

Obr. 2. Vnější provedení přístroje

třeba použít tandemový potenciometr a upravit (vyměnit) jednu z drah podle použitého fotoelektrického prvku, jak bude popsáno dále.

Časový spínač osazený tranzistory  $T_3$  a  $T_6$  je velmi jednoduchý. Velký vstupní odpor  $T_3$  umožňuje dosáhnout expozičních časů delších než minuta. Přitom je závislost kapacity vstupního kondenzátoru přímo úměrná expoziční době a pro  $400 \mu\text{F}$  platí, že expoziční doba v sekundách je rovna odporu  $P_{1b}$  v kiloohmech. V kolektorovém obvodu  $T_6$  je relé, které může spínat žárovku zvětšovacího přístroje buď přímo, anebo – jako v mém případě – přes pomocné relé. Bylo to nutné proto, že použité jazýčkové relé HU140 nemá kontakty uzpůsobené pro spínání velkých proudů. Okamžik spínání relé nastavujeme trimrem  $R_8$ . Paralelně ke kontaktu relé  $R_2$  je zapojen spínač, kterým lze žárovku zvětšovačku kdokoli zapnout.

Nejobtížnější prací je seřízení odporových drah dvojitého potenciometru. Ve své kon-

Tab. 1.

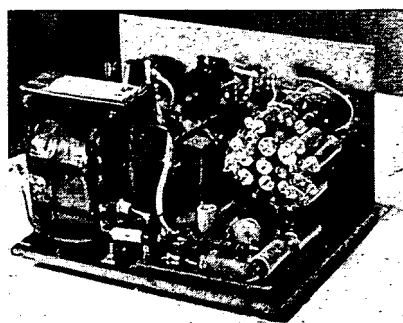
Poměr časů	Kapacita kondenzátoru	Celková kapacita
0,5	0	200 $\mu\text{F}$
0,7	$C_2 = 80 \mu\text{F}$	280 $\mu\text{F}$
1	$C_3 = 200 \mu\text{F}$	400 $\mu\text{F}$
1,4	$C_4 = 360 \mu\text{F}$	560 $\mu\text{F}$
2	$C_5 = 600 \mu\text{F}$	800 $\mu\text{F}$
2,8	$C_6 = 920 \mu\text{F}$	1120 $\mu\text{F}$
4	$C_7 = 1400 \mu\text{F}$	1600 $\mu\text{F}$
5,6	$C_8 = 2040 \mu\text{F}$	2240 $\mu\text{F}$
8	$C_9 = 3000 \mu\text{F}$	3200 $\mu\text{F}$

strukci jsem použil potenciometr  $2 \times 25 \text{ k}\Omega/\text{N}$ , u něhož jsem jednu dráhu nahradil drahou  $10 \text{ k}\Omega/\text{N}$ . Do série z drahou  $25 \text{ k}\Omega$ , zapojenou jako  $P_{1a}$ , jsem zařadil odporový trimr  $R_T = 33 \text{ k}\Omega$ . Polohu běžce trimru  $R_T$  zjišťujeme experimentálně tak, že v temné komoře vyzkoušíme optimální expozici různě krytých negativů a vždy zjistíme, při jaké poloze běžce  $R_T$  je expozice nejsprávnější. Velikost optimálně nastaveného  $R_T$  můžeme nejlépe změřit ohmmetrem a pro definitivní nastavení pak zvolíme aritmetický průměr zjištěných údajů. V mém případě při použití selenového článku S 60 byla optimální velikost  $R_T$  přibližně  $13 \text{ k}\Omega$ . Pro jiný typ článku bude pravděpodobně i nastavení  $R_T$  jiné. Pro fotoodpor by bylo navíc nutné použít ještě logaritmickou dráhu  $P_{1a}$ , protože fotoodpor nemá lineární závislost odporu na osvětlení.

Pro předvolbu papírů jsem použil řadič, kterým lze k základnímu kondenzátoru  $C_1$  připojit paralelně další kondenzátory. V tab. 1 jsou uvedeny přidavné kondenzátory. Pro napájení jsem použil žhavicí transformátor 6,3 V. Pro napájení expozimetru je napájecí napětí usměrněno a stabilizováno Zene-

rovou diodou. Pro napájení časového spínače je použit zdvojevač napětí a výstupní napětí je rovněž stabilizováno. Použijeme-li pomocné relé  $R_{22}$ , zvolíme jeho napájení podle typu relé. Mechanickou konstrukci popisovat není nutné, protože si ji pravděpodobně každý přizpůsobí svým potřebám. Vnější provedení přístroje je na obr. 2 a uspořádání součástek je patrné z obr. 3.

Práce se správně nastaveným přístrojem je více než jednoduchá. Na průmětnu rámečku zvětšovacího přístroje položíme sondu s fotočlánkem, přičemž dbáme na to, aby byla v místě střední hustoty negativu. Regulací dvojitým potenciometrem pak nastavíme takovou polohu, při níž obě indikační žárovky zhasnou. Nyní lze vypnout žárovku zvětšovacího přístroje spínačem  $S_2$  a exponovat. Nezapomeneme ovšem vždy při změně druhu používaných fotografických papírů nastavit přepínač  $P_1$  do příslušné polohy podle jejich citlivosti.



Obr. 3. Uspořádání součástí

# Kritická indukčnost u řízených usměrňovačů

Ing. Miroslav Arendáš

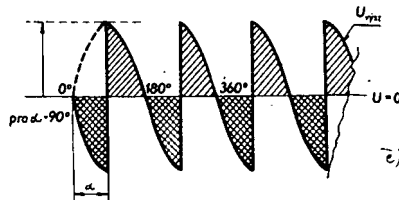
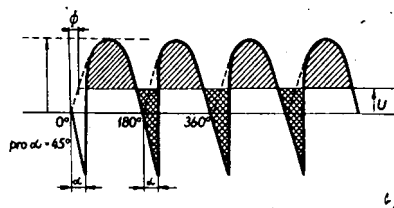
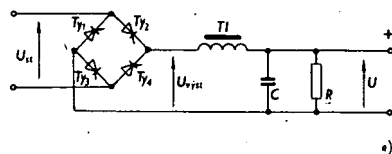
Používá-li se k řízení proudu do zátěže zapojení s tyristory nebo s triaky, je třeba uvažovat také charakter zátěže. V tomto článku je probírán konkrétní případ: dvojestupňové usměrňování s tyristory a indukční zátěž. Výsledky lze však zobecnit a získat tak představu o poměrech v obvodu i pro jiné druhy tyristorového řízení.

• Předem je třeba si uvědomit, že při tyristorovém nebo triakovém řízení proudu nelze neomezeně zvětšovat indukčnost zátěže a že pro každý úhel otevření tyristoru či triaku existuje při jistém konkrétním odběru proudu kritická velikost zatěžovací indukčnosti, kterou již nelze překročit. A obráceně – lze také samozřejmě nalézt pro určitou konkrétní zátěž kritický úhel otevření řízeného polovodičového prvku. Překročí-li se tento kritický úhel, nelze již proud do zátěže řídit. Proto se v praxi např. nereguluje proud svářecích transformátorů v primární vinutí triakem – i když by to bylo zdánlivě velmi výhodné, ale až na sekundární straně, i když k řízení jsou třeba prvky větší, pro větší výkon – tj. mnohem dražší. Takto se však lze vyhnout potížím s indukční zátěží. Poznatky o kritických indukčnostech, které vyplývají z fázového řízení, jsou již poměrně staré, rozhodně starší než tyristory a triaky. Teoreticky byly odvozeny již ve třicátých letech, v době, kdy se začaly používat tyratrony, ignitrony a jiné řízené usměrňovače. U nových polovodičových řízených usměrňovačů je podstata řízení

velmi podobná a většina dřívějších poznatků platí i pro ně.

Na obr. 1 je plně řízený můstkový usměrňovač, v tzv. Graetzově zapojení, se čtyřmi tyristory. Střídavý proud se tyristory jednak usměrňuje a jednak se řídí. Zpožděným impulsem, přicházejícím na řídicí elektrodu tyristoru, se dosáhne toho, že tyristor vede jen část periody střídavého proudu. Zpoždění, které má hrana kladného řídicího impulsu, se vyjadřuje úhlem (v našem případě  $\alpha$ ) ve stupních. Za fázový úhel  $0^\circ$  se považuje stav, kdy střídavé napětí, které řídíme, prochází nulou a zvětšuje se do kladných velikostí. Druhý průchod nulou, kdy se kladná perioda mění v zápornou, označujeme úhlem  $180^\circ$ . Celá perioda je  $360^\circ$ . Protože se tyristory nebo triaky řídí převážně síťové napětí, lze v literatuře najít zpožděný spouštěcí impuls pro tyristor nebo triak udané i v ms. Pak je pro běžné střídavé síťové napětí celá perioda 20 ms, půlperioda 10 ms atd.

Celá další úvaha předpokládá, že stejnosměrné výstupní napětí  $U$  je dokonale vyhlazeno, že je na tyristorech zanedbatelný úby-



Obr. 1. Plně řízený usměrňovač; a) Graetzův můstek z tyristorů, b) průběh napětí  $U_{\text{vyst}}$  pro obecný úhel  $\alpha$ , c) průběh napětí  $U_{\text{vyst}}$  pro úhel  $\alpha = 90^\circ$

tek napětí a že tlumivka  $TL$  je v nenasyčeném stavu a že má pouze indukční složku impedance, tj. že je její činný odpor zanedbatelný.