



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

215280
(11) (B1)

(51) Int. C1.3
B 60 L 15/04

(22) Přihlášeno 29 08 79

(21) (PV 5880 - 79)

(40) Zveřejněno 30 10 81

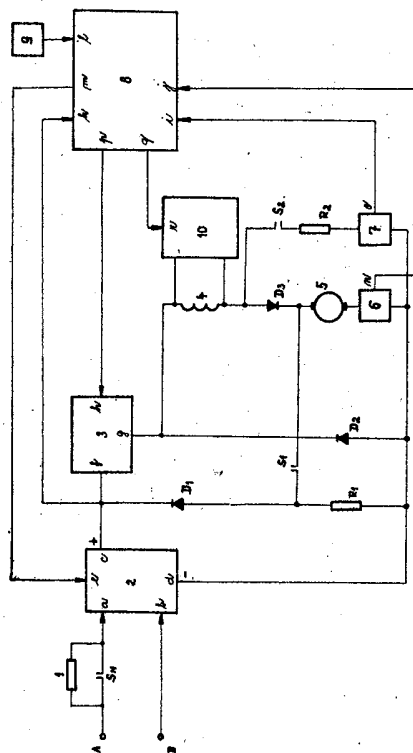
(45) Vydáno 01 08 85

(75)
Autor vynálezu

RABA FRANTIŠEK ing., KÝR LADISLAV ing., PLZEŇ

(54) Zapojení pro regulaci trakčního pohonu s nezávislou elektrickou brzdou

Účelem vynálezu je jednoduché zapojení trakčního pohonu vozidla elektrickou brzdou nezávislou na trolejovém napájecím napětí. Největší výhodou tohoto zapojení pohonu je, že průběh momentové charakteristiky elektrické brzdy dosahuje v oblasti malých rychlostí relativně velmi vysokých momentů. Toho se dosahuje vhodným rozdělením brzdového odporníku na dvě části, z nichž jedna část je zařazena v režimu brzdy v obvodu buzení, druhá v obvodu kotvy. Z rozboru uvedeného v popisu vynálezu vyplývá, že jedna složka brzdného momentu na jedné části brzdového odporníku je přímo úměrná rychlosti a na druhé části je jí nepřímo úměrná. Tím lze dosáhnout momentové charakteristiky elektrické brzdy téměř nezávislé na rychlosti vozidla. Zapojení umožňuje i částečnou rekuperaci bez dalších přídatných zařízení. Vynález lze s výhodou použít u vozidel městské hromadné dopravy.



Vynález se týká zapojení pro regulaci trakčního pohonu s nezávislou elektrickou brzdou se sériovým motorem a tyristorovým impulsním regulátorem s použitím zejména ve stejnosměrné trakci.

Dosud jsou známy systémy pro rozběh a brzdění trakčního vozidla, vzájemně se lišící zapojením a vlastnostmi. Jednoduché systémy užívají převážně elektrickou brzdu závislou na napájecím zdroji. Vedle nevýhody spočívající v závislosti funkce na zdroji, se tyto systémy vyznačují nevýhodným průběhem brzdových charakteristik. Systémy s nezávislou brzdou se vyznačují větší složitostí. Pokud mají v režimu brzdy v obvodu kotvy zapojen konstantní odpor, mají tyto systémy nepříznivý průběh brzdových charakteristik, vyznačujících se lineárním poklesem momentu až do nuly, většinou od poloviny pracovní rychlosti směrem k rychlosti nulové. Dále jsou známy systémy, které tento nepříznivý průběh brzdové charakteristiky zlepšují pomocí pulsního měniče zapojeného paralelně k brzdovému odporu. Tyto systémy se vyznačují značnou složitostí a komplikovaným přechodem z režimu jízdy do režimu brzdy a naopak.

Podle vynálezu zapojení pro regulaci trakčního pohonu s nezávislou brzdou, spočívá v tom, že první vstup filtru je připojen přes paralelní kombinaci stykače napájení pohonu a nabíjecího obvodu na první napájecí svorku, a že druhý vstup filtru je připojen na druhou napájecí svorku, přičemž kladná výstupní svorka filtru je připojena na první vstup pulsního měniče, jehož výstup je přes budicí vinutí trakčního motoru připojen na anodu blokovací diody, jejíž katoda je přes sériovou kombinaci kotvy trakčního motoru a čidla kotevního proudu připojena na zápornou výstupní svorku filtru, na níž je současně připojena anoda nulové diody, jejíž katoda je připojena na výstup pulsního měniče, přičemž na zápornou výstupní svorku filtru je dále připojena přes první brzdový odpor anoda první diody, jejíž katoda je připojena na první vstup pulsního měniče, přičemž anoda první diody je dále přes první brzdový stykač připojena na katodu blokovací diody, jejíž anoda je přes sériovou kombinaci druhého brzdového stykače, druhého brzdového odporu a čidla budicího proudu brzdy připojena na zápornou výstupní svorku filtru, přičemž výstup čidla budicího proudu brzdy je připojen na první vstup řídicího regulátoru, jehož druhý vstup je připojen na výstup čidla kotevního proudu a třetí vstup řídicího regulátoru je připojen na první vstup pulsního měniče, jehož druhý vstup je spojen s druhým výstupem řídicího regulátoru, jehož čtvrtý vstup je spojen se zadávacím členem, a že k budicímu vinutí trakčního motoru jsou připojeny obvody zeslabení magnetického pole trakčního motoru, jejichž vstup je připojen na třetí výstup řídicího regulátoru, a že k paralelní kombinaci budicího vinutí trakčního motoru a obvodů zeslabení magnetického pole trakčního motoru je do série zapojena přídavná indukčnost.

Zapojení podle vynálezu odstraňuje dosavadní nevýhody a nedostatky výše uvedené a má řadu předností oproti dřívějším systémům. Největší výhodou

je řešení zapojení pohonu na režim jízdy i nezávislé elektrické brzdy, přičemž průběh momentové charakteristiky elektrické brzdy dosahuje v oblasti malých rychlostí stejných parametrů jako nejsložitější systémy a tím je dosažena maximální jednoduchost přechodu z režimu jízdy do elektrické brzdy a naopak. Přes svoji jednoduchost, zapojení současně umožňuje bez dalších přídavných zařízení a úprav obvodů částečnou rekuperaci energie v režimu elektrické brzdy.

Zapojení podle vynálezu je zřejmé z vyobrazení. Na obrázku 1 je základní schéma zapojení stejnosměrného regulovaného pohonu, na obrázku 2 je část schéma regulovaného pohonu znázorňující alternativu s použitím přídavné indukčnosti a na obrázku 3 je základní schéma pohonu v režimu brzdy.

Zapojení pro regulaci trakčního motoru s nezávislou elektrickou brzdou sestává z prvního a druhého brzdového stykače S_1 , S_2 , které spínají v režimu nezávislé elektrické brzdy, stykače napájení pohonu S_N , který přepíná napájecí napětí v režimu jízdy, prvního a druhého brzdového odporu R_1 , R_2 , ve kterých je mařena kinetická energie trakčního vozidla, první diody D_1 , nulové diody D_2 , blokovací diody D_3 , nabíjecího obvodu 1, filtru 2, s prvním vstupem a, druhým vstupem b, s kladnou výstupní svorkou c a zápornou výstupní svorkou d. Dále sestává z pulsního měniče 3, s prvním vstupem f, druhým vstupem h a výstupem g, budicího vinutí 4 trakčního motoru a kotvy 5 trakčního motoru čidla kotevního proudu 6 s výstupem n a čidla budicího proudu brzdy 7 s výstupem o. Zapojení dále sestává z řídicího regulátoru 8 s prvním vstupem i, druhým vstupem j, třetím vstupem k, čtvrtým vstupem l, prvním výstupem m, druhým výstupem p a třetím výstupem q. Zadávací člen 9 je určen k zadání požadované hodnoty elektrické brzdy. A je první napájecí svorka a B je druhá napájecí svorka pro trakční pohon. Dále může trakční pohon ještě obsahovat obvody zeslabení magnetického pole 10 trakčního motoru, eventuálně přídavnou indukčnost L do série k budicímu vinutí 4 trakčního motoru.

Zapojení podle vynálezu pracuje ve dvou základních provozních režimech. V režimu jízdy zajišťuje pohon trakčního vozidla. V režimu elektrické brzdy pak jeho brzdění. V režimu jízdy je stykač napájení pohonu S_N sepnut a napájecí napětí z první a druhé napájecí svorky A, B, je přivedeno na první a druhý vstup a, b filtru 2, kde pro filtraci ve filtru 2 je z jeho kladné výstupní svorky c přivedeno napětí na první vstup pulsního měniče 3. Na základě řídicích impulsů z druhého výstupu p a řídicího regulátoru 8 přivedených na druhý vstup h pulsního měniče 3 reguluje pulsní měnič 3 výstupem g proud trakčním motorem. Proud prochází přes budicí vinutí 4 trakčního motoru blokovací diodou D_3 , kotvou trakčního motoru 5 a čidlo kotevního proudu 6 na zápornou výstupní svorku d filtru 2, anebo se uzavírá přes nulovou diodu D_2 zpět na budicí vinutí 4 trakčního motoru v závislosti na okamžitém pracovním stavu pulsního měniče 3. Brzdové stykače S_1 , S_2 jsou rozepnuty. Signál z výstupu n čidla kotevního

proudu 6 vstupuje jako druhý vstup j do řídicího regulátoru 8, kde je zpracován spolu se signálem zadávacího členu 9, který je čtvrtým vstupem 1 zadávacího členu 9. Tyto signály jsou základními signály pro vytváření impulsů pro řízení pulsního měniče 3 v režimu jízdy. V těchto aplikacích, kde je třeba rozšířit trakční charakteristiku pohonu k větším momentům při velkých otáčkách se použije obvodů zeslabení magnetického pole trakčního motoru 10 zapojených paralelně k budicímu vinutí 4 trakčního motoru. Obvody zeslabení magnetického pole trakčního motoru 10 jsou řízeny třetím výstupem q řídicího regulátoru 8 přivedeným na vstup r těchto obvodů v závislosti na okamžitém funkčním stavu regulov. trakčního pohonu. V režimu na napájecím zdroji nezávislé elektrické brzdy je stykač napájení pohonu S_N rozpojen, první a druhý brzdový stykač S_1 , S_2 jsou sepnuty. energii pro počáteční nabuzení trakčního motoru v režimu brzdy lze čerpat z kterýchkoliv následujících zdrojů energie. Prvním zdrojem může být energie nahromaděná ve filtru 2. Jako další zdroj energie může posloužit napětí na kotvě trakčního motoru (5) způsobené remanentním magnetismem trakčního motoru. Třetím zdrojem energie pro prvotní nabuzení trakčního motoru v režimu brzdy může být první výstup m řídicího regulátoru 8. Tím, že napájení pulsního měniče 3 pomocí prvního výstupu m řídicího regulátoru 8 je zapojeno na třetí pomocný vstup e filtru 2, jsou výrazně sníženy nároky na výkon prvního výstupu m. Na základě požadované hodnoty elektrické brzdy ze zadávacího členu 9, řídicí regulátor 8 začne řídit pulsní měnič 3 tak, že tento sepne proud do budicího obvodu tvořeného budícím vinutím 4 trakčního motoru, druhým brzdovým stykačem S_2 , druhým brzdovým odporníkem R_2 a čidlem budicího proudu brzd 7. Třetí vstup k řídicího regulátoru 8 je určen k informaci o napájecím napětí pulsního měniče 3. Nabuzením trakčního motoru vzniká na jeho kotvě napětí, které vyvolává proud přes první brzdový stykač S_1 do prvního brzdového odporníku R_1 a uzavírá se přes čidlo kotevního proudu 6. Současně toto napětí přes první diodu D_1 napájí první vstup f pulsního měniče 3, čímž je z jeho výstupu g zajištěna energie pro další buzení trakčního motoru. Signál z čidla kotevního proudu 6 a signál z čidla budicího proudu brzd 7 mají funkci zpětnovazebních signálů. Blokovácí dioda D_3 odděluje v režimu brzdy obvod kotvy trakčního motoru 5 od jeho budicího vinutí 4 trakčního motoru. Základní brzdový odporník, tzn. první brzdový odporník R_1 je stejný jako u nejjednodušších systémů konstant-

ní a v režimu elektrické brzdy je trvale připojen ke kotvě trakčního motoru 5. Výkon na tomto odporníku R_1 je dán vztahem

$$P_{R1} = \frac{U_K^2}{R_1}, \text{ kde } U_K \text{ je}$$

napětí na kotvě trakčního motoru 5 a r_1 je hodnota prvního brzdového odporníku R_1 . Brzdový moment M

je dán vztahem $M = k \cdot \frac{P}{v}$, kde k je konstanta

P je výkon motoru v režimu elektrické brzdy a v je rychlost vozidla. Jelikož výkon P je určen druhou mocninou kotevního napětí U_K , které je úměrné rychlosti v a budicímu proudu I_B trakčního motoru, je brzdový moment M odpovídající výkonu na odporníku zapojeném v obvodu kotvy trakčního motoru úměrný součinu $s = v \cdot I_B^2$. Z tohoto vztahu je zřejmé, že moment v tomto případě lineárně klesá s rychlostí vozidla v .

V zapojení podle vynálezu je kotva trakčního motoru 5 dále zatížena budícím obvodem jak je znázorněno na obr. 3. Celkový výkon odebíraný z kotvy trakčního motoru 5 tedy $P_c = P_{R1} + P_B$, kde P_B je příkon do budicího obvodu sestávajícího z pulsního měniče 3, budicího vinutí trakčního motoru 4 a druhého brzdového odporníku R_2 a jeho velikost je $P_B = k_1 \cdot I_B^2 (R_2 + R_B)$ kde k_1 je konstanta respektující především účinnost pulsního měniče 3 a R_B je ohmický odpor budicího vinutí trakčního motoru 4. Brzdový moment v tomto zapojení

$$M_c = k \cdot \frac{P_c}{v}$$

lze matematicky rozdělit na dvě složky M_1 a M_2 , kde M_1 odpovídá P_{R1} tj. součinu $s = v \cdot I_B^2$

a M_2 odpovídá P_B a platí $M_2 = k_2 \cdot \frac{I_B^2}{v}$, kde

k_2 je konstanta. Z uvedených vztahů je zřejmé, že první složka momentu M_1 je přímo úměrná rychlosti, zatímco druhá složka momentu M_2 je rychlosti nepřímo úměrná. Při vhodné volbě poměru hodnot prvního a druhého brzdového odporníku R_1 , R_2 lze dosáhnout v širokém rozsahu rychlostí momentové charakteristiky elektrické brzdy téměř nezávislé na rychlosti vozidla. Současně se vlivem druhé složky momentu M_2 výrazně zvyšuje brzdový moment M_c elektrické brzdy v oblasti malých rychlostí.

Výše popsané zapojení pro regulaci trakč. pohonu motoru s nezávislou elektrickou brzdou lze použít pro pohon trolejbusů, tramvají, elektrických a diesel-elektrických lokomotiv a akumulátorových vozidel.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Zapojení pro regulaci trakčního pohonu s nezávislou elektrickou brzdou se sériovým motorem a tyristorovým impulsním regulátorem, vyznačené tím, že první vstup (a) filtru (2) je připojen přes paralelní kombinaci stykače napájení pohonu (S_N) a nabíjecího obvodu (1) na první napájecí svorku (A) a že druhý vstup (b) filtru (2) je připojen na dru-

hou napájecí svorku (B), přičemž kladná výstupní svorka (c) filtru (2) je připojena na první vstup (f) pulsního měniče (3), jehož výstup (g) je přes budicí vinutí (4) trakčního motoru připojen na anodu blokovácí diody (D_3), jejíž katoda je přes sériovou kombinaci kotvy trakčního motoru (5) a čidla kotevního proudu (6) připojena na zápornou výstup-

ní svorku (d) filtru (2), na níž je současně připojena anoda nulové diody (D_2), jejíž katoda je připojena na výstup (g) pulsního měniče (3), přičemž na zápornou výstupní svorku (d) filtru (2) je dále připojena přes první brzdový odporník (R_1) anoda první diody (D_1), jejíž katoda je připojena na první vstup (f) pulsního měniče (3), přičemž anoda první diody (D_1) je dále přes první brzdový stykač (S_1) připojena na katodu blokovací diody (D_3), jejíž anoda je přes sériovou kombinaci druhého brzdového stykače (S_2), druhého brzdového odporníku (R_2) a čidla budicího proudu brzdy (7) připojena na zápornou výstupní svorku (d) filtru (2), přičemž výstup (o) čidla budicího proudu brzdy (7) je připojen na první vstup (i) řídicího regulátoru (8), jehož druhý vstup (j) je připojen na výstup (n) čidla kotevního proudu (6) a třetí vstup (k) řídicího regulátoru (8) je připojen na první vstup (f) pulsního měniče (3), jehož druhý vstup (h) je spojen s dru-

hým výstupem (p) řídicího regulátoru (8), jehož čtvrtý vstup (1) je spojen se zadávacím členem (9).

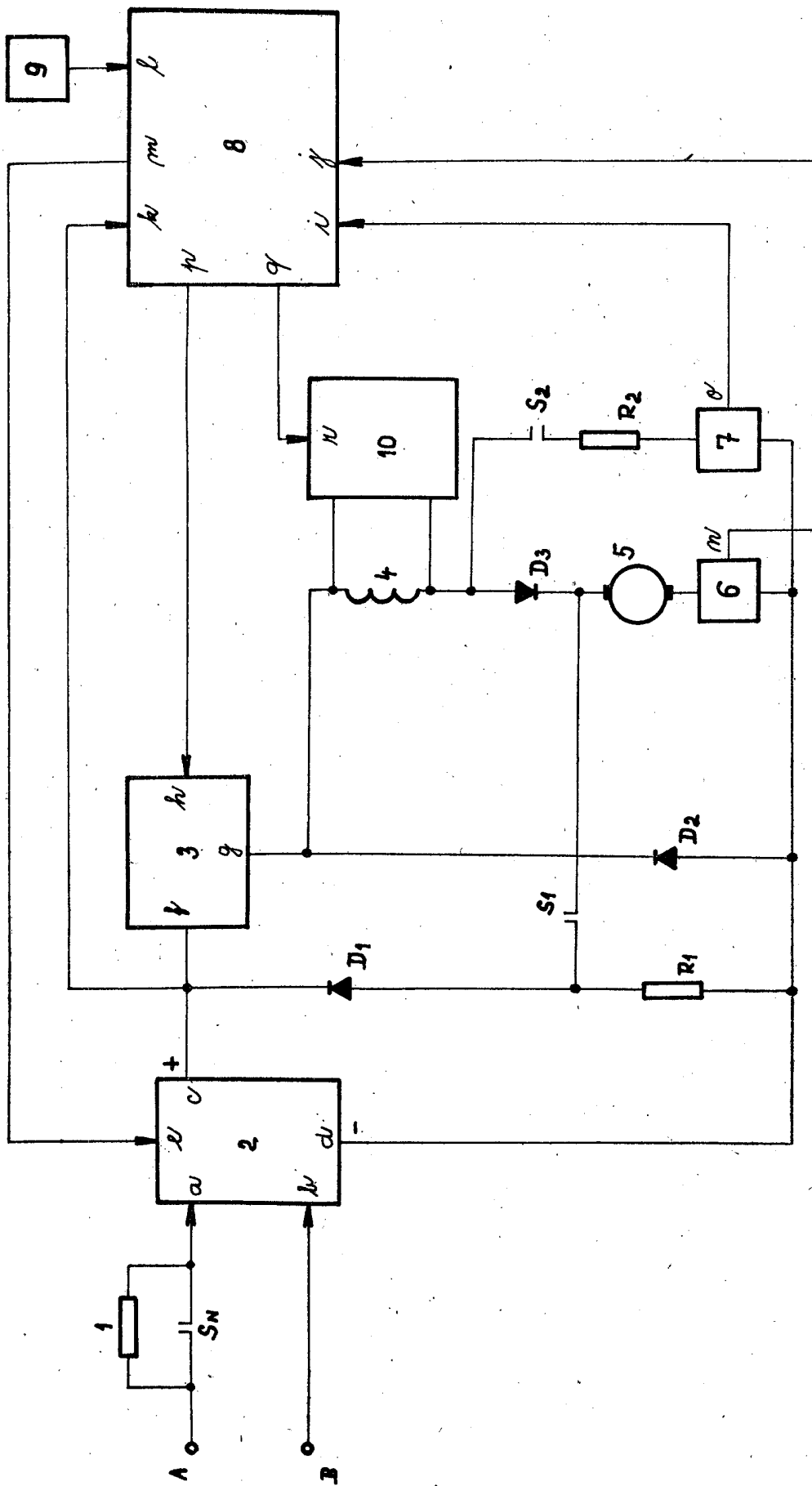
2. Zapojení podle bodu 1 vyznačené tím, že paralelně k budicímu vinutí trakčního motoru (4) jsou připojeny obvody zeslabení magnetického pole (10) trakčního motoru, jejichž vstup (r) je připojen na třetí výstup (q) řídicího regulátoru (8).

3. Zapojení podle bodu 1, vyznačené tím, že do série s budicím vinutím (4) trakčního motoru je zapojena přídavná indukčnost (L).

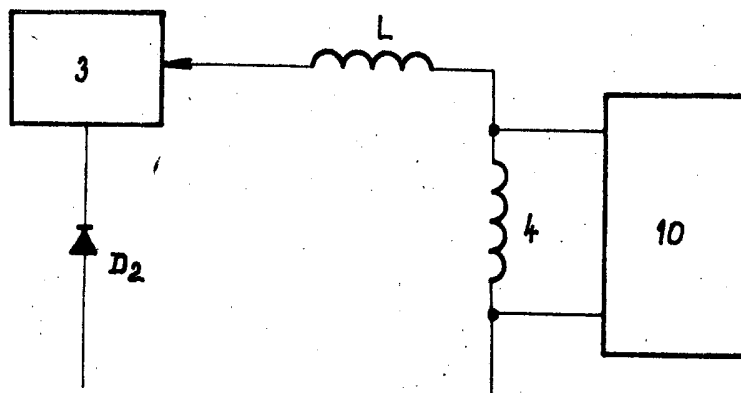
4. Zapojení podle bodu 2, vyznačené tím, že k paralelní kombinaci budicího vinutí (4) trakčního motoru a obvodů zeslabení magnetického pole (10) trakčního motoru je do série zapojena přídavná indukčnost (L).

5. Zapojení podle bodu 1 až 4, vyznačené tím, že první výstup (m) řídicího regulátoru (8) je připojen na třetí pomocný vstup (e) filtru (2).

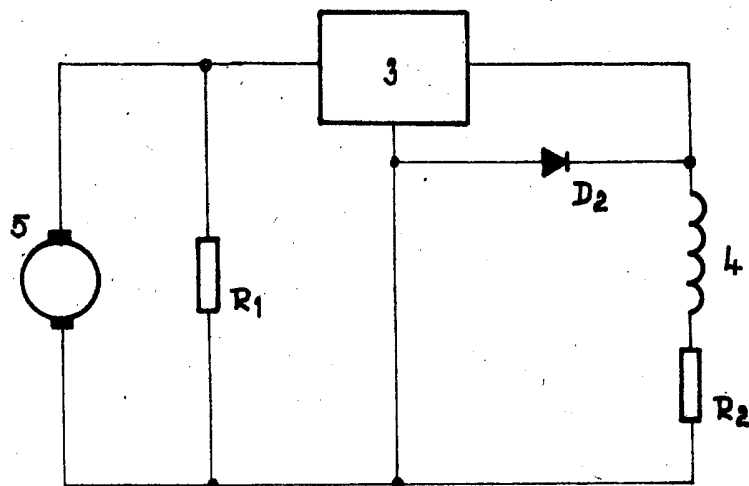
2 výkresy



OBK. 1



OBR. 2



OBR. 3