



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

205213

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.³
H 03 K 17/725

/22/ Přihlášeno 08 03 79
/21/ /PV 1556-79/

(40) Zveřejněno 31 03 80

(45) Vydáno 15 01 83

(75)

Autor vynálezu

HANÁK IVO ing., PRAHA

(54) Zapojení pro ovládání tyristorových nebo triakových spínačů střídavého napětí při průchodu nulou

1

Vynález se týká zapojení pro ovládání tyristorových nebo triakových spínačů střídavého napětí při průchodu nulou. Zapojení je určeno pro případy zátěže převážně ohmické povahy. Spínání je bezkontaktní, přídatné rušení je prakticky zanedbatelné. Obvod spínaného střídavého napětí, budicí a řídicí obvody jsou navzájem elektricky izolovány.

Pro spínání tyristorů a triaků při průchodu napětí nulou jsou vyráběny monolitické integrované obvody, které jsou poměrně složité a dokonalé, ale pro svou činnost potřebují minimálně asi 10 vnějších obvodových prvků. Jejich hlavní nevýhodou však je skutečnost, že jsou přímo galvanicky spojeny s vnějším ovládacím obvodem a s řídicím obvodem vlastního tyristorového nebo triakového spínače.

Používaná a publikovaná zapojení vyžadují pomocný stejnosměrný zdroj pro napájení elektronických obvodů, vytvořených převážně z diskretních polovodičových prvků. Galvanické oddělení je prováděno poněkud složitěji s užitím síťového a impulsního transformátoru. Princip činnosti je následující: vzorkovací síťové napětí na sekundárním vinutí síťového transformátoru je tvarováno řídicím obvodem na řídicí impulsy, jež spínají přes impulsní transformátor triakový spínač v obvodu zátěže - ohmické - vždy při průchodu síťového napětí nulou. Řídicí obvod je napájen ze stejnosměrného zdroje a je ovládán vnějším obvodem, který blokuje řídicí impulsy.

Účelem vynálezu je odstranit hlavní nevýhody a nedostatky dosud známých zapojení, to znamená složitost a nákladovou náročnost, zejména však provést dokonalou a jednoduchou elektrickou izolaci vnějšího ovládacího obvodu a řídicího obvodu od sítě.

Podstatou vynálezu je zapojení pro ovládání tyristorových nebo triakových spínačů střídavého napětí
205213

dávěho napětí při průchodu nulou. Podle vynálezu je první svorka pro připojení ke zdroji střídavého napětí připojena jednak ku první svorce pro připojení zatěžovacího odporu, jednak přes odpor ku prvnímu vývodu kondenzátoru, jednak k anodě první diody a ke katodě druhé diody můstkového usměrňovače. Katoda první diody je spojena s katodou třetí diody, jednak přes odpor s prvním vývodem primárního vinutí impulsního transformátoru a zároveň s anodou páté diody, jejíž katoda je připojena ke druhému vývodu primárního vinutí impulsního transformátoru a zároveň k anodě druhé diody a anodě čtvrté diody můstkového usměrňovače.

Katoda čtvrté diody a anoda třetí diody můstkového usměrňovače jsou spojeny spolu a zároveň se druhým vývodem kondenzátoru, druhou svorkou pro připojení ke zdroji střídavého napětí, dále přes pomocnou svorku s prvním vývodem prvního sekundárního vinutí impulsního transformátoru a první elektrodou spínacího polovodičového prvku, jehož řídící elektroda je spojena se druhým vývodem prvního sekundárního vinutí impulsního transformátoru, zatímco druhá elektroda spínacího polovodičového prvku je spojena se druhou svorkou pro připojení zatěžovacího odporu a konečně vývody druhého sekundárního vinutí impulsního transformátoru jsou připojeny k ovládacímu spínači.

Podstata vynálezu je v dalším vysvětlena na příkladu jeho provedení pomocí připojených výkresů, na nichž je znázorněno: na obr. 1 schéma zpojení pro ovládání tyristorových a/nebo triakových spínačů střídavého napětí při průchodu nulou, na obr. 2 - časové průběhy napětí a proudu, charakterizující činnost zapojení, na obr. 3 - způsoby zapojení vlastního výkonového spínače do obvodu zátěže, na obr. 4 - způsoby vnějšího ovládání.

Na obr. 1 svorky 1 a 18 jsou určeny pro připojení ke zdroji střídavého napětí, svorky 2 a 26 jsou pro připojení zátěže, například zatěžovacího odporu 3. Zapojení je vytvořeno z vlastního polovodičového spínacího prvku, například triaku 22 nebo tyristoru, z můstkového usměrňovače 5 a z impulsního transformátoru 16, který má primární vinutí 15 a dvě sekundární vinutí 20 a 30. První svorka 1 pro připojení ke zdroji střídavého napětí je připojena jednak ku první svorce 2 pro připojení zatěžovacího odporu 3, jednak přes odpor 4 ku prvnímu vývodu kondenzátoru 14 a zároveň k anodě první diody 6 a ke katodě druhé diody 7 můstkového usměrňovače 5.

Katoda první diody 6 je spojena jednak s katodou třetí diody 8, jednak přes odpor 10 s prvním vývodem 13 primárního vinutí 15 impulsního transformátoru 16 a zároveň s anodou páté diody 11, jejíž katoda je připojena ke druhému vývodu 17 primárního vinutí 15 impulsního transformátoru 16 a zároveň k anodě druhé diody 7 a anodě čtvrté diody 9 můstkového usměrňovače 5. Katoda čtvrté diody 9 a anoda třetí diody 8 můstkového usměrňovače 5 jsou spojeny spolu a zároveň se druhým vývodem kondenzátoru 14, druhou svorkou 18 pro připojení ke zdroji střídavého napětí a přes pomocnou svorku 12 s prvním vývodem 19 prvního sekundárního vinutí 20 impulsního transformátoru 16 a první elektrodou 21 polovodičového spínacího prvku, například triaku 22 nebo tyristoru.

Jeho řídící elektroda 23 je spojena se druhým vývodem 24 prvního sekundárního vinutí 20 impulsního transformátoru 16. Druhá elektroda 25 polovodičového spínacího prvku, například triaku 22 nebo tyristoru, je spojena se druhou svorkou 26 pro připojení zatěžovacího odporu 3. Vývody 27, 28 druhého sekundárního vinutí 30 impulsního transformátoru 16 jsou připojeny k ovládacímu spínači 29.

Na obr. 2a je znázorněn sinusový průběh 31 střídavého napětí dodávaného zdrojem.

Na obr. 2b je znázorněn poloha 32 spínače 29 ve stavu rozpojeném a poloha 33 spínače 29 ve stavu spojeném. Okamžiky spojení a rozpojení jsou naznačeny v libovolně zvolené poloze vůči průběhu 31 střídavého napětí zdroje.

Na obr. 2c je znázorněn fázový posuv průběhu 34 proudu tekoucího zatěžovacím odporem 3 vzhledem k okamžiku sepnutí a rozepnutí ovládacího spínače 29.

Na obr. 2d je znázorněn charakteristický průběh 35 budicího napětí na primárním vinutí 15 impulsního transformátoru 16. Jak patrně z diagramu, je toto napětí stálé.

Na obr. 2e je znázorněn průběh 36 řídicího napětí na druhém sekundárním vinutí 30 impulsního transformátoru 16. Z diagramu je patrné blokování impulsů po dobu sepnutí spínače 29 a zkratování druhého sekundárního vinutí 30 impulsního transformátoru 16.

Na obr. 3a je znázorněno zapojení spínače v případě větších spínaných výkonů. Výkonový triak 37 je řízen triakem 38. Řídicí elektroda výkonového triaku 37 je spojena s druhou elektrodou triaku 38, jehož řídicí elektroda je připojena ke druhému vývodu 24 prvního sekundárního vinutí 20 impulsního transformátoru 16. První vývod 19 vinutí 20 impulsního transformátoru 16 a je připojen k první elektrodě triaku 38, která je spojena se druhou elektrodou výkonového triaku 37. Druhá elektroda triaku 38 je přes ochranný odpor 39 připojena k první elektrodě výkonového triaku 37. Ostatní zapojení je stejné, jako znázorněno na obr. 1.

Na obr. 3b je znázorněno zapojení spínače v případě použití levnějšího tyristoru místo triaku. Je tedy hlavním důvodem pro použití tohoto zapojení výhradně ekonomická stránka. Svorky 2, 12 jsou připojeny ke střídavé, první diagonále můstkového usměrňovače, v jehož ramenech jsou zapojeny čtyři diody 41 až 44; první vrchol stejnosměrné diagonály můstkového usměrňovače je přes zatěžovací odpor 3 připojen jednak k prvnímu vývodu 19 prvního sekundárního vinutí 20 impulsního transformátoru 16 podle obr. 1, jednak k první elektrodě tyristoru 40, jehož druhá elektroda je spojena se druhým vrcholem stejnosměrné diagonály můstkového usměrňovače. Řídicí elektroda tyristoru 40 je spojena se druhým vývodem 24 prvního sekundárního vinutí 20 impulsního transformátoru 16 podle obr. 1.

Na obr. 3c je znázorněno zapojení, které je vhodné pro větší spínané výkony a u něhož je užito místo dvojice triaků levnější dvojice tyristorů v můstkovém zapojení s diodami. Svorka 2 je přes zatěžovací odpor 3 a přes svorku 26 připojena opět ku prvnímu vrcholu střídavé diagonály můstkového usměrňovače; svorka 12 je připojena ke druhému vrcholu střídavé diagonály můstkového usměrňovače. První vrchol stejnosměrné diagonály můstkového usměrňovače je připojen ke spolu spojeným druhým elektrodám výkonového tyristoru 49 a řídicího tyristoru 50. První elektroda výkonového tyristoru 49 je připojena ke druhému vrcholu stejnosměrné diagonály můstkového usměrňovače a zároveň k prvnímu vývodu odporu 51, jehož druhý vývod je připojen jednak ke druhému vývodu 24 prvního sekundárního vinutí 20 impulsního transformátoru podle obr. 1, jednak k vývodu řídicí elektrody výkonového triaku 49, jednak ku první elektrodě řídicího triaku 50, jehož řídicí elektroda je připojena k prvnímu vývodu 19 prvního sekundárního vinutí 20 impulsního transformátoru 16 podle obr. 1.

Na obr. 4a je znázorněno první alternativní zapojení ovládacího obvodu, přičemž hlavním účelem tohoto zapojení je zcela odlehčit proudově vlastní spínač 29. První vývod 27 druhého sekundárního vinutí 30 impulsního transformátoru 16 podle obr. 1 je připojen ke kolektoru tranzistoru 53 a zároveň přes odpor 52 k bázi tranzistoru 53, jež je přes ovládací spínač 29 připojena k emitoru tranzistoru 53 a ke druhému vývodu 28 druhého sekundárního vinutí 30 impulsního transformátoru 16 podle obr. 1.

Na obr. 4b je znázorněno druhé alternativní zapojení ovládacího obvodu, určené pro použití v případě extrémně citlivého spínání, tj. při minimálních proudtech tekoucích ovládacím spínačem 29. K prvnímu vývodu 27 druhého sekundárního vinutí 30 impulsního transformátoru 16 podle obr. 1 je připojen kolektor tranzistoru 54, jehož emitor je připojen ke druhému vývodu 28 vinutí 30 a jehož báze je přes odpor 55 a ovládací spínač 29 připojena ke kladnému pólu stejnosměrného zdroje. Záporný pól tohoto zdroje je připojen ke druhému vývodu 28 vinutí 30 impulsního transformátoru 16 podle obr. 1.

Činnost zapojení podle vynálezu je následující: střídavý proud tekoucí ze zdroje střídavého napětí mezi svorkami 1 a 18 je usměrněn diodovým můstkovým usměrňovačem 2, protéká

odporem 10 a vytváří na páté diodě 11 lichoběžníkové napětí se strmou náběžnou a strmou sestupnou hranou. Hodnota odporu 10 musí být tak zvolena, aby střední hodnota proudu protékající diodou 11 byla podstatně větší než střední hodnota proudu protékajícího primárním vinutím 15 transformátoru 16. Tento proud je dán úbytkem napětí na diodě 11 a ohmickým odporem primárního vinutí 15 impulsního transformátoru 16. Za těchto předpokladů vznikají na indukčnosti primárního vinutí 15 transformátoru 16 při průchodu střídavého napětí zdroje nulou napěťové pulsy obecně vyjádřené vztahem

$$E = - L \frac{dI}{dt},$$

v němž E značí elektromotorickou sílu, L značí indukčnost primárního vinutí 15 impulsního transformátoru 16, I je protékající proud, t je čas. Do prvního sekundárního vinutí 20 se indukují úzké impulsy pro řízení spínače. Energie dodaná řídicí elektrodě 23 spínače 22 v okamžiku sepnutí je dána magnetickým tokem klidového proudu o hodnotě I , tj.

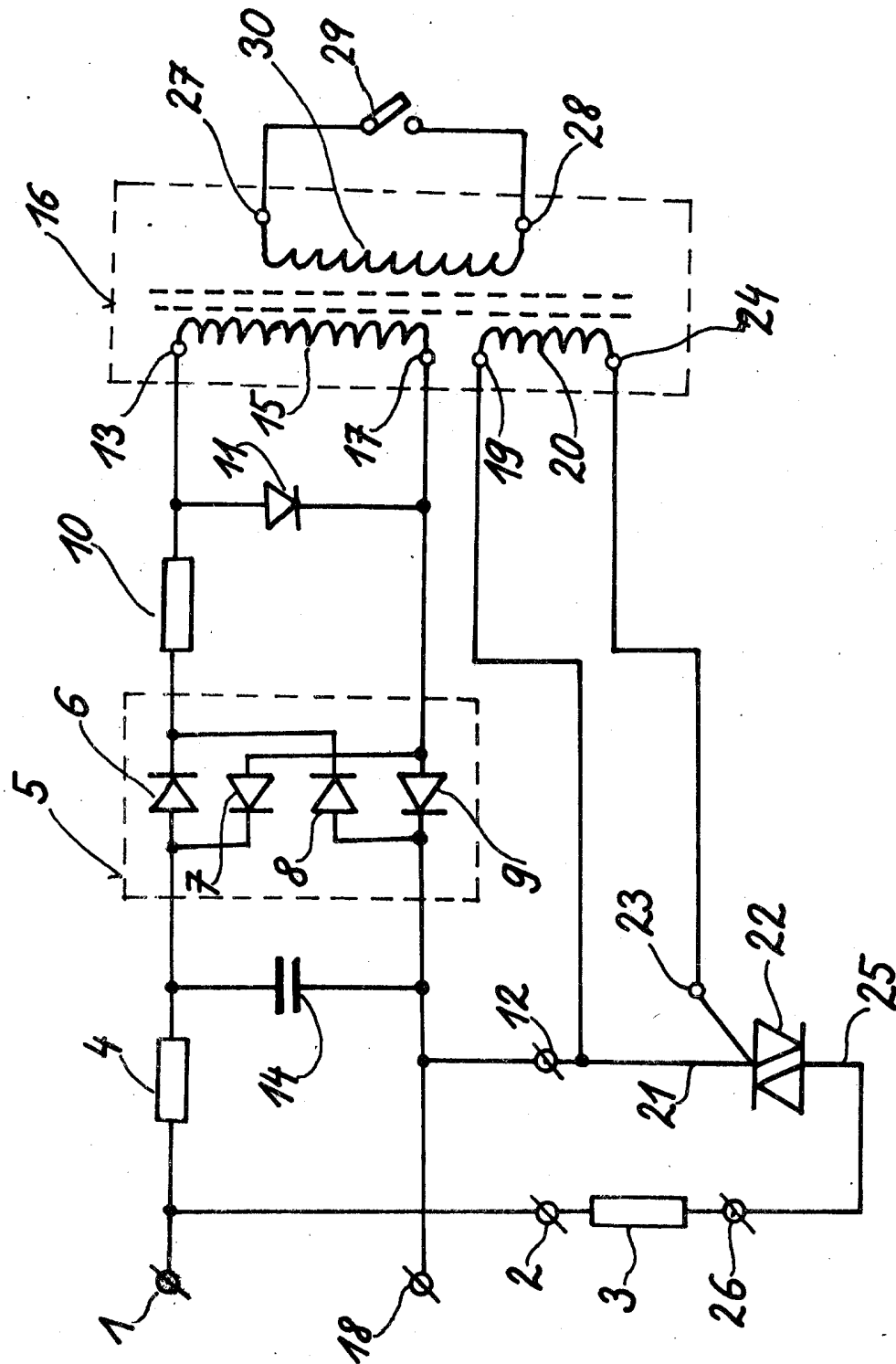
$$\Phi = \frac{N \cdot I}{R_m},$$

kde N značí počet závitů, R_m značí reluktanci magnetického obvodu, dále strmostí lichoběžníkového průběhu proudu, tj. výrazem $\frac{dI}{dt}$, převodem N_1/N_2 , v němž N_1 je počet závitů primárního vinutí 15 a N_2 je počet závitů prvního sekundárního vinutí 20 impulsního transformátoru 16, a celkovými ztrátami v obvodu impulsního transformátoru 16. Fázovací obvod, vytvořený odporem 4 a kondenzátorem 14, posouvá řídicí impulsy o několik stupňů proti střídavému napětí zdroje mezi svorkami 1 a 18 tak, aby jejich vrchol ležel v oblasti dostatečného přídržného proudu spínače, čímž se zlepší energetická účinnost spínacích impulsů a lze volit menší impulsní transformátor 16. Vnější ovládání je provedeno silným potlačením řídicích impulsů zkratováním ovládacího vinutí, tj. druhého sekundárního vinutí 30, transformátoru 16 použitím spínače 29.

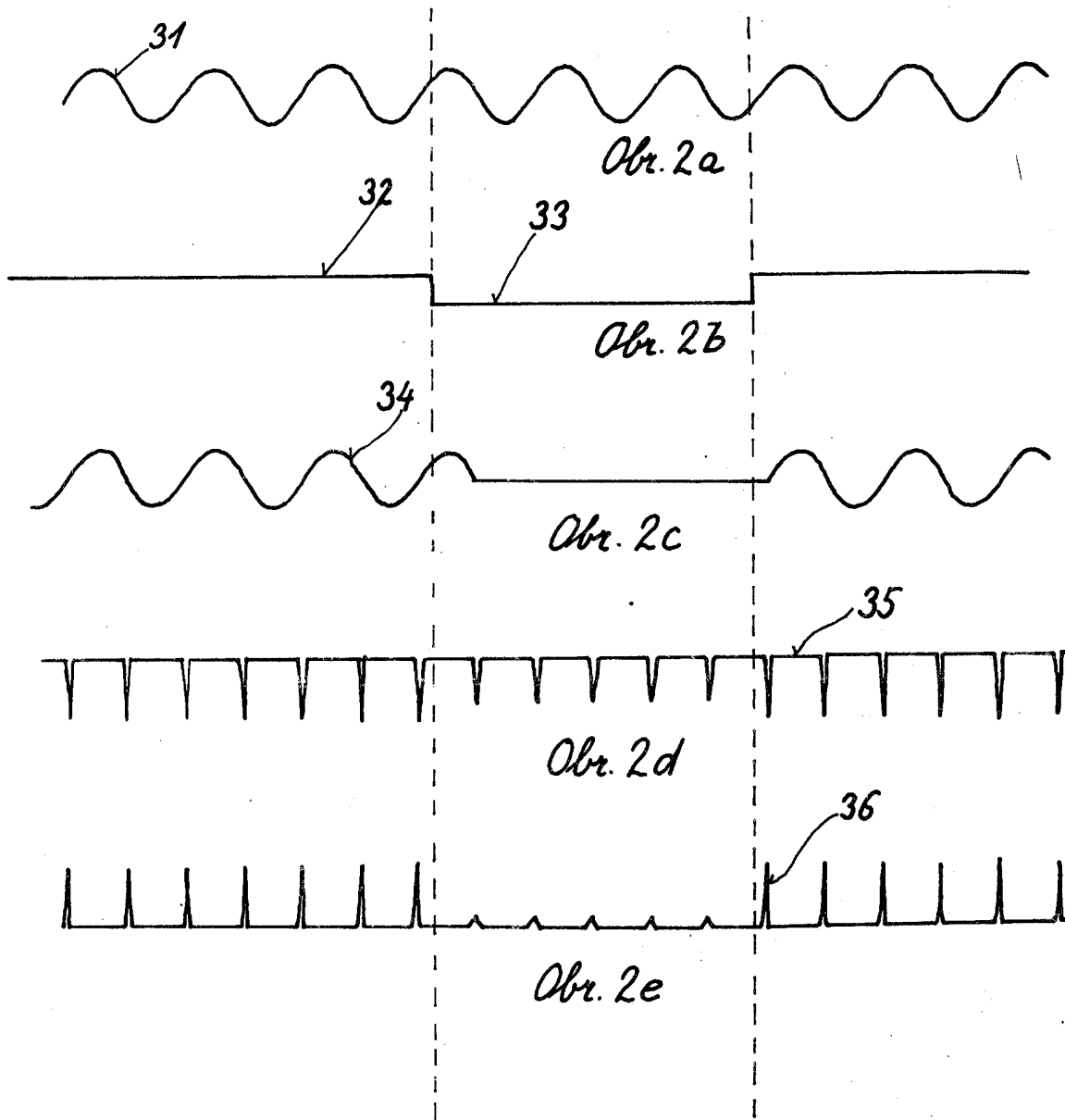
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

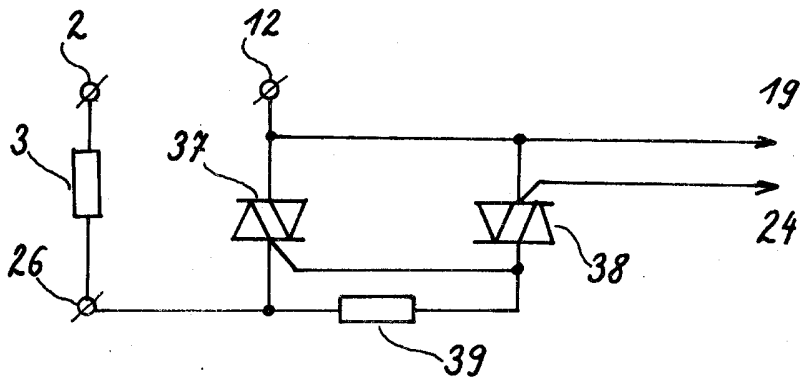
Zapojení pro ovládání tyristorových nebo triakových spínačů střídavého napětí při průchodu nulou vyznačené tím, že první svorka (1) pro připojení ke zdroji střídavého napětí je připojena jednak ku první svorce (2) pro připojení zatěžovacího odporu (3), jednak přes odpor (4) ku prvnímu vývodu kondenzátoru (14), jednak k anodě první diody (6) a ke katodě druhé diody (7) můstkového usměrňovače (5), katoda první diody (6) je spojena jednak s katodou třetí diody (8), jednak přes odpor (10) s prvním vývodem (13) primárního vinutí (15) impulsního transformátoru (16) a zároveň s anodou páté diody (11), jejíž katoda je připojena ke druhému vývodu (17) primárního vinutí (15) impulsního transformátoru (16) a zároveň k anodě druhé diody (7) a anodě čtvrté diody (9) můstkového usměrňovače (5), katoda čtvrté diody (9) a anoda třetí diody (8) můstkového usměrňovače (5) jsou spojeny spolu a zároveň se druhým vývodem kondenzátoru (14), druhou svorkou (18) pro připojení ke zdroji střídavého napětí, dále přes pomocnou svorku (12) s prvním vývodem (19) prvního sekundárního vinutí (20) impulsního transformátoru (16) a první elektrodou (21) spínacího polovodičového prvku (22), jehož řídicí elektroda (23) je spojena se druhým vývodem (24) prvního sekundárního vinutí (20) impulsního transformátoru (16), zatímco druhá elektroda (25) spínacího polovodičového prvku (22) je spojena se druhou svorkou (26) pro připojení zatěžovacího odporu (3) a konečně vývody (27, 28) druhého sekundárního vinutí (30) impulsního transformátoru (16) jsou připojeny k ovládacímu spínači (29).

4 listy výkresů

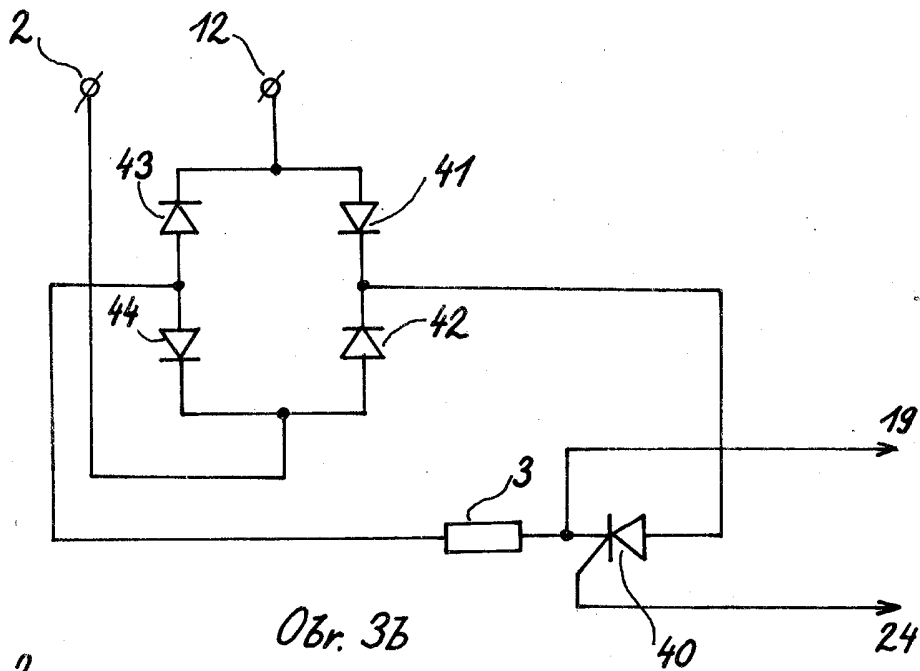


Obr. 1

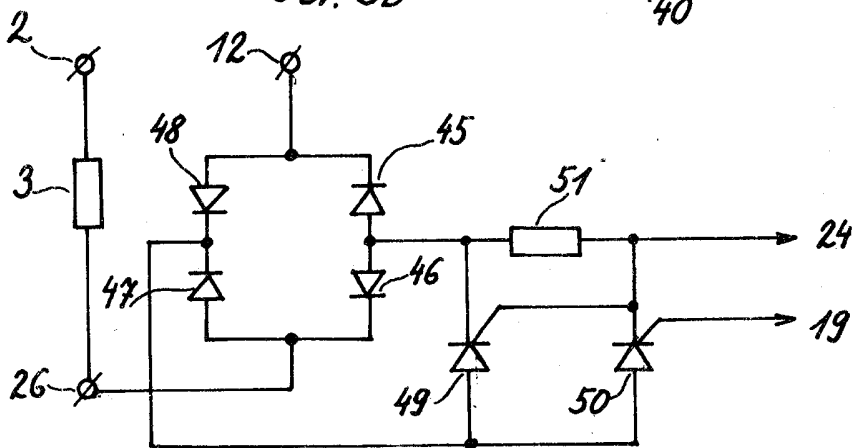




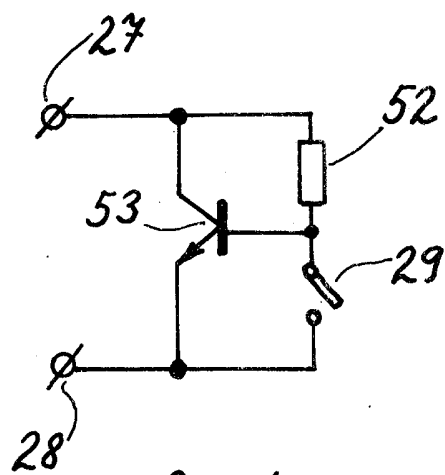
Obv. 3a



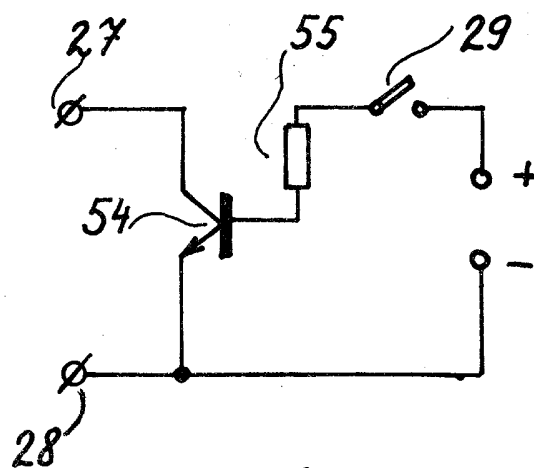
Obv. 3b



Obv. 3c



Obr. 4a



Obr. 4b