které se uplatní takto:

Při nastavení prvního trojčíslí na přepínačích (*ABC*), se vytvoří cesta pro napájení relé R_1 , jež přitáhne, přeruší kontakty *r1-a* a sepne kontakty *r1-b*,

r1-c a *r1-d*. Tím se připraví cesta pro vytočení druhého trojčíslí *DEF*.

Proud pak prochází kontakty *D*, *r1-c*, *r2-a*, *E*, *F*, *r1-d* do relé R_2 a toto relé přitáhne. Tím se rozpojí *r2-a*, spojí *r2-b*, *r2-c* a *r2-d*.

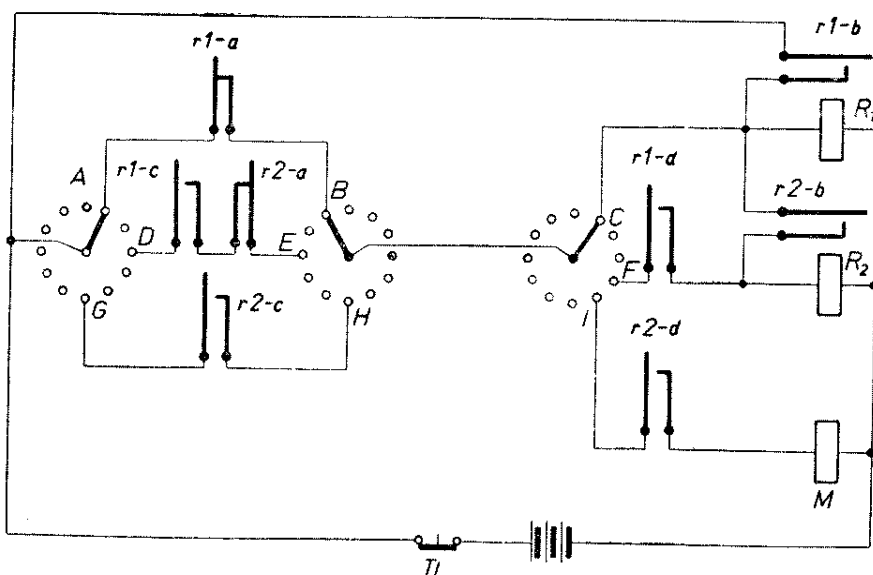
Cesta je připravena pro třetí trojčíslí *GHI*.

Vytočením tohoto trojčíslí se sestaví cesta *G*, *r2-c*, *H*, *I*, *r2-d* a výkonný magnet (spínač, stykač, relé) *M* nebo přímo spotřebič. Mezitím drží stále přitahena relé R_1 i R_2 přes přídržné kontakty *r1-b* a *r2-b*, čímž je blokováno správné pořadí při nastavování kódu.

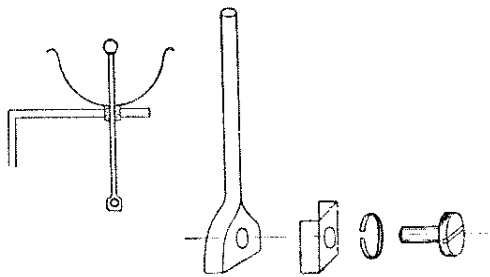
Zámek se zamkne stlačením tlačítka *TI*, jímž se přeruší napájení. Tím odpadnou oboje relé a otvírací operace musí začít nastavením prvních tří míst kódu. Tlačítkem se opravíme i při chybě při vytáčení, ovšem pak musíme začít zase od začátku.

Relé mohou být telefonního typu, neboť zpravidla jejich svazky obsahují potřebný počet kontaktů a vinutí cívek vyhovují i pro napájení napětím 12 V. Pro přepínače lze s výhodou použít radičů Tesla Vráble, jež mají 26 poloh. Kód sestavíme abecední, tedy heslo, jež pro podporu paměti může mít tvar slova nebo věty (bud opa trn, kdo pat rný, bud pat rný, eug eni usz apod.).

Může se ovšem stát, že takový zámek, zapojený v sérii se spínací skříňkou ve vedení k zapalovací cívce (svorka 15), nepovolí ani na přání samotného kon-



Obr. 1. Elektrický zámek



Obr. 2. Poplachové zařízení

struktúra, neboť tolika kontaktům, které musí proud překonávat, není zdravý prach (zvláště u relátek, kde asi budou malé spínací tlaky) – a toho je ve voze vždycky dost. Složitost je zde zaplácena sníženou provozní spolehlivostí. Jako u televizoru.

Pokud jde o poplach houkačkou při neoprávněném vstupu do vozu a případném nastartování a rozjetí, lze to zařídit jednoduše. Využijeme otřesů, k nimž dojde při manipulaci vně karosérie (viz obr. 2). Kovový trychtýřek od strojku na mletí maku je pomocí nosného úhelníčku ukostřen na karosérii. Izolační průchodkou z dentakrylu nebo epoxydové pryskyřice prochází jeho středem tyčka se svorkou pro připojení vodiče od houkačky (paralelně k živému kontaktu tlačítka houkačky).

Před odchodem od vozu vložíme do důlku v čele tyčky kovovou kuličku. Dvířka musíme ovšem zavírat opatrně, bez bouchání. Při otřesu kulička spadne a spojí prostřední tyčku s ukostřenou miskou.

Podobným způsobem lze zapojit houkačku vložením dvou per pod potah sedadla, jež se spojí při dosednutí. Kontakty se vyřadí z činnosti zasunutím izolační vložky, která se může odkládat rovnou ve voze (kdo by takový velký předmět nosil po kapsách). Kontakty mohou být též zašity mezi dvěma pláštěmi pěnové gumy, tvořícími podušku na sedadle nebo na opěradle.

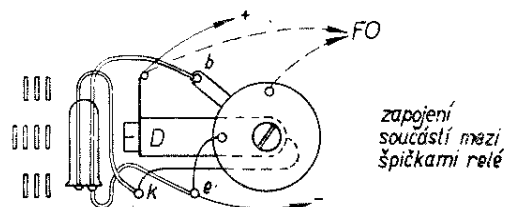
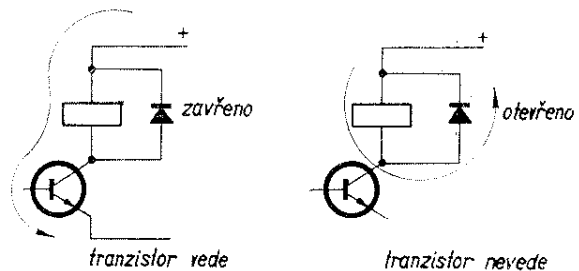
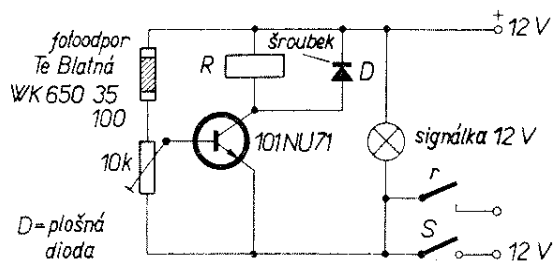
Mezi zajišťovací opatření patří i zapínání parkovacího světla po setmění. Osvětlení parkujícího vozidla, které se zapíná automaticky, je vyobrazeno na obr. 3.

Bylo vyzkoušeno s fotoodporem WK 650 035 100 (výrobek Tesla Blatná), odporovým trimrem 10 k Ω , tranzistorem 101NU71, magnetickým relé HC 115 14 a diodou 3NP70.

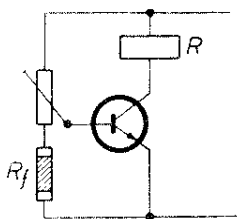
Princip činnosti: dokud je fotoodpor osvětlen, je jeho odpor nízký (asi 50 \div \div 250 Ω) a propouští proud do děliče, tvořeného odporovým trimrem. Z běžce odvádíme proud do báze tranzistoru 101NU71, čímž ho otevřeme a proud prochází cívkou relé. Relé je přitaženo, kontakty rozpojeny, parkovací světlo nesvítí.

Po zatmění fotoodporu jeho odpor stoupne (až na 1 000 000 Ω) a proud báze se sníží. Vodivost tranzistoru klesne, relé odpadne, kontakty sepnou a parkovací světlo se rozsvítí.

Aby se vysokým napětím, které se v cívce relé indukuje v okamžiku zapnutí či vypnutí (spínačem S, ne vlivem fotoodporu, který mění svůj odpor pozvolna



Obr. 3. Citlivé fotorelé, princip přepětové ochrany tranzistoru diodou při indukční zátěži, konstrukce fotorelé mezi špičkami magnetického relé bez nosné destičky. Zkoušeno



Obr. 4. Obrácení funkce fotorelé

a tudíž nemůže být příčinou přepětí), neprorazil tranzistor, je k vinutí paralelně zapojena dioda. Pro proud napájecí tranzistor je tato dioda (zapojená šroubkem ke kladnému pólu, drátovým vývodem ke kolektoru) uzavřena a neuplatňuje se. V okamžiku, kdy je tranzistor nevodivý a relé dodá induktivní špičku, je však dioda pro tento indukovaný proud otevřena a vinutí relé zkratuje. Tím chrání tranzistor za cenu zpoždění odpadu relé (relé je napájeno dále vlastním indukovaným proudem, který cirkuluje). Toto zpoždění je však nepatrné a funkci spínače neovlivňuje.

Spínač se při odchodu z vozu zapíná páčkovým spínačem a jeho činnost je signalizována kontrolní žárovčkou.

Okamžik odpadnutí relé se pro určité osvětlení (za soumraku) nastaví běžcem odporového trimru.

Relé je záhodno převinout. V původním stavu obsahovalo 14 300 závitů drátu o \varnothing 0,09 mm a mělo odpor 1400 Ω . Toto vinutí se nevyplácí odvíjet, rychleji se ho zbavíme vyřezáním nožem. Na novou izolaci jádra pak navineme 5600 závitů drátu o \varnothing 0,1 mm, takže cívka pak má odpor 200 Ω . Při tomto odporu může protékat maximálně 60 mA, což tranzistor 101NU71 dobře snáší.

Zapojíme-li konce vinutí na zadní špičky, není nutné ani zhotovovat zapojovací destičku, protože těch pár součástí se vejde mezi vývody relé (obr. 3 dole).

Fotoodpor samotný upevníme na přední sklo pomocí gumové savky nebo v držáku a spojíme ho tenkou šňůrou se svorkovnicí ve skřínce s relátkem, vypínačem a signální žárovkou. Fotoodpor je záhodno chránit proti přímému slunečnímu světlu a nadměrnému zahřívání. Toho se nejnázne dosáhne umístěním na dno trubky o \varnothing 20 mm, dlouhé aspoň

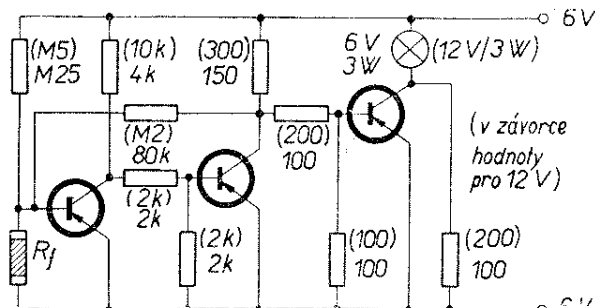
40 mm, aby na fotoodpor nemohly sálat přímo paprsky poledního slunce. Stínící clona se zkrátí, zhotovíme-li ji z plechu ve formě voštin.

Fotoodpor je možno zapojit i opačně, do spodní větve děliče (obr. 4). Pak při osvětlení fotoodporu je báze prakticky spojena s emitorem a tranzistor nevede, relé je odpadlé. Teprve za tmy převáží vliv horního členu děliče a relé přitahuje. To není výhodný stav, neboť větší díl času, po který je přístroj v činnosti, je relé pod proudem.

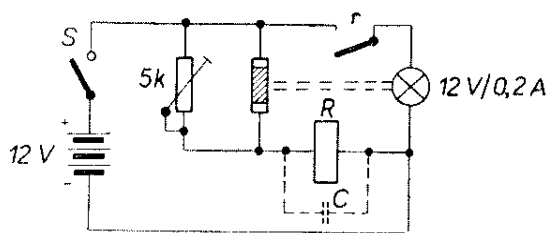
Zapojení spínače parkovacího světla trochu složitějšího, ale zato bez magnetického relé, je na dalším obr. 5 podle [7]. Schéma je kresleno pro tranzistory typu pnp a při experimentování s našimi typy by přicházely v úvahu npn (s baterií opačně pólovanou) 105NU70, 106NU70, 102NU71.

Princip činnosti: Dokud je fotoodpor osvětlen, uzavírá kladným napětím první tranzistor. Druhý tranzistor se otevře záporným napětím z děliče 4k-2k-2k a propustí kladné napětí do báze třetího tranzistoru, který je tím uzavřen. Žárovka nesvítí.

Poklesne-li osvětlení fotoodporu na určitou mez (při stmívání), fotoodpor přestává vést, až dosáhne převahy vodivosti odporu M25. Tím se do báze prvního tranzistoru dostane záporné napětí, tranzistor vede a propustí na bázi druhého tranzistoru kladné napětí. Druhý tranzistor se tedy zavře. Na jeho kolektoru se tím objeví záporné napětí přes odpor 150 Ω , jež odporem 80 k Ω pronikne do báze prvního tranzistoru a urychlí celý



Obr. 5. Dokonalejší spínač parkovacího světla po setmění podle [7] s urychleným překlápěním



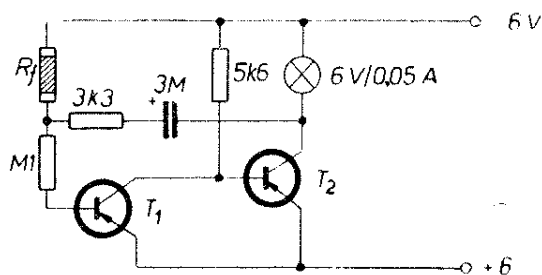
Obr. 6. Automatický blikáč po setmění podle [9] se světelnou zpětnou vazbou

překlápěcí pochod. Třetí tranzistor se otvírá a žárovka se rozsvěcí.

Protože žárovka má ve studeném stavu nižší odpor než za tepla, byl by při zapnutí proudu koncový tranzistor přetížen. Aby se toto nebezpečí odstranilo, je žárovka i během vypnutí předžhavována z odporu 100Ω . Celé zařízení má spotřebu 60 mA, což autobaterie ani nepocítí.

Mnohem důrazněji na sebe upozorňuje světlo blikající. Může být pak zcela slabé, slabší než trvale svítící. Jednoduché zapojení je na obr. 6 podle [8].

Princip činnosti: Za světla je odpor fotoodporu malý, relé je napájeno proudem, přitáhne a přerušuje napájení žárovky. Po setmění se fotoodpor uzavírá, až magnetická síla cívky relé nestačí přidržovat dále kotvu, kotva odpadá a sepne obvod žárovky. Žárovka se rozsvěcí, osvětluje i fotoodpor, jeho vodivost stoupne, relé přitáhne, přerušuje obvod



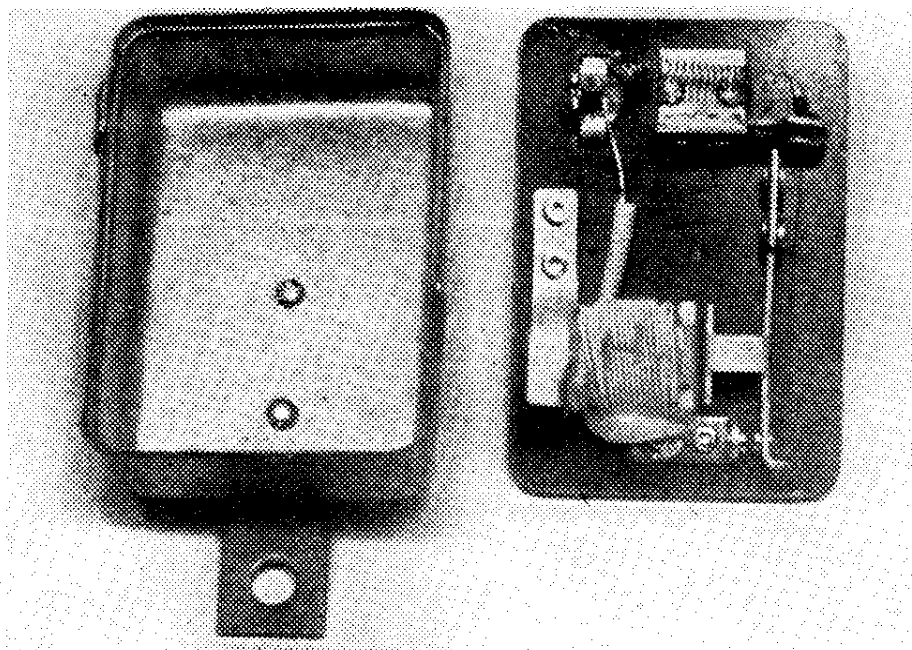
Obr. 7. Noční blikáč podle [9] se světelnou zpětnou vazbou

žárovky... a tak dokola. Rychlost blikání závisí na setrvačnosti relé, fotoodporu a žárovky a dá se popřípadě ovlivnit připojením kondenzátoru C o kapacitě několika desítek až set mikrofaraďů. Trimr paralelně k fotoodporu nastavuje okamžik, kdy se při pokračujícím stmívání uvede blikáč do provozu.

Zcela tranzistorovaný blikáč bez relé je znázorněn na obr. 7 podle [9].

Princip činnosti: Zapojení je upraveno tak, že může vést vždy jen jeden tranzistor. Např. T_1 vede. Pak báze T_2 dostane kladný potenciál a T_2 se zavře. Žárovka nesvítí.

Ve dne je vodivost fotoodporu velká, protéká jím proud, který otvírá T_1 . Proto žárovka nesvítí. Potmě má fotoodpor malou vodivost, takže T_1 se zavře, T_2 otevře a žárovka posvítí na fotoodpor. Tím žárovka opět zhasne.



Obr. 8. Přerušovač s topným drátem ve stavu bez proudu. Drátek odtahuje kontakt. Zahřátím se prodlouží, kontakt sepne a je přidržován elektromagnetem; tím se topný drátek zkratuje a chladne

Blikání má rytmus závislý na vazebních členech. Při odporu $3,3 \text{ k}\Omega$ a kondenzátoru $3 \mu\text{F}$ je četnost záblesků $1 \times$ za vteřinu, z toho $0,1 \text{ s}$ svít, $0,9 \text{ s}$ tma.

Při experimentování s našimi tranzistory bychom polaritu zdroje a elektrolytického kondenzátoru obrátili a použili za T_1 106NU70, za T_2 102NU71.

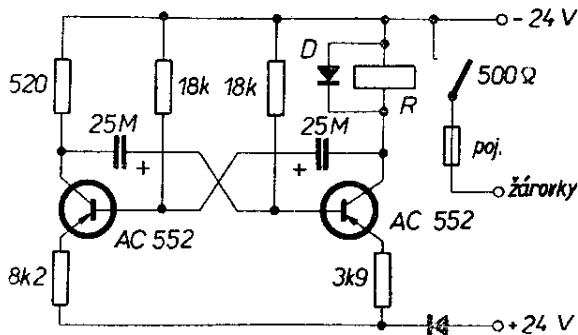
A tím jsme se přiblížili už docela na dosah ruky k obvodům pro podobnou funkci, avšak poněkud jiné elektrické konstrukce.

II.2 Blikací ukazatele

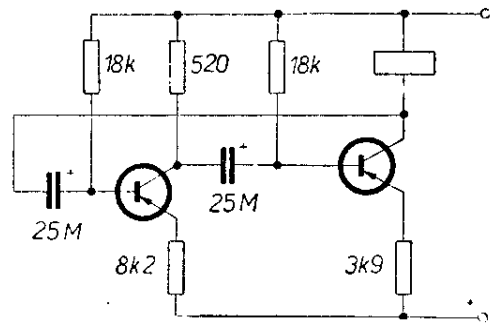
Přerušovače s topným drátem (obr. 8), které se ohřívají průtokem proudu, se ukázaly po delší zkušenosti stejně nevýhodné jako mechanické (péro, setrvačnick apod.). Jsou citlivé na přepínaný výkon, mění kmitočet přepínání i během krátkého provozu a rychle se opotřebávají.

Nověji zaváděné tranzistorové systémy tyto nevýhody nemají a vynikají prakticky neomezenou životností. V podstatě jde vždy o zapojení podobné obr. 9 podle [10].

Je to astabilní multivibrátor, což je v podstatě dvoustupňový zesilovač s přímou vazbou z výstupu na vstup – viz další obr. 10, znázorňující schéma překreslené do formy, obvyklé u zesilovačů. Vlivem tak těsné vazby se zesilovač rozkmitá, přičemž se dosáhne pravoúhlých průběhů výstupního napětí. Tranzistory se buď úplně otevřou, nebo úplně zavřou a přechody mezi oběma stavy nastávají strmě, ve velmi krátké době;



Obr. 9. Přerušovač podle [11] – multivibrátor s magnetickým relé



Obr. 10. Multivibrátor z obr. 9, překreslený do tvaru zesilovače

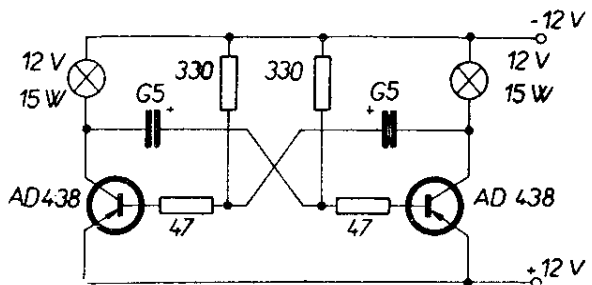
zapojení se překlopí prakticky okamžitě. Zátěž koncového stupně pak tvoří v tomto případě opět elektromagnetické relé s příslušnou ochrannou diodou. Jeden cyklus trvá $0,8 \text{ s}$.

Přerušovač je značně nezávislý na kolísání teploty a dá se používat v rozmezí teplot -20 až $+45 \text{ }^\circ\text{C}$. V uvedeném rozmezí teplot okolí se změní kmitočet o 15% .

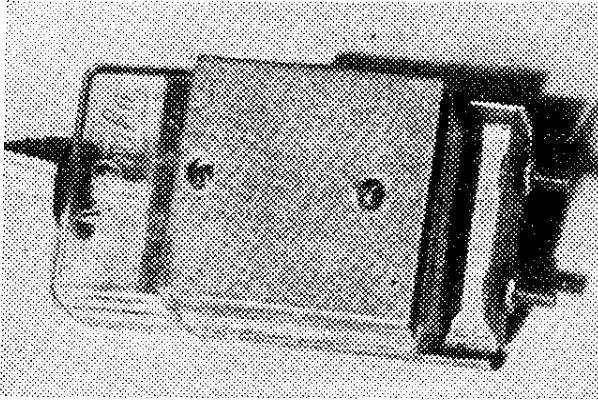
Jestliže výrobce zaručuje, že relé vydrží milion sepnutí, pak při průměrném počtu 300 sepnutí denně jich provede do roka $360 \cdot 300 \approx 100\,000$, takže vydrží 10 let v provozu. A to je ta nejchoulostivější součástka. Také elektrolytické kondenzátory stárnou – zmenšuje se jejich kapacita. Pokud přepínací perioda neklesne pod $0,5 \text{ s}$, je přerušovač stále použitelný.

Zcela elektronický přerušovač – bez relé (bez jeho opotřebení a cvakání kotvy) ukazuje další obr. 11 podle [10]. Jiné zapojení je na obr. 13 podle [10].

Tranzistory se volí tak, že se přihlíží ke spínanému výkonu a průběhu sepnutí. Jelikož můžeme mít zato, že spínané kolektorové napětí má obdélníkový prů-



Obr. 11. Přerušovač bez relé podle [11]. Potíže s přepínačem!

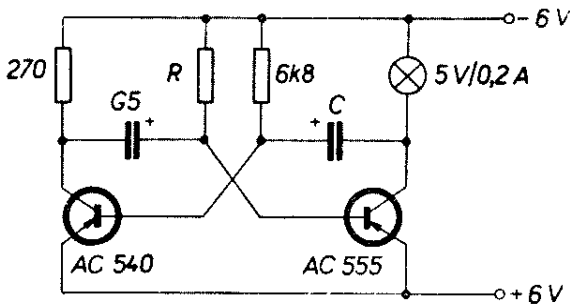


Obr. 12. Tranzistorový přerušovač se pohodlně vejde do pouzdra na cigarety

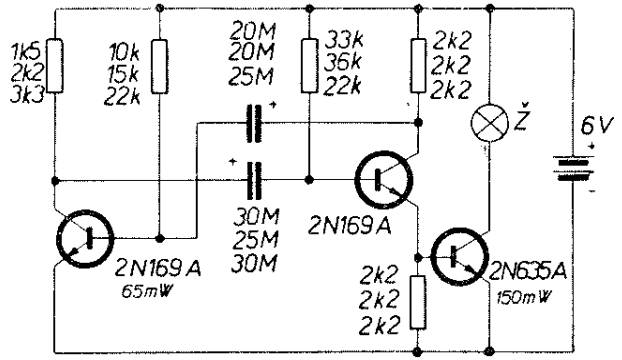
běh, můžeme spínaný výkon zvětšit až na šestnásobek dovolené kolektorové ztráty. Tranzistor 10 W může tady spínat výkon 50 W.

Následující dvě schémata (obr. 14 a obr. 15) pocházejí z pramene [12] a mají zapojení zajímavější. V případě obr. 14 jde opět o běžný multivibrátor, který „pohání“ výkonový spínací tranzistor.

Na obr. 15 není již forma multivibrátoru tak zřetelná, neboť tranzistory jsou opačné polarity (npn – pnp) a podle toho je upravena vazba mezi nimi. Diody upravují průběh napětí. Výkonový tranzistor, spínající žárovky, je buzen tak (na první pohled se zdá, že není k multivibrátoru vůbec připojen), že jeho báze dostává napětí ze spádu na odporu 100 Ω odběrem multivibrátoru. V době, kdy multivibrátor odebírá velký proud, má báze výkonového tranzistoru vůči emitoru záporné předpětí, čímž se tranzistor otvírá.



Obr. 13. Přerušovač pro malý výkon bez relé podle [11]. Pro poměr světlo-tma 0,3 — 1 s je $R = 3 \text{ k}\Omega$, $C = 50 \mu\text{F}$. Výrobce tranzistorů EI Niš

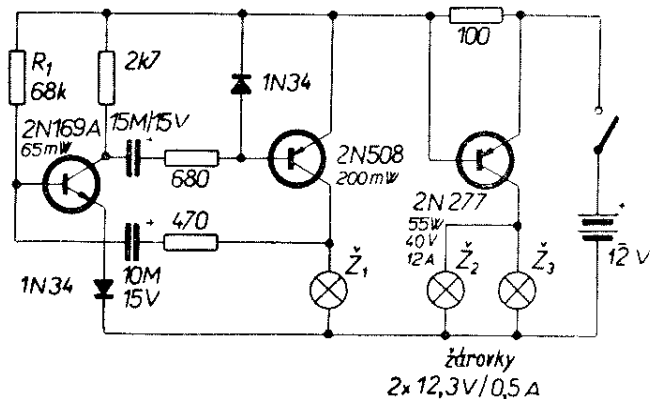


prvá hodnota	15%	trvání záblesku z celkové doby periody
druhá	25%	— * —
třetí	50%	— * —

Obr. 14. Blikač I podle [12]

A nyní poznatky z praktických zkoušek. Pro poznenáhlé vyzkoušení, jak dalece platí věta o šestnásobném přetížení tranzistoru, byl postaven nejdříve multivibrátor podle obr. 16. S uvedenými součástmi dává asi 50 záblesků za minutu při poměru asi 10 % světlo, 90 % tma. Z ohleduplnosti k tranzistoru byla nejdříve zapojena žárovka 6 V/50 mA, která není ohrožena vyšším napětím, neboť je přetěžována zábleskem jen krátkodobě (viz uvedený poměr).

Jelikož oba tranzistory zůstaly zcela chladné, byla vyzkoušena autožárovka 12 V/1,5 W. Tranzistory zůstaly chladné i po dlouhé době provozu a bez chladicích křídílek. V mezeře (tma) byl naměřen odběr 6 mA, v záblesku Avomet vyběhá k 50 mA, ale pro setrvačnost ručky nemá čas ukázat plný proud, který se může odhadnout na $130 \div 150 \text{ mA}$.



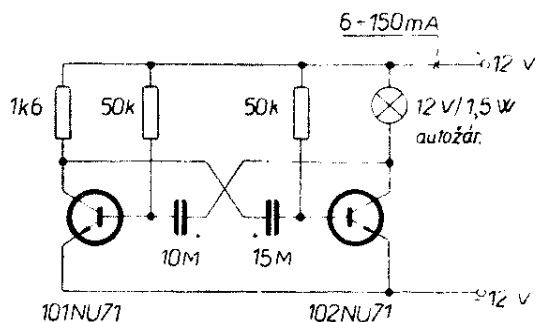
Obr. 15. Blikač II pro větší výkon podle [12]

Poté byly žárovky nahrazeny magnetickým relátkem (obr. 17) o poněkud nízkém odporu 80Ω (3000 závitů $\varnothing 0,2$ mm), samozřejmě doplněným ochrannou diodou podle obr. 3. Ukázalo se, že oba tranzistory jsou chladné i po 4 minutách provozu bez chladicích křídélek. Protože však po 15 minutách byl 102NU71 mírně vlažný, doporučuje se zde chladicí křídélko; využije se i k zajištění tranzistoru proti ořesům. Tento přerušovač by se již mohl použít, neboť relé má dost robustní kontakty, aby snesly přerušování výkonu 30 W do přední a zadní žárovky (2×12 V/15 W).

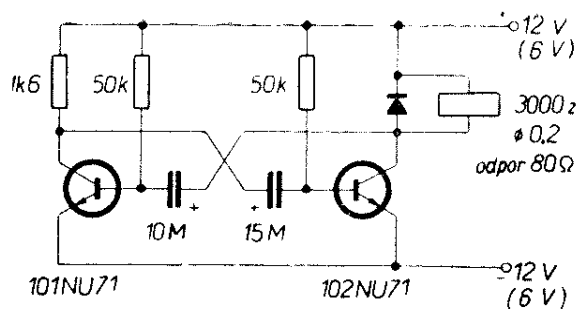
A tu nastává starost. Zahraníční prameny sice často řeší multivibrátor pro blikače, ale je podezření, že to ještě nikdo nezkusil. Důvod pro tuto doměnkou je pádný: jak to celé zapojit do existující autoelektriky? Co s přepínačem? O tom se nikde nic nepraví.

Pohledme na obr. 18, kde je normální zapojení ukazatelů směru. Vidíme, že celý proud teče přerušovačem s topným drátem a uvádí ho do chodu. Menší proud než ty potřebné 3 A (podle předpisu) by vůbec nevedl přerušovač do chodu. Tranzistorovým multivibrátorem teče však nepatrný proud, že by nestačil žárovky vůbec ani trochu nažhavit. Otázka je, jak přepínat žárovky a přitom současně uvádět do chodu multivibrátor, když přepínač nemá další kontakty, a upravit jiný druh by bylo příliš mechanicky složité (telefonní kypř).

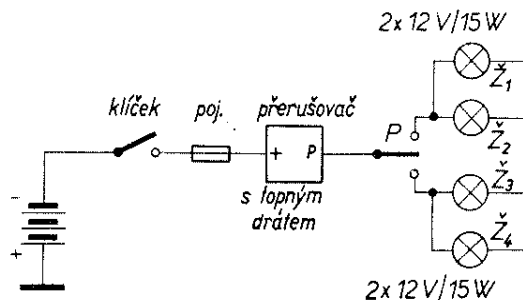
1. řešení: nechat multivibrátor běžet stále (obr. 19). To by se ale brzy poděkovalo relé. Přepínat jen žárovky. Nebo před jízdou multivibrátor zapínat odděleným spínačem. To je řešení provozně nevhodné.



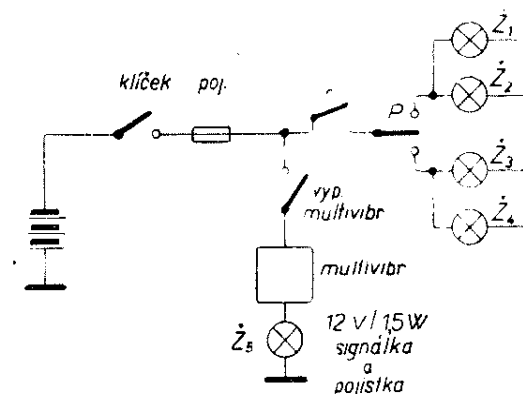
Obr. 16. Blikač – multivibrátor. Zkoušeno



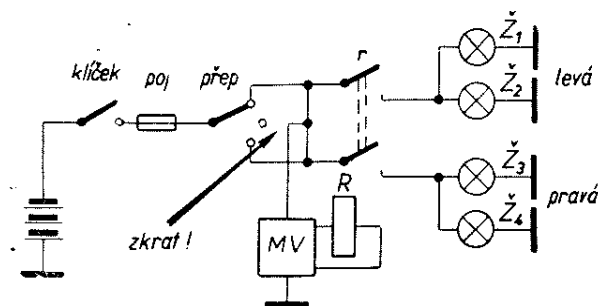
Obr. 17. Blikač – multivibrátor s magnetickým relé. Zkoušeno



Obr. 18. Běžné zapojení ukazatelů směru s přerušovačem s topným drátem a elektromagnetem (viz též obr. 8). Na polaritě baterie nezáleží



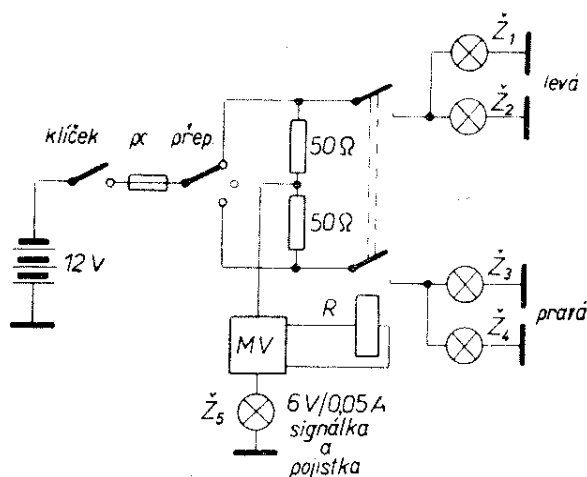
Obr. 19. Hledáme zapojení tranzistorového přerušovače I



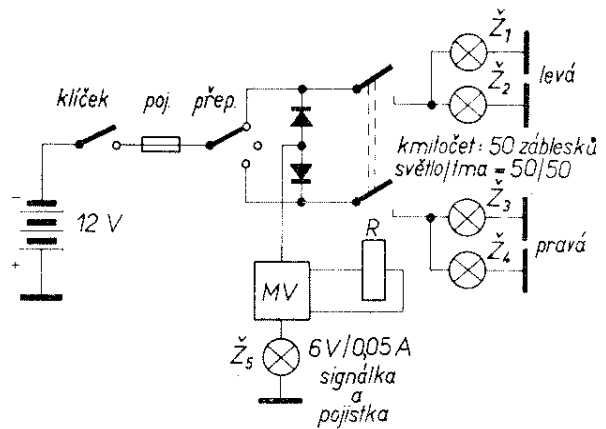
Obr. 20. Hledáme zapojení tranzistorového přerušovače II

2. řešení: napájet multivibrátor až za přepínačem. Potom musíme odebrat proud pro multivibrátor buď z pravé větve nebo z levé větve. Přímým spojením by však byly obě větve propojeny a svítily by jak levé, tak pravé ukazatele směru (obr. 20). Napájení multivibrátoru se tedy musí odebrat z výhybky – mohla by být složena z oddělovacích odporů, jimiž by protékal proud pro multivibrátor, ale který by nestačil rozsvítit žárovky, např. podle obr. 21. Odpořem $2 \times 50 \Omega = 100 \Omega$ teče 120 mA a to nestačí žárovky rozsvítit. Odpor by stačily jednowattové, protože se na nich mění v teplo $12 \text{ V} \times 120 \text{ mA} = 1,5 \text{ W}$ celkem. Nevýhoda: multivibrátor je napájen zhruba polovičním napětím (ale i přitom relé spolehlivě přitahuje).

3. řešení: vyhybku realizovat diodami (viz obr. 22). V nakresleném stavu je horní dioda vodivá, dolní nevodivá. Při zapnutí pravých světel by byla horní dioda nevodivá, zato dolní vodivá. Multivibrátor je proto napájen vždy plným napětím, nezařazená světla však nedostanou žádný proud. Signální žárovka indikuje chod multivibrátoru, účinkuje jako pojistka při náhodné poruše (bílé světlo až přepálení), omezuje odběr proudu, což je výhodné z hlediska životnosti všech součástí a upravuje poměr světlo – tma 1 : 1. Žárovkou teče proud 40 mA (při přitaženém relé). Diody musí tento proud propustit a musí zadržet



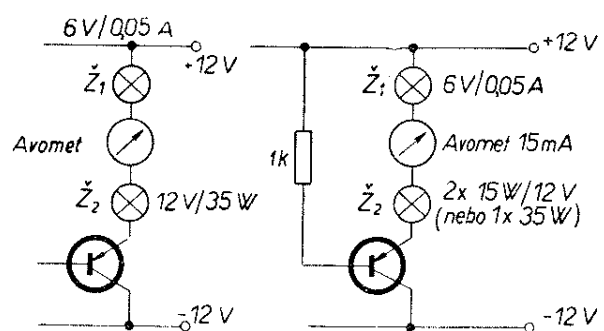
Obr. 21. Hledáme zapojení tranzistorového přerušovače III



Obr. 22. Hledáme zapojení tranzistorového přerušovače IV

napětí 12 V; nevystačíme tedy již s hrotovými, ale musíme vybrat některou z řady 300 mA, např. 2NP70.

Elektronikovi vadí magnetické relé, které je přece jen součástí mechanikou, pohyblivou, choulostivou na zaprášení atd. a proto v elektronickém zařízení jakýmsi nesourodým, cizím prvkem. Elegantnější řešení představuje bezkontaktný spínač – tranzistor. Nesnáz je ve velkém předepsaném výkonu – $2 \times 15 \text{ W}$. Musí být proto výkonový (a tedy drahý). Nicméně nebyly starosti s tímto výkonem tak zlé, jak se zprvu zdálo. Multivibrátor dává totiž – je-li dobře nastaven – pro spínací účely ideální obdélníkový průběh řídicího napětí (nebo proudu) se strmými čely. Od spínacího tranzistoru pak na rozdíl od zesilovače pro akustické účely vyžadujeme speciální úlohu: má buď vést, nebo nevést –



Obr. 23. Vlevo: báze není zapojena. Žárovka 6 V/50 mA slabě žhne, Avomet ukazuje asi 30 mA. Vpravo: báze spojena s emitorem přes odpor. Proud klesne

podobně jako sepnuté nebo rozepnuté mechanické kontakty. Za ideálního stavu by měl mít nekonečný odpor nebo nekonečnou vodivost (nulový odpor). V případě nekonečného odporu by jím netekl žádný proud, a výkon proměňovaný v teplo by byl nulový. V případě nulového odporu by na něm nedocházelo k žádnému spádu napětí a výkon proměňovaný v teplo by byl zase nulový.

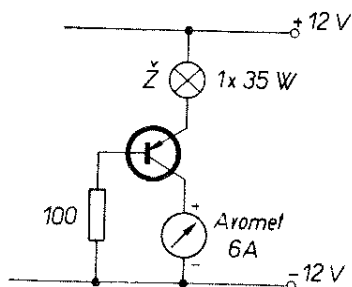
Tranzistor však není tak dokonalým spínačem. Ve „vodivém“ stavu má jistý odpor, v „nevodivém“ stavu má zas jistou vodivost. Při přechodu z jednoho stavu do druhého se pak jeho odpor nemění skokem, ale přece jen plynule a v té době dochází ke ztrátám. Tyto vlastnosti skutečného tranzistoru (na rozdíl od ideálního spínače) způsobují, že na spínacím tranzistoru se část výkonu jím procházejícího mění v teplo a tímto teplem se tranzistor zahřívá. A zvýšená teplota (u Ge-tranzistorů kolem 70°C) je jeho životu nebezpečná. Proto hlavní starostí je udržet zahřívání ve snesitelných mezích.

Provozní podmínky výkonového spínače musí zajišťovat:

1. co největší odpor v zavřeném (nevodivém) stavu,
2. co nejmenší odpor v otevřeném (vodivém) stavu,
3. co nejrychlejší překlopení,
4. účinný odvod vznikajícího tepla – chlazení.

Prakticky tyto 4 podmínky splníme následujícím způsobem.

Ad 1: Zapojíme výkonový tranzistor podle následujícího obr. 23 vlevo (pozor, jde téměř vždy o typ pnp! – podrobnosti o tomto typu dále). Žárovka 6 V/0,05 A

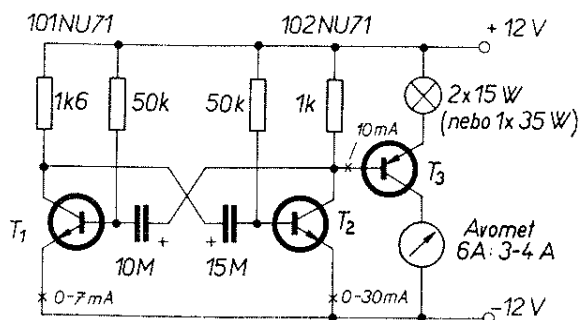


Obr. 24. Báze spojena se záporným pólem. Vodivost tranzistoru vzrostla

slabě žhne, Avomet ukazuje asi 30 mA. Pak přepojíme podle obr. 23 vpravo. Po připojení odporu 1 k Ω výchylka Avometu klesne asi na polovinu, žárovka sotva zřetelně žhne. Vezmeme-li odpor 370 Ω , klesne údaj Avometu znovu, na 7 mA. Připojíme nyní bázi přímo na +12 V. Výchylka klesla na 0,7 mA. Ideální by tedy bylo bázi spojit rovnou na +12 V, aby byl tranzistor velmi „těsně“ uzavřen.

Ad 2: Přepojíme Avomet na nejvyšší rozsah a změňme napájení báze podle obr. 24. Zapojíme proud na malý okamžik. Velká žárovka se rozsvítí a Avomet ukáže proud asi 3 A. Ideální by zde byl hodně malý odpor mezi bázi a svorkou -12 V.

Ad 3: Zkombinujeme obě zapojení tak, aby báze byla napájena oběma odpory; jeden z nich bude současně pracovním odporem multivibrátoru, druhý bude proměnný – tranzistor multivibrátoru (obr. 25). Podmínce rychlého překlápění vyhovuje multivibrátor, který vyrábí velmi strmé přechody z vodivého stavu do nevodivého (ohdélíkové impulsy). Když T_2 nevede, je báze T_3 spojena přes odpor 1 k Ω s emitorem. Jeho velikost je kompromisem mezi požadavkem malého odporu mezi bázi a + pólem baterie pro T_3 a požadavkem co možná rozumného proudu, tekoucího tranzistorem T_2 ve vodivém stavu. Když T_2 vede, je odpor tranzistoru T_2 malý ve srovnání s pracovním odporem 1 k Ω a báze je tedy spíš spojena s -12 V. Vede i T_3 a žárovky zablesknou. Příklad, jaké proudy naměříme, je zakreslen ve schématu. Tyto hodnoty nebudou ve všech případech stejné, jak je zde uvedeno podle měření na vzorku. Záleží totiž i na zesilovacích



Obr. 25. Blikačový přerušovač. Zkoušeno

činitelích jednotlivých tranzistorů. Snažíme se:

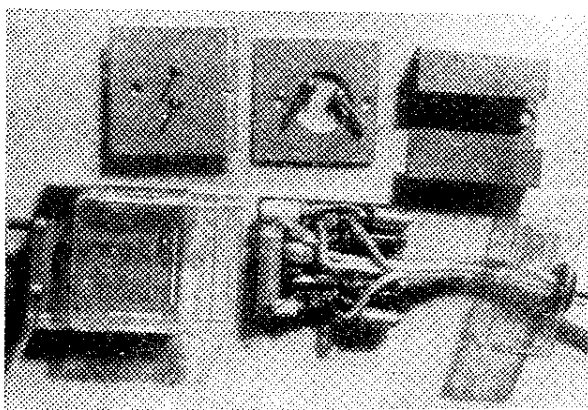
a) proud emitoru T_1 udržet pokud možno v mezích $10 \div 20$ mA (lépe je menší proud při zachování dobré funkce);

b) proud emitoru T_2 v mezích $30 \div 50$ mA. Lépe je větší proud, ale zase vzniká nebezpečí zahřívání tranzistoru. Potřebujeme velký proud do báze T_3 ;

d) proudem emitoru T_3 aspoň 3 A (velký je příznakem dobrého otvírání tranzistoru a tím malého nebezpečí přehřívání). Je záhodno, aby T_2 a T_3 měly velký proudový zesilovací činitel.

Ad 4: Spínací výkonový tranzistor T_3 činil největší starosti. Protože radioamatér je zvyklý pracovat s miliampéry a miliwatty, je dost nezvyklé a na první pohled riskantní vzít drahý tranzistor v ceně až Kčs 200,— a prohánět jím 4 A z akumulátoru.

První pokusy s multivibrátorem byly prováděny při napájení z plochých baterií, s postupně zvyšovaným napětím (4,5 – 9 – 12 V) a se žárovkami 6 V/0,05 A, 12 V/1,5 W, 12 V/3 W, 12 V/5 W a posléze 12 V/15 W (do blikáče) a 12 V/35 W + 35 W (do předního reflektoru – dálkové/klopené). Doporučuje se dodržet uvedený postup (blikáč – maják, blikáč s magnetickým relé a blikáč plně tranzistorovaný až naposled). Při pokusech se nemusí tranzistor upevňovat k chladičímu plechu, naopak, je záhodno nechladit a sledovat neustále a pozorně



Obr. 26. Součásti tranzistorového přerušovače. Nahoře chladič výkonového tranzistoru, dole destička s drobnými součástmi a pouzdro

výkyvy teploty pomocí prstů nebo rtů (nehygienické, ale spolehlivé).

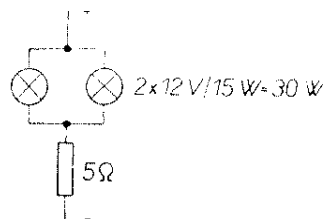
Jaké je potom překvapení, když se tranzistorově podaří rozsvítit dálkovou žárovku 35 W a Avomet ukazuje ke 4 A! To je pocit zrovna objevitelský, Einstein nemohl být hrdější. Radost však nesmí zabránit důsledné kontrole tepelného režimu. V uvedeném zapojení byl tranzistor chladný i po 2 minutách, tj. ne nápadně horký. Velmi záleží na proudovém zesilovacím činiteli tranzistoru T_2 !

V definitivní úpravě musí být T_3 chlazen, T_2 se doporučuje pro všechny případy opatřit chladičím křídélkem.

Snažíme se nastavit delší mezeru a kratší svit (volbou vazebních kondenzátorů a odporů v bázích; vliv má i velikost odporů v kolektorech, tedy „hrají“ všechny součásti). Tím se omezí doba průtoku proudu a prodlouží se doba chladnutí tranzistoru.

Po 4NU74 byl zkoušen $\Pi 4B$, $\Pi 201$, $\Pi 202$, horší $\Pi 4D$ (malý h_{21e}) a se všemi to šlo bez nebezpečí. $\Pi 4$ trochu topily, $\Pi 201$ a $\Pi 202$ víc, ale všechny tolik, že pro trvalý provoz by to bylo na pováženou. Ale plyne z toho: lze spínat velké výkony. To dokazuje 102NU71.

Spínací tranzistor lze odlehčit ještě jedním trikem – a pak lze plně upotřebit i menší tranzistor, např. $\Pi 201$, z našich 2NU73, 0C26 apod. (viz katalog). Tento trik vychází ze skutečnosti, že žárovky mají odpor svérázného charakteru – studené vlákno má odpor nízký a teprve po zahřátí stoupá jeho odpor na nominální hodnotu. Znamená to, že studeným vláknem teče mnohem vyšší proud než horkým (to je mimochodem také příčina zvláštního jevu, že silné žárovky – 100 W a větší – „prasknou“ zpravidla při zapnutí, málokdy v provozu – vyžhavené).



Obr. 27. Předžhavení žárovek pro zvýšení jejich odporu. Zkoušeno

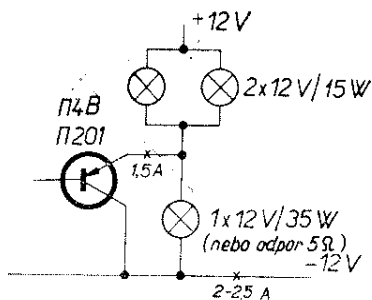
Tranzistor je tedy namáhán nejvíce při sepnutí, kdy pracuje do studených vláken.

Připojme paralelně k tranzistoru – mezi kolektor a emitor – odpor takové hodnoty, aby žárovky byly trvale předžhavovány, dejme tomu polovičním proudem. To spraví odpor, určený z jmenovitého příkonu žárovek – viz obr. 27.

Proud žárovek naplno je $30 \text{ W} : 12 \text{ V} = 2,5 \text{ A}$, jejich odpor je $12 \text{ V} : 2,5 \text{ A} = 5 \Omega$. Ke snížení proudu na polovinu tedy stačí zařadit sériový odpor též 5Ω . Nyní poteče řetězem odporů $5 \Omega + 5 \Omega = 10 \Omega$ proud $12 \text{ V} : 10 \Omega = 1,2 \text{ A}$, odpor 5Ω převezme zatížení $1,2 \text{ A} \cdot 6 \text{ V} = 7,2 \text{ W}$. Jelikož však bude v provozu jen krátkodobě (přerušovaně) a navíc jeho proud bude klesat, může být poddimenzován – 6 W . Hodil by se nastavitelný, drátový s přestavitelnou odbočkou, aby se dal naregulovat svit žárovek blikáčů v mezerách, kdy má poklesnout jejich jas.

Takový odpor může nahradit i improvizované tělísko navinuté z vařičové spirály, neseženeme-li jej hotový; jinou dobrou náhražkou je žárovka, třeba $12 \text{ V}/35 \text{ W}$. Zapojení je pak podle obr. 28.

V mezeře jsou všechny žárovky nážhaveny, jejich odpor je vyšší. Jakmile se tranzistor otevře, dodá jen špičku proudu, nikoliv celý proud ukazatelů. Jelikož je zapojen do děliče napětí, není na něm celých 12 V , ale daleko nižší napětí a tím dále klesá jeho wattové zatížení. A dál: při sepnutí tranzistoru je předžhavicí žárovka odlehčena a její svit pohasíná. Vlákno je chladnější – a tedy i jeho odpor je menší, což opět pomáhá odlehčit tranzistor ve špičce proudu, neboť chladné vlákno přebírá vyšší proud, než by byl, kdybychom



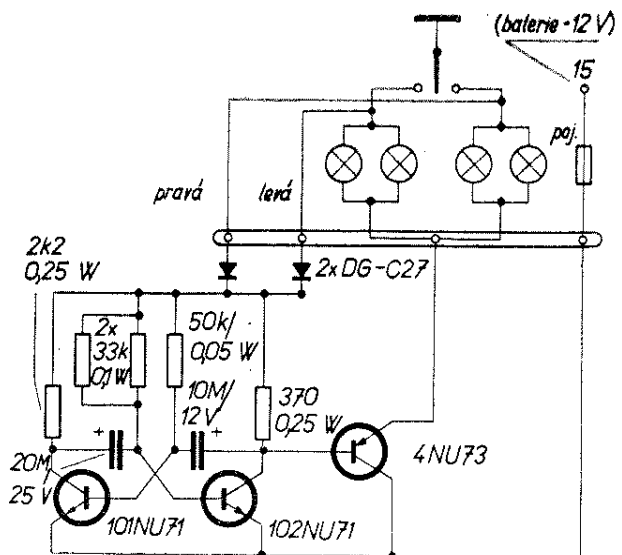
Obr. 28. Předžhacení žárovkovým odporem

použili obvyklého odporu místo žárovky.

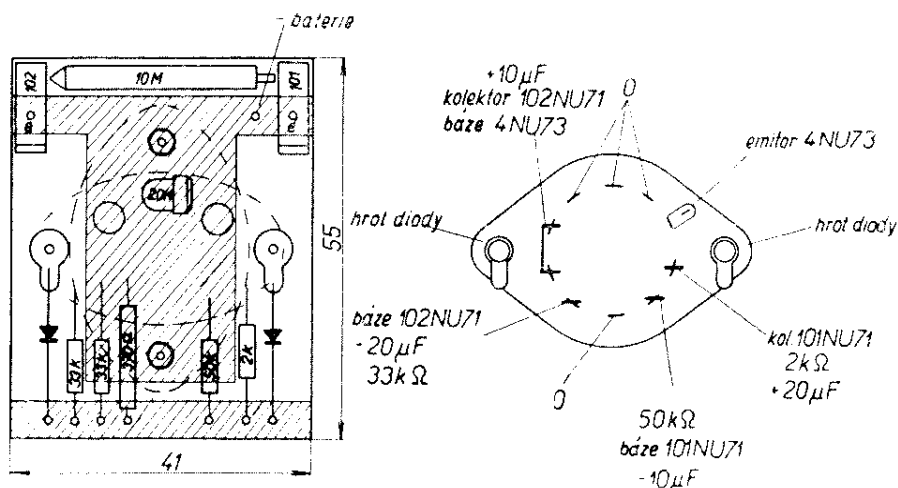
Výsledek: v zakresleném uspořádání byl tranzistor $\Pi 201$ (nijak zvláštní, $I_{CE0} = 4 \text{ mA}$ při 4 V) po 2 minutách, bez jakéhokoliv chladiče, upevněný jen za přívody, úplně studený. Avomet přitom ukazoval ve špičce $2,5 \text{ A}$, což odpovídá dobře výpočtu ($2,5 \text{ A} \cdot 12 \text{ V} = 30 \text{ W}$ v žárovkách ukazatelů – podle předpisu).

Tranzistor $\Pi 4B$ dával tentýž výsledek, proud emitoru $1,5 \text{ A}$ (s odporem $6,4 \Omega$), po 3 min. teplý, ale je možno jej uchladit.

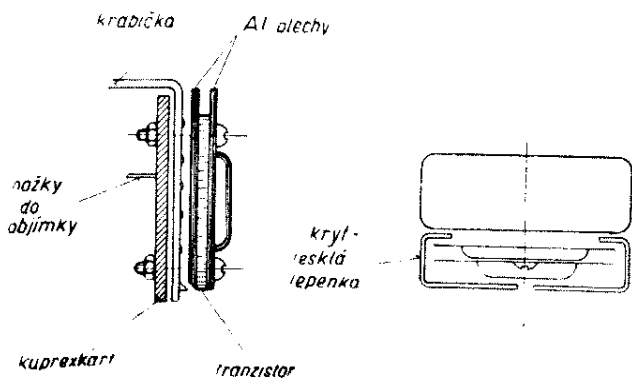
Konečné provedení přerušovače, který byl posléze zkoušen za provozních podmínek, ukazuje obr. 29, 30, 31 a fotografie na obr. 26, 32 a 35. Hodnoty součástí jsou poněkud modifikovány k dosažení vhodného poměru svit/tma a jako relé byl použit tranzistor $4NU73$ pro výhodnou rozteč nožiček báze-emitor. Nepatrný počet součástí totiž svádí k miniaturizaci a proto je záhodno volit pouzdro izolační. Nejvhodnější je použít průhledného pouzdra na cigarety. Do tohoto pouzdra se však nevejde výkonový tranzistor s chladičem a musí být upevněn zevně. Je výhodné, že rozteč kolíků $B-E$ činí 11 mm , což se právě shoduje s roztečí děr v novalové objímce přes tři otvory. Zbylá pájecí pera objímky pak mohou sloužit za upevňovací body pro ostatní součásti.



Obr. 29. Úplné zapojení přerušovače. Zkoušeno



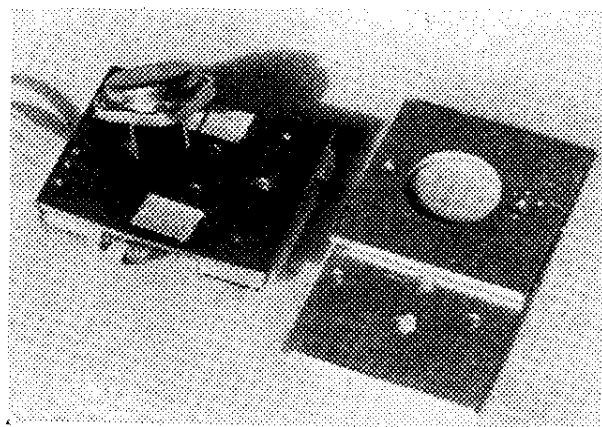
Obr. 30. Destička se součástmi a úprava novalové objímky



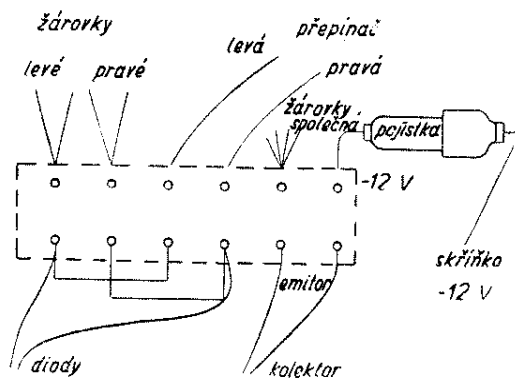
Obr. 31. Chladičí systém a jeho izolační kryt

Pertinaxovou objímku pro novalovou elektronku rozebereme odvrtáním střední trubičky a vypilujeme otvor pro péro v mezeře. Po opětném složení jsou péra uspořádána podle obrázku a objímka může být montována vodorovně. Nýty se podloží pájecími očky, jež budou sloužit za přichytné body pro přívody k diodám.

Základní destička má rozměry 42 × 53 mm podle vnitřních rozměrů pouzdra, a je leptaná z kuprekartu podle obr. 30 (přelepeno širokou izolepou, části, které se mají odlepat, odříznuty čepelkou a sloupnuty). Destička by mohla být i delší, místa ve víčku není vůbec využito. Na velkou plochu „minus“ jsou připájeny dvě matice M3 pro upevnění výkonového tranzistoru. Obstarávají též vodivé propojení destičky s pouzdem (kolektorem) výkonového tranzistoru.



Obr. 32. Tranzistor obložený plechy se zasune do destičky s drobnými součástmi zezadu. Připojení pouzdra - kolektoru obstarávají upeňovací šrouby



Obr. 33. Svorkovnice pro připojení přerušovače

Drobné součásti i jejich vývody je záhodno vzhledem k stěsnané montáži celé izolovat bužírkami nebo alespoň ovinout izolepou na ochranu proti nežádoucím náhodným zkratům.

Do krabičky pak vedou 4 přívody ze sítové šňůry (viz obr. 33): pravá dioda, levá dioda, emitor 4NU73 (společný přívod žárovek) a baterie.

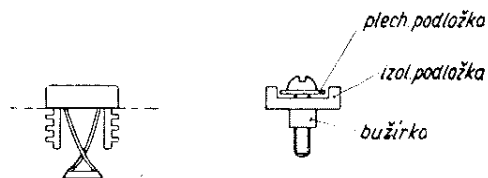
Výkonový tranzistor se nasazuje zvenčí. Na nožky jsou navléknuty 3 mm dlouhé kusky bužírky, protože tranzistor podložíme hliníkovým plechem 43×43 mm. Na tranzistor přijde další plech 43×43 mm s dírou pro klobouček a vše se stáhne dvěma šrouby M3, které zvenší stahují chladicí systém, zevnitř destičku s drobnými součástmi a propojují kolektor.

Protože i chladicí plechy nesou proti kostře napětí —12 V, musí se na vnější systém upevnit kryt z lesklé lepenky, ale tak, aby mezi plechy mohl chladicí vzduch. Kryt je přitážen pod chladicí plech a pro přístup ke šroubům jsou v něm vyraženy dvě díry pro šroubovák. Povrchovou úpravu obstarává oblepení lesklé lepenky izolepou.

Krabička má na bocích výběžky jako dělané pro zasunutí do plechového držáku. Držák je přišroubován na místě původního mechanického přerušovače. Celek je jen nepatrně větší než přerušovač s topným drátem.

Tranzistorový přerušovač nemá vlastní svorkovnici. Je připojen do lišty se 6 svorkami za „fousy“ z ohebné sítové šňůry. Bytelnější svorkovnice je nutná pro zapojení směrových žárovek podle nového způsobu. Jak vyplývá ze schématu, musí se objímky žárovek izolovat od kostry a propojení musí být dvoužilové. Bylo použito sítové dvoupramenné šňůry v bužírkách společně pro přední a zadní žárovky. Protože blikáče jsou podloženy gumovou podložkou, stačilo na nosný plech připájet svorky z lámací svorkovnice a upevňovací šrouby podložit kloboučky odříznutými ze zátek od léků, aby šroub neměl nikde styk s nosným plechem objímky (obr. 34 a foto na obr. 35).

Střední kontakt přepínače, vedoucí dříve na přerušovač, byl nyní týmž ka-



Obr. 34. Izolování šroubů

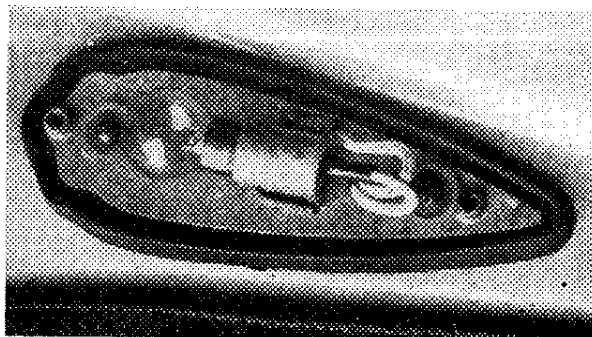
belem spojen s kostrou bez rozebírání přepínače. Kdo si nechce hrát s novým zapojováním přepínače, může použít telefonního kipru pro spínání žárovek a tranzistorů.

II.3 Akustická signalizace zapojení ukazatelů směru

Přestože vozy bývají vybaveny signální žárovečkou, která upozorňuje na činnost ukazatelů (obr. 37), není tento způsob dost důrazný. To dokazuje značný počet „zapomenutých“ blikáčů, které na silnici potkáváme a jež mohou způsobit nedorozumění – a střetnutí. Není divu, při řízení je pozornost řidiče upnuta na silnici, ne na přístrojovou desku.

Účinnější je signalizace akustická. Běžné zdroje hluku (bzučák apod.) lze zapojit podobným způsobem jako signální žárovku. Příkon žárovek je dostatečně velký, aby se vlákna nezapojené větve nenažhavila proudem bzučáku (jeho proud protéká nesvítícími žárovkami na kostru).

Lze též použít dvou bzučáků, naladěných na různé tóny. Pak máme orientaci



Obr. 35. Izolační podložky šroubů jsou ze zátek od léků z umělé hmoty

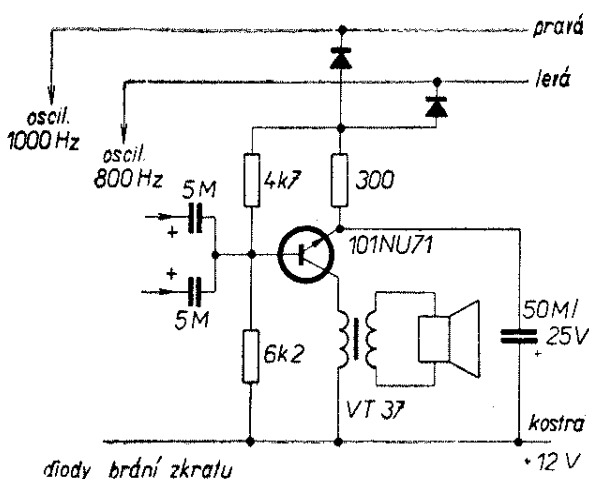
i ve směru. Tyto bzučáky lze zapojit paralelně k žárovkám.

Na obr. 36 podle [12] je znázorněno zapojení tranzistorové akustické signalizace. Napájení je kombinované. Paralelně k žárovkám jsou napájeny generátory tónu. Mohou to být oscilátory všech běžných zapojení: Hartleyův oscilátor s cívkou v tříbodovém zapojení, RC oscilátor, multivibrátor. (S nejmenším počtem součástí a tedy nejlevněji vychází Hartleyův oscilátor a dává velké výstupní napětí). Výkonový zesilovač je napájen přes oddělovací diody a do jeho báze jsou navázány přes kondenzátory výstupy obou oscilátorů. Reprodukční stačí miniaturní.

Při použití vícepólového přepínače a přerušovače s magnetickým relátkem je možno použít zapojení na obr. 37. Obsahuje generátor jednoho tónu pro oba směry (podle literatury [13]).

III. Měření

Vděčné pole pro elektronika poskytuje měření na spalovacích motorech. Je mnoho fyzikálních veličin, které lze snáze měřit (nebo aspoň indikovat bez velkých nároků na přesnost) oklikou přes elektrickou cestu než přímo. Jako první cvičení si vybereme nejjednodušší úkol – měření teploty.



Obr. 36. Zapojení akustické signalizace ukazatelů směru

III.1 Elektrický teploměr

Teploměry, které se používají k měření teploty chladicí vody, jsou málo přesné a hlavně – jsou určeny jen pro toto použití. Pro upevnění na jiném místě je třeba mechanických úprav, na něž není amatérský motorista zpravidla dílensky vybaven.

Snímač elektrického teploměru se naproti tomu namontuje snadno kamkoliv – na hlavu válce, na výfukové potrubí apod. – všude tam, kde nás zajímá provozní teplota. Spojení snímače s indikátorem je pak snadno proveditelné. Také lze snadno upravit teplotní rozsah, v němž potřebujeme teplotu sledovat.

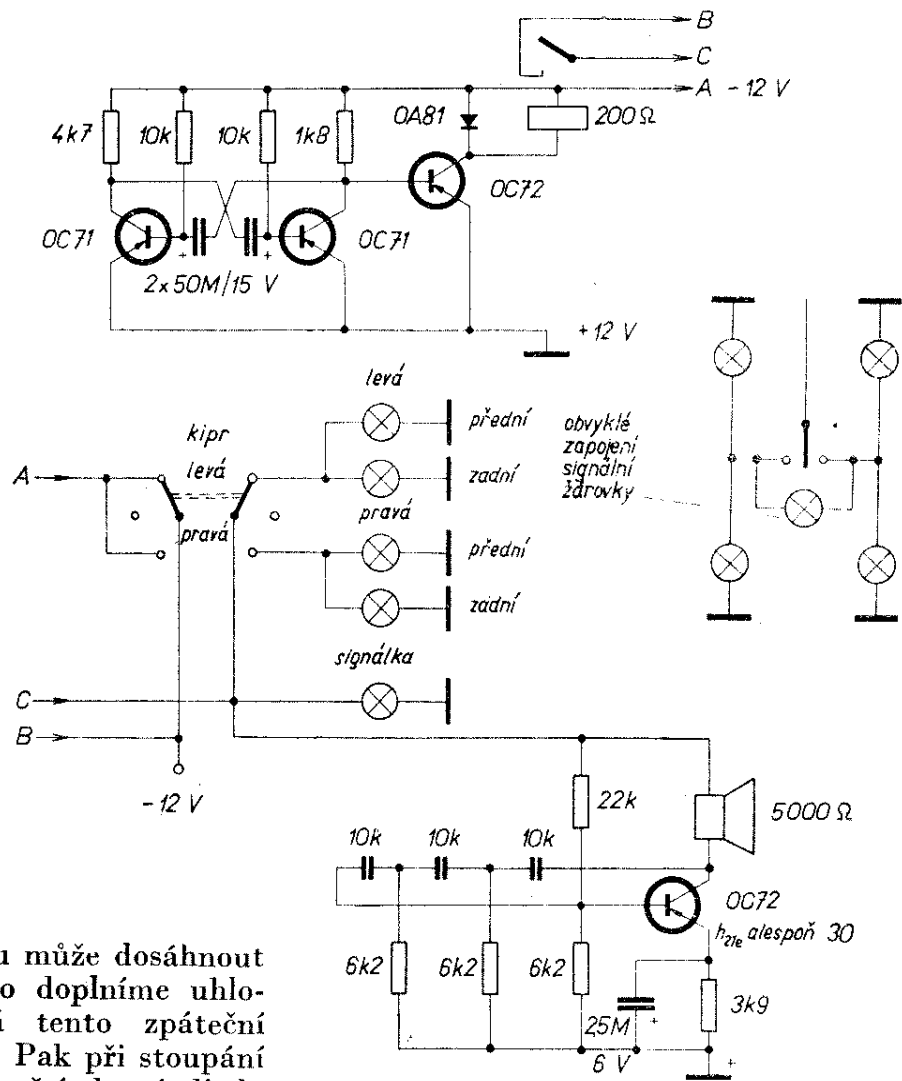
Nákres zapojení velmi jednoduchého teploměru je na obr. 38 podle [14].

Princip činnosti: jde o můstek s měřidlem v uhlopříčce. Jsou-li všechny čtyři odpory stejné, dělí se proud a vstupuje z jedné poloviny do horní větve, z druhé poloviny do dolní větve. Na spojnicích obou horních odporů se objeví polovina napětí, na spojnicích dolních dvou odporů rovněž polovina napětí. Měřidlo je připojeno mezi body o stejném napětí a neteče jím tedy proud, ručka zůstává na nule.

Jeden odpor v můstku je realizován termistorem R_T , jehož odpor se s teplotou mění. Klesne-li, nejsou již v bodu D 4 V, ale méně. Rozdíl napětí začne měřidlem protlačovat proud z bodu C do bodu D . Stoupne-li odpor termistoru, objeví se v bodě D větší napětí než 4 V a opět teče měřidlem proud, jenže tentokrát opačným směrem – z bodu D do bodu C . Měřidlo by tedy mělo mít nulu uprostřed.

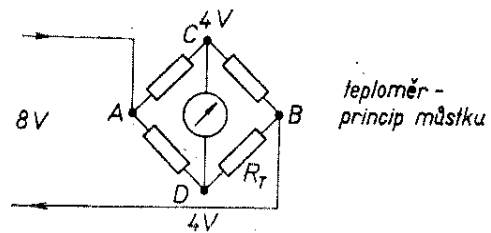
Takové měřidlo se však obtížně shání a pak, nezajímá nás kolísání teploty kolem nějaké hodnoty, ale chceme využít celé stupnice pro podrobné čtení v oblasti maximální teploty měřené součásti. Musíme proto můstek upravit. Zprvé nahradíme jeden z odporů proměnným, tj. odporovým trimrem P_1 . Tímto trimrem nastavíme poměry v můstku tak, aby již předem protékal uhlopříčkou můstku proud, který se snaží vychýlit ručku doleva („za roh“). Tím by ovšem trpělo měřidlo; síla přitlačující

Obr. 37. Zapojení přerušovače s kiprem a akustickou signalizací podle [13]; vpravo je znázorněn obvyklý způsob signalizace směrových světel

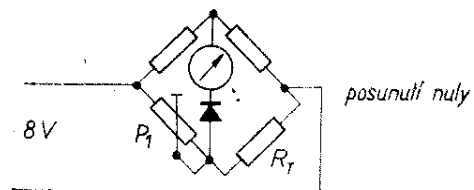


ručku k levému dorazu může dosáhnout značné hodnoty. Proto doplníme uhlopříčku diodou, která tento zpáteční proud zadrží (obr. 38). Pak při stoupaní teploty klesá rozdíl napětí, které dioda zadržuje, až v určitém bodě se můstek vyváží, polarita napětí se obrací, dioda se tím stane vodivou a ručka měřidla se začne vychylovat.

Dále jde o to, aby na údaj teploty nemělo vliv kolísání napětí baterie, které se může měnit ve značných mezích. K tomu účelu nenapájíme můstek přímo z baterie (obr. 39), ale přes odpor, za nějž zařadíme Zenerovu diodu. Zenerova dioda vede při napětí vyšším než je tzv. Zenerovo napětí (zde 8 V) a odvádí k zemi tak velký proud, aby se přebytečné napětí srazilo na odporu (zde 82 Ω). Můstek, ač připojen na akumulátor 12 V, dostává tedy 8 V a to stálých, bez ohledu na kolísání napětí na akumulátoru (s výjimkou spouštění, kdy napětí klesá pod 8 V; v tom okamžiku však přesný údaj teploty nepotřebujeme, takže to naprosto nevádí).

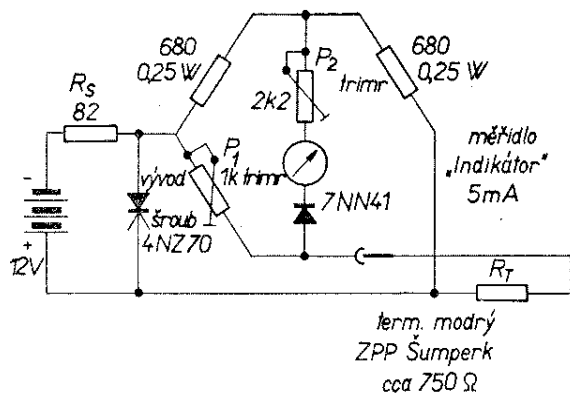


teploměr - princip můstku



posunutí nuly

Obr. 38. Můstkové zapojení teploměru s termistorem



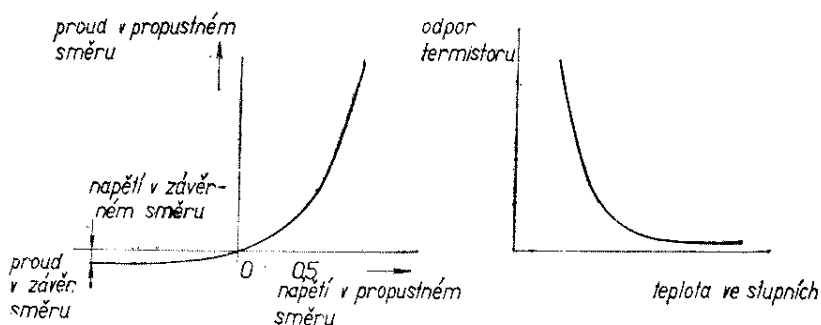
Obr. 39. Úplné zapojení teploměru. Zkoušeno

Zbývající součástka, potenciometr P_2 , je tu pro regulaci citlivosti měřidla a tedy volbu rozsahu, v němž je možno teplotu odečítat.

Hodnoty součástí je nutno upravit podle hodnoty termistoru, který se podaří opatřit. Ve schématu je uveden příklad, podle něhož lze vyexperimentovat vhodné hodnoty podle toho, jaké součásti budeme mít po ruce.

Můstek vyvážíme tak, že při normální teplotě $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ nastavíme potenciometrem P_1 na měřidle nulu. Když pak teplota klesne pod $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, tekl by měřidlem proud opačným směrem a ručka by měla snahu se odchylovat více vlevo, kde jí brání zarážka levé krajní polohy. Ale od toho je tu dioda. Musí mít zanedbatelný proud v závěrném směru, aby skutečně opačnému průchodu proudu bránila a zamezila namáhání otočného systému měřidla.

Při stoupnutí teploty ovšem teče diodou proud v propustném směru. Nesnáž je však v tom, že dioda nemění vodivost při změně polarity skokem. Od nulového napětí (kdy se právě polarita proudu mění) asi do $0,3\text{ V}$ je na charakteristice



Obr. 40. Typická charakteristika Ge-diody a termistoru

diody oblé koleno a teprve při vyšším napětí stoupá přibližně lineárně s napětím. Znamená to prakticky, že stupnice teplot bude při levém okraji poněkud stlačená. Jenže nás zpravidla tato oblast příliš nezajímá a naopak jsme rádi, když se roztáhne stupnice na pravém okraji, v oblasti vyšších teplot, aby se dala vyšší teplota přehledněji odečítat. Koleno na charakteristice diody je tedy pro nás užitečné.

Je to příznivé již proto, že termistor také nemá přímkovou charakteristiku. Při stoupání teploty klesá jeho odpor zprvu prudce, avšak potom se dostavuje také koleno, v němž se pokles odporu zmírňuje a při vysokých teplotách klesá zcela pomalu. Tento úkaz – nelineární závislost poklesu odporu termistoru na růstu teploty – nám stlačuje pravý okraj stupnice.

V určitém rozsahu teplot se tedy mohou obě charakteristiky Ge-diody a termistoru navzájem linearizovat. Spíš však se setkáme v našem případě s tím, že stupnice bude na levém okraji stlačena vlivem „závěrné“ diody, na pravém okraji pak také stlačena, zde však vlivem charakteristiky termistoru. Nejcitelnější pak asi bude v rozsahu středních teplot. Které absofutní hodnoty budou vymezovat dolní, střední a horní oblast, to nemůžeme předem říci, protože k tomu by bylo třeba změřit charakteristiku diody, termistoru a znát celkový rozsah, v němž je měření žádoucí. Při přesném výpočtu by se dále musel vzít v úvahu posun charakteristiky diody s teplotou okolí, neboť i dioda – jako všechny polovodiče je teplotně závislá. Jenže takovou přesnost od našeho teploměru ani nevyžadujeme a tak se spokojíme s tím, že tyto vlivy zanedbáme a budeme mlčky předpokládat, že jediným proměnným členem v můstku je termistor.

Stupnici měřidla bychom mohli ocejchovat ponořením termistoru do olejové lázně, jejíž teplotu bychom kontrolovali jiným teploměrem (voda se nehodí, výsledky by zkreslovala její vodivost). Jenže takto vynesená stupnice by ukázala jen teplotu termistorového tělíska a nebyla by směrodatná pro teplotu měřené součásti. My přece nemůžeme termistor zapustit do hlavy válce, aby sdílel její teplotu beze zbytku. Ani by to nebylo vhodné, protože by se nejspíš upekli. Můžeme však k hlavě nebo výfukovému potrubí nebo na podobné kritické místo upevnit plechovou objímku, která teplo převede na termistor. Cestou ovšem dojde ke spádu teploty, neboť tepelný můstek má jednak omezenou tepelnou vodivost, která stojí v cestě tepelnému toku (přestupu tepla), jednak je chlazen okolním vzduchem, ztrácí teplo zářením (sáláním) atd. Zkrátka jde svým způsobem o tepelnou anténu, která má odpor ohmický a vyzařovací. Termistor pak reaguje změnou odporu na svou vlastní teplotu, která bude vždy nižší než teplota sledované součásti. A tak dospíváme k závěru, že přesné cejchování není ani realizovatelné a stačí, když si stupnici rozdělíme po určité době provozu na dílky, značící teplotu přípustnou a mez, kdy dochází k nebezpečnému přehřátí – motor klepe, netáhne apod. Výjimkou by snad byl případ, kdy bychom chtěli měřit teplotu oleje a měli možnost termistor ponořit přímo do olejové lázně.

V případě, že se podaří získat bližší údaje o vlastnostech termistoru – nejlépe jeho charakteristiku, udávající odpor v závislosti na teplotě, lze cejchovat podle tohoto postupu:

1. Můstek pro stanovenou základní teplotu vynulujeme odporem P_1 .
2. Stanovíme nejvyšší měřenou teplotu.
3. Z křivky zjistíme, jaký odpor jí odpovídá.
4. Termistor nahradíme zjištěným odporem.
5. Trimrem P_2 nastavíme plnou výchylku.
6. Na křivce vybereme několik bodů, kde se odpor termistoru shoduje s „kulatými“ hodnotami pevných odporů.
7. Zapojujeme tyto odpory a zakreslujeme do stupnice hodnoty odpovídajících teplot.
8. Vratíme termistor na své místo v můstku.

Alternativa 1: místo pevných odporů použijeme proměnného odporu a jeho hodnotu přeměříme ohmmetrem.

Alternativa 2: nezakreslujeme, ale čteme údaj na stupnici v miliampérech a naměřené údaje zaznamenáváme ve formě tabulky. Podle tabulky nakreslíme novou stupnici ve stupních Celsia ve zvětšeném měřítku, ofotografujeme a zvětšíme na žádoucí rozměr. Fotografie pak nalepíme na starou stupnici.

Zenerova dioda má být pro 12 V baterii typu 4NZ70 (8 V) v kombinaci s naznačenými hodnotami stabilizačního od-

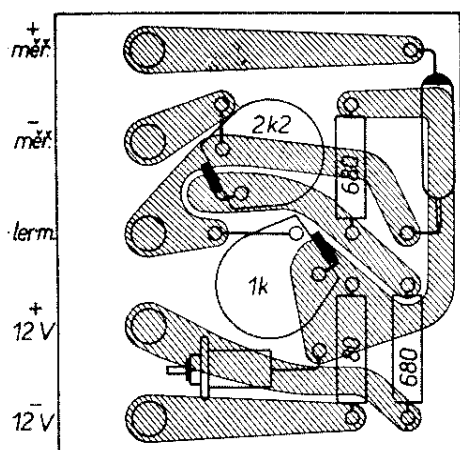
Výsledky měření Zenerovy diody 4NZ70

Při napětí napájecí baterie	je na ZD napětí	a protéká jí proud	
		za studena při pokoj.teplotě	na plnou výchylku za tepla
8,0 V	7,0 V	0 mA	—
9,5 V	8,0 V	0 mA	—
11,0 V	8,0 V	6 mA	1 mA
12,0 V	8,0 V	15 mA	10 mA
13,5 V	8,0 V	22,5 mA	18,5 mA

poru R_s a P_2 . Při napájení z baterie 6 V použijeme Zenerovy diody typu 1NZ70 a $R_s = 33 \Omega$, horní odpory – 300Ω (zhruba poloviční hodnoty, aby proud měřidlem zůstal přibližně stejný jako při napájení z baterie 12 V).

Termistor se může jedním vývodem spojit s držákem a pro připojení pak stačí jen jediný izolovaný vodič za předpokladu dobrého vodivého propojení měřené součásti s kostrou vozu. Všimněte si, že můstek je v jednom vrcholu, a to právě na straně termistoru, spojen s kostrou. Tělisko termistoru však nesmí mít elektricky vodivý dotek s držákem. Aby se vyhovělo podmínce elektrické izolace a současně tepelné vodivosti, vložíme mezi termistor a plechovou objímku tenký plátek slídy (ale opravdové přírodní slída, minerálu – ne toho, čemu se lidově často také říká „slída“: celuloidu a jemu podobných umělých hmot. Následky takové záměny si každý jistě dovede představit).

Zkoušený vzorek podle obr. 39 byl sestaven na destičku podle obr. 41 s přišroubovanými svorkami a destička upevněna do plechové skříňky, vyložené lesklou lepenkou pro zajištění proti zkratům (viz obálku II, obr. 42). Živý vývod termistoru byl izolován keramickými korálky až k místu spájení s přívodním vodičem, aby izolační povlak z PVC byl dostatečně vzdálen od teplých míst. Na štítku měřidla bylo ponecháno dělení



Obr. 41. Destička teploměru rozměrů 55×60 mm. Spoje podle obr. 39

na deset dílků a byla pouze červeně vyznačena mez bezpečné teploty hlavy válce, za níž motor nejví sklon k samozápalům, klepání atd.

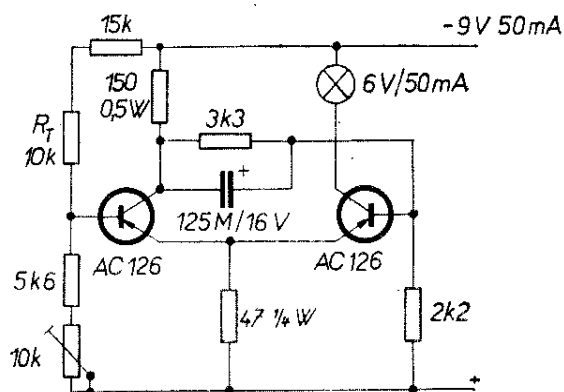
Holandská firma Philips uvádí v jednom ze svých inzerátů [15] zapojení teploměru, který hlásí opticky dosažení určité teploty. Jako čidla se užívá opět termistoru, jehož odpor se mění s teplotou. Zapojení rozsvěcí žárovečku. Teplota, při níž má dojít k signalizaci, se nastaví potenciometrem (obr. 43).

Zařízení se hodí k hlídání teploty v garáži, např. pokles na bod mrazu (nastaví se při cejchování podle teploty kousků ledu z chladničky).

III.2 Otáčkoměry

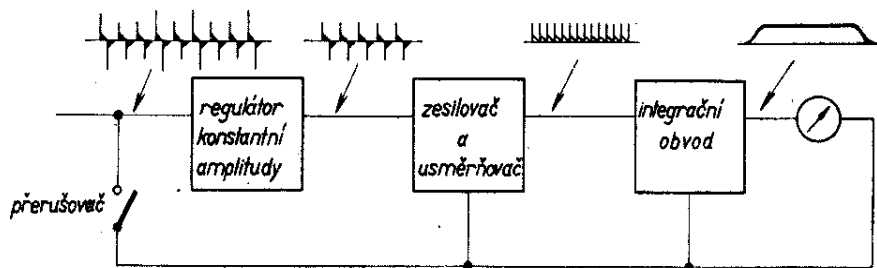
Soutěžní jezdec dobře ví, jak je důležité hlídat otáčky motoru. Ale i nesoutěžní řidič pozná, jakmile projede vlastnoručně první kilometry, že spalovací motor táhne nejlépe a nejehospodárněji jen v určitém, poměrně úzkém rozsahu otáček. Proto ostatně mají motorová vozidla převodovku. Proto se řidiči učí radit převodové stupně podle sluchu. Jenže náš sluch nebyl pro takové účely konstruován, a tak je lépe spoléhat na nějaké měřidlo než na uši.

Rychloměr tuto informaci nepodává, neboť jeho náhon je odbočen až za převodovkou. Otáčkoměr by musil být naháněn přímo od klikového hřídele. Na to běžné motory nejsou upraveny.



Obr. 43. Teploměr s optickou indikací podle [15]

Obr. 44. Blokové schéma otáčkoměru



U soutěžních strojů takové mechanické výstupy za motorem (před převodovkou) mohou být upraveny a pak je možné sem zapojit některý z mechanických otáčkoměrů pomocí ohebného hřídele. Takové otáčkoměry mají různý princip činnosti: odstředivé (jako Wattův regulátor parního stroje), magnetické (jako tachometr), nebo tachodynamo.

Nic však nezabrání tomu, abychom neodvozovali náhon otáčkoměru od zapalovacích impulsů. Počet jisker za vteřinu přece závisí na tom, jak rychle se motor točí! Stačí tedy počítat jiskry.

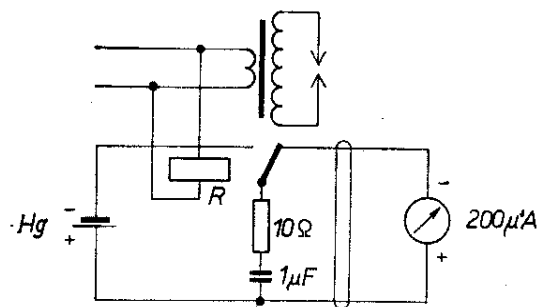
Jenže jiskra dosahuje napětí od 9000 do 30 000 V a to by se s ní špatně pracovalo. Výhodnější je odebírat řídicí impulsy z primáru zapalovací cívky (nebo z přerušovače, což je elektricky totéž, viz svorka 1). Zde by se měly vyskytovat obdélníky o napětí baterie, tedy 12 V [16].

Jenže ony se nevyskytují. Nezapomeňte, že jde o obvod s indukčností (cívka), kde se přerušuje proud velký několik ampérů. Průběh tedy bude mít zákmity (dosahují při přerušení až 400 V), a to obojí polarity (máme-li „živý“ vývod baterie záporný, půjdou zákmity též do kladné polarity). Tvar impulsu dále závisí na otáčkách, na stavu kontaktů přerušovače a na stavu svíčky. To je mnoho neurčitostí najednou a proto není možné počítat primární impulsy přímo. Řeší se to dvojným způsobem: buď se tyto impulsy upravují, nebo se jich používá k řízení spoušťového obvodu, který vyrábí nové impulsy uniformní kvality.

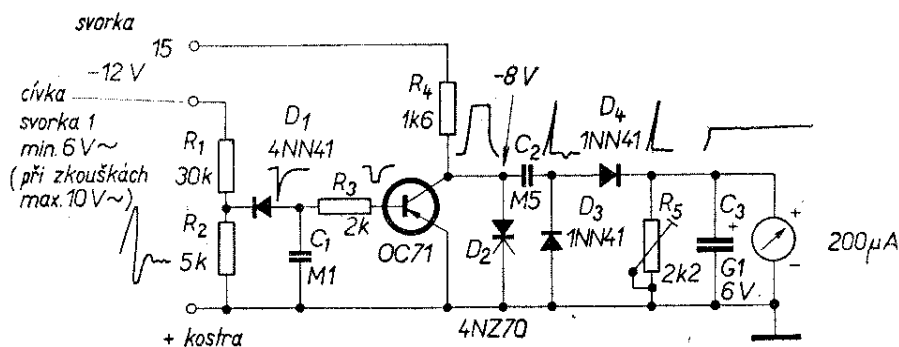
Jak se to dělá podle prvního způsobu, je znázorněno na blokovém schématu na obr. 44 podle [17], které znázorňuje komerční otáčkoměr Mar-Con DRT 100 (rozsah do 4000 nebo 8000 ot/min., přesnost 2 %, pro 2-4-6-8 válců).

Jedno z řešení – později si uvedeme ještě další možné způsoby – z druhé skupiny přístrojů (kompletně nové vytváření uniformních impulsů) ukazuje obr. 45, kde je znázorněn otáčkoměr firmy Sun Electric Corp., [18]. Obsahuje citlivé relé, schopné rychlého přepínání, jež je zapojeno paralelně k primáru zapalovací cívky. Toto relé střídavě nabíjí kondenzátor ze rtuťového článku a vybíjí ho do měřidla. Ručka měřidla má určitou setrvačnost a tedy impulsy mechanicky integruje. Místo rtuťového článku by mohl být zapojen NiCd akumulátor, který vyniká též vysokou stálostí napětí. Na relé jsou ovšem kladeny vysoké nároky a proto je přístroj značně drahý. Většina běžně nabízených otáčkoměrů (Airguide Instrument Co; Sparkomatic Corp.; Dixon Products Inc.; Allied Radio Corp. [Knight Kit]; Heath Comp.; Lafayette Radio) pracuje však podle prvního způsobu. Určené funkce, naznačené v blokovém schématu, se pak uskutečňují dosti prostými prostředky – viz např. zapojení, které bylo upraveno podle výrobku Knight-Kit a vyzkoušeno (obr. 46). Na tomto obrázku jsou zakresleny i přibližné průběhy, aby byl názorněji předveden tvarovací proces.

Impulsy z přerušovače vstupují na dělič R_1R_2 . Dělič odděluje přístroj od



Obr. 45. Reléový otáčkoměr Sun



Obr. 46. Otáčkoměr podle [18]. Zkoušeno

cívky a snižuje napěťový ráz, který může dosáhnout několika set V, na velikost vhodnou pro zpracování tranzistorem.

Protože vstupní impulsy jsou vlastně tlumenými zákmity obojí polaroty, dioda D_1 zadrží kladné půlvlny a kondenzátor C_1 se nabíjí zápornými impulsy a pozvolna se vybíjí do odporu R_3 . Tím tvaruje impuls na pilovitý průběh. Tato záporná „pila“ otevírá tranzistor pnp až do nasycení. Odpor R_3 omezuje proud báze během velké amplitudy impulsu, chrání tranzistor a spolu s C_1 (jejich časová konstanta!) rozšiřuje impuls.

Na výstupu tranzistoru, tj. na R_4 , se objeví vlivem zesílení a omezení kladný průběh velmi přibližně pravoúhlý. Kondenzátorem C_2 projdou z tohoto obdélníku jen hrany, tj. za ním se objeví jen dvě jehlovité špičky, jejichž amplituda je úměrná strmosti hrany. Náběžná hrana vytvoří vyšší špičku. Dioda D_3 zkratuje záporné impulsy na kostru, D_4 potlačí jejich zbytek a kladné propustí k měřidlu. Ručku měřidla uklidňuje kapacita C_3 . Citlivost a tím i rozsah reguluje cejchovací trimr R_5 .

Protože časová konstanta $C_2 +$ odpor diody D_3 v závěrném směru zůstává stejná, jsou impulsy, jdoucí do měřidla stále stejně široké. Zenerova dioda D_2 udržuje konstantní napájecí napětí a tím i výšku impulsů. Záleží tedy jen na četnosti impulsů.

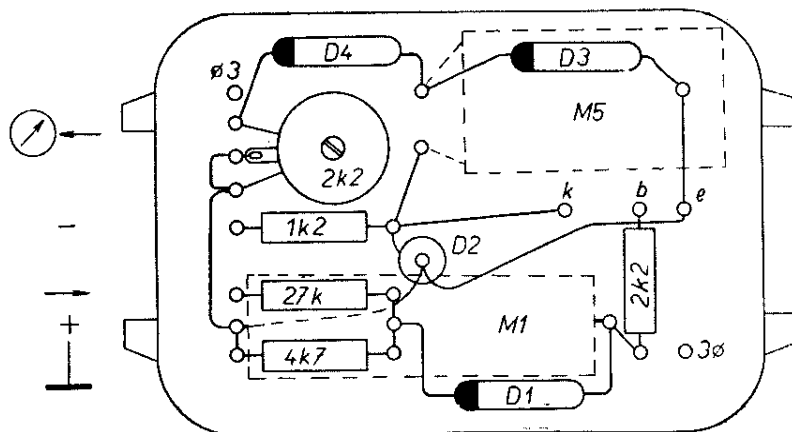
Některé vlastnosti vzorku (viz na str. II obálky obr. 47 a titul): Zenerova dioda 4NZ70 udržuje napětí od 9 do 16 V z akumulátoru na stálém napětí 8 V. Otáčkoměr odebírá proud 1,9 mA bez buzení a 5,4 mA při buzení z generátoru. Při zkouškách na stole byl totiž vzorek buzen sinusovým napětím z RC generá-

toru Tesla BM218A z nedostatku jiného zdroje, který by měl dávat pravoúhlý průběh. Na ořezání diodami nebylo pomysleno, protože, jak se ukázalo, bylo nutné použít rozsahu 10 V, přičemž otáčkoměr začal spolehlivě reagovat na kmitočet teprve od napětí 6 V (údaj otáčkoměru nesmí být závislý na amplitudě impulsů). Maximum výchylky nastává při 370 Hz sinusového budicího napětí 10 V, pak výchylka klesá a při 2 kHz je nulová. Jenže to stačí: 5000 otáčkám za minutu u dvoutaktu (1 válec) odpovídá 83 Hz. Zahřívání tranzistoru v prstech (tedy alespoň na 30° C) se neprojevovalo na údajích měřidla.

Přístroj je napájen ze svorky 15 (zapíná se při zapnutí zapalování), je umístěn pod sedlem vedle akumulátoru a k měřidlu na říditkách vede jen jeden vodič. Druhý pól měřidla je na kostře.

Součásti byly srovnány na destičku rozměrů 45×68 mm, daných vnitřními rozměry krabičky z lehké slitiny, s pře-pychovým těsnícím víčkem – z vojenského inkurantu. Obr. 48 znázorňuje rozložení součástí shora. Dvě větší součásti – kondenzátory 0,1 μF a 0,5 μF jsou vespod, přičemž kondenzátor 0,5 μF byl zminiaturizován z krabicového – svitek vytažen, ovinut izolepou a namočen do epoxydové pryskyřice na ochranu proti vlivu ovzduší. Spoje jsou pseudoplošné – do pertinaxové destičky zaraženy nýtky a propojení obstarávají zesponu vývody součástí. Svorkovnice je zvláště, podobně jako u vzorku přerušovače pro ukazatele směru. Vzhled je na obálce str. III na obr. 47. Uklidňovací kondenzátor 100 μF se pro svou objemnost do krabičky též nevesel a proto je zavěšen přímo na svorkách ručkového měřidla. Inkurantní měřidlo

Obr. 48. Rozložení drobných součástí otáčkoměru podle obr. 46



je upevněno na plechovém držáku pod panelovými říditky vedle tachometru. Je záhodno je chránit před vlhkostí umaplexovým krytem, před otřesy gumovými průchodkami. Ostatně nemějte obavy, že se bude ručka za jízdy neklidně třást. Paralelně připojeným velkým kondenzátorem je systém otočné cívky utlumen elektricky, pro jakékoliv střídavé proudy znamená kondenzátor 100 μ F prakticky zkrat. To platí i pro proudy, vyvolávané v cívice pohyby a pak se zkrat uplatňuje jako dynamická brzda u tramvaje. Kdo nevěří, nechť zakýve měřidlem nezapojeným, a pak měřidlem, které má kouskem drátu zkratované svorky. Rozdíl v tlumení je markantní.

Cejchování by se mělo provádět generátorem s obdélníkovým průběhem, přičemž pro určení kmitočtu platí tato úvaha: otáčkoměr dostane vstupní impuls při každém rozepnutí, když přeskočí jiskra. U čtyřtaktu pálí každá svíčka jednou za dvě otáčky klikového hřídele. U šestiválce se tedy kontakty rozepnou 6krát za dvě otáčky, neboli 3krát za otáčku. Jelikož kmitočet měříme v Hz, což je počet cyklů za vteřinu, a mechanická měření v otáčkách za minutu, převedeme 1/3 otáčky na impuls $\times 60$ vteřin = 20, jakožto poměr ot/min k četnosti impulsů za vteřinu. Pak 60 impulsů za vteřinu (60 Hz) z kalibračního generátoru dá výchylku 1200 ot/min.

Obecný převodní vzorec pro všechny čtyřtaky je

$$120 \times \text{kalibrační kmitočet} : \text{počet válců.}$$

U osmiválce je to $\frac{120 \cdot 60}{8} = 900$ ot/min při kalibračním kmitočtu 60 Hz.

I obyčejný síťový kmitočet 50 Hz, jehož průběh upravíme omezovačem se dvěma diodami, je tedy dobrou pomůckou pro cejchování a kalibraci.

Jestliže otáčkoměr ukazuje víc než vychází ze vzorce, musí se zmenšit bočník paralelně k měřidlu a opačně.

Pro jiné motory platí:

1 impuls na 1 otáčku odpovídá dvou-taktnímu jednoválci, nebo čtyřtaktnímu dvouválci,

2 impulsy na 1 otáčku odpovídají čtyř-taktnímu čtyřválci,

3 impulsy na 1 otáčku odpovídají čtyř-taktnímu šestiválci.

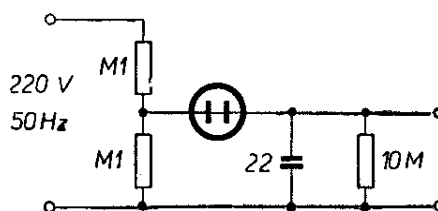
$$\text{Obecně: } N = 2 \cdot V \cdot T,$$

kde N – počet impulsů na otáčku,

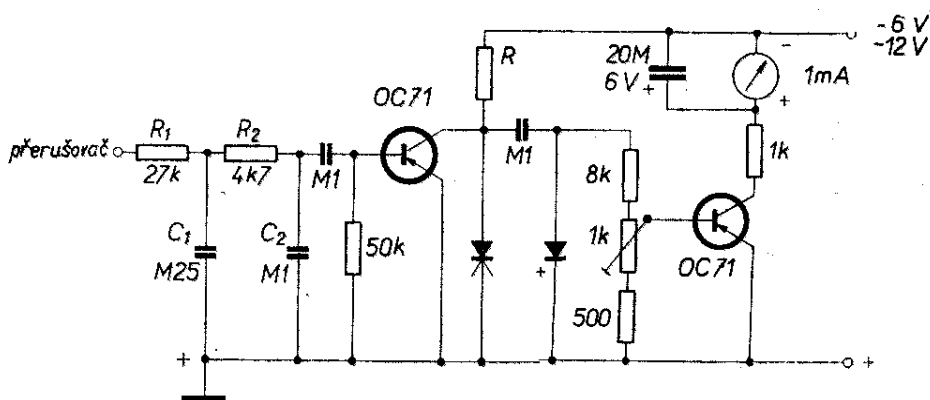
V – počet válců,

T – počet taktů na pracovní zdvih.

Obdélníky je možné ze sinusového průběhu získat i tak, že si z improvizujeme tranzistorový zesilovací stupeň s napájením kolem 10 V a tranzistor nf generátorem přebudíme až do limitace. Jiný jednoduchý přípravek ukazuje obr. 49 podle [19]. Neonka propouští jen špičky sinusovek síťového napětí a tím vytváří cejchovací impulsy o kmitočtu 50 Hz. Ručka měřidla se nastaví na příslušné



Obr. 49. Přípravek pro cejchování obdélníkovými kmity 50 Hz



Obr. 50. Otáčkoměr podle [21]

R - 4k7 pro 6V, 10k pro 12V

otáčky odporovým trimrem „kalibrace“ podle vzorce

$$\text{ot/min} = \frac{50 \text{ (Hz)} \cdot 60 \text{ (s)} \cdot 2 \text{ (u čtyřtaktu)}}{V \text{ (počet válců)}}$$

(viz jiný tvar tohoto vzorce výše) nebo podle tabulky

Počet válců	Kalibrační bod (ot/min)	
	dvoutakt	čtyřtakt
1	3000	6000
3	1500	3000
4	750	1500
6	—	1000
8	—	750

Zajímavý přehled o práci motoru, důležitý nejen pro stavbu otáčkoměrů, ale i při úvahách o zapalovacím systému

(viz zvláštní stat), poskytuje připojená tabulka [20].

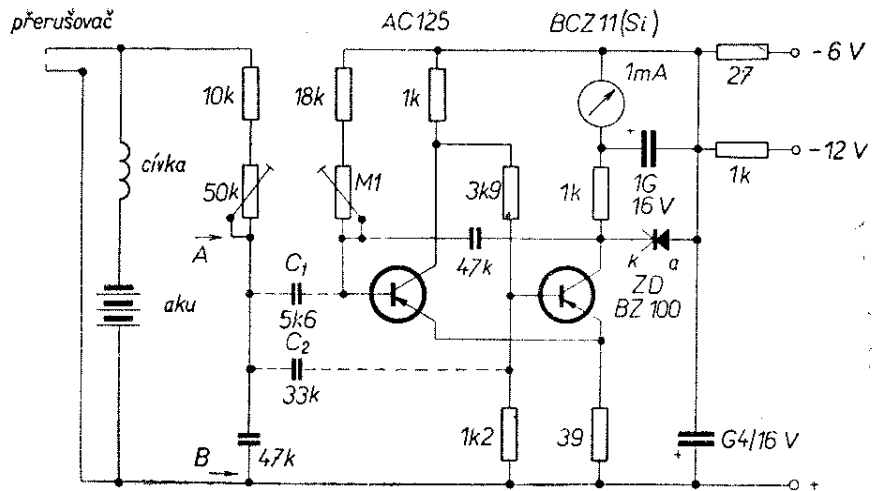
Pozor u vozů Wartburg: mají tři zapalovací cívký, čímž se úvahy o závislosti počtu impulsů na otáčkách mění!

Přesná kalibrace otáčkoměru však není nutná. Komu by dělalo cejchování otáčkoměru potíže, může spokojit jakoukoliv stupnicí, u níž si označí otáčky, při nichž podle zkušeností jezdí nejlevněji. Autor použil malého inkurantního měřidla 200 μA, které má u levého okraje červené políčko a asi ve 2/3 značku H. F. Mod. A náhodou červené pole souhlasí s oborem otáček, kdy je nutno řadit, a značka H. F. Mod. s otáčkami, kdy to „bere“ nejméně (asi 70 km na přímý záběr).

Pro toho, kdo rád zkouší něco neobnošeného, několik dalších zapojení. Na obr. 50 podle [21] je obdobný otáčkoměr, jenž doplněný stejnosměrným zesilovačem (druhý tranzistor 0C71). Pak vystačíme i s méně citlivým měřidlem, zde 1 mA na plnou výchylku.

	Dvoudobý			Čtyřdobý		
	4	6	8	4	6	8
Počet válců	4	6	8	4	6	8
Jisker na otáčku	4	6	8	2	3	4
Jisker za vteřinu při 600 ot/min.	40	60	80	20	30	40
Čas na jiskru v ms při 600 ot/min.	25	16,7	12,5	50	33,3	25
Jisker za vteřinu při 6000 ot/min.	400	600	800	200	300	400
Čas na jiskru v ms při 6000 ot/min.	2,5	1,67	1,25	5	3,33	2,5
Rychlost vačkového hřídele k rychlosti klikového hřídele	1 : 1	1 : 1	1 : 1	1 : 2	1 : 2	1 : 2
Stupňů vačky na jiskru	90	60	45	90	60	45
Stupňů kliky na jiskru	90	60	45	180	120	90

Obr. 51. Otáčkoměr podle [22]



C_1 - při -pólu na kostře
 C_2 - při +pólu na kostře

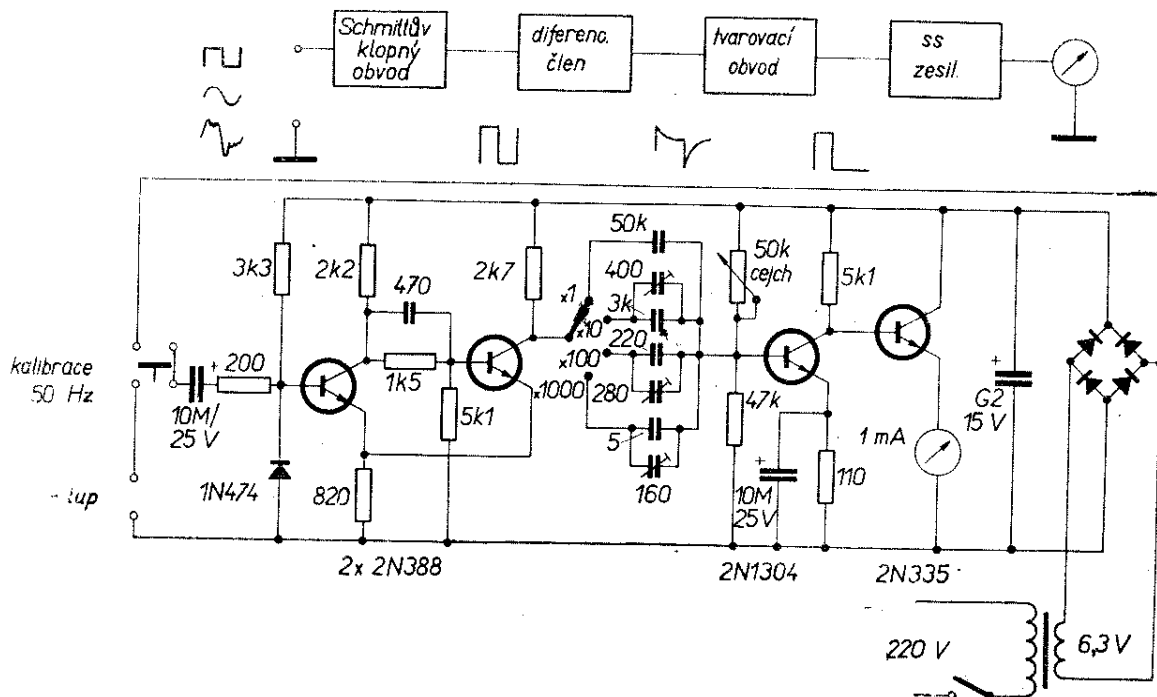
System je určen pro vozy s +kostrou 6 nebo 12 V. Na vstupu je filtr, potlačující kmitočty nad 350 Hz, což odpovídá 5200 ot/min u osmiválce. Pro vyšší opakovací kmitočet by bylo nutné snížit RC konstantu R_1 , R_2 , C_1 a C_2 .

Zapojení vykazuje značnou stabilitu při změnách teploty okolí. Chyba údaje měřidla je při +18 °C asi 0,5 % a v rozmezí od -1 °C do +30 °C je stále pod 2,5 %.

Na dalším obr. 51 je otáčkoměr podle schématu firmy Philips [22], který však pracuje na odlišném principu než před-

chozí. Oba tranzistory se společným emitorovým odporem tvoří klopný obvod, který se spouští impulsy ze zapalovacího systému - na každý spouštěcí impuls se obvod jednou překlápí a vypustí vždy stejně široký a vysoký vlastní impuls.

Zapojení je univerzální, neboť má vstup oddělen kondenzátory; dá se tedy použít jak ve vozech s ukostřeným -pólem, tak i ve voze s ukostřeným +pólem. Jeden odpor navíc pak zajišťuje i použitelnost v systému s akumulátorem 6 V i 12 V. Napětí je opět stabilizováno Zenerovou



Obr. 52. Otáčkoměr podle [23]

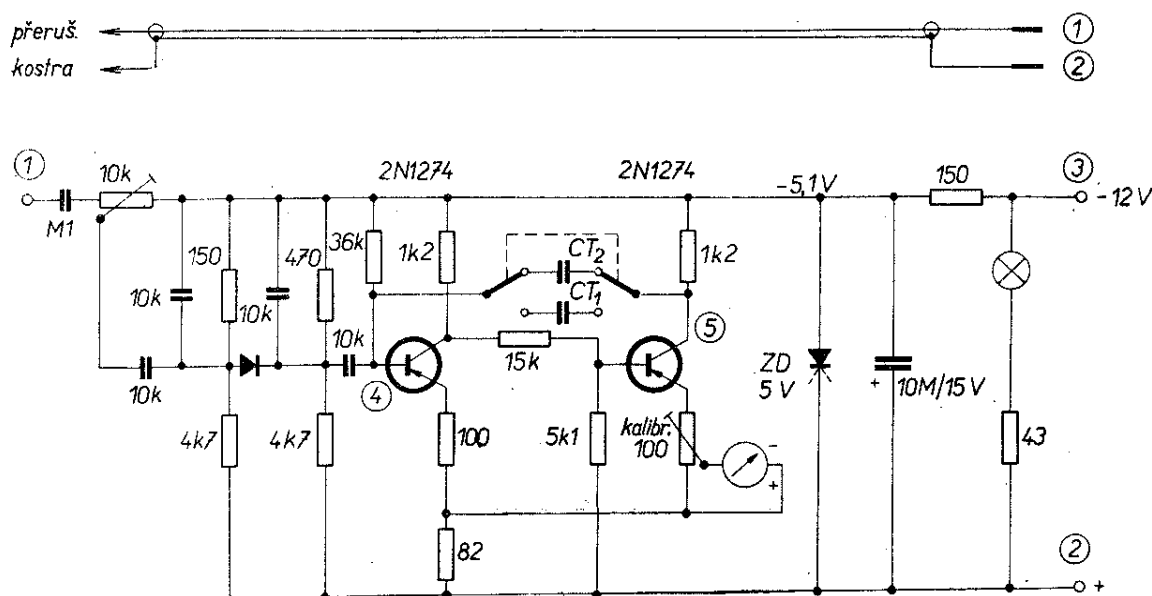
diodou – pravděpodobně pro Zenerovu napětí kolem 5 V, aby vyhověla i při 6 V baterii.

Obdobou tohoto zapojení je přímoukazující kmitočtoměr (obr. 52) podle pramenu [23]. Pracuje jako otáčkoměr: vstupní průběhy libovolného tvaru se promění v průběhy přesně definovaného tvaru a amplitudy. To obstará Schmittův klopný obvod. Z obdélníkových průběhů se vytvoří špičky. Špička vytvořena čelem obdélníku se používá k počítání, kdežto zadní špička se potlačí. Tento přístroj je ovšem upraven pro jiný účel než pro použití na vozidle. Tak uprostřed obrázku vidíme přepínač se sadou různě velkých vazebních kondenzátorů, takže ve čtyřech rozsazích lze měřit kmitočty od nuly až do 200 kHz; v otáčkoměru by stačil jediný, a to ten největší kondenzátor. Napájení je upraveno ze sítě – nečinilo by potíže použít napájení bateriového (samozřejmě se stabilizační Zenerovou diodou), avšak tím by se zne-možnila kalibrace: Tlačítkovým přepínačem na vstupu lze totiž odpojit vstupní zdířky a připojit ze sekundáru síťového transformátoru kalibrační kmitočty 50 Hz. Jelikož však v mobilním provozu stejně není nutné měřit s vysokou přesností, dá se tato ztráta v případě použití jako otáčkoměru oželeť.

Renomovaný výrobce radioamatérských stavebnic Heathkit prodává stavebnici otáčkoměru MI 31 [24], který je zapojen podle obr. 53. Opět se historie opakuje: na vstupu je filtr – tentokrát složitějšího provedení – s diodou, opatřenou předpětím v závěrném směru, takže už spouštěcí impulsy dostávají strmější charakter. Následuje spoušťový obvod a četnost jeho překlápění měří ručkové měřidlo. Vazební kondenzátory CT_1 a CT_2 umožňují měření ve dvou rozsazích, nebo přizpůsobení přístroje pro měření buď na dvoutaktu nebo na čtyřtaktu nebo při různém počtu válců.

U tohoto přístroje můžeme přejít k třetímu druhu otáčkoměrů. Tvoří přechodný stupeň mezi otáčkoměry s čistě mechanickým náhonem a s čistě elektrickým odebráním počítaných impulsů. V některých případech, hlavně v dílenské praxi, může být výhodné snímat otáčky nezávisle na zapalovacím systému (u agregátů nezávislých na zapalování, u dieselů apod.).

Kdyby pak mechanické spojení činilo obtíže, nebo záleželi-li na tom, aby měřený stroj nebyl zatížen odběrem síly, přijde vhod magnetoindukční snímání. Výstupní hřídel je opatřen magnetem, který se pohybuje poblíž snímací cívky – obr. 54. Magnet stačí malý, např. $10 \times 10 \times 3$ mm,



Obr. 53. Otáčkoměr podle [24] – Heathkit MI-31 – pozměněné vydání

přípevněný na hřídel páskou izolepa – a proto pokud možno lehký, aby se neuplatnila odstředivá síla.

V cívce indukované elektromotorická síla se řídí závislostí

$$E = B \cdot l \cdot v,$$

kde E – indukované napětí

l – délka vodiče pohybujícího se v magnetickém poli (nebo opačně – pole se může pohybovat vůči stojícímu vodiči)

v – jeho rychlost,

B – magnetická indukce (závisí na „síle“ použitého magnetu).

Rychlost v určíme z otáček n podle vzorce

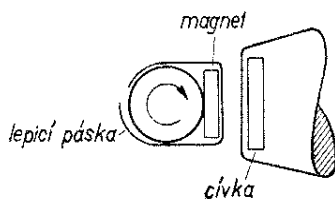
$$v = 2 \cdot r \cdot \pi \cdot n.$$

Výpočtem zjistíme, že při vyšších otáčkách (velké n a tím velké v) může být mezera mezi cívkou a magnetem dost velká (až několik cm při 8000 ot/min), protože pak se potřebného napětí dosáhne i při nižší indukci B . Mezera mezi hlavou a magnetem není kritická a neovlivňuje přesnost měření díky vlastnostem spoušťového obvodu.

V každém případě jsou však dodávané impulsy příliš slabé, než aby stačily vybudit otáčkoměr, a proto se musí předřadit dvoustupňový zesilovač podle obr. 55, který dodá impulsy o amplitudě 10 V špička-špička. Předzesilovač musí být stíněn a umístěn těsně u snímací cívk, aby se zamezilo vnikání rušivých napětí.

Autor [24] použil jako snímače cívk z relé (2500 Ω , 11 000 záv. drátu o \varnothing 0,05 CuP), ale stejně dobře lze použít i té nejlevnější kombinované hlavy z magnetofonu.

Funkční vzorek byl stavěn pro použití v dílně, tj. se samostatným napájením,



Obr. 54. Induktivní snímač otáček

a s třetím rozsahem do 2000 ot/min. Pro pohodlnější manipulaci byla přistavena prepínací skříňka, která nahrazuje, zapínána mezi body 4 a 5, původně vestavěný prepínač s kondenzátory CT_1 , CT_2 (viz obr. 56).

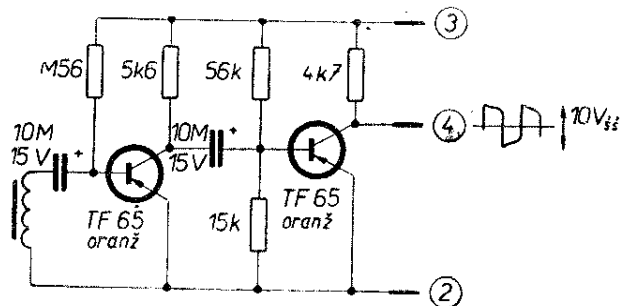
Velikost kondenzátorů $CT_1 \dots CT_3$ je: základní pro počet válců $V = 1$ (taktů $T = 2$), $V = 2$ ($T = 4$), poloviční pro $V = 4$ ($T = 4$) a třetinová pro $V = 6$ ($T = 4$). Příklad se dá ověřit na obr. 56.

Pro změnu rozsahů 2 : 4 : 8 platí pravidlo poloviční kapacity pro následující rozsah (zde 0,2 μ F, 0,1 μ F, 50 000 pF). Aby přesnost cejchování pro jeden rozsah platila i pro další, je záhodno kondenzátory CT_2 a CT_3 skládat z několika menších, řazených paralelně, čímž se vyrovnají odchylky v tolerancích.

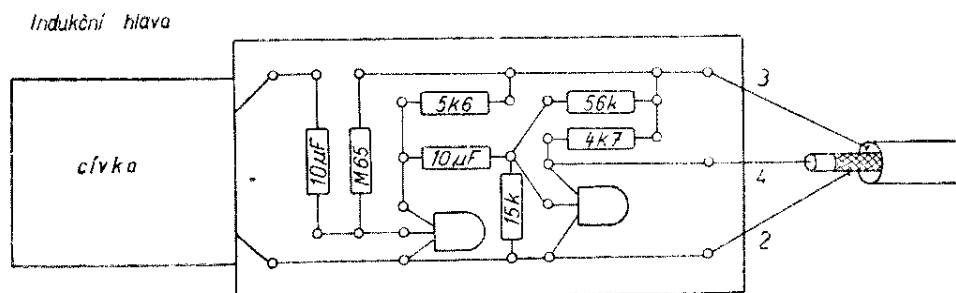
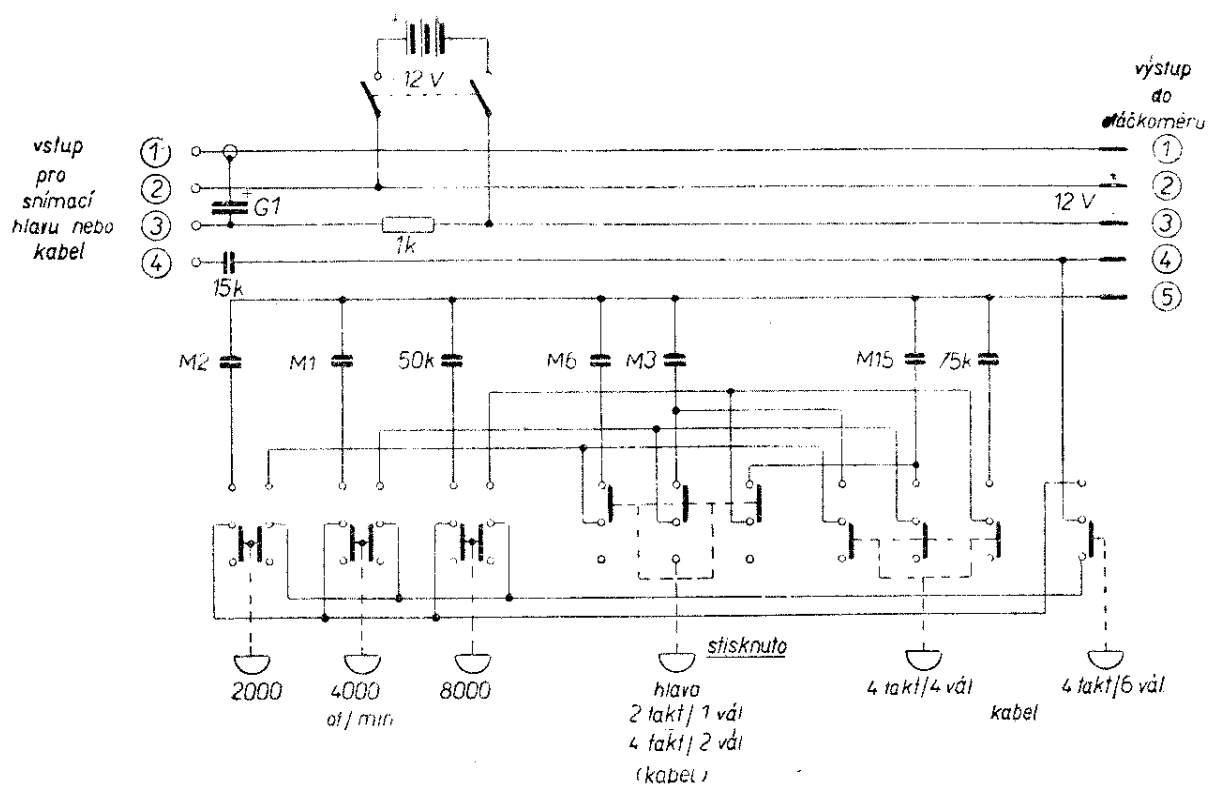
Měření je jednoduché: hlava se k magnetu přiblíží, až měřidlo ukáže výchylku. Systém spoušťového obvodu totiž buď nereaguje na slabé impulsy vůbec, nebo indukované napětí stačí k jeho překlopení.

Velmi elegantně je řešen vstup otáčkoměru na dalším obr. 57 (podle [25]). Pro účely motoristické je až příliš propracovaný, nicméně je zajímavé se s ním seznámit.

Na měřeném hřídeli musí být upevněn válec nebo kotouč ze dvou kovů s rozdílnými magnetickými vlastnostmi (např. ocel-mosaz). Magnetická mezera mezi tímto kotoučem a snímačem může být široká až 5 mm a nevádí, je-li tato mezera vyplněna třebaš pouzdrum z izolační hmoty. Izolační hmota je pro magnetické siločáry „průsvitná“ stejně jako vzduch. Kromě přímého odečítání otáček za minutu lze získat i čtení celkového



Obr. 55. Zesilovač k indukčnímu snímači podle obr. 54



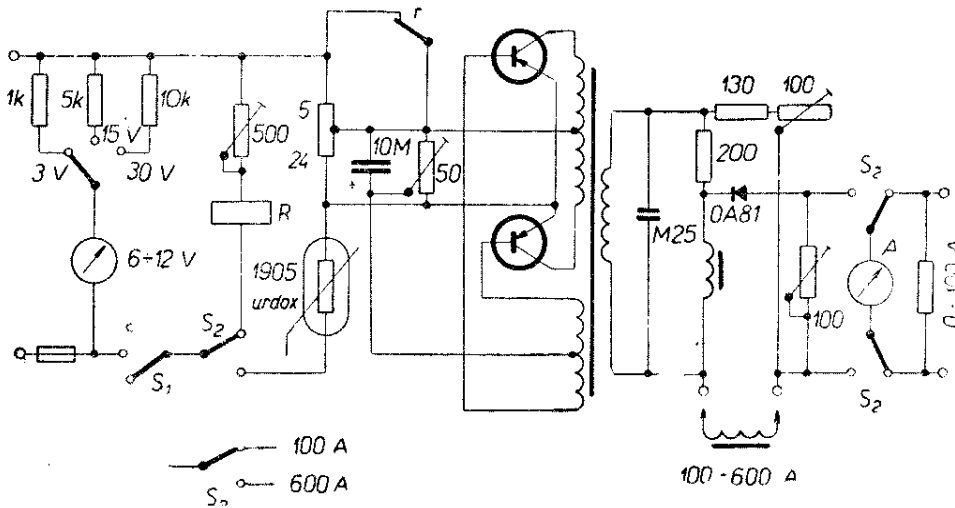
Obr. 56. Nahoře: přepínač rozsahů, dole: snímací hlava

počtu otáček, připojí-li se počítadlo. Počítadlo může být dále upraveno tak, aby po určitém počtu otáček stroj vypnulo.

Tranzistor T_1 pracuje jako oscilátor s uzemněnou bází. Zpětnou vazbu, nutnou pro nasazení oscilací, obstarává sériový rezonanční obvod z kolektoru do emitoru. Potenciometrem P_1 se paralelní rezonanční obvod v kolektoru utlumí natolik, aby zpětná vazba stačila k nasazení a udržení oscilací jen v tom okamžiku, kdy jsou oba rezonanční obvody nalaďeny na stejný kmitočet.

Vidíme už, jak otáčkoměr pracuje: indukčnost L_2 ve zpětnovazební větvi tvoří snímač, jehož indukčnost se mění tím, že při otáčení před ním „deflují“

ocelové a mosazné segmenty. Při blízkosti ocelového segmentu se indukčnost zvětší, přiblížením mosazného segmentu indukčnost klesne. Oscilátor tedy kmitá pouze ve dvou omezených úsecích jedné otáčky. Střídavý proud, protékající vinutími, se transformuje též do vinutí L_3 (slouží jako vazební). Kmity takto vyvedené se usměrňují diodou D_1 a převádějí se – nyní už jako přerušovaný stejnosměrný proud – do báze tranzistoru T_2 . Tranzistory T_2 a T_3 tvoří klopný obvod (Schmittův), který se překlápí a vytváří obdélníkové impulsy o stále stejné amplitudě a šířce, ať se hřídel otáčí rychle nebo pomalu, a hlavně o strmých bočích (při nízkých otáčkách oscilátor pozvolna



Obr. 59. Měření velkých proudů klešťovou cívkou

Po přepnutí přepínače funkcí S_1 je měřidlo zapojeno jako ampérmetr se dvěma rozsahy (50 A a 100 A).

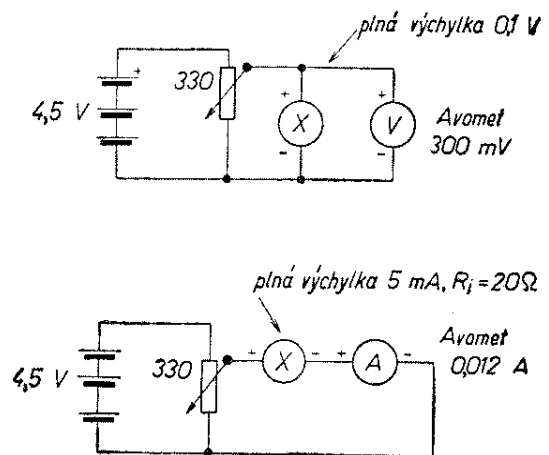
III.4 Měření velkých proudů

Při měření proudu většího než je základní rozsah měřidla musí se přebytečný proud svést mimo měřidlo bočnickem. Při velkém proudu musí mít takový bočník velmi malý odpor (viz předchozí případ – 0,6 miliohmů) a přitom musí být robustní. Takový odpor se obtížně realizuje s požadovanou přesností. Zajímavý způsob měření velkého proudu ukazuje pravá část obr. 59 podle [26]. Dvoučinný oscilátor ($2 \times 0C76$) je zdrojem střídavého proudu pro napájení můstku, jehož jedním členem je klešťová cívka – jejím klešťovým jádrem se obejmě vodič, kterým protéká měřený proud (např. kabel ke startéru), Magnetickým polem kabelu se změní indukčnost klešťové cívky a tím i její impedance (odpor vůči střídavému proudu). Rovnováha můstku se tím poruší a proud usměrněný diodou se měří.

Pro měření nižšího proudu je tu bočník. Rozsahy a příslušný způsob měření se volí přepínačem S_2 . Aby měření nebylo ovlivňováno kolísáním napájecího napětí, je transvertor stabilizován urdoxem. Aby nebylo nutno přístroj přepínat při použití na baterii 6 V nebo na baterii 12 V, je opatřen relé, které při 12 V přitáhne a zařadí srážecí odpor. Zcela vlevo je zakreslen jednoduchý třírozsahový voltmetr se samostatným ručkovým měřidlem.

III.5 Zjištění vnitřního odporu měřidla

Při stavbě ampérmetru a voltmetru (i v jiných případech) nelze vzít v návodu udané hodnoty předřadných odporů a bočnicků za bernou minci, neboť spolu s nimi hraje ve výpočtu podstatnou roli vnitřní odpor systému měřidla, napětí a proud pro maximální výchylku ručky. Na měřidlech naší výroby zjistíme zpravidla jen jeden z těchto údajů a někdy ani ten ne, je-li stupnice cejchována ve stupních teploty, v decibelech a podobných jednotkách. Zde je nutno se s uznáním zmínit o sovětských výrobcích, které jsou vždy a důsledně doprovázeny „pasportem“ se všemi potřebnými údaji – u měřidel s individuálně změřeným vnitřním odporem. Zpravidla nezbyvá, než si parametry našeho měřidla zjistit dodatečně.



Obr. 60. Zjišťování vnitřního odporu měřidla I

$$30 \cdot \frac{4}{65} R_K$$

Jeden ze způsobů, ten méně vtipný, je na obr. 60. Máme v ruce měřidlo neznámých vlastností, „Indikátor“ s dělením $0 \div 10$ dílků, výrobek Metra Blansko. Měříme napětí na děliči neznámým měřidlem a současně Avometem. Při plné výchylce měřidla X ukazuje Avomet $0,1$ V na rozsahu 300 mV. To je „kulatá“ hodnota a tedy pravděpodobná.

Po přepojení měříme proud na plnou výchylku. Změřili jsme 5 mA, a to je také věrohodná hodnota.

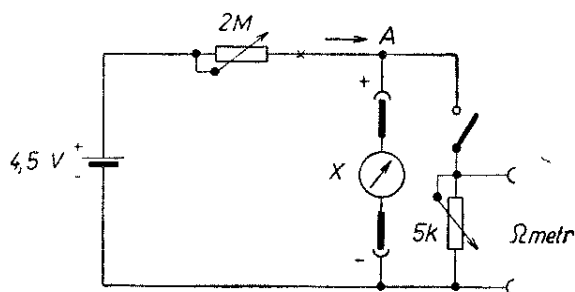
Podle Ohmova zákona určíme vnitřní odpor měřidla:

$$R_i = 0,1 \text{ V} : 0,005 \text{ A} = 20 \ \Omega.$$

Jiný způsob spočívá ve využití Kirchhoffova zákona: proud tekoucí do uzlu A se větví, a to v poměru vodivostí obou větví (obr. 61).

Nastavíme-li potenciometrem $2 \text{ M}\Omega$ plnou výchylku ručky zkoušeného měřidla, vtéká do měřidla určitý proud, daný odporem (vodivostí) potenciometru. Pak stiskneme tlačítko a potenciometrem $5 \text{ k}\Omega$ nastavíme přesně poloviční výchylku ručky. Teď se proud v obvodu dělí: polovina protéká měřidlem (ten indikuje ručka), druhá polovina se neztratila, protéká potenciometrem $5 \text{ k}\Omega$. Protože obě poloviny jsou stejné (nastavili jsme poloviční výchylku), musí být stejné i vodivosti (odpory) obou větví. Tlačítko pustíme a ohmmetrem změříme odpor potenciometru. Změřená hodnota odpovídá vnitřnímu odporu měřidla.

Vložíme-li do obvodu, přerušeného v místě X , miliampérmetr, dá se zjišťovat proudový rozsah neznámého měřidla. Proud tekoucí bodem X musí totiž téci i měřidlem, je-li rozpojeno tlačítko.



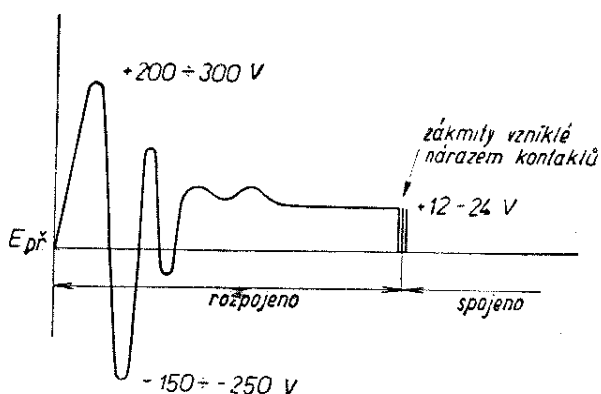
Obr. 61. Zjišťování vnitřního odporu měřidla II podle [27]

II.6 Měřič úhlu sepnutí kontaktů přerušovače

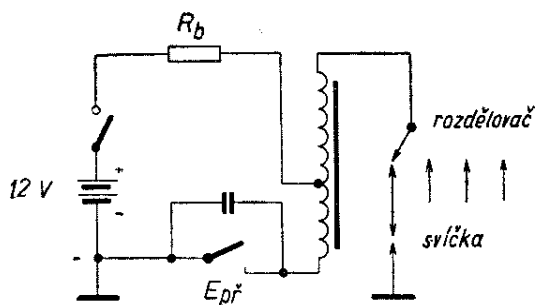
Ve většině zapalovacích systémů je vačka přerušovače tvarována tak, aby kontakty byly sepnuty po dobu dvojnásobně delší než když jsou rozpojeny. V jednom cyklu tedy připadá jedna třetina příslušného úhlového pootočení na rozepnutí, $2/3$ na sepnutí. Zkontrolujte si na svém rozdělovači, zda toto tvrzení souhlasí.

Je-li tento úhel menší (doba sepnutí kratší), proud v primárním vinutí zapalovací cívky nemá dostatek času, aby narostl na správnou velikost (zvláště při vysokých otáčkách). Je to způsobeno indukčností vinutí. Napětí jiskry tedy klesá, je méně vydatná. Při velkém zdvihu se pak může stát, že raménko při dopadu ještě zakmitá. Je-li úhel sepnutí příliš velký, raménko se nezvedá dostatečně vysoko, mezera je malá, vytahuje se elektrický oblouk, kontakty se opalují, klesá jejich životnost a výsledkem je opět malé napětí jiskry. Změní-li se úhel, po který kontakty zůstávají sepnuty, změní se mezera mezi kontakty a tím se změní i okamžik, kdy dojde k rozpojení. Jinými slovy: jakákoliv změna mezery musí být následována zásahem, kterým se opraví poloha bodu odtrhu. A tak je výhodné, můžeme-li dobu sepnutí kontaktů nějak změřit.

Bohužel průběh napětí mezi kontakty přerušovače nemá ideální tvar. Na obr. 63 je typický průběh napětí u systému minus na kostře (pro systém $+$ na kostře



Obr. 63. Typický průběh napětí na přerušovači (u systému „—kostra“)

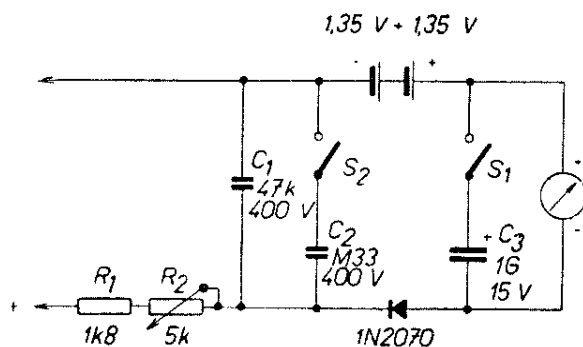


Obr. 64. Typický zapalovací systém

je průběh převrácený). Všimněte si přepětí, které vzniká rezonancí cívky a parazitních kapacit, resp. kondenzátoru paralelně k přerušovači (obr. 64). Zákmity také brání vytvořit si nějakým klopným obvodem pravoúhlý průběh, reprezentující dobu rozpojení kontaktů. A tak je nutné upustit od využití impulsů, vytvářených motorem samým. Z vozidla se použijí právě jen ty spínací kontakty. Budeme jimi spínat vlastní zdroj, vestavěný v přístroji.

Měřič sepnutí kontaktu přerušovače na obr. 65 podle [28] pracuje na tomtéž principu, jako ona krabička z elektrická hádanky: „Co je to? Vycházejí z toho tři vývody. Ohmmetrem zjistíme mezi svorkami 1–2 „nevodivé“, mezi svorkami 2–3 a 1–3 zjistíme poloviční výchylku na všech rozsazích ohmmetru.“ – Odpověď: je to vibrátor. (Cyklus jednoho kmitu kotvičky se dělí na 50 % v levé poloze a 50 % v pravé poloze, takže ohmmetr ukazuje do poloviny stupnice mezi 0 a ∞ . Jestliže pak kotvička déle setrvá na jednom z kontaktů, bude ohmmetr ukazovat větší nebo menší odpor, než odpovídá středu stupnice).

Sledujme schéma. Když „to“ připojíme paralelně ke kontaktům přerušovače, způsobí vestavěná baterie plnou výchylku, jsou-li kontakty sepnuty. Při rozepnutí vznikne kladná špička napětí 200 ÷ 300 V ale dioda zabráni průtoku proudu této špičky měřidlem. Současně součín RC je zvolen tak, aby následující záporná špička obvod neotevřela. Když se kontakty opět sepnou, C_1 se vybijí přes R_1 a R_2 a přes kontakty. Vestavěné články způsobí opět plnou výchylku. Jsou-li kontakty správně seřizeny, má být výchylka ručky ve



Obr. 65. Měřič sepnutí kontaktů podle [28]

dvou třetinách stupnice (nominální úhel). Konstrukce přístroje musí splňovat tyto tři podmínky:

- a) napětí baterie má být takové, aby omezovací odpor $R_1 + R_2$ byl aspoň 10krát větší než vnitřní odpor měřidla,
- b) C_1 zvolíme tak, aby součín RC – omezovací odpor v $\Omega \times C_1$ v μF – byl asi 250,
- c) C_2 zvolíme asi 8krát větší než C_1 .

V prototypu bylo použito měřidlo 500 μA , $R_1 = 235 \Omega$. Lze použít měřidlo do 10 mA na plnou výchylku.

Měřit lze při různých otáčkách, ne jen při volnoběhu, a to s vyhovující přesností. Pak se dá zjišťovat i chvění kontaktů při sepnutí.

Použití u vozu s —kostrou, je-li přístup ke kontaktům zevně:

1. Vypnout C_2 a C_3 .
2. Zapojit + přívod měřiče na spoj primáru zapalovací cívky a kontaktů. Tento bod je přístupný na cívce (svorka 1).
3. Zapojit — přívod měřiče na kostru.
4. Zapněte klíčkem zapalování. Nestartujte! Jsou-li kontakty sepnuty, měřidlo ukáže výchylku. Zůstane-li ručka na 0, otočte motorem klikou, až přerušovač sepne.
5. Nyní nastavte pomocí R_2 plnou výchylku.
6. Nastartujte a sledujte výchylku.
7. Nastavte zdvih raménka na 2/3 stupnice (údaj 6,7 na stupnici s dělením do 10).
8. Vyregulujte okamžik zápalu.

U vozů s „kostrou +“ obraťte přívody měřiče.

U rozdělovačů, u nichž kontakty přerušovače nelze regulovat zvenčí, se postupuje takto:

1. Zapněte C_2 a C_3 . Provedte 2, 3, 4, 5.

6. Odpojte střední kabel (vysokého napětí) od rozdělovače a uzemněte ho (ale nikoliv na karburátor!). Tím se odstraní nebezpečí, že by se prorazila cívka.

7. Odmontujte víko rozdělovače a raménko rozdělovače.

8. Protáčejte motor startérem a čtete na měřidle. Zastavte, upravte polohu kontaktů a znovu startujte. Opakovat, dokud se nedosáhne uspokojivého seřízení.

9. Sestavte znovu obvod zapalování a seřídte předstih.

Měřič uchovávejte tak, aby se přívody nedotýkaly, nebo přidejte vypínač zdroje.

Nyní popíšeme návrh takového měřiče:

Zkusíme nejprve, jak by vyhovělo měřidlo $0,1 \text{ V}/5 \text{ mA}/20 \Omega$. Zvolíme $R_1 + R_2 = 330 \Omega$ (aspoň $10 \times$ vyšší než R_1), jako zdroj dva NiCd akumulátorky o napětí $2,4 \text{ V}$. Pak $2,4 \text{ V} : 330 \approx 0,007 \text{ A}$ a to je více, než je rozsah měřidla 5 mA . S jedním článkem dosáhneme plné výchylky při $1,2 \text{ V} : 0,005 \text{ A} = 240 \Omega$, tj. asi na $2/3$ plné hodnoty potenciometru, takže zbývá ještě vůle pro regulaci proudu při poklesu napětí článku a stále se vyhoví podmínce „aspoň 10krát větší hodnoty omezovacího odporu než je vnitřní odpor měřidla“. Pro jistotu přidáme před potenciometr sériový odpor 100Ω , aby se měřidlo nemohlo poškodit nadměrným proudem při zkratu mezi měřicími hroty a při vytočeném potenciometru.

Kondenzátor C_1 volíme podle druhé podmínky pro velikost součinu RC

$$RC_1 = 240 \Omega \times C_1 \mu\text{F} \approx 250,$$

vychází $C_1 = 1 \mu\text{F}$ a dále určíme velikost kondenzátoru C_2 podle třetí podmínky

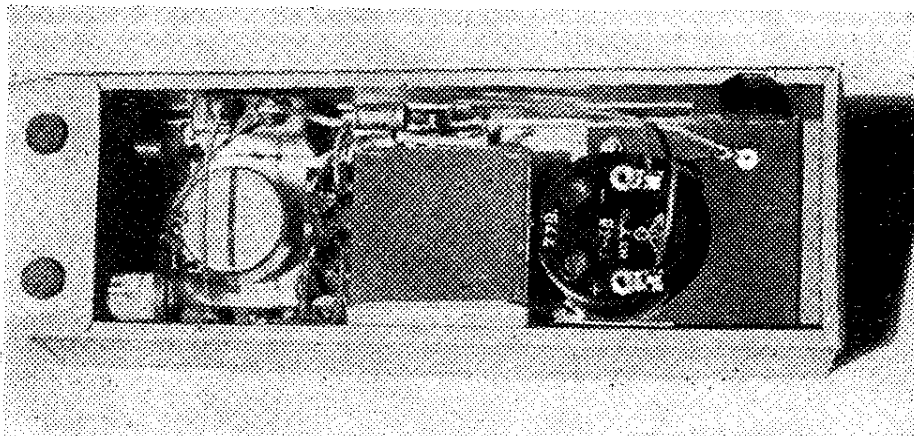
$$C_2 = 8 \cdot 1 \mu\text{F} = 8 \mu\text{F}.$$

Obě hodnoty jsou velmi nevýhodné, neboť takové kapacity existují jen v provedení velkých krabicových kondenzátorů.

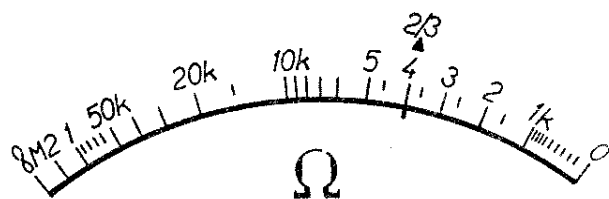
Kondenzátory C_2 a C_3 se připínají tehdy, když se motor seřizuje při pomalém protáčení startérem (bez nich by se ručka chvěla). Při seřizování za běhu motoru stačí zabránit vibracím ručky i poměrně nízká kapacita C_1 .

Jiné vhodné měřidlo je $0,2 \text{ mA}, 0,125 \text{ V}, 625 \Omega$. Potom desetinasobek vnitřního odporu měřidla je asi $7 \text{ k}\Omega$, ale k dosažení proudu na plnou výchylku $0,2 \text{ mA}$ už postačí zcela přijatelné napětí $7000 \times 0,0002 = 1,4 \text{ V}$, tedy jeden normální článek. Také kapacity, potřebné pro filtraci, vyjdou při vysoké hodnotě odporu systému přijatelně malé.

$R_1 + R_2$ zvolíme $4\text{k} + 2,5\text{k} = 6,5 \text{ k}\Omega$, pro součin $RC = 250$ vyjde $C_1 = 0,038 \mu\text{F}$, zvolíme paralelně $2 \times 20\,000 \text{ pF}/500 \text{ V}$, C_2 bude $8 \cdot 0,038 \mu\text{F}$. Vezmeme třeba sériově $2 \times 1 \mu\text{F}/160 \text{ V}$ s výslednou kapacitou $0,5 \mu\text{F}/320 \text{ V}$. Dioda musí být kvalitní, aby vydržela napěťové špičky, a tedy třeba jedna dioda z bloku KA220/05 nebo sov. typ DG-C27. Pro uklidnění ručky při nízkých otáčkách je třeba velké kapacity, jež je však dispozici k jen v obrovitém provedení. Bude-li po ruce krabice $2 \times 250 \mu\text{F}/12 \div 15 \text{ V}$ přijatelných rozměrů, může být vzata s povděkem.



Obr. 66. Uspořádání součástí v pouzdru. Vlevo svorky, uprostřed krabicový kondenzátor, vpravo od měřidla místo pro monočlánek



□-1,5-□

Obr. 67. Stupnice popisovaného měřidla sepnutí kontaktů a ohmetru

Pro jednoduchost byly ve vzorku sloučeny vypínače $S_1 - S_2$ do jednoho dvou-pólového. Pozor, aby se při uskladnění krokodýlky na přívodních kabelech nezkratovaly, baterie nemá zvláštní vypínání.

Článek se zničí spíš chemickým zestárnutím než elektrickým vybitím. Provoz je tedy velmi levný.

Protože přístroj je, jak už bylo zpočátku řečeno, v podstatě ohmmetr, lze jej použít i jako zkušební nebo dílenského ohmmetru při všech elektrikářských pracích. Touto mnohostranností se stává jednou z nejužitečnějších a nejčastěji používaných pomůcek.

Stupnice měřidla se může ocejchovat přímo v Ω . Podklad pro rozdělení stupnice (není lineární, nýbrž silně stlačena směrem k vyšším hodnotám odporu) získáme měřením známých hodnot radio-technických odporů. Před cejchování samozřejmě upravíme šroubkem na straně měřidla nulu (maximální – teoreticky nekonečný odpor) a potenciometrem maximální výchylku (počátek ohmické stupnice, nulový odpor – svorky do zkratu). Jelikož jde víc o pomůcku než měřicí přístroj, nebude nás nijak rozčilovat, že naše zakoupené cejchovací „normály“ mají toleranci i $\pm 20\%$.

III.7 Kombinovaný měřič úhlu sepnutí kontaktů přerušovače, otáčkoměr a voltmetr (jednoduché provedení)

Toto zapojení na obr. 68 proběhlo mnoha publikacemi a pravděpodobně pochází z pramene [29], a též [30], [31] – zde chybně R_3 .

Voltmetr: Ve střední poloze přepínače je měřidlo zapojeno mezi svorky + a – přes odpor $15\,000\ \Omega$. Měřidlo ukazuje plnou výchylku $1\ \text{mA}$ při napětí $15\ \text{V}$ mezi svorkami + a –.

Otáčkoměr: V pravé poloze přepínače je měřidlo připojeno přes diodu na kondenzátor. Činnost otáčkoměru je nám už známa. Filtrace impulsů z přerušovače je tu poněkud odbyta, utlumení špiček obstarává jen odpor $3300\ \Omega$. Kladné pulvy jsou zkratovány diodou D_1 , záporné propustí dioda D_2 do báze a zde otvírají tranzistor. Přitom se předpokládá, že ho otevrou až do nasycení, tedy jednoduché zapojení. Také napětí z baterie není nijak stabilizováno. Ze zesílených obdélníků v kolektoru tranzistoru projdou kondenzátorem jen jehlovité impulsy, odpovídající přední a zadní hraně obdélníku. Kladné impulsy zkratuje dioda D_3 , záporné projdou diodou D_4 do měřidla. Ani o uklidnění jeho systému není zvláště postaráno, takže jde o přístrojek velice, velice jednoduchý.

Úhel sepnutí: Měřidlo je zapojeno na potenciometr $500\ \Omega$. Kladné impulsy jsou opět zkratovány diodou D_1 , záporné projdou diodou D_2 a měřidlo měří střední hodnotu pulsujícího proudu. Jeho výchylka je tím větší, čím jsou záporné impulsy širší. Měří tedy poměr šířky mezery (kladný) k šířce záporného impulsu, a tedy nezávisle na otáčkách. Ale protože, jak už jsme si ukázali, není průběh na kontaktech zdaleka pravoúhlý, není ani toto měření přesné a označení stupnice lze provést jenom na základě srovnání s dobře seřízeným motorem, a to jen jako „dobřešpatně“. Jistou stabilizaci amplitudy napětí obstarává tranzistor. Když tranzistor vede (to je v případě záporného impulsu), udržuje se na diodě „báze-emitor“ u germaniového tranzistoru spád napětí asi $0,2\ \text{V}$ a to dosti nezávisle na proudu. Když tedy tranzistor vede, je napětí na měřidle konstantní a tím i proud. Když tranzistor nevede, není ani na měřidle žádné napětí.

I přes tuto stabilizační činnost tranzistoru jde spíš jen o hrubý indikátor a o měřicím přístroji můžeme hovořit jen použijeme-li jej jako voltmetr.

Mnohem dokonalejší měřič otáček a

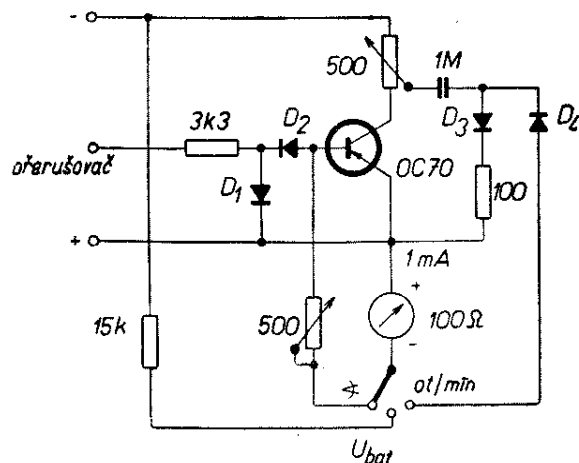
sepnutí kontaktů přerušovače popisuje pramen [32]. Toto měřidlo bylo vyvinuto v laboratořích firmy Shell Oil pro výzkum paliv (obr. 69).

Sledujme jeho činnost, která se poněkud liší od dosud popisovaných systémů.

Když jsou kontakty přerušovače sepnuty, proud tekoucí primárem I zmagnetizuje jádro transformátoru až do nasycení jedním směrem. Toto nasycení je důležité a proto záleží velmi na materiálu jádra. V původním provedení je transformátor navinut na páskovém toroidním jádru. Blíže údaje o jeho vlastnostech chybí, sděluje se jen, že jistá firma toto jádro dodá zájemcům při odvolání na článek (a dosti drahé). Primární vinutí mají po 50 závitů $\varnothing 0,1$ mm, sekundár má 200 závitů téhož drátu. Podle fotografického vyobrazení v původním pramenu má jádro průměr asi 15 mm, šířku asi 4 mm, průřez nemůže být větší než asi 16 mm^2 a asi půjde o ortoperm nebo podobný materiál. Důležité je fázování vinutí: polarita impulsů má být stejná na vývodech označených tečkou.

Magnetizační proud je omezen odporem R_1 . Když se kontakty rozpojí, proud tekoucí primárem II magnetizuje jádro opačným směrem a asi dvojnásobnou silou. Jádro se přemagnetizuje do nasycení opačným směrem. Proud primáru II je omezen součtem odporů R_2 a tlumivky L . Kombinace LC odfiltruje vř. zákmitý, vznikající jiskřením kontaktů.

Při každém přemagnetizování jádra se



Obr. 68. Kombinovaný měřič úhlu sepnutí kontaktů přerušovače, otáčkoměr a voltmetr (velice prosté provedení)

v sekundáru indukuje impuls. Impulsy stejné polarity se usměrní diodou a měřidlo ukazuje střední hodnotu usměrněného proudu, která je úměrná otáčkám motoru.

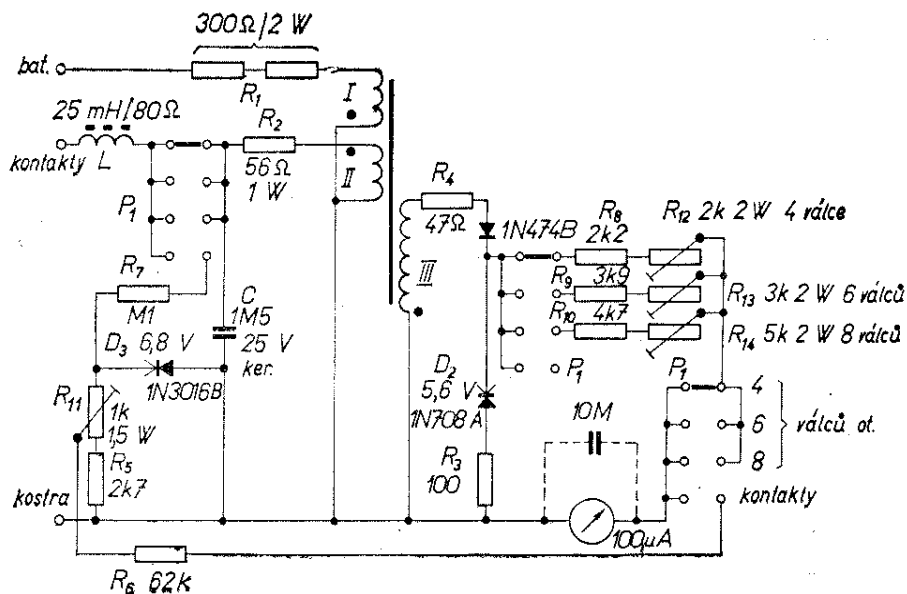
Odpory R_{12} , R_{13} a R_{14} se vyregulují tak, aby umožňovaly měření na motorech se 4, 6 a 8 válci.

Zenerova dioda činí údaj otáčkoměru nezávislým na napětí baterie, neboť limituje impulsy na vždy stejnou úroveň.

Při přepnutí pro funkci měřiče sepnou i kontaktů přerušovače pracuje přístroj takto:

Při rozpojených kontaktech se vytváří stabilní napětí průtokem proudu Zenerovou diodou D_3 . Proud je omezován odporem R_7 a odporem tlumivky L . Zene-

Obr. 69. Kombinovaný otáčkoměr - měřič sepnutí kontaktů přerušovače (dokonalé provedení). P_1 - přepínač pro měření otáček



rovo napětí se dělí odpory R_{11} a R_5 . R_{11} se nastaví tak, aby proud tekoucí odporem R_6 způsobil plnou výchylku měřidla. Přerušované spínání kontaktů pak vytváří střední proud, úměrný podílu doby sepnutí z celkového zapalovacího cyklu. Procento doby sepnutí ukazuje měřidlo zprava doleva (vlevo 100 %, vpravo 0 %).

IV. Elektronické zapalování

Dynamobateriový zapalovací systém, vynalezený v dílně pana Bosche ve Stuttgartu jako zlepšovák odtrhovacího zapalování, přetrval z dob dědečka automobilu přes Ford model T až do dnešních časů v principiálně nezměněné formě. Již v době předtranzistorové byly činěny pokusy nahradit ho něčím důvtipnějším.

Kdo zažil éru elektronkových autopřijímačů, má trapné zkušenosti s nejpoučivější součástí automobilového přijímače – vibrátorem. Vibrátor je, když... – ostatně znáte Wagnerovo kladívko; přerušuje proud. Třebaže autoradio neběží stále a třebaže proud, nutný k jeho provozu, činil řádově desítky ampérů, bylo příčinou poruch vibrátoru opalování kontaktů, změna mezery mezi nimi a spékání.

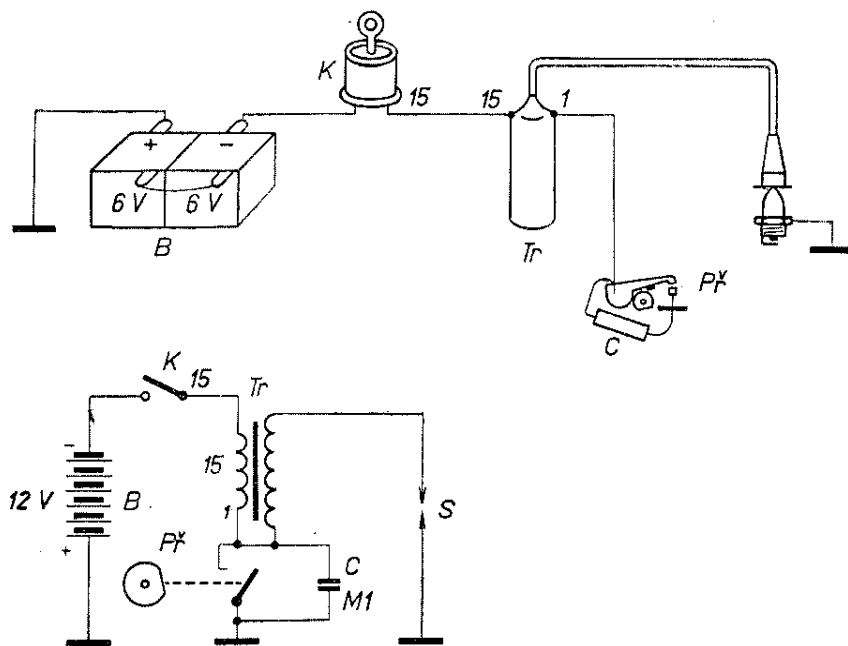
Jakpak by to mohlo dopadnout lépe s kontakty přerušovače v obvodu zapalovací cívky, který běží za běhu motoru

neustále, bez odpočinku, a spíná proud několika ampérů! Výsledek: opalování kontaktů přerušovače, které kondenzátor mírní jen nepatrně (má jiný účel) a narušení správného okamžiku zážehu již po několika otáčkách, následujících po seřízení, vyšší spotřeba, nižší výkon motoru atd.

Řešení s elektronkami nemohlo vyhovět – nehledě na poruchovost – již proto, že ke svému provozu vyžadují napětí řádově 100 V, jež je možné z autobaterie získat jen vibrátorem nebo rotačním měničem. A tak zůstal tento obor zlepšování vyhrazen polovodičům.

V klasickém provedení se skládá systém bateriového zapalování v nejjednodušším případě (motocykl) z těchto součástí (viz obr. 70), což lze srozumitelněji překreslit do schématu na témže obrázku dole. U automobilového motoru s několika válci je mezi cívku a svíčku ještě zařazen rozdělovač.

Princip je znám z každé motoristické učebnice: stejnosměrný proud z akumulátoru protéká spínací skříňkou do primárního vinutí cívky, jejíž jádro zmagnetizuje. Vačka na hřídeli motoru oddálí kontakt na pohyblivém raménku přerušovače od pevného kontaktu, spojeného s kostrou v předepsaném okamžiku o předepsanou vzdálenost (řádově desítky mm). Průtok proudu je přerušen, magnetické pole v jádru cívky se hroutí a mění



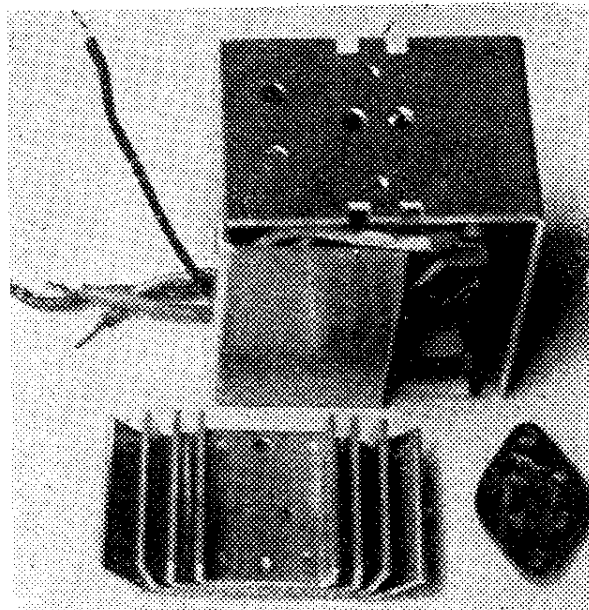
Obr. 70. Nejjednodušší soustava dynamobateriového zapalování klasické koncepce

se v závitech cívky v energii elektrickou. Vzniká napětí, závisící na proudu a na počtu závitů: na primárním vinutí menší, na sekundárním vinutí velmi vysoké. Vysoké napětí na sekundáru prorazí mezeru vyplněnou hořlavou směsí mezi elektrodami svíčky. Proud jiskry protéká obvodem: izolovaný vývod cívky – kabel – svíčka – masa motoru – kondenzátor paralelně připojený ke kontaktům přerušovače – dolní konec I sekundárního vinutí. Z toho, že tento proud se uzavírá přes kondenzátor, jehož papírové dielektrikum je nevodivé, vyplývá, že zapalovací jiskra má charakter střídavého proudu. Stejnoseměrný proud by kondenzátorem neprošel.

V závitech primárního vinutí se indukuje též napětí, a to značně vyšší než je původní napětí proudu z baterie; dosahuje řádově stovek voltů. Mezi vzdalujícími se kontakty přerušovače se proto vytáhne oblouček, jímž teče stále ještě značný proud. Kapacita kondenzátoru je pro potlačení takového velkého proudu nedostatečná a nestačí k jeho úplnému odstranění. Následkem toho jsou kontakty vystaveny zvýšenému opalování.

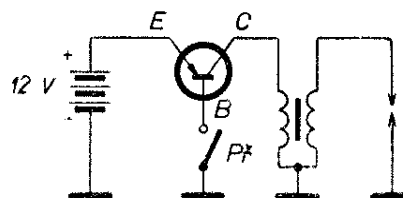
Ničení kontaktů pokračuje i během doby, kdy jsou sepnuty, tedy bez přispění oblouku. Nepřiléhají-li celou plochou – a to nepřiléhají nikdy, ať už vlivem nepřesnosti montáže, nebo vlivem právě uvedených pochodů při jejich opálení – protéká proud jen částí jejich povrchu, dochází k zvýšení přechodového odporu a místnímu přehřívání. Je to jakási malá svářečka. Prohlédněte si je příležitostně ve svém vozidle. Předepsanou měрку nelze volně vsunout, neboť na jednom kontaktu je navařen hrot, zatímco druhý má prohlubinku – kráter. O nastavení přesné mezery a tím správného okamžiku zážehu nelze hovořit.

Nyní si představme, že spínání velkého proudu do cívky nesvěříme přímo kontaktům přerušovače, ale do cesty proudu zařadíme zesilovač. Teprve tento zesilovač budou řídit spínací kontakty. Bude-li zesílení takového zesilovače i jen desetinasobné, znamená to, že řídicí proud, ovládaný kontakty, bude např. místo 3,5 A jen 0,35 A. Pak už nelze mluvit o svářečce – se všemi důsledky z toho plynou-

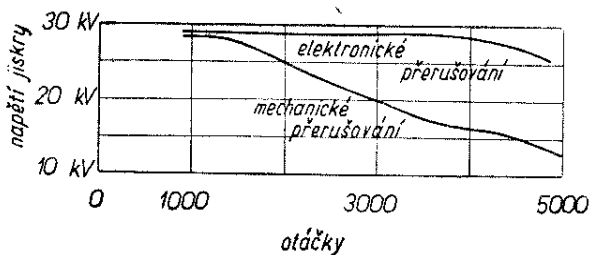


Obr. 71. Chladicí systém tranzistoru (plech nahore, vpravo a žebra) a diody (plech tvaru U vlevo)

cími: jednou seřizený okamžik zážehu se nemění, proud cívkou tekoucí není ovlivňován stavem povrchu kontaktů, jiskra je rovnoměrná. Při realizaci tranzistorového zapalování podle schématu na obr. 72 (viz též obr. 73) však shledáme, že věc není tak jednoduchá, jak se na první pohled zdá. Změřme proud potřebný pro přeskok jiskry: při sepnutých kontaktech na skútru ČZ 502/05 (12 V) naměřeno 3,5 A. Tomu podle katalogu vyhoví tranzistor 2NU74 nebo 3NU74 (kolektorová ztráta 50 W, povolený max. proud emitoru 15 A, napětí kolektoru proti emitoru 32 V). Nevyhovuje však špičkové napětí emitoru proti bázi 10 V. Nezbyvá, než sáhnout po typech 4NU74 nebo 5NU74 ($P_C = 50$ W, $I_{EM} = 16,5$ A, $U_{CE} = 48$ V, $U_{EBM} = 15$ V), přičemž typ 5NU74 je výhodnější pro vyšší proudový zesilovací



Obr. 72. Spínání přes tranzistorový zesilovač



Obr. 73. Závislost napětí jiskry na otáčkách motoru (dáno indukčností primárního vinutí cívky)

činitel (u 4NU74 je $h_{21e} = 20 \div [60$, u 5NU74 je $h_{21e} = 50 \div 130$); právě úměrně s ním se snižuje proud tekoucí kontakty přerušovače.

Bylo by to dobré, kdyby zátěží tranzistoru nebyla indukční cívka. Jelikož při vypnutí vznikne napěťový náraz nejen v sekundárním vinutí, ale i v primárním (a to až 400 V), je život drahého tranzistoru ohrožen již při první jiskře: mezi emitorem a kolektorem je dovolené napětí jen 48 V a mezi kolektorem a bází jen 60 V.

U dalších typů 6NU74 a 7NU74 jsou tato napětí 70 V a 90 V (oba typy se opět liší hodnotou h_{21e}) a to je stále málo, průraz hrozí dál.

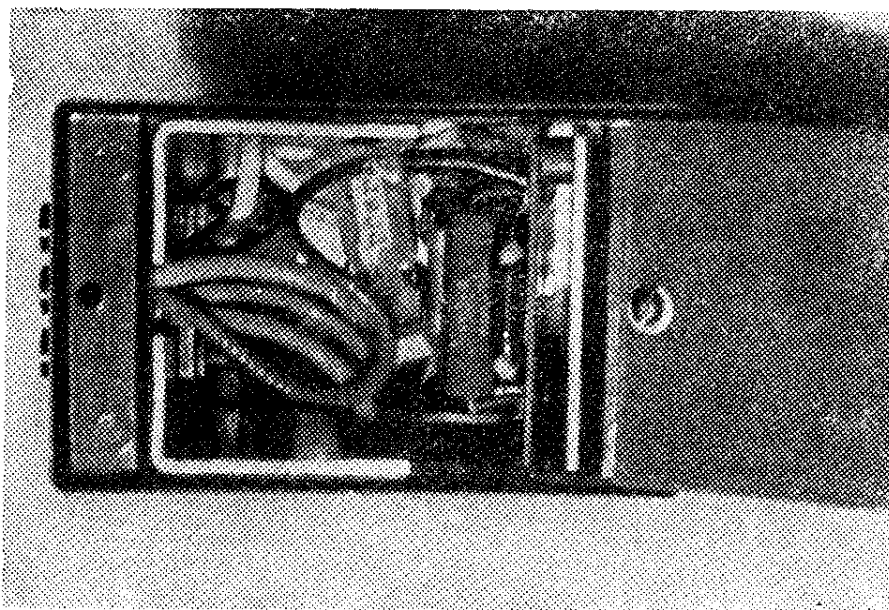
V systémech používaných v zahraničí si pomáhají prostě tak, že s elektronikou prodávají i speciální cívku s nižší indukčností (firma Terminal s převodem 1 : 250). Nižší indukčnost má jednak výhodu nižší

indukované špičky napětí v primáru, jednak další výhodu: při vysokých otáčkách, kdy je obvod sepnut jen krátký okamžik, se neuplatní omezování proudu induktivní reaktancí primáru a jiskra je stále stejně vydatná.

Tyto výhody nemůžeme v amatérské konstrukci uplatnit, neboť zhotovení cívky je velmi obtížnou záležitostí hlavně s ohledem na izolační vlastnosti (podobné problémy jsou u všech transformátorů v televizorech, kde je nejčastější příčinou poruchy průraz).

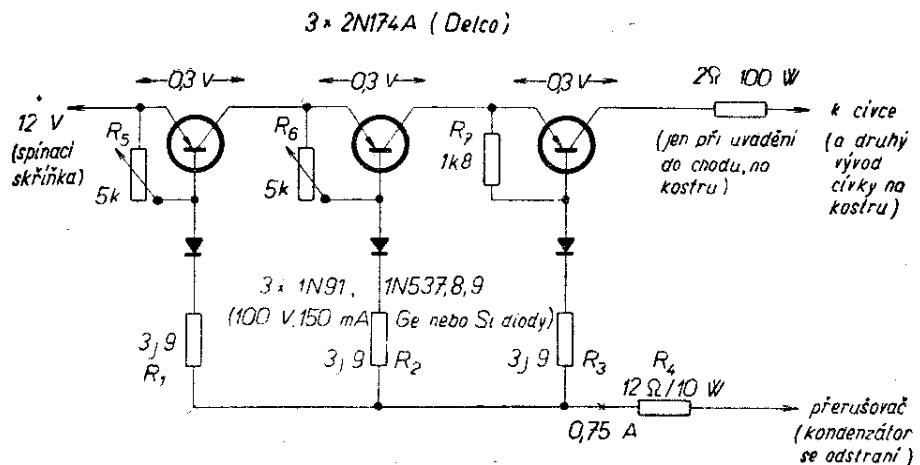
Je tedy nasnadě zvýšit odolnost vůči průrazu sériovým řazením několika tranzistorů, jak je uvedeno na obr. 75 podle [34], čímž se jejich povolená průrazná napětí sčítají. Autor odůvodňuje volbu tohoto zapojení tím, že cena tranzistorů (v USA) je nižší než cena speciální cívky a Zenerových diod. Tři uvedené tranzistory v sérii snesou 240 V, což prý je víc než dost. R_5 , R_6 , R_7 se nastaví tak, aby tranzistory nesly ve vodivém stavu shodně velký napěťový spád (0,3 V – z toho je zřejmé, že jde o germaniové tranzistory). Jsou samozřejmě upevněny na velkém chladicím plechu a umístěny na dobře chlazeném místě.

Kolem tohoto systému se rozpoutala polemika [35], [36], [37], [38], [39]. Všechny zkoušené vozy prý vykazovaly lepší výkon a úspory paliva. Podle autora je to tím, že správná svíčka pálí ve správné



Obr. 74. Drobné součásti v prostoru mezi chladiči

Obr. 75. Sériové řazení tranzistorů pro zvýšení napěťové odolnosti



době a vždycky, když má pálit. Výsledky: dobrá funkce po 2 roky ve voze Corvette se vstřikem paliva při otáčkách až do 7000 ot/min, dále 4000 mil na Ford Falcon 1960: kontakty čisté, nekorodované. Svíčky též v dobrém stavu, ale ne tak dobré jako přerušovač. Spotřeba lepší o 2 míle (míle = 1,609 km) na gallon (gallon = 4,546 l). Akcelerace a klidný běh motoru se zdá být lepší, zvláště na dlouhých stoupáních. Na vozech 59 Plymouth, 58 Porsche, 60 Chrysler 300 a 61 Dodge bylo ujetu po 1000 mílích ve městě i na dlouhých tratích včetně pouští za teploty nad 38 °C bez závad. Průběhy napětí byly na konci zkoušek stejné jako na začátku, žádné součásti nebyly vyměňovány. Pro Porsche, který má instalaci 6 V, byl R_4 zmenšen na 5 Ω .

Polemiku lze uzavřít asi takto:

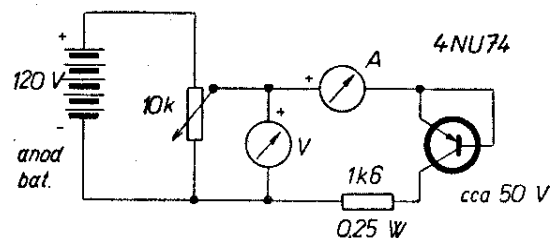
Výhody jsou dvojího druhu – u průměrného řidiče v průměrném voze delší život kontaktů a menší vyrechávání svíček. Toho se dá dosáhnout i s původní cívkou s vysokonapěťovým tranzistorem nebo s několika tranzistory pro nižší napětí v sérii. Napětí jiskry ovšem klesá s otáčkami jako u obyčejného zapalování.

Tranzistorový systém může dát sytější jiskru i při vysokých otáčkách. K tomu potřebuje speciální cívku s nízkou primární indukčností. Může být navržena s vysokým převodním poměrem a pak indukuje v primáru nižší napětí než obvyklá, takže se též dá použít s tranzistorem pro nižší napětí.

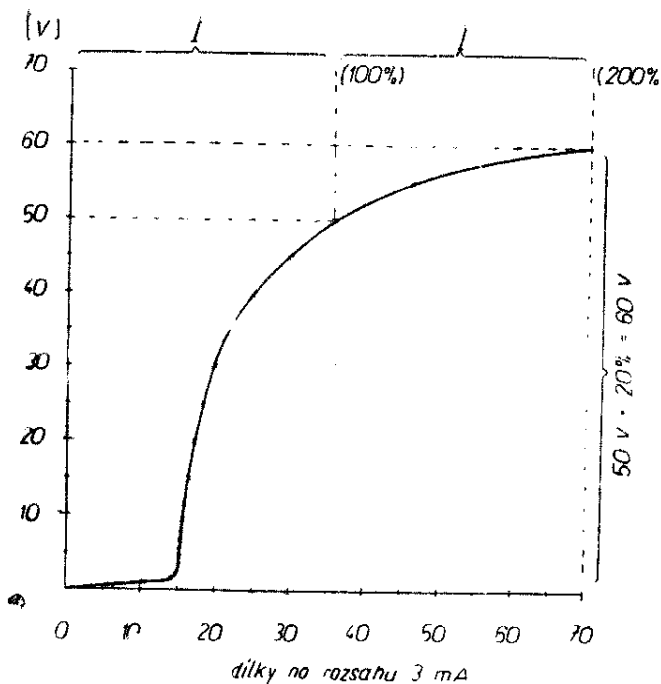
A teď jsme u otázky, jaké je to napětí, které tranzistor buď vydrží nebo nevydrží? Existuje nějaká přesná mez, k níž je

možno se přiblížit bez nebezpečí a za níž čeká jistá zkáza? Odpověď může dát jedině individuální měření každého kusu. V zapojení podle obr. 76 byl měřen proud diody „báze-kolektor“ v závěrném směru. Dá se čekat, že po prvním vzestupu se nebude v dost širokém rozmezí napětí proud příliš měnit; pak začne prudceji stoupat, jak se budeme blížit k okamžiku poškození přechodu velkým proudem a k průrazu. U tranzistoru 4NU74 jsme dostali tyto proudy (uvedeno v dílcích Avometu na rozsahu 3 mA – absolutní hodnota proudu nás nezajímá, důležitější je měřit v jednom sledu bez přerušování, rychle, aby se vyloučil vliv zahřívání):

napětí U_{EC} (V):	0,5	1	2	3	4
dílčí Avometu:	6	11,5	14,5	15	15
	5	6	7	8	9
	10	11	12	15	15
	16	16	16	16	16
	16,5	15	20	25	30
	35	40	45	50	16,5
	17	18	20	22	25
	30	36	55	60	47
	61				



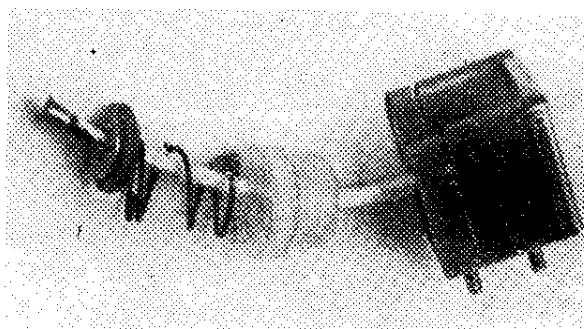
Obr. 76. Zapojení pro měření závěrného napětí tranzistoru



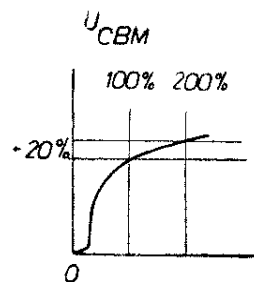
Obr. 77. Výsledky měření závěrného proudu u tranzistoru 4NU74 podle obr. 76

Tabulka teay na první pohled nenasvědčuje, že by na charakteristice byla typická plochá část. Ovšem docela jinak to vypadá, když si tabulku přeneseme na čtverečkováný papír do grafu – je tam opravdu téměř lineární úsek, a to asi do 35 V.

To však není maximální napětí, při němž můžeme tranzistor provozovat. Maximální napětí je poněkud vyšší, a bývá definováno tak, že je to napětí, jehož přírůstek o 20 % dá zvýšení proudu o 100 %. V tomto případě zjistíme konstrukcí na grafu asi 50 V (viz obr. 77, 79).



Obr. 78. Objímka pro paralelní spojení dvou vláken žárovky $2 \times 35 \text{ W}$. Vodič zakončen dutým nýtlem. Izolační pouzdro je zátká od léků



Obr. 79. Způsob zjištění maximálního napětí

Výsledek měření jiného tranzistoru čs. výroby (bez označení typu) dal průběh podle obr. 80, z něhož plyne přípustné maximální napětí asi 90 V – a to je tranzistor vhodný pro použití v zapalovacím systému. Že to není špatné vysvětlení pro naše tranzistory, ukáže srovnání s některými zahraničními tranzistory, které se doporučují pro zapalování:

Siemens	$(T_{j \max} = 100^\circ \text{C})$	$-U_{\text{CEO}} \text{ (V)}$	$-U_{\text{CBO}} \text{ (V)}$	$-I_{\text{C}} \text{ (A)}$
AUY22		60	80	8
AUY21		45	65	10
AUY29		32	50	15
Transitron (Si tranzistory)		$U_{\text{CEO}} \text{ (V)}$	ztrátový výkon 45 W,	
ST721	60		maximální $I_{\text{C}} = 2 \text{ A}$,	
ST723	60		$T_{j \max} = 200^\circ \text{C}$	
ST722	100			
ST724	100			

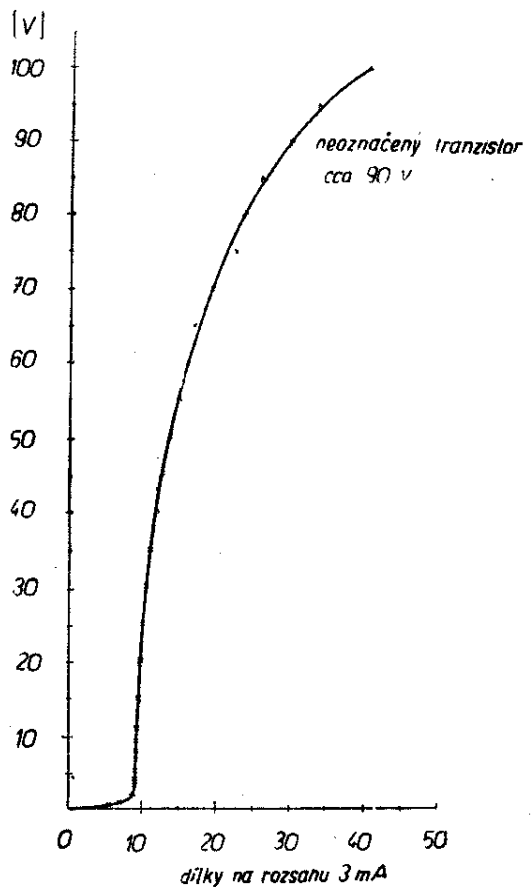
V našich poměrech, stojí-li jeden tranzistor 5NU74 Kčs 415,— a je-li Zenerova dioda k dostání za Kčs 14,—, je mnohem lepší jistit drahý výkonový tranzistor Zenerovou diodou podle velmi populárního schématu na obr. 81 (literaturu viz v textu pod obrázkem).

Odpor R_1 je omezovací, vestavěný někdy již ve voze („ballast“) a omezuje maximální proud v případě, že se motor zastaví v takové poloze, že přerušovač zůstane sepnut. Dioda D_1 chrání zařízení před náhodným opačným pólováním při

zapojování baterie do vozu. Je to tedy „pojistka proti hlouposti“. Dále – a to hlavně – dochází průtokem proudu na této diodě (obvod je uzavřen odporem R_5) k malému spádu napětí, čímž je báze posunuta na kladný potenciál oproti emitoru. To je nutné proto, aby se kolektorový proud mohl zcela potlačit i při zvýšené teplotě. Tranzistor i dioda D_1 musí být dobře chlazeny žebrovaným chladičem.

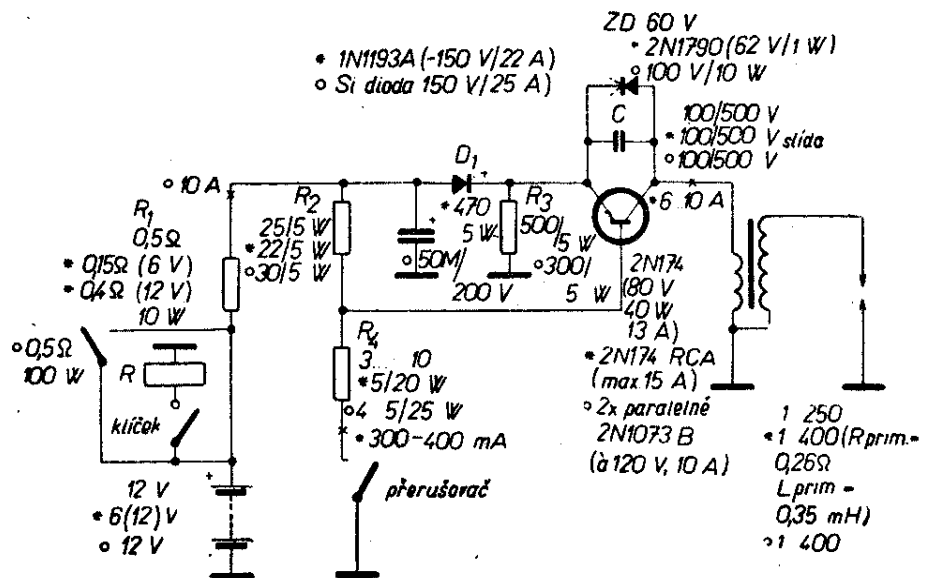
Odporem R_2 proniká na bázi kladné napětí, jímž se tranzistor zavírá. Jakmile sepnou kontakty, vytvoří se z R_2 a R_4 dělič, z jehož společného bodu se ovládá báze tranzistoru. Volbou velikosti R_4 se dá nastavit proud tranzistorem, spád napětí na něm a tedy i výkon, jaký se na něm bude měnit v teplo. Přesná hodnota se zvolí při uvádění do chodu.

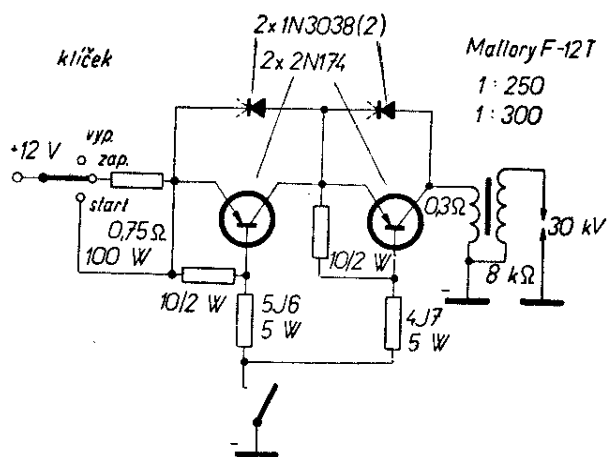
Napěťové nárazy, vznikající při rozpínání, jsou zachycovány dvojím způsobem. Pro vysokofrekvenční zátky je tranzistor překlenut kondenzátorem C_a a Zenerova dioda ZD propustí napětí převyšující 60 V (maximální závěrné napětí přechodu emitor-kolektor). Pro našince je zajímavý rozptyl hodnot součástek u jednotlivých autou, přičemž si všichni



Obr. 80. Průběh závěrného proudu u tranzistoru s vyšším závěrným napětím

Obr. 81. Nejběžnější, často opakované zapojení tranzistorového zapalování. Hodnoty bez označení podle Radioschau 7/64, str. 291, Radio Bulletin (Hol.), Electronics World 8 a 12/62 – výrobek fy Terminal pod značkou Autoguide, Radio i televize (Bulh.) 11/64. Hodnoty označené * jsou podle Radioschau 7/63, str. 262, Radio och Televizion 6/63 – výrobek fy Gösta H. Spritt, Stockholm. Hodnoty označené ° jsou podle Electronics World 5/64, str. 51, Boghos N. Saatjan: Updated Ignition System – zlepšená verze z Electronics World 8 a 12/62. Spínání přes relé je zavedeno jen podle pramenu °, jinak je vždy kresleno spínání přímo klíčkem spínací skříňky. Také kondenzátor před D_1 je jen podle pramenu °





Obr. 82. Zapojení zapalování pro vyšší využití indukční špičky napětí

pochvalují, jak jim to dobře chodí (El. World 1962, švédský popis 1963, holandský Terminal 1964).

O něco více je pozměněn systém Saatjanův, a to hlavně v tom, že má dva tranzistory. Je to proto, že nové tranzistory 2N1073B mají U_{EC} a U_{CB} 120 V, zatímco původně použité 2N174 jen 80 V. Jenže snesou proud jen 10 A a proto je použito dvou paralelně.

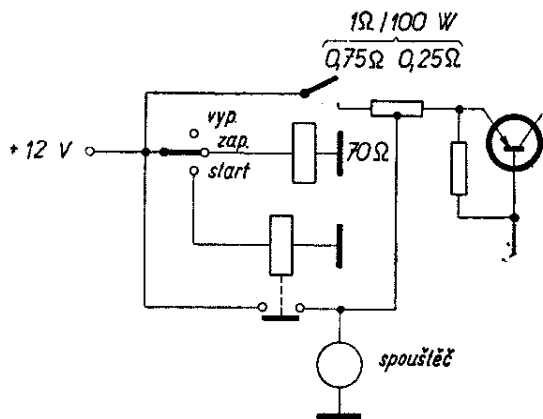
Pak lze použít Zenerovy diody o vyšším napětí, čímž vznikne daleko vyšší využitelná induktivní špička na primáru při přerušení a tím i vyšší napětí na sekundáru. Autor říká, že na cívce 400 : 1 dostával od volnoběhu do 4500 ot/min napětí 27 000 ÷ 30 000 V.

Elektrolytický kondenzátor 50 μ F na vstupu odstraňuje špičky, šířící se instalací vozidla z regulátoru, dynamu, spouštěče a jeho relé a z houkačky.

Tranzistory jsou ve společném chladiči, s mezivrstvou silikonové vazeliny pro lepší přenos tepla. Další chladič je pro diodu 25 A, opět s použitím silikonové vazeliny.

Zenerova dioda má nyní 100 V/10 W. Je upevněna na chladiči tranzistorů a je s nimi spojena krátkými přívody.

Dalším přídatkem je relé. Po několika měsících provozu se zjistilo, že se zahřívá spínací skříňka, protože kontakty spínací skříňky teče přece jenom velký proud. Ohřívání se ještě zvýšilo při zapojení dalších spotřebičů, takže spínací skříňka byla přetížená.



Obr. 83. Alternativa zapojení podle obr. 87 se spínáním zapalovacího systému relátkem. Podezřelé ovšem je, že v poloze „zap“ zůstane dělič spojen s kostrou přes vinutí spouštěče, které má odpor 1 ÷ 2 Ω . To prakticky znamená zkrat

S relátkem teče skříňkou jen 200 mA pro cívku relé a hlavní zapalovací proud 10 A spínají důkladné kontakty relé.

Je-li použito k indikaci nabíjení žárovky, pak tato žárovka uzavírá obvod pro relé a motor nelze vypnout. Přívod k žárovce obvykle vede z regulátoru napětí. Je třeba ji odpojit a do série k ní připojit mezi žárovku a regulátor křemíkovou diodu 0,5 A/200 V, katodou k regulátoru.

Do cívky se nastaví srážecím odporem v klidu proud 9 ÷ 10 A, za běhu mezi 5 ÷ 8 A.

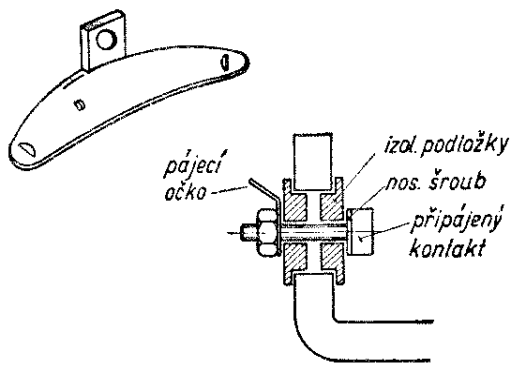
Po zastavení motoru se musí vždy zapalování vypnout. To platí jak o tranzistorovém, tak o běžném zapalovacím systému.

Tranzistorové zapalování se má vestavět tak, aby bylo možno v nouzi přepnout vše zpět na zapalování obvyklého typu.

Po seřízení a zkouškách vyměníme kontakty, nastavíme mezeru a délku rozepnutí (úhel sepnutí), jakož i předstih.

Kontakty nutno seřídít (vyměnit) po 80 000 km, protože se opotřebí vačka, vždy po 8000 km doplníme mazivo v plstěném polštářku.

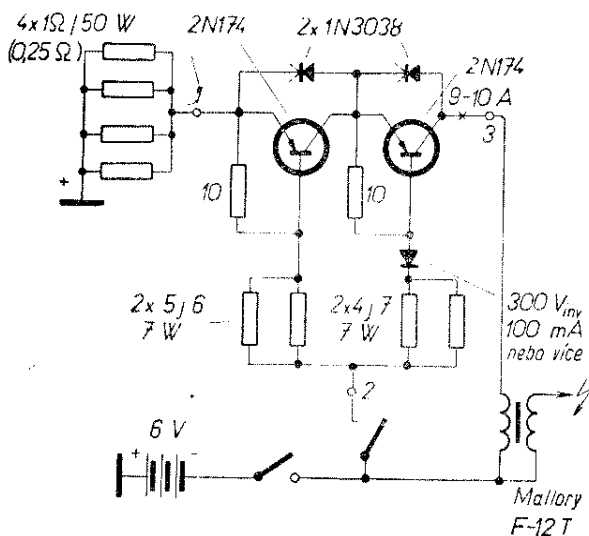
Opačným způsobem než Saatjan používá dvou tranzistorů jiný návod (obr. 82) podle [40]. Je to obdoba onoho „legračního“ řešení, uvedeného zpočátku.



Obr. 84. Izolování kontaktů pro kostru s opačnou polaritou

Aby se lépe využilo indukční špičky i s tranzistory o nižším závěrném napětí (2N174 – 80 V), jsou zde zapojeny dva v sérii. Každý z nich je chráněn Zenerovou diodou 56 V, takže na obou tranzistorech může být 112 V, než začne protékat Zenerův proud.

Jelikož nová cívka má menší indukčnost, dosáhne nasyceného proudu již za 35 % času oproti konvenční cívce (odpor je asi 1,5 Ω). Na druhé straně hrozí poškození kontaktů ve spínači velkým proudem. Proto ve všech schématech nacházíme omezovací odpor. Při startování je však žádoucí vliv tohoto odporu odstranit, neboť baterie, zatížená spouštěčem, dodává značně snížené napětí. Proto je zde přidáno zařízení, jímž se omezovací odpor zkratuje (obr. 83).



Obr. 85. Zapojení podle obr. 82 pro 6 V a pro + na kostře

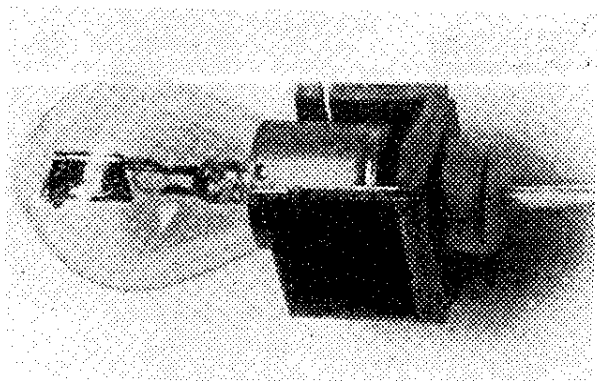
Pozorný čtenář si jistě všiml, že všechna dosud uváděná zapojení jsou určena pro zápornou kostru. Důvodem je polarita výkonových tranzistorů, které jsou v zahraničí i u nás vždy pnp, a milá skutečnost, že v Americe mívali +kostru v dobách, kdy u nás byla záporná, kdežto dnes naopak.

A tak při případném kopírování pro naše vozy nezbývá, než sáhnout k mechanické úpravě pevného kontaktu v přerušovači, abychom při sepnutí tranzistor otvírali a ne zavírali. Možné řešení ukazuje obr. 84 podle [41]. Na základě této úpravy spočívá i řešení předchozího systému pro vozy 6 V s + na kostře (obr. 85) podle [42].

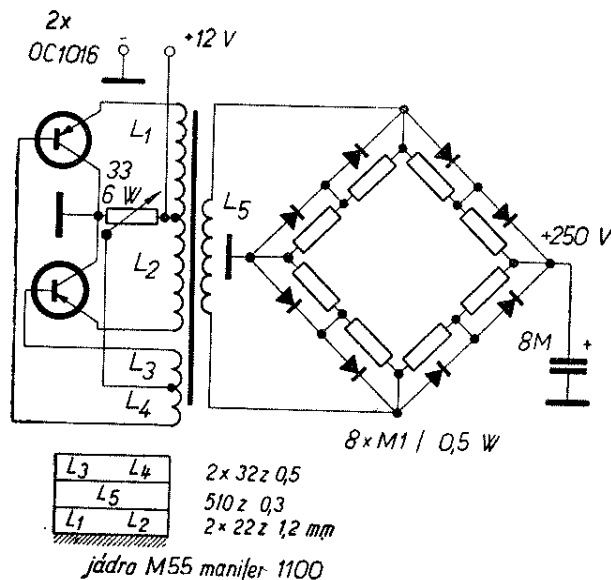
Izolované kontakty přerušovače vyžaduje i další příklad (obr. 87) podle [41], který se však vyznačuje novými myšlenkami. Liší se od běžných zapojení především umístěním Zenerovy diody (zde dvou po 30 V). Zenerova dioda je umístěna mezi kolektorem a bází. Když napětí špička, indukovaná při rozpojení, dosáhne Zenerova napětí, začnou Zenerovy diody vést a báze tranzistoru dostane impuls takové polarity, že se tranzistor opět otevře a špička jím projde beze škody.

Dioda v sérii s emitorem chrání tranzistor při změně polarity. Dále působí tak, že báze zůstává v okamžiku rozepnutí kontaktů vzhledem k emitoru kladná. Tranzistor zůstane za všech okolností uzavřený – a to i za zvýšené teploty.

Další pozoruhodnou myšlenkou je, že se ponechává v instalaci původní cívka, a na svorkovnici se dá přepnout z jednoho



Obr. 86. Objímka pro žárovku – omezovací odpor. Je zhotovena z mosadněného plechu



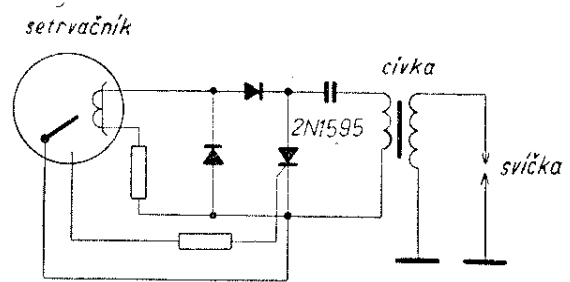
Obr. 91. Měníč 12 V/7 A — 250 V/0,25 A.
Účinnost 74 %, kmitočet 900 Hz

movaná transformátorem na stranu primárního vinutí, způsobí stoupnutí kmitočtu. Při 6000 ot/min u osmiválcového motoru to bude 400 Hz.

Transvertor mění stejnosměrné napětí 12 V ve střídavý proud vyššího napětí. Tento proud se usměrňuje můstkovým usměrňovačem na 350 V_{ss} a vede na tyristor a na sběrací kondenzátor C₁.

2. Řídicí obvod (tranzistor T₃). Když se kontakty přerušovače rozpojí, spoušťový tranzistor T₃ vede a dodá na řídicí elektrodu tyristoru kladný impuls. R₆ je odpor pro předpětí báze, jež vzniká při rozpojení kontaktů. R₇ a R₈ je dělič pro vytvoření předpětí během sepnutí kontaktů, kdy T₃ nevede. Brání chybnému spuštění vlivem šumového (poruchového, hlukového) napětí.

3. Spoušťový obvod (tyristor – polovodičový tyratron – u nás zatím bohužel není k dispozici. Sovětské typy – viz [63]). Kladným impulsem z kolektoru T₃ se tyristor okamžitě otevře a vybije kondenzátor C₁ do zapalovací cívky. Jelikož jde o značné napětí, vyhovuje i klasická cívka. Když se kondenzátor C₁ vybije na nulu nebo překmitne na záporný potenciál (výboj má vždy charakter oscilací – na to přišel už Hertz!), tyristor se opět stane nevodivým a vysokonapěťový impuls končí. Při sepnutých kontaktech přerušovače nevede ani T₃ ani tyristor a konden-



Obr. 92. Zapalování SILEC

zátor C₁ se znovu nabíjí. C₂ a R₉ tvarují spoušťové impulsy, buzené T₃. D₅ vybíjí C₂ a brání vzniku opačné polarity při přechodových jevech, jež by mohly spustit v nežádoucím okamžiku tyristor.

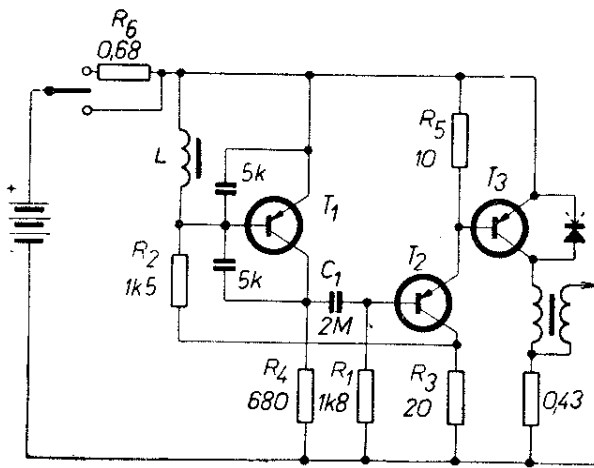
Pro vozy s +kostrou nejsou k dispozici údaje o potřebných úpravách. Musily by se izolovat oba kontakty.

Pro experimentování u nás by možná šlo vyzkoušet vakuový tyratron 21TE31, ovšem za cenu žhavení, křehkosti atd. Vodítka pro zhotovení transvertoru by mohly poskytnout údaje v obr. 91 podle [45].

Společnost SILEC (Société Industrielle de Liaisons Electriques) předváděla na „Salon international des composants électroniques“ v Paříži v únoru 1964 obdobné elektronické zapalování pro dvou-takty Motobecane se dvěma diodami a tyristorem ZN1595. Zařízení se napájí střídavým generátorem v setrvačnicku a řídí kontaktem. Celá aparatura je nepatrná a dávala silné jiskry na dvou paralelně zapojených svíčkách a též na 8 mm paralelním jiskřišti, na kterém se předváděla činnost zařízení (obr. 92 podle [46]).

Dalším krokem v elektronizaci zapalovacího systému je vyloučení mechanického přerušovače. V zařízení „Delcotronic“ se zapalovací impulsy vypouštějí induktivně (obr. 93). Na hřídeli rozdělovače je namísto vačky nasazeno kolečko se speciálně tvarovanými zuby, které se otáčí uvnitř statoru s cívkou (obr. 94). Otáčením se mění vzduchová mezera mezi zuby, čímž se mění průběh magnetického toku magnetickým obvodem a v cívce se indukují impulsy.

Tranzistor T₁ je buzen cívkou L, která je součástí indukčního systému v rozdělovači. Tranzistory T₂ a T₃ i zapalovac



Obr. 93. Zapalování Delcotronic s induktivním řízením podle [48]. Cívka viz následující obrázek

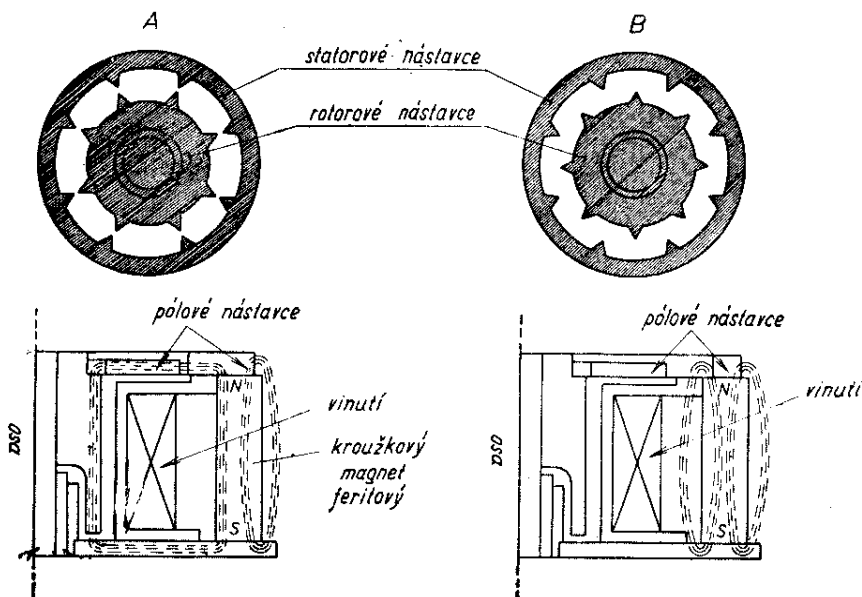
cívkou protéká proud, když T_1 nevede. Kondenzátor C_1 je nabit tak, že vývod do báze T_2 má záporný potenciál. Jakmile je do cívky L indukován impuls, otevře se T_1 a připojí kondenzátor ke kladné svorce baterie. Tím dostane báze T_2 kladný potenciál vzhledem k emitoru, T_2 se zavře a tím zavře i T_3 , čímž se přeruší průtok proudu zapalovací cívkou.

Kondenzátor C_1 se vybíjí přes odpor R_1 , takže za okamžik začíná opět protékat proud tranzistoru T_2 a T_3 . Napětí vznikající na odporu R_3 se vede do báze T_1 a uzavře ho. Zapojení se vrací do původního stavu a čeká na následující impuls.

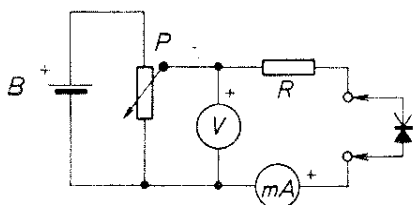
Zapalovací klíček má dvě polohy. Při spouštění je baterie připojena přímo a jiskra je sytější. Za normálního běhu motoru je v obvodu zapojen odpor R_6 , který omezuje protékající proud.

Tento systém byl zkoušen na motorech i při 9000 ot/min. Zkoušky byly provedeny na 200 kusech instalovaných na různých vozidlech a 250 kusů bylo zkoušeno v laboratořích za různých provozních podmínek. Bylo „ujeto“ přes milión mil a sto tisíc hodin. Dva kusy, běžící za podmínek napodobujících rychlost 120 mil/hod., pracovaly přes 9000 hod. Závady vinou polovodičů činily méně než 0,8 %, z toho $\frac{2}{3}$ připadaly na vrub chybné instalace nebo chybné manipulace. Po celou dobu zkoušek nebyla prováděna žádná údržba či opravy. Ve zprávě se ovšem výslovně podotýká, že tuto pozoruhodnou spolehlivost nelze očekávat od běžně prodávaných tranzistorů. Valnou většinu vývojových prací tvořilo stanovení a praktická aplikace vyhodnocovacích kritérií, podle nichž by měly být polovodičové součástky tříděny. V první řadě byla ověřována vhodnost různých typů. Dále bylo dbáno, aby se elektrické parametry neměnily s časem a v různých pracovních podmínkách.

Totéž ovšem v plné míře platí i o amatérských konstrukcích, kde musí být v první řadě postaráno o zajištění vyhovujícího teplotního režimu, chceme-li se dočkat dlouhodobé spolehlivosti.



Obr. 94. Náhrada kontaktů v zapalování Delcotronic [47]. A – magnetický obvod v rozdělovači při nejmenší mezeře, B – při největší mezeře. Při minimální mezeře se magnetické síločáry uzavírají cívkou a vznikne spouštěcí impuls. Zuby mají zvláštní tvar, aby vznikl vhodný průběh



Obr. 98. Měření Zenerova napětí. B – anodová baterie 12 V s odbočkami. Pro jednu diodu: $U_B = 30$ V, $P = 10$ k Ω , $R = 300$ Ω . Pro tři diody: $U_B = 60$ V, $P = 50$ k Ω , $R = 600$ Ω . Měřidla – dva Avometry

míková dioda, která dá předpětí zhruba dvojnásobné.

Za budicí tranzistor byl zvolen typ 102NU71 – to, co je u nás největšího v provedení npn.

První zkoušky byly z opatrnosti provedeny do žárovkové zátěže místo do cívky (2×35 W paralelně) a po kontrole byla připojena místo žárovky cívka 12 V. U cívek pozor: nikdy neprovádět pokusy bez zátěže sekundáru, tj. vždy musíme připojit svíčku. Bez zatížení svíčkou, při velké mezeře, může napětí na sekundáru nebezpečně stoupnout, což stojí život nejen cívku, ale může se přetransformovat i do primáru a připravit o život ještě další součásti! S cívku 12 V následovalo předvídatelné zklamání. Nepálila. Ovšem, je-li konstruována pro přímé napájení z akumulátoru bez vloženého odporu tranzistoru a diody (i když jsou otevřené, nějaký odpor přece jen vykazují a to se při proudech řádově ampérů už pěkně ukáže), pak se ani nelze divit. Proud, protékající cívku, je nyní nepostačující. Jenže speciální tranzistorovou cívku u nás nemáme a pochybuji, že by se někdo odvážil k amatérskému navíjení tak choulostivé součásti. Proto nebude mít nikdo autorovi za zlé, že sáhl po cívce 6 V. Pálila tak znamenitě, že po 6 jiskrách přestala pracovat jak přes tranzistory, tak přímo z akumulátoru. Příčinou byl pravděpodobně průraz napětovou špičkou.

Také tranzistor 102NU71 vzal za své. Tento však pravděpodobně zase velkým proudem kolektoru. Jak jinak: proud emitoru se přece větví v poměru proudového zesilovacího činitele mezi kolektor

a bázi! Do báze je připojen kolektor budicího tranzistoru a tak buď tento proud stačí dodat, nebo nestačí dodat. Nestačil. Proudový zesilovací činitel není totiž hodnota nějak pevně daná. Silně záleží, při jakých parametrech (hlavně kolektorovém proudu) se měří. Naděje, vzbuzená měřením výkonového tranzistoru při malém proudu, se ukázala marná při proudu 4,5 A a více, kdy se proudový zesilovací činitel zredukoval na ubohých $6 \div 7$. Pak ovšem pro požadovaný proud emitoru musíme do báze dodat 0,7 A. Že je to proti přípustným 125 mA mnoho, je jasné.

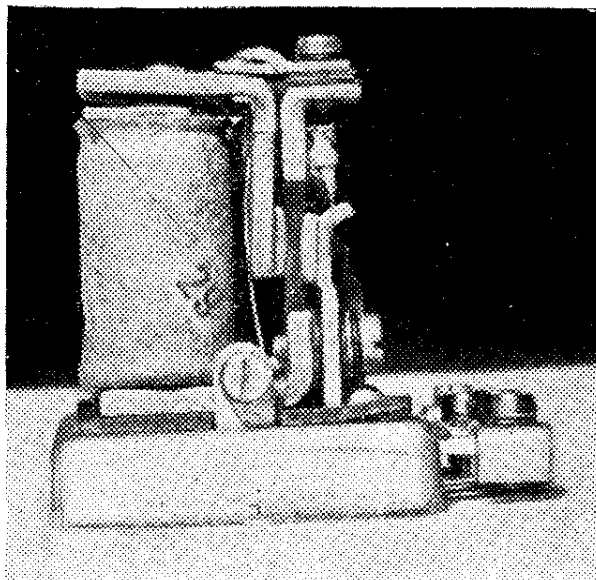
Pro další zkoušky bylo proto nutno s krvácejícím srdcem sáhnout po zapojení v zásadě podle obr. 87, viz obr. 96. To vyžaduje rozmontovat přerušovač, vyjmout držák pevného kontaktu, tenkou lupenkou pilkou odříznout destičku kontaktového kovu a zbytek plechu pod ní provrtat. Destička se pak připájí natvrdo na spilovaný šroubek – viz ostatně obr. 84. Kondenzátor v přerušovači se odmontuje. Není ho třeba – zátěž kontaktů již nepředstavuje indukčnost, která způsobuje jiskření, nýbrž ohmický odpor. A kondenzátor by mohl nepříznivě tvarovat hrany řídicích impulsů (zešíkmoval by je).

Cívka byla nahrazena typem PAL Magneton 6 V ČSN 304121 02-9211,08 a do série s celým zařízením zapojena žárovka 12 V (2×35 W jako omezovací odpor). Tato žárovka není zdaleka tak nemilá, jak by se na první pohled zdálo:

- a) zátěž se nemusí amatérsky vyrábět,
- b) náhrada se vozí tak jako tak s sebou,
- c) má příznivou charakteristiku: za studena (při spouštění) má nízký odpor, za tepla její odpor poněkud stoupne,
- d) při nastavování předstihu slouží jako indikátor sepnutí a rozepnutí kontaktů,
- e) indikuje běžně stav zapalovacího systému.

Ostatně, jak je z předchozích schémat vidět, je užívání srážecích odporů velikosti zlomku ohmu až 1 Ω v Americe běžnou záležitostí.

Tato žárovka se s výhodou zapojí do uzemňovaného vývodu cívky, takže její objímka může být bez izolace upevněna přímo na kostru. Objímka byla zhotovena



Obr. 100. Stykač spouštěče. Všimněte si masivních kontaktů!

jde o věc náročnou na součástky i odborné vědomosti a hlavně na měřicí aparaturu, vyplatí se převážně u zapálených motoristů, jezdicích soutěže na suchu i na vodě (- lodní motory!).

V. Polovodičový regulační přístroj

Nejprve je nutné se podrobně seznámit s činností konvenčního regulačního přístroje. Autoelektrika nebývá silnou stránkou ani u profesionálních řidičů, tím méně u amatérů. Svědčí o tom mimo jiné účta, kterou je všeobecně zahrnován dovedný řemeslník-autoelektrikář. A nemůžeme být ani mnoho překvapeni - v autoškolách se tato disciplína probírá spíš jako něco z oboru černé magie - tady to máš a věř nebo nevěř.

Ze vši autoelektriky je pak nejvíce zaměřeno kolem regulátoru.

Na obr. 101 je vlevo neuměle mechanicko-elektricky nakresleno jednokotvičkové regulační relé hlavně se zřetelem na cesty proudu, vpravo pak mnohem srozumitelnější schéma téhož úplného regulátoru PAL 12 V/100 W 02-9421.04 včetně elektromagnetického spínače pro spouštěč. Protože nejvíce záhad je kolem časové posloupnosti spínání kontaktů, jsou páry očíslovány římskými číslicemi

v pořadí, jak se spínají při postupném přitahování kotvy relé.

Činnost regulátoru:

0 - Bez proudu: baterie (*B*) je odpojena od magnetického systému regulátoru a tím od svorky *D*. Zpětný proud nemůže téci; kmitavý kontakt *M* přiléhá na pevný kontakt spojený se šasi. Tím je buďicí vinutí generátoru zapojeno mezi *D* (-dynamu) a +šasi.

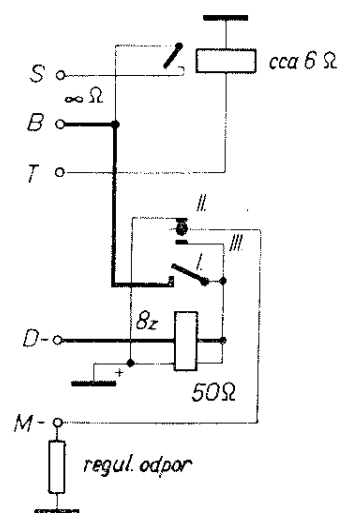
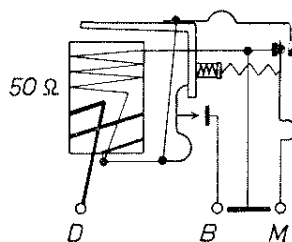
I - Při nízkých otáčkách: napětí na *D* stoupá, proud teče v sérii proudovým vinutím a napětovým vinutím, na horní pevný kontakt, na šasi (+). Kotvička se slabě přitáhne, čímž se připojí baterie (*B*) na střední vývod obou vinutí. Do baterie začíná téci proud. Tento okamžik má nastat při vyrovnání napětí dynamu na napětí baterie, ale zpravidla tomu tak nebývá. Kontakty nesou v okamžiku sepnutí napětí a proud, takže jiskří. Totéž je pak i při jejich rozpojení. Oba předchozí stupně řízení obstará jednoduše polovodičová dioda, a to naprosto bezpečně v přesném okamžiku vyrovnání napětí bez ohledu na napětí baterie, zda nižší či vyšší. Spíná bez jiskry, v okamžiku nulového proudu.

II - Při zvýšení otáček: napětí na *D* dále stoupá, proud teče proudovým vinutím, zesiluje magnetickou sílu cívky. Za proudovým vinutím se dělí: zčásti do napětového vinutí (asi 0,25 A) a odtud na +šasi, zčásti do baterie - (*B*). Kmitavý kontakt je odtlačován od pevného kontaktu, takže *M* (buďicí vinutí) není spojeno přímo se šasi, nýbrž přes odpor (destička s odporovým drátem není součástí regulátoru, je vně, aby byla dobře chlazená).

Buzení magnetů se sníží, napětí klesá, kmitavý kontakt znovu dosedá na pevný kontakt a zkratuje odpor. Tímto kmitáním se reguluje buzení dynamu (asi na max. 17 V) a vzniká rušící jiskření, opalování kontaktů a porušení jejich nastavení. Tuto funkci dokáže spolehlivě a přesněji splnit systém napětového normálu (Zenerových diod) a tranzistorového bezkontaktního spínače.

III - Při zvýšeném odběru proudu (mnoho spotřebičů zapnuto, zkrat): zkratový proud z *D* teče proudovým vinutím a dále zvýší magnetickou sílu cívky. Proud dále

Obr. 101. Jednokotvičkové regulační relé PAL 12V/100 W 02-9421.04. *S* – spouštěčové vinutí statoru, *B* – minus baterie, *T* – spínací skříňka 50, *D* – dynamo minus, *M* – budicí vinutí statoru. *I*, *II*, *III* – pořadí spínání kontaktů při postupném přitahování kotvy relé



teče zčásti do napětového vinutí a z větší části do baterie (do zkratu). Kotvička se přitáhne až na doraz. Kmitavý kontakt je odtlačen až na protější pevný kontakt, čímž budicí vinutí (*M*) je připojeno přes kontakty vedle cívky na minus baterie (*B*). Jelikož začátek budicího vinutí je stále připojen k *D* (–dynamu), nedostává nyní žádný budicí proud, protože mezi jeho konci není žádný rozdíl napětí; je zkratováno. Dynamo je odbuzeno. Kmitavý kontakt začne opět kmitat, jenže nyní opačným směrem, a vzniká rušící jiskření, opalování kontaktů... Tuto funkci obstarává spolehlivě systém odporu, na němž vznikne spád napětí pro řízení, a následujícího bezkontaktního spínače.

Mezi svorkami *D*–*M* naměříme:

- za situace 0 — 50 Ω
- za situace I — 50 Ω
- za situace II — ∞ Ω
- za situace III — 0 Ω

Popsané funkce magnetického regulátoru lze splnit třeba tímto způsobem – viz obr. 102 podle [50].

Záporná svorka dynamu jde na *D*, kladná svorka dynamu na *E*, která je též spojena s kostrou. Svorka budicího vinutí dynamu jde na *F*. Záporný pól baterie se připojuje na svorku *B*. Ke svorce *WL* se připojuje červená signální žárovka, jež svítí, jakmile zapneme zapalování a zhasíná teprve při vyrovnání napětí dynamu a baterie.

Emitor T_3 je zapojen na svorku *F* budicího vinutí dynamu. Tento tranzistor

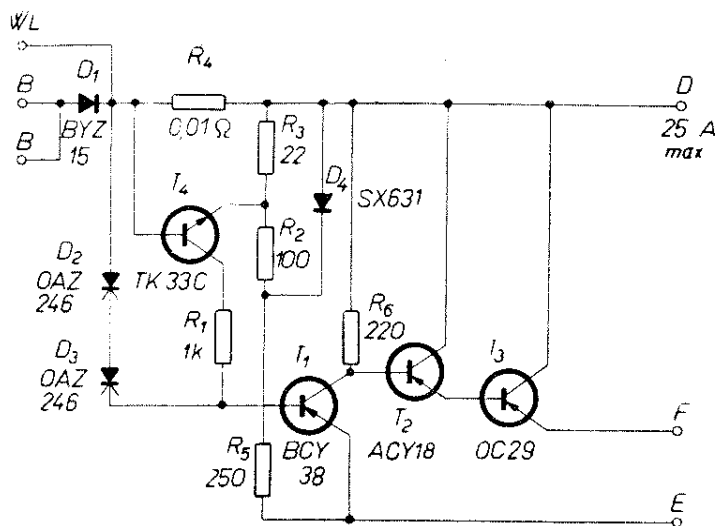
představuje proměnný odpor, jenž řídí budicí proud. T_3 tedy musí snést proud kolem 2 A. Počítáme-li s proudovým zesilovacím činitelem tohoto tranzistoru 50, pak budicí proud báze (a emitoru T_2) bude řádově 50 mA. Počítáme-li u T_2 opět s proudovým zesilovacím činitelem 50, vyžaduje báze T_2 proud 1 mA, který dodá odpor R_6 ze záporné svorky. Odpor R_6 také dodává proud kolektoru T_1 .

Vraťme se znovu zpět k principu činnosti regulátoru. Dá se předpokládat, že napětí dynamu závisí na otáčkách a budícím proudem. Jenže potřebujeme, aby napětí zůstalo co možná neměnné i v širokém rozsahu otáček. Kdyby bylo budicí vinutí připojeno přímo na svorky kotvy bez omezovacího odporu, proud budicího vinutí by vzrůstal přímo úměrně napětí, jež by rostlo s otáčkami. Řízení musí tedy pracovat tak, aby se stoupajícími otáčkami tekl klesající budicí proud, aby se co možná přesně opačným způsobem působilo proti tendenci narůstání napětí.

Na obrázku jsou dvě Zenerovy diody v sérii mezi záporným pólem dynamu a bází T_1 . Při napětích nižších než je Zenerovo neteče proud a proto je T_1 uzavřen. Na bázi T_2 je tedy prakticky stejné napětí jako na záporné svorce dynamu a T_3 propouští do budicího vinutí plný proud, nastavený velikostí odporu R_6 . Tento stav naregulujeme pro otáčky poněkud vyšší než je volnoběh.

Při zvýšení otáček napětí dynamu stoupne nad Zenerovo napětí a Zenerovy diody začnou propouštět proud. Tento

Obr. 102. Polovodičový regulační přístroj podle [50]



proud otvírá T_1 , odporem R_6 protéká i kolektorový proud T_1 , stoupne spád napětí na něm a napětí na kolektoru T_1 klesá. Tím klesá i buzení báze T_2 , což sleduje i T_3 a začíná proud budicího vinutí přiškrcovat. Napětí dodávané dynamem se tak ustálí na hodnotě, při níž Zenerovými diodami prosakuje nepatrný proud.

Funkci relé proti zpětnému proudu zastává zcela jednoduše dioda v sérii se svorkou B. Je pólována hrotem (anodou) směrem k zápornému pólu baterie, tedy v závěrném směru. Teprve když napětí dynamu přestoupí napětí baterie asi o 0,4 V, začne Ge dioda propouštět proud do baterie.

Podmínkou je, aby dioda snesla maximální proud dodávaný dynamem a co možná málo propouštěla v závěrném směru. Germaniové diody mají poněkud větší závěrný proud než křemíkové (avšak snesitelně malý), zato mají zbytkové napětí v propustném směru asi 0,3 V. Křemíkové diody snášejí zpravidla větší teplotu, mají však vyšší zbytkové napětí v propustném směru (asi 0,6 V) a tím vyšší ztrátu vyvíjeným teplem; mají zpravidla neobyčejně vysoký odpor v závěrném směru.

U vozidel lze počítat s proudem 20 ÷ 25 A; napětí diody se musí rovnat samozřejmě řádově napětí baterie, tj. asi 16 V (viz dále). Chlazení je samozřejmě nutností. Z toho vychází dioda např. typu 81NP71. Jelikož dioda není na potenciálu kostry, musí být upevněna izo-

lovaně (se slídovou podložkou 0,1 mm) na chladicích žebrech.

Spoj svorek B—D vede velký proud a musí být proveden vodičem o patřičně bohatě dimenzovaném průřezu.

Jako relé proudové, omezující maximální proud, je v zapojení regulátoru zařazen tranzistor T_4 (nnp, 106NU70). V sérii s hlavním spojem B—D je zařazen malý odpor 0,01 Ω. Na tomto odporu spadá při proudu 25 A napětí 0,25 V. T_4 má předpětí emitorovým odporem (děličem R_2R_3) upraveno tak, aby byl uzavřen právě těsně pod napětím 0,25 V. Napětí, napájející dělič R_2R_3 , je odvozeno z úbytku na diodě D_4 v propustném směru (křemíková, tedy 0,4 ÷ 0,8 V). Tento úbytek je konstantní v širokém rozsahu protékajícího proudu. Dioda a dělič jsou napájeny přes odpor R_5 . Křemíkovou diodu D_4 nahradí 2 Ge diody.

Když proud vzroste k 25 A, T_4 začne vést, neboť předpětí je vyváжено spádem na R_4 . Jestliže však T_4 vede, teče proud přes R_1 a tím i bázi T_1 . To už jsme tu měli v případě, kdy začal téci proud Zenerovými diodami. Započne omezující působení řetězce $T_1 T_2 T_3$, čímž se zmenší buzení dynamu. Nebezpečí přehřívání dynamu je tím odstraněno. Zapojení samozřejmě funguje i při zkratu.

Takovýto polovodičový regulátor není zdrojem rušení a tedy nemusí být z tohoto důvodu stíněn. Nicméně ohled na udržení čistoty, ochranu proti stříkající vodě, oleji atd. nutí namontovat celý přístroj

do těsné kovové krabice. Tato krabice slouží současně jako radiátor tepla z diody (diod paralelně zapojených) D_1 a tranzistoru T_3 . Obě součásti musí být izolovány slídovými podložkami. Pro upevnění ostatních součástí stačí deska s vyleptanými plošnými spoji, zesílenými drátem v těch případech, kdy jde o velký proud (hlavně spoj $B-D$; široké plošné spoje snesou bez nesnáží proud cca 3 A).

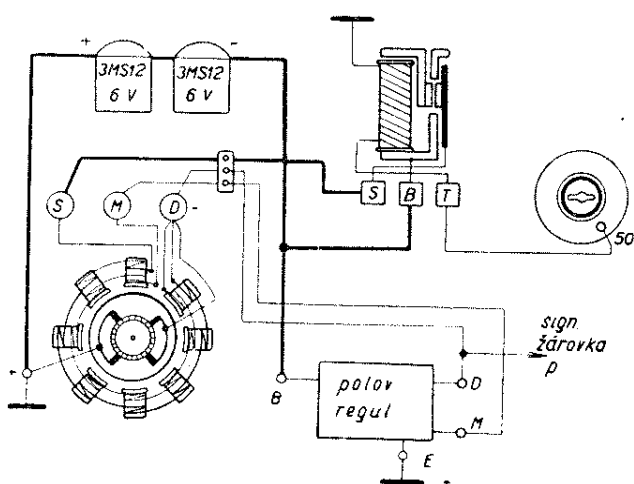
Příklad řešení polovodičového regulátoru pro skútr Čezeta typ 502/05:

Nakresleme si nejdříve zapojení elektriky v tomto vozidle a místo, které v něm zaujme polovodičový regulační přístroj (obr. 103).

Stator dynamostartéru je vybaven dvojitým vinutím, a to budicím pro dynamo a spouštěcím. Při spouštění se ze svorky 50 spínací skříňky zavede proud na svorku T , čímž sepne stykač (druhý vývod cívky stykače je ukostřen). Stykač připojí záporný pól baterie (svorka B) na svorku S , takže proud teče spouštěcím vinutím na svorku D , odtud na kartáčky a rotorovým vinutím na kostru, tj. na kladnou svorku baterie.

Pro spouštění tedy musíme zachovat původní stykač i s jeho zapojením na svorku B , kostru a na ovládací okruh $T-50$.

Jednokotvičkové relé však nahradí polovodičový regulátor. Odpadne i odpor vinutý na destičce poblíž regulátoru.



Obr. 103. Elektrické schéma skútru Čezeta 502/05

Všimněme si, že statorová vinutí tvoří transformátor. Proud, vedený do vinutí spouštěcího, je značně velký i při zapnutí a vypnutí může indukovat v budicím vinutí dynamu napěťové rázy, jež by mohly ohrožovat polovodiče.

Je-li motor již spuštěn, dodává motor dynamu proud do svorky D . Jeho část jde do budicího vinutí statoru, nebo přes regulátor, jak již bylo popsáno. Zbytek proudu ze svorky D jde přes svorku B k dobíjení baterie.

Svorka D má tedy zápornou polaritu a je k ní trvale připojeno magnetizační vinutí. Svorka M je na druhém konci budicího vinutí, a to na tom, který směřuje ke kostře.

Vývody regulačního přístroje budou tedy zapojeny takto: svorka B z obr. 102 odpovídá svorce B obr. 103; svorka D z obr. 102 odpovídá svorce D z obr. 103; svorka F obr. 102 odpovídá svorce M obr. 103 a svorka E obr. 102 odpovídá svorce E obr. 103 s tím rozdílem, že budicí vinutí je připojeno stabilně ke svorce D a je řízeno ve svorce M . Řídicí tranzistor musí tedy být zapojen mezi kostru E (kladná, tedy sem emitor) a svorku M (kolektor) namísto odporu v klasickém provedení.

Co to bude za tranzistor? Návod dodávaný k vozidlu pomůže velmi málo. Je ostatně pozoruhodné, kterak chudičká jsou elektrická data, uváděná v „Technickém popisu a jízdním návodu“, a jak je ta trocha roztroušena po špetkách a ponechána hloubavosti čtenáře. Úplně chybí popis kabeláže, takže gumová čísla, navlékaná na některé kabely a čile opět odpadávající, jsou na silnici úplně pro kočku, ba i polarita akumulátoru je tajena. Vyplácí se proto vybádat si kabeláž v klidu doma a vhodně si vodiče označit dříve, než dojde k opravě někde na silnici a potmě. – Tato data by měla být bohatší třeba na úkor popisu činnosti dvoudobého motoru, kteroužto znalost si má jezdec odnést už z autoškoly.

A tak nezbývá, než odpojit ze svorky M vodič vedoucí do dynamu a budicí proud změřit. Pohybuje se do 4 A a pak s rostoucími otáčkami opět klesá. Vystačíme tedy s typem 2NP74 (15 A, 50 W). Pro zajištění před napěťovými špičkami zařa-

díme přes tranzistor kondenzátor a Zenerovu diodu 8NZ70. To ostatně uděláme jen pro pokoj v duši, protože v okamžiku spouštění dynamo nedodává proud, napětí baterie klesá na 8 V (podle záručního listu, ve skutečnosti možná ještě níže) a tranzistor T_3 má být otevřen (neomezuje budicí proud).

Bádejme dále: Jakou diodu budeme potřebovat pro funkci zpětného spínače? V návodu se dovíme zase jen, že dynamo-startér PAL 12 V dává výkon 100 W. Nevěříme a kontrolujeme: trvale v noci jsou zapnuty tyto spotřebiče:

hlavní žárovka	35 W
koncové světlo	15 W
zapalování	48 W
trvale celkem	98 W,

ostatek je zapojován jen krátkodobě a pravděpodobně je hrazen ze zásoby v baterii. A tak tomu můžeme věřit.

Z výkonu 100 W vypočteme maximální proud dodávaný dynamem (100 : 12) na 8 A, z čehož vyjde typ diody D_1 (zpětný spínač) s ohledem na napětí 42NP70. Samozřejmě s příslušnou chladicí plochou 440 cm².

Měřením jednoho exempláře diody 42NP70 bylo zjištěno:

při proudu v propustném směru 3,5 A je spád napětí 0,34 V,

při proudu v propustném směru 6 A je spád napětí 0,4 V a bez chladiče slabě hřeje.

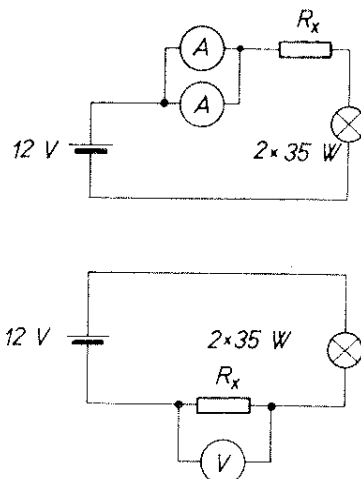
V závěrném směru tekl při

4,5 V	proud 0,2 mA,
9 V	0,34 mA,
12 V	0,44 mA,
16,5 V	0,6 mA

a to vyhovuje s ohledem na vybíjení baterie při odstavení vozidla. Tato dioda je tedy téměř perfektním zpětným spínačem.

Z hodnoty maximálního proudu 8 A vypočteme velikost odporu R_4 pro napětí 0,25 V. Činí to – podržme se – 0,03 Ω! To je ovšem zrada, protože kupte nebo měřte si takový odpor!

Měření odporu topných spirál do vařiče dalo výsledky neupotřebitelné. A tak jsme museli v odborné příručce najít, že měrný odpor železného drátu je při 20 °C rovný 0,096 Ω/mm²/m. Vezmeme železný drát vázací, který máme doma

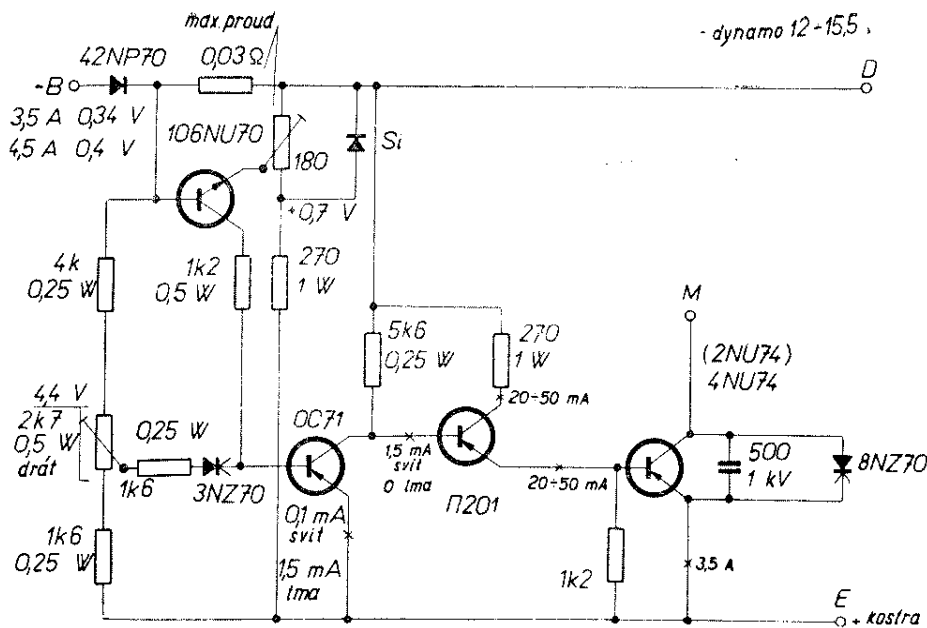


Obr. 104. Kontrola odporu 0,03 Ω

a změříme. Má průměr 1 mm. Plocha jeho příčného řezu je $\pi \cdot r^2 = 0,785 \text{ mm}^2$. Dvojmo zkroucený má 1,57 mm², 1 metr má pak odpor 0,06 Ω a tedy 0,5 m dvojmo zkrouceného drátu o \varnothing 1 mm dá přesně požadované 0,03 Ω. Průtokem 8 A se promění v teplo $R \cdot I^2 = 2 \text{ W}$, což je pro tuto délku a průřez velmi uspokojivá hodnota. – Pro bezpečnost něco přidáme – zkracovat se dá vždycky – a navineme 60 cm drátu na keramickou kostřičku. Výsledek můžeme kontrolovat tak, že odpor zapojíme do série se žárovkou a změříme proud a pak spád napětí na odporu. Viz obr. 104, kde bylo pro měření proudu použito dvou Avometů paralelně a naměřeno napětí na odporu 0,26 V na rozsahu 1,2 V; 0,25 V na rozsahu 300 mV prvním Avometem a 0,24 V (1,2 V) – 0,225 V (300 mV) na druhém Avometu. Shoda výpočtu s měřením je tedy výtečná.

Jako normál napětí pro srovnávání s oním čtvrtvoltem na odporu použijeme diodu z bloku KA220/05. Podle měření dává tato křemíková dioda v propustném směru úbytek 1 V. – Nebude přetížena? Při maximálním napětí 16 V propustí sériový odpor 270 Ω diodou 60 mA. Povolný proud diody je však 500 mA. Výkon na odporu bude max. 0,9 W \doteq 1 W.

Další starostí je stabilizace napětí. Podle poučení na záručním listě čl. 11., napětí nabíjecího zařízení na motocyklu musí dosáhnout 7,2 ÷ 7,8 V, ale tuto hodnotu nemá překročit (pro baterii 3MS12). Pro dvě baterie vychází 14,4 ÷ 15,6 V. To by zastala jedna Zenerova



Obr. 105. Zkoušené zapojení polovodičového regulačního přístroje

dioda 7NZ70, kdybychom měli při nákupu štěstí a trefili se. Takové příhody se však nestávají. Ale od toho je potenciometr, aby napětí dělil, a to nastavitelně. Vezme tedy jen část napětí a přivedeme ji na Zenerovu diodu nižšího typového čísla, např. 3NZ70 (7 ÷ 8 V). Získáme tím i výhodu, že diody na nižší napětí nasažují Zenerův proud strměji, takže zásah automatiky bude přesnější.

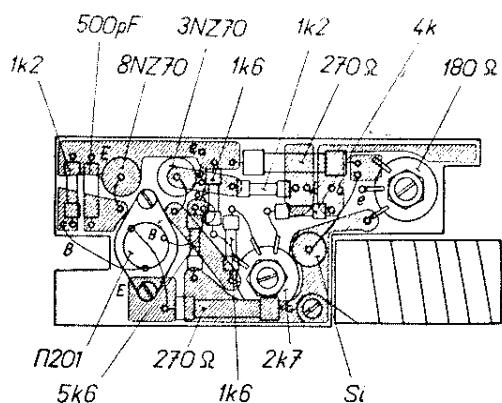
Po trapných zkušenostech s odpravenou Zenerovou diodou, která s sebou vzala T_1 a T_2 (0C71 a 0C76) vinou špatně nastaveného děliče, byla přidána některá bezpečnostní opatření ve formě omezovacích odporů. Zkoušené zapojení pak vyhlíží podle obr. 105. Zde řetězec 4 kΩ – 2,7 kΩ – 1,6 kΩ obstarává jemné nastavení napětí a horní člen chrání Zenerovu diodu před přepětím. 1,6 kΩ v bězci omezuje proud Zenerovy diody a T_1 . 270 Ω v kolektoru T_2 omezuje jeho proud a 1,2 kΩ v bázi T_3 má za úkol v případě poškození T_2 zavírat T_3 . Zakreslené hodnoty proudů a napětí byly změřeny při 12 V Avometem při náhradní zátěži žárovkou 35 W mezi svorkami D-M. Napětí „zem-běžec“ potenciometru 2,7 kΩ se nedá změřit, protože připojením Avometu se již uvádí regulace do chodu. Proud Zenerovy diody je neměřitelný i při zhasnutí žárovky, je-li napětí nastaveno potenciometrem na hranici regulace. Žárovka zhasíná, dotkneme-li se prstem obou

elektrod Zenerovy diody na skleněné průchodce – tj. stačí svod po povrchu prstu. Z toho plyne vysoká citlivost regulace, choulostivost nastavení potenciometru a velké nároky na udržení čistoty povrchu izolační průchodky Zenerovy diody. Spouštěcí proud je zřejmě řádu mikroampér.

Zapojení přezkoušené na prkénku bylo přestavěno načisto na destičku podle obr. 106. Je upravena tak, aby skutečné rozložení spojů co nejvěrněji sledovalo schéma a aby desku bylo možno zapustit mezi dva chladiče – dole chladič diody, nahoře chladič tranzistoru. Na příruby obou chladičů přišroubujeme krycí víčka – čela z umaplexu (obr. 108).

VI. Odrůšení radiového příjmu

Se stoupajícím počtem přenosných přijímačů stoupl i počet motoristů, kteří se chtě nechtě musí seznámit s velmi choulostivými problémy elektroniky, jež dají zabrat i zkušeným radiotechnikům. Jde o vyzářování elektromagnetického pole vysokých kmitočtů. K tomu přispěl zajímavý detail v našem zákonodárství – přenosný přijímač nevyžaduje zvláštní povolení (dnes, podle nového telekomunikačního zákona hlášení, spojené s placením rozhlasového poplatku), kdežto autopřijímač ano. Řada motoristů si tedy řekne „přijímač jako přijímač, byl bych



Obr. 106. Destička zkoušeného polovodičového regulačního přístroje

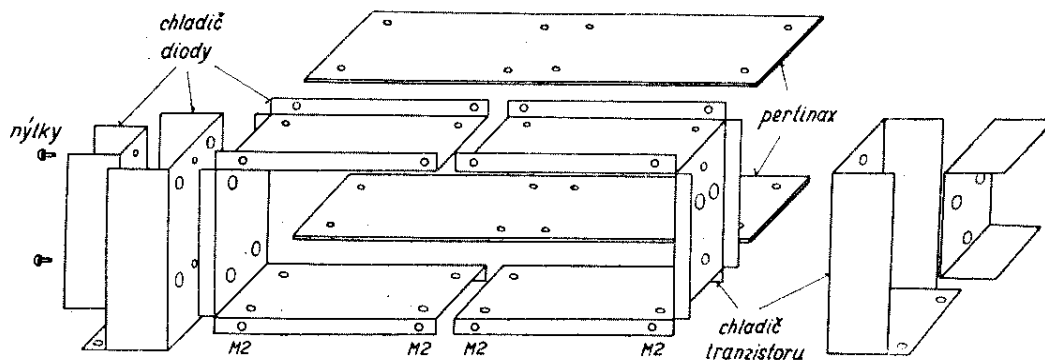
blázen, kdybych platil“ a vezme svůj kabelkový nebo dokonce i kapesní přijímač prostě do vozu. Záhy shledá, že to není tak jednoduché, neboť vyřeší-li již otázku, jak přijímač dostane jakýs-takýs signál pro svou feritovou anténu, zpravidla poslech znemožní rušení od motoru a celé elektrické instalace vozu. Rušení prostě užitečný signál překryje.

Po bližším seznámení s elektrickou instalací ve vozidle je hned jasné, že musí nastat nesnáze s rušením, vneseme-li do vozu jakýkoliv přijímač. Přístroj, kterému stačí $10 \mu\text{V}$, ba i $6 \mu\text{V}$ k tomu, aby se ozval (běžná citlivost autopřijímačů), dostane takových napětí z palubní sítě po libosti a žádné z nich nenese libý pořad. Nezapomeňme, že od dob H. Hertze a před ním už Maxwella je každá jiskérka zdrojem širokého spektra radiovln a každý kus vodiče (nemusí to být zrovna drát) je pro některý kmitočet, v tomto spektru obsažený, zářičem. Neladěným, i dokonce la-

děným. Lidé, kteří si dali práci s trochou počítání, přišli na to, že např. ozdobná mříž na zádi MB1000 představuje šterbinovou anténu na 3. televizní pásmo, takže MB1000 by prý rušila, i kdyby jezdila na naftu. Takových úseků, rezonujících náhodně na některém kmitočtu, který může rušit, je ve voze nespočetně. Jsou to i plechové součásti karosérie, rozdělené svarovými švy a spojované nýty a šrouby, jež nejsou dokonalým elektrickým spojením. Na těchto nedokonalých kontaktech vzniká ještě další rušení. Silný signál, lhostejno zda rozhlasový, televizní či pocházející z nějakého rušícího zdroje, může vytvářet harmonické kmitočty tím, že dochází k detekci (nebo ke směšování, což je principiálně totéž) na polovodivých spojích na místech, kde bychom to nejméně čekali. Potrubí, volně se dotýkající plechy, korodované spoje ve svorkách, výfuk apod. fungují jako přijímací antény a současně – na zkorodovaných stycích – jako diody. Na nelinearitách těchto diod dochází k násobení kmitočtu a ke směšování všech produktů násobení s původním přijatým kmitočtem. Výsledné produkty se pak znovu vyzařují, přičemž tyto díly slouží opět jako vysílací antény. Rušivé kmitočty se samozřejmě šíří i podél různých vodičů a zamořují vozidlo zevnitř i zveně.

Nejhorší je, že i různé exempláře jednoho a téhož typu vozidla vyzařují rušivé signály různě. Následek toho: neexistuje univerzální recept na perfektní odrušení.

V příručkách se dočteme, že novější vozy jsou již výrobcem důsledně odrušeny. U nás platí pro toto odrušení norma



Obr. 108. Chladiče pro regulační přístroj

ČSN 34 2875 [51, 52] a ČSN 34 2850. Jenže tu se dočteme, že jejich ustanovení platí i pro motorová vozidla, avšak velikost rušivého pole vyzařovaného vozidlem se stanoví vzhledem k přijímačům mimo vozidlo (ve vzdálenosti 10 m... atd.). Stanoví se podmínky, za nichž se měření rušivého vyzařování provádí (na stojícím vozidle, při mírně zvýšených otáčkách volnoběhu, rovněž veškeré elektrické příslušenství musí být při měření uvedeno do provozu) – ale nemluví se o rušení vznikajícím za jízdy. Zkrátka jde o to, „... aby motorová vozidla... nebyla zdrojem rušení radiokomunikačních spojů, zejména televize... aby nebyla rušena vř přijímací zařízení, umístěná v určité vzdálenosti od vozidla.“ Teprve zvláštní odrušení – stupeň II, neplatící všeobecně, ale jen po dohodě mezi výrobcem a odběratelem – bere ohled na přijímací zařízení ve voze. A tak to také kontrolují příslušné orgány ministerstva vnitra ve spolupráci s určenými orgány ministerstva dopravy a spojů – tj. ROS, odrušovací služby inspektorátu radiokomunikací. Jak se vypořádáte s problémem pro svůj přijímač ve voze, je ponecháno na vaší iniciativě a snaze. Je pro to dobrý důvod – provádět důkladné odrušení šmahem na všech vozech, i na těch, která to nebudou nikdy potřebovat, by bylo ekonomicky neodůvodnitelné. A tak je v tom zase sám motorista se svými chabými znalostmi radiotechniky. Odborný závod, který by se takovou službou zabýval, není znám.

Motorista však není zcela bez rady a pomoci; jenže o ní zpravidla neví. Kromě očekávání najde ten, kdo hledá, pomoc v normě ČSN 34 2875, kde je velmi cenná příloha v normách málo obvyklá – „Pokyny pro odrušení motorových vozidel“, určené pro konstruktéry vozidel a elektrického zařízení a příslušenství. Jelikož se nepředpokládají hlubší znalosti vysokofrekvenční techniky, jsou tyto pokyny poměrně obsáhlé a populárně podány. Stojí za to, aby se s nimi seznámil každý zájemce, kterého problémy odrušení trápí.

Ani zde však nemůže jít o univerzálně platný návod, zaručující stoprocentní úspěch. Jak již bylo řečeno, jsou zdroje

rušících signálů rozmanité, jejich cesty nevyzpytatelné a tak je možno podat jen vysvětlivky, co je možné podniknout. Někdy pomůže primitivní opatření, někdy půjde o nákladné pátrání a pokusy se zdoluhavým sledováním výsledků jednotlivých zásahů.

Odrůšení spočívá v tom, že se snažíme jednak omezit vznik rušivých impulsů, jednak připravit pro nevyhnutelně vznikající vř kmity co nejkratší cestu (zkrat) na kostru.

Především se však musíme postarat o to, aby přijímač dostal co nejsilnější užitečný signál.

Elektromagnetické pole má jednak složku magnetickou, jednak elektrickou.

Feritová anténa, kterou je vybavena většina přenosných přijímačů, je především citlivá na magnetickou složku a na elektrickou má být necitlivá – má být elektrostaticky stíněná. A ač zpravidla nebývá, přece je pro příjem elektrické složky nevhodná. Pole rušivých impulsů má účinnější složku elektrickou. To je pro feritovou anténu příznivé.

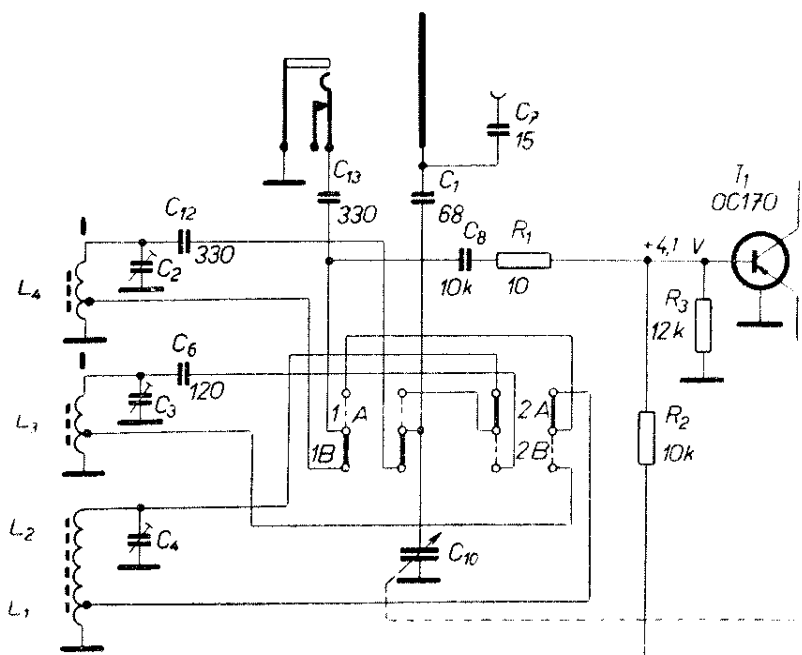
Na druhé straně feritová anténa má vůbec nižší účinnost než anténa drátová. S tím se nepříjemně shledáme ve voze, kde je přijímač i jeho magnetická anténa vložena do prostoru stíněného vůči elektromagnetickému poli vysílače. Trochu „radiového svitu“ vniká pouze okny. Je šťasten, kdo může svůj přijímač zavěsit doprostřed předního okna.

Feritová anténa má ovšem i význačné směrové účinky. To je nepříjemné na našich klikatých silnicích. Prutová anténa obecně nemá směrové účinky. Mohou se projevit jen v případě, kdy se octne v radiovém stínu; za to však prutová anténa nemůže.

Všechno tedy mluví pro vnější prutovou anténu, čnicí co možná do volného nerušeného prostoru.

Kam s ní? Podle uvedeného je výhodně umístěna u vozů Poběda a asi stejně hodnotné bude umístění provizorní antény Kovopodniku Brno savkou na skle. Méně vhodná je u nás dost obvyklá boční poloha – anténa se spíš dostane do stínu vozu. Upevnění na blatníku vpředu posouvá anténu níž, do stínu, blíž k motoru a prodlužuje délku kabelu – okolnosti

Obr. 109. Vstupní část přijímače T61 s vazebním kondenzátorem prutové antény



vesměs nevýhodné. S ohledem na vzdálení od motoru jako hlavního zdroje rušení by se zdálo výhodné umístění vzadu na kufru. Vypadá to elegantně, téměř raketově, ale podle měření firmy Hirschmann [56] se nepříznivě projeví zvýšená kapacita větší délky kabelu. Sníží-li se sériovým kondenzátorem, klesne napětí na 55 až 25 % ve srovnání s anténou vpředu. Pak přijímač musí pracovat s vyšším ziskem a zhorší se poměr užitečného signálu k rušivým signálům. Toto umístění tedy nepřináší žádný zisk.

Jak anténu připojit? Samozřejmě stíněným kabelem. Můžeme pro něj použít i silnější souosý kabel. Vedeme ho zásadně co nejkratší cestou, neboť kapacita středního vodiče vůči plášti představuje netěsnost, již signál prosakuje na kostru vozu. Plášť kabelu se na obou koncích spojí vodičivě s kostrou.

U přijímačů typu T58 a T61 je připojení vnější antény snadné. Tyto přijímače mají zvláštní zdířku, s T61 se dokonce dodával speciální konektorek. Mnohé přijímače však pro toto připojení zařízeny nejsou.

Je-li místo pro zdířku, je možné zařídit vazbu se vstupním vinutím na feritové anténě kapacitně (obr. 109). Jiný způsob je induktivní – na volný konec feritové tyčky se navine několik závitů – 5 až 10 jakýmkoliv drátem, třeba s PVC izo-

lací. Jeden konec vinutí se spojí s kostrou, druhý se zdířkou.

Vazební vinutí ani nemusí být uvnitř přijímače. Závity je možno navinout též kolem celé skříňky tak, aby feritová anténa byla souběžná s osou vinutí. Vazební vinutí pak může tvořit nedílnou část držáku přijímače. Vinutí může být uspořádáno v držáku též jako prsteneček poblíž konce feritového trámečku, nebo může být navinuto na kousku feritu, přikládaném k čelu feritové antény.

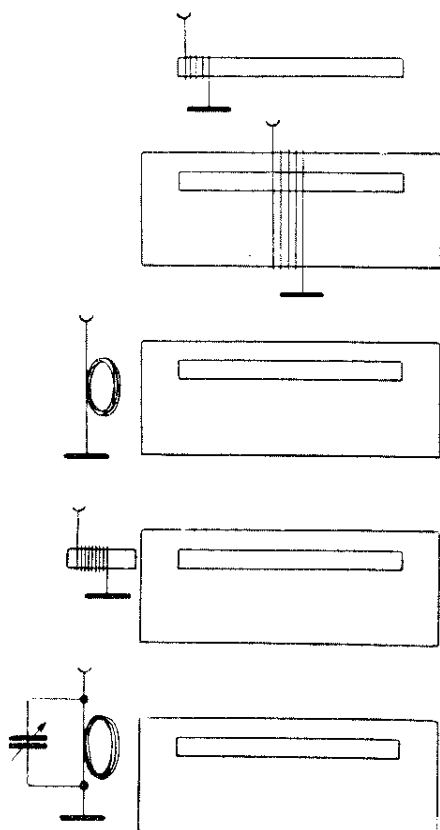
Podstatného stoupnutí síly signálu se dosáhne laděním tohoto anténního vinutí. U laděného obvodu bude nutné zvýšit počet závitů podle kapacity použitého kondenzátoru a velikosti jádra a rozměrů vinutí. U rámu přes celou skříňku bude třeba asi 12 ÷ 15 závitů, u feritového jádra 50 až 70. Přesný počet závitů se zjistí zkusmo tak, aby se otáčením kondenzátoru překrylo celé pásmo středních vln. – Nevýhodná je ovšem okolnost, že přibude knoflík, který se při ladění musí obsluhovat.

Že má být takové vinutí co nejdál od kovových předmětů, aby se jimi neuzavíralo jeho magnetické pole, to je samozřejmě v rozporu s požadavky stínění. Přijímač v takové blízkosti zdrojů rušení, v nekovové skříňce z umělé hmoty, je samozřejmě vystaven mocnému rušivému poli (blahoslavené vozy s motory vzadu).

A tak nezbude, než ho vsunout do kovového pouzdra – kapsy, držáku – důkladně vodivě spojeného s kostrou vozu. Na toto pouzdro se připojí i vnější plášť přívodního kabelu těsně u vstupního otvoru. Při magnetické vazbě vnější antény na anténu feritovou uvnitř přijímače je ovšem nutný kompromis – stínící pouzdro nesmí ležet těsně na závitech. Ale tomu dobře vyhovíme, protože jistě vysteleme takovou kapsu molitanem nebo podobnou látkou, zamezující odření pouzdra a tlumící otřesy.

Zkušenějšímu amatérovi snad není ani nutné připomínat, že všechna zemnění provádíme zásadně do jednoho bodu, tj. ke vstupu kabelu do skříňky. Při zemnění do několika bodů bychom se mohli dočkat právě opačných účinků, než jaké chceme uzemňováním dosáhnout, tj. zvýšené sbírání rušivých napětí. Vůbec v otázce zemnění platí nejvíc experiment, neboť zde je velká možnost různých nemilých překvapení.

Při boji proti rušení nezapomínejme na základní zásadu, že mnohem účinnější je



Obr. 110. Způsoby induktivní vazby vnější antény s vnitřní feritovou anténou

vést boj co nejdříve zdroji, než teprve u přijímače. Proto také větší díl pokynů, obsažených v normě ČSN 34 2875, platí pro potlačení vzniku vf oscilací v zapalovacím systému. Tento boj se vede především vkládáním tzv. odrušovacích odporů do vedení vysokého napětí. Tyto odpory mají za úkol snížit jakost (Q) oscilačních obvodů, tvořených indukčnostmi a kapacitami úseků vedení, tak aby nedocházelo ke vzniku kmitů na vlastním rezonančním kmitočtu při buzení širokým spektrem jiskry, resp. aby vybuzené kmity co nejrychleji zanikly.

Odpory, vyráběné n. p. Tesla Lanškroun závod 04 Blatná, jsou drátové, opatřené vrstvou skleněného smaltu, a mají odpor 5000 Ω . Jsou vloženy do odrušovacích koncovek svíček nebo přímo do odrušených svíček (PAL Tábor – svíčky RZ) a do odrušovacích nástrček pro rozdělovač. Odpory se vkládají co nejdříve místu, kde dochází k jiskření, tak aby vodič spojený s jiskřištěm tvořil co nejkratší anténku. U rozdělovače jsou proto účinnější nástrčky než průchozí odrušovací odpory, vkládané do kabelu a odrušené svíčky ruší méně než obyčejné, opatřené odrušovacími koncovkami.

O odrušovacích odporech se tvrdívá, že zhoršují činnost zapalování. Vkládané odpory samozřejmě pohltí určitou část energie (za provozu jsou tepelně namáhány), avšak za obvyklých podmínek stačí napětí, dodávané cívkou, k vytvoření jiskry i se zamontovanými tlumicími odpory. Jsou-li elektrody svíčky příliš znečištěny nebo je-li vzduchová mezera příliš velká (nastane opalování i čištění), je pak nutné k proražení mezery větší napětí. Proto vyskytnou-li se potíže se zapalováním, neodstraňujeme odrušovací prostředky, ale snažíme se dát celý zapalovací systém do takového pořádku, jaký má být za normálního stavu.

Firma Champion (výrobce svíček) tvrdí [57], že přívod ke svíčce má mít vůči bloku zápornou polaritu. Při opačné polaritě je prý třeba napětí vyššího o 35 ÷ 45 %, aby jiskra přeskočila. Pak ovšem jsou potíže se startováním a motor při volnoběhu zhasíná. Zamontují-li se potom tlumicí odpory, nezbyvá již žádná rezerva napětí a zapalování zlobí.

Jak zjistit polaritu, když s běžným měřidlem si na vysoké napětí nesmíme troufnout? Kabel se odpojí od svíčky a upevní se izolací, formelou, sklenářským tmelem nebo chlebovou střídkou poblíž vývodu svíčky tak, aby ještě přeskakovala jiskra (nezvětšovat příliš mezeru, nebezpečí proražení cívky!). Do mezery jiskřiště se vsune špička tužky (dřevěné, ne kovový krejon!). Když se objeví oranžově zabarvená jiskra na tuze na straně svíčky, je cívka zapojena správně. Jestliže se však oranžový svit objeví na tuze na straně kabelu, musí se přívody cívky obrátit.

Neruší však pouze strana vysokého napětí. Zapalovací impulsy vysokého napětí na sekundáru cívky indukují zpět do primáru rušivé nárazy (víme, že dosahují až 400 V) a odtud se pak rozlézají do celé elektrické sítě, třebaš dvanáctivoltové. Proto má být přívod k cívce těsně u svorky zablokován průchodkovým kondenzátorem. Obyčejný, neprůchodkový kondenzátor tady není nic platný, má příliš velkou indukčnost. Obal cívky i upevňovací nožka kondenzátoru musí mít dobrý styk s kostrou. Je tedy nutno očistit lak a nečistoty a podložit pérovou podložku, aby přechodový odpor byl zanedbatelný.

Jestliže se i po těchto opatřeních projevuje rušení ze zapalovacího systému, pak nezbyvá, než přikročit ke stínění. Tímto způsobem řeší svoje odrušovací problémy armáda a letci. Něco takového je ovšem nákladnou záležitostí a spojeno s notnými obtížemi, když příslušný materiál není běžně na trhu. Tesla Blatná sice vyrábí stíněné koncovky, ale pro civilní potřebu je dovává pouze podle požadavků zahraničních odběratelů. V Mototechně bychom je marně sháněli, třebaže se o stíněných součástech hovoří i v ČSN 34 2875.

Jako informace pro případné zájemce mohou sloužit popisy amerických stavebnic, nabízených vysílačům-amatérům. Stavebnice fy Hallet Mfg Co (Hallet Signal Saver) obsahuje stínící kryt na rozdělovač, který se upevní na místě původní hlavice rozdělovače a upevní původními pery. K němu se připevní kabely se stínícím opletením a s plechovými čepičkami, které se navlékají na kryt hlavice, takže

stínění je nepřerušené. Na druhém konci kabelů jsou rovněž plechové nástrčky, které se navlékají přes svíčky. Pružiny je upevňují ke spodku svíčky a obstarávají zemnicí kontakt. Ve stavebnici jsou dále svorky k upevnění vodičů, aby se nedotýkaly horkých a pohyblivých součástí. Další kryt je určen na cívku. Je k němu připojen i průchodkový kondenzátor pro připojení primáru. Celek se přikryje víčkem s průchodkou pro vysokonapěťový kabel.

Táž firma vyrábí další stavebnici, kterou prodává firma E. F. Johnson Co. pod značkou Eliminoise. Nestíní zapalovací systém úplně bez mezer, ale zato je univerzální, použitelná pro všechny vozy americké výroby. Vodiče se použijí původní, jen se zatáhnou do stínících obalů. Stínící kryt na svíčku opět obsahuje průchodkový kondenzátor pro přívod primárního proudu. Stavebnice je doplněna archem se snímacími štítky pro označení dílů před montáží, aby nedošlo k popletení kabelů, a v instrukční knížce je tabulka pro přesné vyměření délek stínícího opletení.

Webster Electro-Shield firmy Webster Mfg obsahuje novou hlavici rozdělovače ve stínícím krytu. Kryt na cívku se podobá Halletově. Vysokonapěťové kabely jsou již hotovy a pouze se nasunou.

Mercury Interference Shield fy Mercury Enterprises prodává nové součásti individuálně pro každý typ vozu. Původní zapalovací systém se úplně vymontuje. Ve stavebnici je nová hlavice rozdělovače na povrchu metalizovaná, a nová úplně stíněná cívka. Výrobce říká, že stíněním přidaná kapacita všech vodičů vůči kostře vyžaduje, aby pro zachování původních vlastností, zvláště při vysokých otáčkách, dávala cívka zvlášť vysoké napětí. Také svíčky jsou nové, ve stíněném provedení, a ne pouze kryty na běžné svíčky. Kabely jsou zakončeny „leteckými“ šroubovými spojkami.

Tolik o zapalování.

Původcem rušení však mohou být i jiná zařízení než zapalování.

Rušení působené dynamem – jiskřením na komutátoru – se projevuje jako vysoký svist, který neustane, když se ve vysokých

otáčkách vypne zapalování. Výška svistu se mění s otáčkami motoru.

Komutátor má být kulatý, obroušený, slída mezi lamelami podříznutá, aby nenadzvihovala kartáčky. Kartáčky musí těsně přiléhat. To je ostatně požadavek, platný pro všechny strojky s kartáčky a komutátorem a nejen z hlediska rušení, protože vadný komutátor se přehřívá a začne trápení s celkovým stavem stroje. Po této stránce jsou výhodnější střídavé generátory, které mají hladké kroužky, na nichž nedochází k jiskření, pokud jsou mechanicky v pořádku. Zdrojem rušení však může být vadný usměrňovač (a dokonce i zdravý – viz dále). Také regulátor pro střídavý generátor má jen jedno relé, jež se odruší kondenzátorem, přemostujícím kontakty (0,1 μ F).

Regulátor napětí vydává opět nepravidelný praskot, který pokračuje i po vypnutí zapalování (při roztočeném motoru). Odpomoc: blokování průchodkovými kondenzátory. U regulátoru se ke svorce, která vede do statoru dynamu (M, magnety), nepřipojuje kondenzátor, nýbrž filtr 2000 pF v sérii s odporem 5 Ω mezi svorku a kostru. Spojí mezi dynamem a regulátorem mají být stíněné a dobře zemněné.

Rušit mohou i různá čidla, měřící chod motoru: tlakoměr oleje (baroskop), teploměr, palivoměr. Olejový tlakoměr cvrká a kmitočet cvrkání závisí na tlaku oleje. Stačí vložit těsně ke svorce příslušného čidla průchodkový kondenzátor.

Motorky stírače, topení, ventilátoru se odruší stejně. Jejich hluk se identifikuje zapínáním a vypínáním.

Rušit může i kostra a dokonce ukostřovací vodiče. Ono se totiž nedá spoléhat na to, že vůz tvoří elektricky kompaktní vodivý blok. Není to pravda. Spojí jsou většinou jen mechanické, někdy dokonce taktak vyhovují i pro stejnosměrný proud, napájející žárovky a motorky. A vůbec jsou neuspokojivé, pokud jde o vysokofrekvenční proudy. Vše září jako anténa, pokud nedosáhneme dokonalého propojení kostry. Mazadlo na třecích plochách není vodičem!

Odpomoc je pracná a nákladná. Je nutno propojit měděnými pletenými pásy všechny díly – motor s podvozkem ve

všech čtyřech rozích, řídicí sloupek, přepážku mezi motorovým oddělením a kabinou, výfukové potrubí a tlumič výfuku. Obdobně se uzemní i všechna táhla, lanovody a potrubí, procházející z palubní desky do motorového oddělení. Matice se všude podloží pérovými růžicovými podložkami, aby se jejich zoubky zaručeně prokously lakem až na kov. Podobně se propojí díly karoserie, pokud nejsou přivařeny, blatníky, dvířka, příklopy, víčka, nárazníky, ozdobné mříže apod. Gumové tlumiče vibrací se musí rovněž přemostit. Pamatujme na násobící a směšovací účinky polovodivých spojů!

Podobné rušení vzniká i v těch místech, kde dochází k úmyslnému usměrňování (nabíječe akumulátorů). Zde se násobí základní usměrňovaný kmitočet a vyzářejí jeho harmonické. Zkuste jen přiblížit tranzistorový přijímač třeba jen k dobíjecí kapesní svítilně (Mechanika). I nepatrný proud, dosahující stěží 20 mA, jímž se nabíjejí vestavěné akumulátorky, stačí vyloudit zřetelné rušení v pásmu středních vln. Nejsilnější vrčení se ozve v okolí toho místa, kde jsou ve svítilně umístěny usměrňovací diody. To je důkaz, že rušení vzniká jako nežádoucí produkt při usměrňování, a že základní síťový kmitočet 50 Hz dá dosti silné harmonické i v pásmu 500 ÷ 1500 kHz. Některé harmonické mohou být vyzářeny se značnou amplitudou, jestliže na některém úseku vedení nebo na přilehlých součástkách dojde k rezonanci. Odpomoc je opět v pečlivém stínění a filtraci.

Sem patří i sršivé rušení, projevující se při brzdění, kdy vzniká náboj na brzdovém obložení třením o bubny brzd. Přední kola jsou totiž jen špatně propojena s kostrou přes ložiska a mazivový film.

Svod obstarají pružiny, namontované na víčkách ložisek předních kol a procházející dírkou do důlku v čepu. Čelisti se spojí stuhou s držákem [62].

Pak zbude ještě statické rušení nábojem pneumatik, projevující se praskotem nebo sykotem při vyšší rychlosti za teplého suchého počasí. Proti tomuto jevu se doporučuje vpravit do vzdušnic grafitový prášek.

S odrušením jsme hotovi, když z kolemjedoucího vozu slyšíme hluk hlasitěji

než hluk z vlastního vozu. Po odpojení antény nemá přijímač projevovat žádné stopy po hluku.

Signál se smí do přijímače dostávat jen anténou – nikudy jinudy.

L i t e r a t u r a

[1] Dipl. ing. Dieter Korp: Die Zeit ist reif für Transistoren im Auto, Das Elektron (Rak.) 4—5/1963, str. 79

[2] Inž. Miloš Ulrych: Varioda – polovodičový stabilizátor na nejnižší napětí, AR 8/1963, str. 230

[3] Electronics World, July 1963, str. 40

[4] Inž. Jan Hajič: Tranzistorová radiová řídicí souprava Beta, Letecký modelář 12/1960, str. 273

[5] Škoda – Pulchart: Přepólování zdroje a tranzistory, AR 3/1965, str. 16

[6] GEC Transistor Manual, str. 375

[7] Parklichtschalter – Aktuelle Transistorschaltungen aus den „Siemens“ Laboratorien, Das Elektron 17—18/1964, str. 319

[8] Dr. W. Zandra: Praktische Anwendung von Photowiderständen in Lichtsteuerschaltungen, Radioschau 4/1964, str. 146. – Viz též W. Zandra: Halbleiter – Photozellen, Eigenschaften, Anwendung und Schaltung, Radioschau (Rak.) 2/1963, str. 64

[9] Henry R. Mallory: Patent 3,130,349, Radio – Electronics (USA) 11/1964, str. 110

[10] Ing. Alexandar Markovič: Tranzistorski žmigavci, Radioamater (Jug.) 11/1964, str. 376

[11] GEC Transistor Manual, str. 373

[12] GEC Transistor Manual, str. 378

[13] J. G. Ransome: Transistorized Turning Indicator and Warning Device, The Radio Constructor 4/1965, str. 594

[14] Willis T. Davis: Engine Temperature Indicator, Electronics World (USA), April 1964, str. 36

[15] Inzert fy Philips, Electron (Hol.) 11/1964, II. str. obálka

[16] Z. Škoda: S tranzistorem a baterií, MF 1963, str. 152

[17] Mar-Con DRT 100 Tachometer, Electronics World June 1964, Vol. 71, No 6, str. 83

[18] Jim Kyle: Electronic Tachometers, Electronics World, May 1964, Vol. 71, No 5, str. 34

[19] Dodatek k cejchování otáčkoměru, Radioschau 12/1964, str. 532, viz též Radioschau 8/1964, str. 345 a Funk-schau 5/1964, str. 120

[20] GEC Transistor Manual, str. 373

[21] Janusz Wojciechowski: Nowoczesne zabawki, Wydawnictwa komunikacji i łączności, Warszawa 1962, str. 84

[22] Inzert fy Philips, Electron (Hol.) 1/1965, obálka

[23] R. C. Apperson Jr.: Direct Reading Audio Frequency Meter, Electronics World 1/1965, str. 88

[24] H. Pichler: Elektronischer Drehzahlmesser – noch universeller! Radioschau 12/1964, str. 530, viz též Radioschau 8/1964, str. 345

[25] W. Schmidberger (Telefunken Heilbronn): Induktiver Drehzahlmesser, Funk-technik (NSR) Nov. 1964, č. 21 str. 773

[26] Elektronski uredaji u automobilskoj tehni, Radioamater (Jug.) 2/65 str. 51

[27] Jörg-Hartmut Weber: Ermittlung des Innenwiderstandes eines Messwerkes Das Elektron 17 – 18/1964, str. 324

[28] T. C. Penn: Simple Dwell Meter, Electronics World 6/1964, str. 43

[29] R. A. Lehowitz, R. M. Sonkin: Simple Electronic Analyzer, Electronics World 4/1961

[30] Radioschau 12/61, AR 8/1961 str. 225 Univerzální indikátor stavu elektrické instalace, VTM 12/1963, str. 428 (chybně popsána činnost)

[31] Sláva Nečásek: 100 zajímavých okruhů z elektrotechniky a radiotechniky, Práce 1964, str. 10 (R_3 správně 500 Ω)

[32] J. J. Conradi: Tachometer – Dwellmeter for Your Car, Radio-Electronics 3/1965, str. 56

[33] Radioschau 7/1963, str. 262

[34] W. C. King: Zenerless Transistor Ignition, Radio – Electronics 9/1964, str. 34

[35] Lloyd Fight: Transistor Ignition Questions, Radio – Electronics 3/1965, str. 20

[36] J. S. Byrd: Why Zenerless? Radio-Electronics 12/1964, str. 24

- [37] E. T. Waldorf, *Electronics World* 1/1965, str. 6
- [38] D. H. Mc Goun, *Electronics World* 8/1964, str. 8
- [39] M. R. Mayfield: High Performance Transistor Ignition System, *Electronics World* 6/1963, str. 30, doplněno tamtéž 9/1963. Další prameny u obr. 74
- [40] John R. Gyorki: Transistors Save Your Breaker Points, *Radio-Electronics* 4/1964, str. 53
- [41] Transistor Ignition for Positive Ground, *Radio-Electronics* 12/1964, str. 31 – přetisk z *Radio, Television & Hobbies* (Sydney, Austr.)
- [42] J. R. Gyorki: 6 Volt Transistor Ignition System, *Radio-Electronics* 1/1965, str. 22
- [43] E. F. Krumel: Watch for Auto Electrical Transients, *Radio-Electronics* 3/1965, str. 21
- [44] Brice Ward: SCR Automotive Ignition System, *Electronics World* 11/1964, str. 44
- [45] *Rádiotechnika* (Maď.) 2/1965
- [46] *Radioschau* 3/1964, str. 104
- [47] *Electronics World* 7/1963, str. 40
- [48] A. W.: Tranzystory w samochodach, *Radioamator* (Pol.) 3/1964, str. 67
- [49] K. K. Streng: Thyristoren und ihre Schaltungsanwendungen, *Radio und Fernsehen* (NDR) list. 1964, č. 22, str. 699
- [50] R. H. Hammans: Transistorized Charging System for Cars, *R. S. G. B. Bulletin* (Brit.) 2/1965, str. 95
- [51] ČSN 34 2850: Ochrana rádiového příjmu před rušením (platí od 1. 6. 1961)
- [52] ČSN 34 2875: Odrušení motorových vozidel a jiných zařízení se spalovacími motory (platí od 1. 3. 1962)
- [53] ČSN 36 3010: El. zařízení a příslušenství motorových vozidel a stabilních spalovacích motorů
- [54] ČSN 35 3 280: Odrušovací kondenzátory
- [55] J. Frye: Ignition Noise Problems, *Electronics World* 8/1964, str. 52
- [56] Autoanténa vpředu nebo vzadu? *AR* 2/63, str. 39 (*Radioschau* 8/62)
- [57] J. Frye: Non Ignition Noise Sources, *Electronics World* 9/1964, str. 58
- [58] Shielded Ignition Systems, *QST* (USA) 8/1964, str. 60
- [59] Campbell: Exit Ignition Noise! *QST* 5/1959, str. 30
- [60] T. R. Haskett, J. D. Blount: Radio and TV Interference, *Electronics World* 5/1964, str. 39 a 6/1964, str. 40
- [61] Ch. Schauers: Noise Elimination in the VW and Other Foreign Cars, *CQ* (USA) 5/1958, str. 36
- [62] Odstranění statického rušení v automobilech, *AR* 2/1964, str. 38
- [63] Spravočný listok – kremnijevyje četyrechslojnyje upravljajemyje i neupravljajemyje pereključajuščije diody. *Radio* (SSSR) č. 2/1965, str. 60

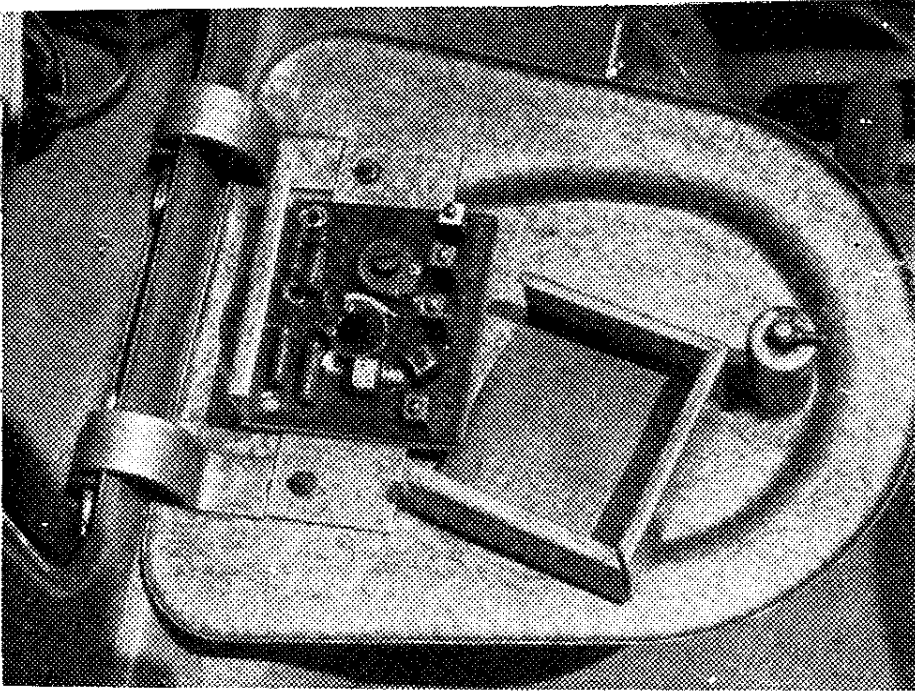
O P R A V A

Opravte si laskavě tyto chyby v RK 3/65: Na II. str. obálky má být ve schématu společný vodič kondenzátorů C_1 až C_6 spojen s emitorem T_3 , na emitoru T_4 je napětí 1 V; na str. 54 má věta, začínající v 19. řádku zdola v levém sloupci, znít: „Malého zkreslení a samočinné regulace . . .“, ve třetím řádku zdola tamtéž má být: „13 NR 01 . . . 23 NR 01/B,“; v textu pod obrázkem na str. 55 má být 23 NR 01/B; na str. 56 jsou tři chyby ve schématu: vstupní kondenzátor místo M29 má být M39, hodnota kondenzátoru na bázi T_3 je 1M, druhá vazební kapacita mezi T_3 a T_4 místo 100M má být 10M; na str. 58 ve schématu má být běžec potenciometru $1 \div 3M$ spojen s horním vývodem potenciometru (chybí tečka) a na str. 61 chybí označení přepínače P_1 (ve schématu) a tamtéž označení polohy 4.

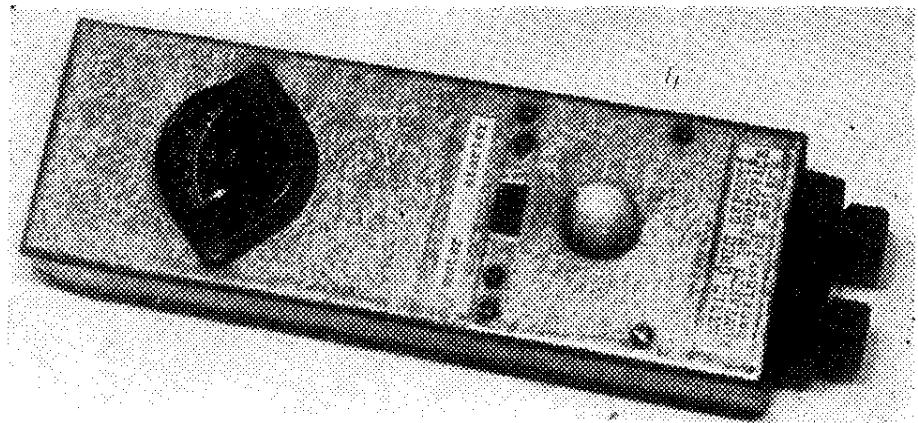
RADIOVÝ KONSTRUKTÉR – časopis Svazarmu, vychází dvouměsíčně. Vydává Vydavatelství časopisů MNO, Praha 1, Vladislavova 26, tel. 234 355-7 ● Hlavní redaktor František Smolík ● Redakční rada: K. Bartoš, inž. J. Čermák, K. Donát, O. Filka, A. Hálek, inž. M. Havlíček, V. Hes, inž. J. T. Hyan, K. Krbec, A. Lavante, inž. J. Navrátil, V. Nedvěd, inž. J. Nováková, inž. O. Petráček, K. Pytner, J. Sedláček, J. Vetešník, L. Zýka ● Redakce Praha 2, Lublaňská 57, telefon 223 630 ● Ročně vyjde 6 čísel. Cena výtisku 3,50 Kčs, pololetní předplatné 10,50 Kčs, roční předplatné 21,— Kčs ● Rozšiřuje Poštovní novinová služba, v jednotkách ozbrojených sil VČ MNO – administrace, Praha 1, Vladislavova 26. Objednávky přijímá každý poštovní úřad a doručovatel ● Dohlédací pošta Praha 07 ● Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS – vývoz tisku, Jindřišská 14, Praha 1 ● Tiskne Naše Vojsko, závod 01, Na Valech 1, Praha 6, Dejvice ● Za původnost příspěvků ručí autor. Redakce rukopis vrátí, bude-li vyzádán a bude-li připojena frankovaná obálka se zpětnou adresou ● Toto číslo vyšlo 20. srpna 1965.

© Vydavatelství časopisů MNO Praha

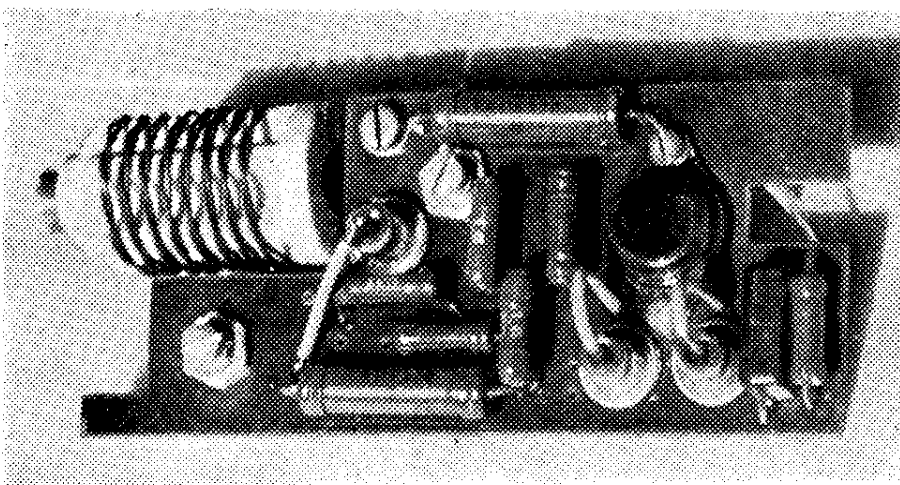
A- 23*51450



*Obr. 42. Teploměr
namontovaný ve
skútru*

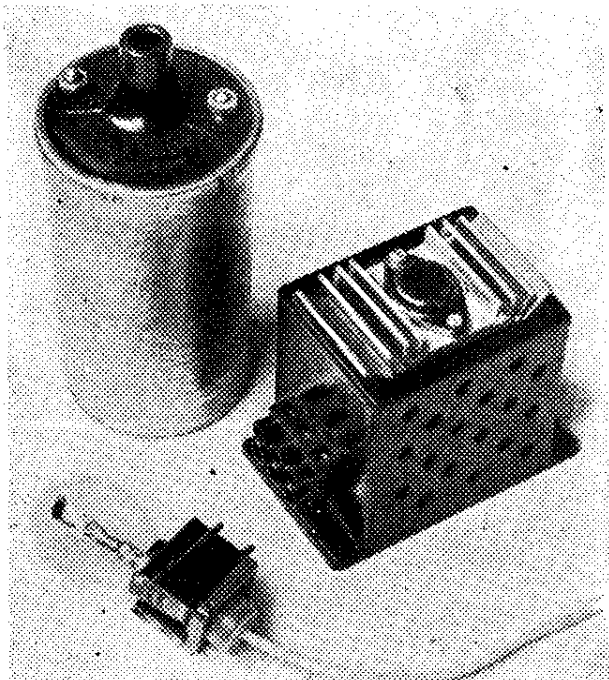
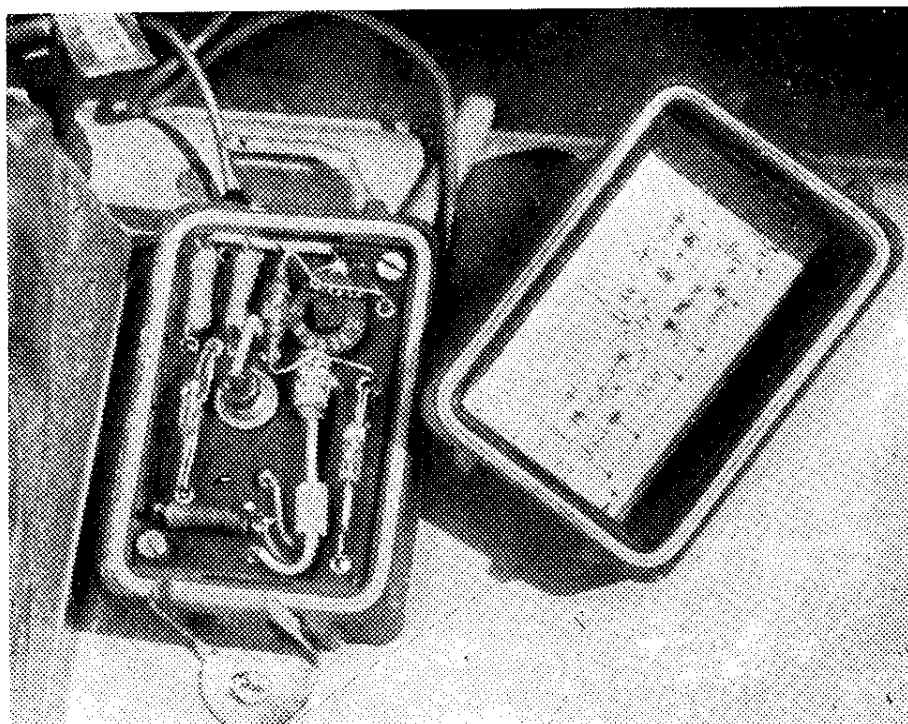


*Obr. 62. Popisovaný
měřič sepnutí kon-
taktů*

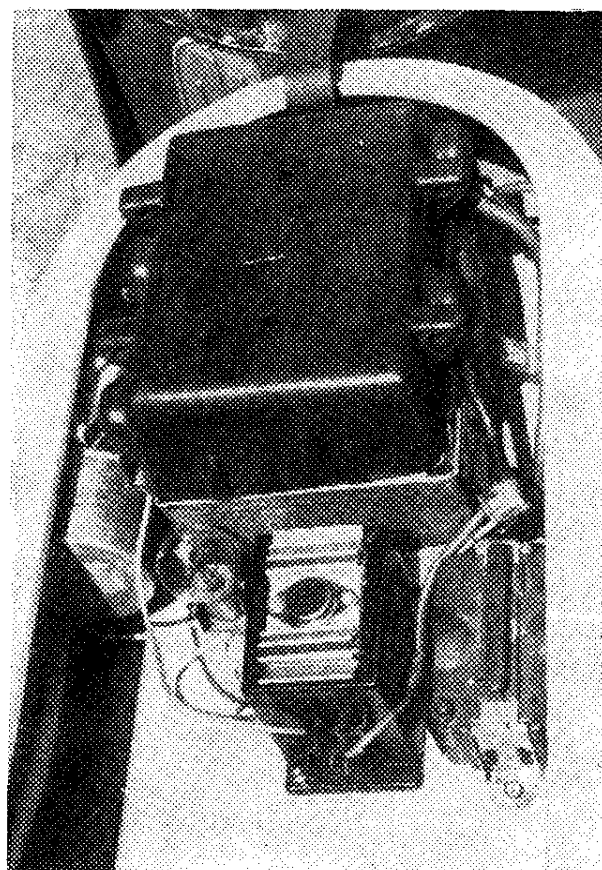


*Obr. 107. Destička
s drobnými součást-
mi polovodičového
regulačního při-
stroje. Vlevo je že-
lezný odpor 0,03 Ω*

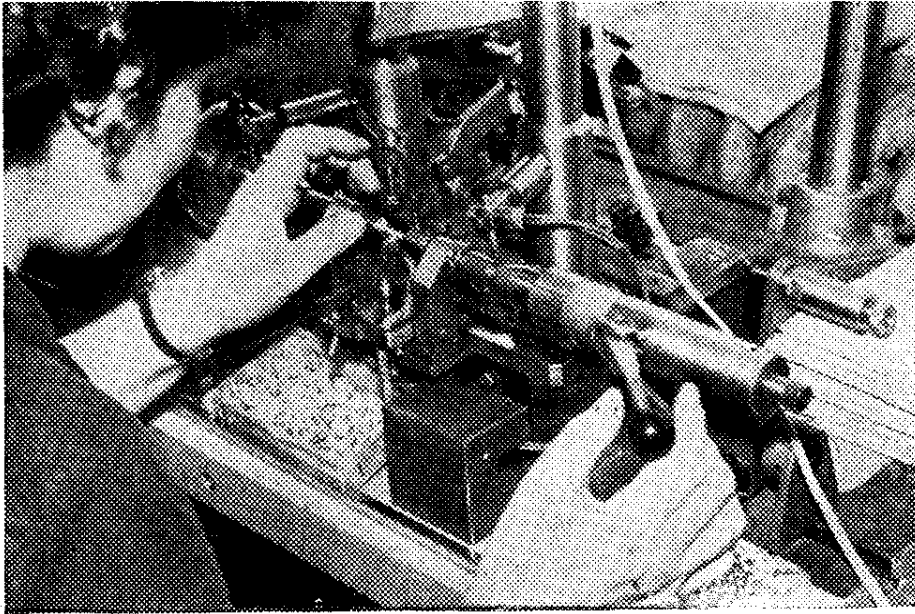
Obr. 47. Otáčkoměr
zabudovaný ve vo-
zidle. Umístění in-
dikátoru je na foto-
grafii na titulní
straně. Každý při-
stroj opatříme vždy
schématem. Člověk
nikdy neví . . .



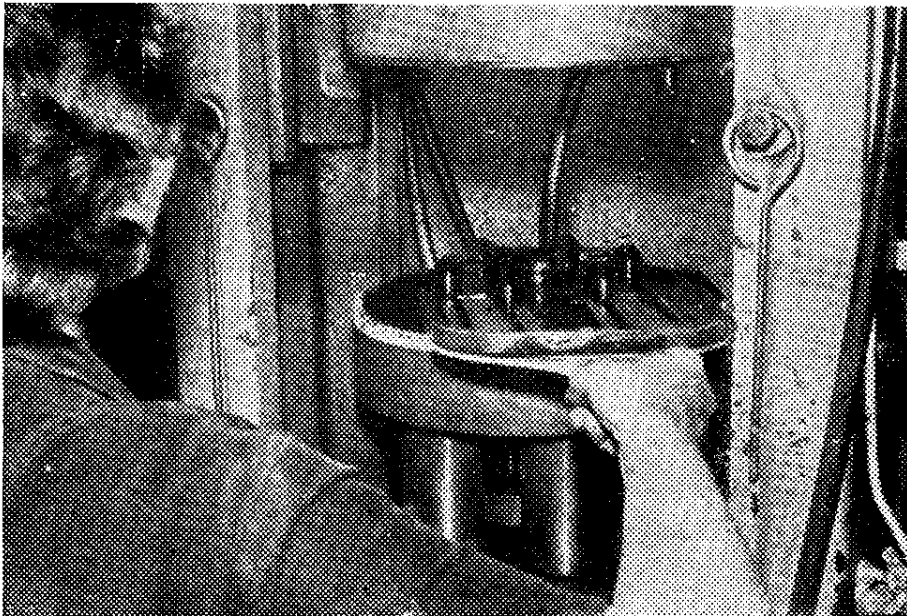
Obr. 90. Dílce tranzistorového zapalování:
cívka 6 V, tranzistorový spínač, omezovací
odpor - žárovka



Obr. 97. Tranzistorové zapalování, insta-
lované na skútru Čezeta. Vpravo pouzdro
s otáčkoměrem



Navíjení odporového drátu na keramická tělíska při výrobě odrušovacích odporů do zapalovacího systému v závodě Tesla Blatná



Lisování odrušovacích koncovek na svíčky v Tesle Blatná

Odrušovací koncovky a nástrčky ze sortimentu Tesla Blatná - vlevo též stíněné

