

Josef Franta, VÚHU,  
d.č. Svatoslav Matula, VÚHU:

### Použití polovodičů na velkostrojích

Elektrifikace se podílí rozhodujícím způsobem na stálém růstu výkonnosti, operativnosti a relativním snižování váhy dobývacích, zakládacích a dopravních strojů, používaných v hornictví.

Skutečnost, že elektrifikace a elektrotechnická zařízení přinesla tak veliký růst výkonnostních tříd jednotlivých strojů, je pobídkou, aby těmto zařízením a jejich vnitřní koncepci byla věnována maximální pozornost.

Zatím co elektrifikace umožnila celou řadu konstrukčních úprav a zdokonalení strojních prvků, zůstal vývoj vlastního elektrotechnického zařízení pozadu. I u nejmodernějších strojů je zarážející relativní zaostalost elektrotechnického zařízení. Skutečnost, že váha elektrotechnického zařízení se stále podílí cca 20 - 30 % na celkové váze, působí překvapujícím dojmem. Ale třebaže některé prvky není možno co do váhy dalším vývojem podstatně ovlivnit a v rámci automatizace jednotlivých procesů dochází naopak k daleko větší elektrifikaci strojů, je přesto možné použitím vhodných prvků a celkovou změnou koncepce elektrotechnické výzbroje nejen snížit váhu strojů, ale i podstatně zlepšit jejich jednotlivé funkce.

Stávající elektrotechnické zařízení svou robustností zdánlivě vykazuje spolehlivost, jaká se požaduje v těžkých důlních provozech. Jsou použity klasické ovládací prvky jako např. stykače, kontaktní relé, kontroléry a regulační odpory. Jako zdroj pro stejnosměrné pohony je stále používán agregát W-L. Toto klasické zařízení svou povahou v zásadě plní svou funkci. Bylo navrženo a instalováno pro manuální způsob ovládání stroje a v nejprůběžnějších případech dává možnost blokovat operace jednotlivých funkčních jednotek stroje, současně však jeho konstrukce z hlediska automatizace působí omezujícím způsobem.

Elektrotechnická zařízení stávajících strojů spotřebují pro výkon jednotlivých funkcí v souhrnu poměrně velkou energii. Odporové stupně pro řízení poháněcích jednotek jsou prostorné, vyžadují pomocné přepínací prvky a jsou z hlediska energetického vždy prvkem ztrátovým. Zdroj stejnosměrného proudu, tj. soustrojí W-L, představuje dnes pro svou váhu a rozměry základní prvek elektro -

technické výzbroje. Objevuje se s nepochopitelnou tvrdošíjností i na nejmodernějších strojích, i když se jeví možnost vhodnější náhrady se současným vyloučením nepříznivých průvodních jevů tohoto soustrojí.

### Polovodiče a jejich aplikace

Úvahy, uvedené v předchozí kapitole, spolu se snahou dosáhnout optimálního výkonu dobývacích strojů pro respektování jejich mechanických možností (pevnost konstrukce a její odolnost proti dynamickému namáhání atd.) nás vedou k aplikaci nejnovějších prvků elektrotechniky u elektrotechnických zařízení našich dobývacích strojů. Jedním z prvků, který způsobil technický převrat, je polovodič a jeho aplikace v různých oborech. Potvrdila se možnost použít tento prvek i v důlních provozech.

V zásadě lze polovodičové prvky rozdělit podle několika kritérií. Při všech je podstatné, že průchod proudu polovodičem je u nich podstatnou částí jejich činnosti. Nejjednodušší polovodičové prvky jsou diody, u nichž průchod proudu závisí na napětí vztahem, který nemusí být lineární a nařídí se běžnými zákony, např. termistory, usměrňovací ventily apod. Naprostá většina polovodičových stavebních prvků však pracuje na základě závislosti elektrické vodivosti polovodičů na vnějších fyzikálních vlivech. Je-li řídicím signálem elektrický proud, jedná se o transistor, je-li to světlo, jde o odporovou nebo jinou fotonku, jde-li o teplo, je to teploměrný transistor apod.

Takto použité polovodičové součásti pracují jako měniče energie neelektrické v energii elektrickou, čerpanou z elektrického zdroje a jsou to snímače nebo čidla. Polovodičové prvky při tom mohou pracovat jako měniče i v obráceném smyslu při přeměně energie elektrické v energii jinou.

Kromě diod a transistorů je nutno se zmínit o novém polovodičovém prvku - tyristoru. Nachází hlavní použití v pohonářské a spínací technice. K rychlému rozšíření tyristorů přispěly jejich vynikající vlastnosti, tj. jednoduchost, nehluknost, malé rozměry, spolehlivost, okamžitá připravenost k provozu, nepatrný ztrátový výkon a krátká zapínací a vypínací doba. Některé z těchto vlastností tyristorů převyšují vlastnosti klasických součástek natolik, že zajistily tyristorům použití v oblasti měničů kmitočtu a bezkontaktního spínání. Protože tyristory umožňují paralelní a sériové řazení, lze z nich sestavovat jednotky velkých výkonů řádově tisíce voltů a ampérů. Předpokládá se, že hlavní oblast použití tyristorů vzhledem k výše uvedeným vlastnostem bude v řízených usměrňovačích, pohonářské technice a ve spínačích.

### Použití polovodičů na kolesovém rypadle K 800

V poslední době bylo provedeno několik pokusů zlepšit činnost rypadel. Byla navržena a vyvinuta zařízení, která regulují jednotlivé operace stroje v intencích snímaných hodnot. Operace rypadla jsou pak řízeny jen objektivními informacemi.

Příkladem takového dílčího automatizačního zařízení na polovodičové bázi je samočinný plynulý regulátor otočové rychlosti kolesového rypadla. Jedná se o typ SPRO, vyvinutý ve VÚHU a určený k regulaci otočové rychlosti v závislosti na velikosti rypného odporu a těženém množství. Zařízení umožňuje udržovat pracovní režim rypadla v mezích konstantního předvoleného zatížení kolesového motoru a s omezením při překročení těženého množství.

Zařízení je sestaveno ze dvou obvodů:

- 1) obvod regulační,
- 2) obvod ovládací.

Všechny prvky jsou řešeny jako bezkontaktní na bázi polovodičů. Uspořádání je stavebnicové a celé zařízení je soustředěno v jediné skřínce, umístěné v kabině řidiče velkostroje. Ovládací prvky jsou uloženy v ovládacím panelu. Stavebnicové jednotky jsou provedeny systémem plošných spojů a jednotlivé destičky logických jednotek a regulačního zesilovače jsou zasunuty do kontaktních rámečků se zlacenými kontakty.

Činnost zařízení je patrná z blokovacího schématu na obr. č. 2. Regulační zesilovač /RZ/ je v podstatě nelineární zesilovač, jehož charakteristika byla volena tak, aby výstupní regulační napětí odpovídalo odporové rychlosti kolesového výložníku, potřebné pro konstantní zatížení kolesového motoru. Vstupní napětí je snímáno přímo z ampérmetru kolesového motoru. Charakteristiku zesilovače je možno ovlivnit druhým vstupem /vývod 5, 6/, na který je připojen snímač těženého množství. Do zesilovače je zavedena přes derivační člen proudová zpětná vazba. Výstupní napětí zesilovače je zavedeno do klíčovacího obvodu /KO/, který vydává impulsy pro spouštění řízených ventilů /tyristorů/. Výstupním napětím regulačního zesilovače je zde posouvána fáze soustředěného impulsu v rozmezí jedné půlperiody.

Řízený usměrňovač /ŘU/ je zapojen v Graetzově zapojení se dvěma řízenými ventily. Usměrněné napětí napájí budicí vinutí dynamu M-soustrojí pro otočové motory. V budoucnu se počítá s řízeným usměrňovačem většího výkonu, který by napájel přímo kotvy otočových motorů. Tato alternativa bude mít pro vlastní re-

gulaci velmi příznivý vliv, jelikož odpadne poměrně značná časová konstanta dynamy WL-soustrojí, které bude při tomto zapojení mimo činnost.

Ovládací obvod je sestaven z jednostupňových transistorových přímo vázaných logických členů v zapojení se společným emitorem pro opakování funkce, pro napojení signálních žárovek, paměťových obvodů a monostabilního klopného obvodu.

Ovládání celého zařízení je soustředěno do dvou dvojic tlačítek pro spuštění a vypnutí otočových motorů a reverzací a do potenciometru pro předvolbu těžebního množství. Jednotlivé stavy jsou označeny na příslušných tlačítkách.

Popsané zařízení má své nesporné výhody. Nepracuje s kontaktními prvky a nedochází proto k opotřebení. Pracuje s vysokou účinností, protože omezování budícího proudu probíhá (oproti původní ruční regulaci kontrolérem) beze ztrát na odporech. Váha zařízení je minimální. V případě, že by toto zařízení bylo doplněno řízeným usměrňovačem pro napájení pojezdových a otočových motorů, bylo by možno na rypadle vypustit i soustrojí W - L.

Uvedený příklad ukazuje, jak v celku jednoduché lehké zařízení /řádově desítky kp/ na polovodičové bázi může nahradit stávající robustní zařízení. Při vhodné kombinaci lze snadno toto zařízení sestavit do komplexního programu dle předepsané technologie dobývání.

### Z á v ě r

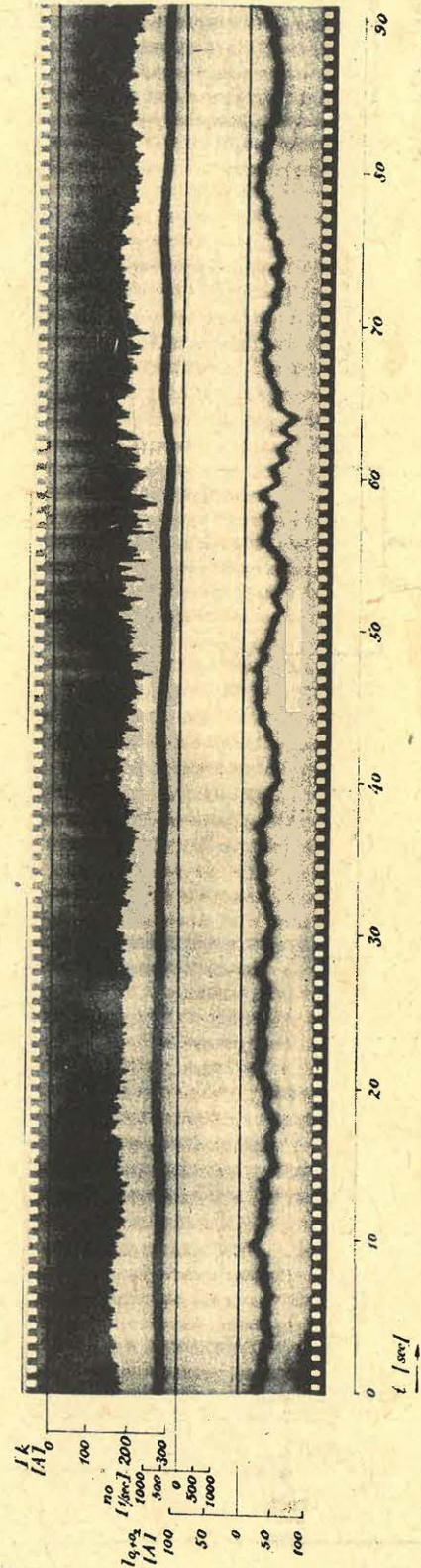
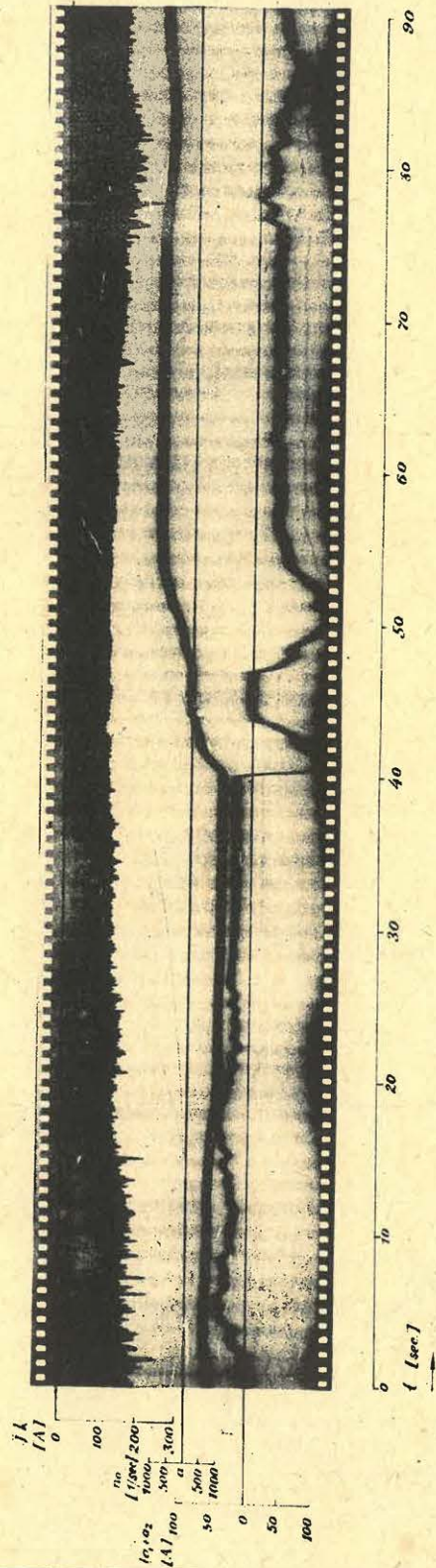
Polovodičové prvky za poslední léta prošly obrovským vývojem a dnes není v průmyslu oboru, ve kterém by jich nebylo použito. Automatizace jednotlivých pracovních operací i celých výrobních procesů, jež nutně musí zasáhnout i oblast důlních provozů, není myslitelná bez použití nových prvků. Tento názor plně potvrdil úspěšně splněný úkol plynulé regulace otočové rychlosti kolesového rypadla. Zařízení, vyvinuté ve VÚHU a úspěšně nasazené do provozu, je vyrobeno komplexně na polovodičové bázi a vlastní provoz tohoto zařízení potvrdil, že jediné tato koncepce mohla splnit všechny žádané předpoklady.

Polovodičové prvky rozhodně zasluhují rychlé všeobecné zvládnutí všech dosavadních poznatků o jejich vlastnostech a možnostech aplikace tak, aby jich mohlo být široce použito v rámci automatizace důlních provozů všude tam, kde to jejich vlastnosti dovolují a zasluhují.

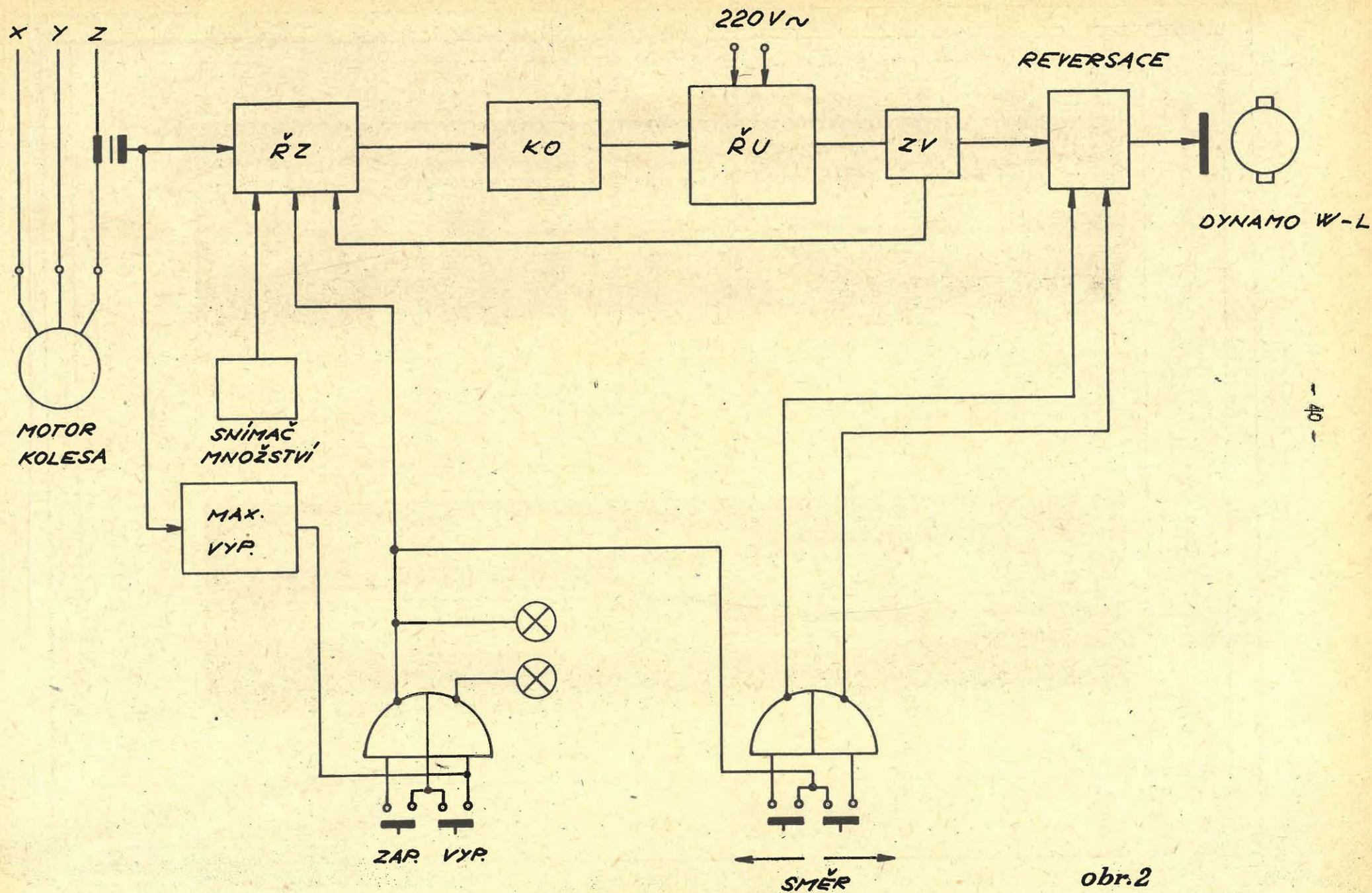
VÚHU

SPRO-02 AUTOMATICKÁ REGULACE  
OTOČE NA K 800

Obr. 1



# BLOKOVÉ SCHEMA REGULÁTORU OTOČE SPRO.



obr.2

