



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

225 922

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 01 06 81
(21) PV 4049-81

(51) Int. Cl.³

H 02 M 7/00

// H 02 K 29/00

(40) Zveřejněno 29 07 83
(45) Vydáno 01 07 85

(75)

Autor vynálezu WINKLER JIŘÍ ing.CSc., PRAHA

(54) Způsob komutace m-fázového střídače proudu

1

Předmětem vynálezu je způsob komutace m-fázového střídače proudu, vhodného zejména pro pohony asynchronních motorů.

Střídače proudu ve srovnání se střídači napětí mají některé principiální výhody, mezi které patří zejména dvě:

- odpadá velký filtrační kondenzátor ve stejnosměrném obvodu, který vytváří na vstupu střídače napěťový zdroj
- při napájení vlastního střídače proudu z řízeného usměrňovače lze měnit směr toku výkonu převedením napájecího řízeného usměrňovače do invertorového režimu. Střídače proudu se tedy hodí pro pohony s reverzací otáček i momentu.

V současné době i pro budoucnost se se střídači počítá pro pohony s asynchronními motory středních a vyšších výkonů, zejména jednomotorové pohony s reverzací momentu a otáček. Podle průběhu komutačního děje lze střídače proudu dělit na střídače proudu s dvoustupňovou komutací a střídače proudu s třístupňovou komutací.

U střídače proudu s dvoustupňovou komutací je kondenzátorová /nucená/ komutace tyristorů střídače neoddelitelně spojena s takzvanou akumulací funkcí těchto kondenzátorů, kdy se energie v indukčnostech zátěže akumuluje v těchto kondenzátorech. U střídače proudu s třístupňovou komutací je oddělena funkce vypínací a akumulací tak, že ve většině případech malý kondenzátor uskutečňuje vlastní vypnutí proudu tyristorů a velký kondenzátor /kondenzátory/ akumuluje energii z indukčnosti zátěže. V případě použití výkonových tranzistorů, nebo

vypínatelných tyristorů mohou u střídače proudu s třístupňovou komutací odpadnout kondenzátory a další pomocné obvody, které uskutečňují nucenou komutaci. Akumulační obvody zůstanou nezávisle na druhu použité polovodičové součástky. U střídače proudu s třístupňovou komutací se většinou používá tzv. stejnosměrný akumulací člen - v podstatě diodový usměrňovač na zátěži s kondenzátorem na stejnosměrné straně. Tento kondenzátor akumuluje při komutaci proudu mezi fázemi energií z komutujících fází, pohltí tedy při každé komutaci určitý náboj. Pro dosažení rovnováhy napětí na kondenzátoru je nutno kondenzátor opět vybíjet /např. paralelním odporem/ tak, aby při ustáleném stavu byla střední hodnota napětí na kondenzátoru konstantní. Doba komutace v úhlové míře bývá běžně 10 až 20 °el a opakuje se u třífázových měničů šestkrát za periodu. Jedním z hlavních problémů u střídačů proudu s třístupňovou komutací je způsob odvádění výkonu z akumulací kondenzátoru. Tento výkon dosahuje podle typu motoru a zatížení 5 až 20 % zdánlivého výkonu na střídavé straně střídače, v dynamickém stavu může být tento výkon ještě vyšší. Existuje řada způsobů, kterými lze bezeztrátově /tj. bez použití vybíjecích odporů /odvádět z akumulací kondenzátoru výkon do napájecí sítě, do stejnosměrného meziobvodu, do motoru apod. Realizují se většinou pomocí tyristorů, diod, pomocných reaktorů a kondenzátoru. Tyto způsoby však nemají vliv na průběh komutačního děje, pouze různými metodami zajišťují řízené vybíjení akumulací kondenzátoru.

Uvedené problémy řeší způsob komutace m-fázového střídače proudu podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že během komutace proudu mezi dvěma fázemi je akumulací kondenzátor přepínán z fáze dosud vedoucí proud do fáze nově vedoucí proud nebo naopak z fáze nově vedoucí proud do fáze dosud vedoucí proud.

Akumulační kondenzátor je přepínán tak, aby náboj prořlý akumulací kondenzátorem před přepnutím a po přepnutí byl stejný, takže napětí na něm je před a po komutaci stejné.

Pro vysvětlení podstaty způsobu komutace m-fázového střídače podle vynálezu je připojen výkres, kde na obr. 1 je příklad zapojení trojfázového střídače proudu s třístupňovou komutací a s tzv. stejnosměrným akumulací členem podle popsaného známého stavu techniky a na obr. 2 jsou fáze asynchronního motoru napájeného ze střídače proudu před komutací, během komutace a po komutaci podle popsaného známého stavu techniky. Na obr. 3 a 4 je vysvětlena komutace proudu mezi fázemi střídače podle nového způsobu a na obr. 5 a 6 jsou dva příklady zapojení trojfázového střídače pro uskutečnění způsobu komutace podle vynálezu.

V zapojení střídače proudu podle obr. 1 je použito jako stejnosměrného akumulací členu diodového usměrňovače, k jehož stejnosměrnému výstupu je zapojen akumulací kondenzátor C . V obr. 1 jsou dále znázorněny průběhy proudů i_R ve fázi R a proudu i_C kondenzátoru C , kde je doba komutace v úhlové míře.

Nový způsob komutace u střídače proudu s třístupňovou komutací řeší rovnováhu akumulací kondenzátoru principiálně zcela odlišně než dosavadní způsoby. Dosavadní způsoby neměly prakticky vliv na průběh komutačního děje, který je podle obr. 2a,b,c charakterizován takto: do fáze T dosud vedoucí proud (dále jen staré fáze) je sériově připojen akumulací kondenzátor C /za předpokladu dostatečně velkého kondenzátoru můžeme uvažovat napěťový zdroj/ v takové polaritě, že brání průchodu proudu do staré fáze. Zároveň je ke zdroji proudu připojena fáze R nově vedoucí proud (dále jen nová fáze) ve které se bude proud budovat.

Působením nabitého akumulčního kondenzátoru C /zjednodušení napěťového zdroje/ klesá proud ve staré fázi T a narůstá proud v nové fázi R , uskutečňuje se komutace proudu mezi dvěma komutujícími fázemi. Během komutace se tedy do akumulčního kondenzátoru C dostal náboj úměrný trojúhelníkové ploše proudu u obr. 2b. Vybíjení kondenzátoru C pro dosažení rovnováhy může být pulsní - mimo komutaci, nebo trvalé - např. s proudem při vybíjení do odporu. Nový způsob komutace podle vynálezu zabezpečuje komutaci proudu mezi fázemi tak, že během komutace je akumulční kondenzátor, který působí pokles s nárůst proudu v komutujících fázích, připojován střídavě do nové nebo do staré fáze. Podle pořadí, ve kterém je do komutujících fází zapojen akumulční kondenzátor, můžeme nový způsob rozdělit na dva typy.

1. typ: nejdříve je akumulční kondenzátor připojen do staré fáze a potom do nové,

2. typ: nejdříve je akumulční kondenzátor připojen do nové fáze a potom do staré

Oba způsoby mají tyto společné základní znaky:

jak již bylo řečeno, připojení akumulčního kondenzátoru do staré fáze má vyvolat pokles proudu ve staré fázi. Proud ve staré fázi tedy přitéká do svorky $+/$ kondenzátoru. /kondenzátor nabíjíme/. Naproti tomu připojíme-li akumulční kondenzátor do nové fáze, musí být polarita taková, aby podporovala nárůst /zvysňování/ proudu v nové fázi. Proud tedy přitéká do svorky $-/$ kondenzátoru. kondenzátor se vybíjí. Během komutace proudu mezi fázemi se tedy přepojí akumulční kondenzátor z nové fáze do staré, nebo naopak. Zvolíme-li okamžik přepojení kondenzátoru během komutace tak, aby náboj prošlý kondenzátorem ve staré a nové fázi byl stejný, bude na kondenzátoru napěťová rovnováha. V tom spočívá princip způsobu komutace podle vynálezu. Nabíjení a vybíjení akumulčního kondenzátoru je vždy funkční, to znamená při nabíjení i vybíjení akumulčního kondenzátoru se kondenzátor podílí na komutaci proudu mezi fázemi. Na rozdíl od běžného doposud používaného způsobu, kdy funkční bylo pouze nabíjení kondenzátoru /obr. 2b/ a vybíjení bylo pouze nutným předpokladem pro udržení rovnováhy na kondenzátoru.

1. typ nového způsobu komutace je vysvětlen na obr. 3a, b, c, d, e. Stavy před a po komutaci /obr. 3a, b) odpovídající stavům u starého způsobu (obr. 2a, c).

Na obr. 3b je vidět, že odpovídá obdobnému stavu podle obr. 2b - do staré fáze např. T je připojen akumulční kondenzátor C . V polovině komutační doby $\pi/2$ je např. pomocí tyristorů s nucenou komutací připojen kondenzátor ta, že je zapojen v opačné polaritě do nové fáze R (obr. 3c). Na průběh komutace mezi fázemi to nemá vliv, komutační obvod vyznačený smyčkou proudu i_k zůstává stejný. Proud v akumulčním kondenzátoru C obrátí polaritu a po dokončení komutace bude mít akumulční kondenzátor C stejné napětí jako před komutací. Na obr. 3e jsou časové průběhy proudů ve fázích a v kondenzátoru C .

2. typ nového způsobu komutace je na obr. 4. Na rozdíl od 1. typu je akumulční kondenzátor připojen nejdříve do nové fáze např. R , která má vést proud /4b/, a potom je přepojen do staré fáze např. T /4c/. Průběhy proudů jsou na obr. 4e. Je zřejmé, že zatěžování kondenzátoru C proudem u 2. typu je menší.

Principiální možnost, jak uskutečnit přepínání akumulčního kondenzátoru je na obr. 5 /pro 1. typ/ a na obr. 6 /pro 2. typ/. Funkce obvodu podle obr. 5 je následující:

vede tyristor 12 do fáze T /stará fáze/ a tyristor 13 z fáze S /nekomutující/. Nově bude sepnut tyristor 14 do fáze R /nová fáze/. Po vypnutí tyristoru 12 a sepnutí tyristoru 14 pokračuje do staré fáze T proud přes akumulární kondenzátor C s napětím U_2 , který je připojen příslušnými diodami akumulárního usměrňovače. /Tento stav odpovídá obr. 3b/. V polovině komutační doby se sepnou tyristory 2 a 3, čímž se akumulární kondenzátor C připojí do nové fáze R v obrácené polaritě /odpovídá stavu na obr. 3c/. Dioda 1 umožní spolu se sepnutím tyristorů 2 a 3 převedení proudu do kondenzátoru C. Po ukončení komutace /poklesu proudu ve staré fázi T na nulu /se vypnou tyristory 2 a 3 a proudový zdroj je spojen přes diodu 1 a nový tyristor 14 do nové fáze R - komutace je ukončena. Je zřejmé, že nucená komutace nebo vypínací schopnost je nutná nejen u hlavních tyristorů 11 až 16 proudového střídače, ale i u tyristorů 2, 3, resp. 5, 6, které zajišťují přepínání akumulárního kondenzátoru C během komutace. Při komutaci tyristorů 11, 13, 15 obdobným způsobem pracují tyristory 5, 6 a dioda 4.

Na obr. 6 je principiální funkce obvodu umožňující nový způsob komutace 2. typu. Za počátek časové osy zvolíme podobně jako v předešlém případě vypnutí tyristoru 12 a sepnutí tyristoru 14. O úhel $\pi/2$ dříve před sepnutím tyristoru 12 sepne tyristory 24 a 25, které připojí na nové fáze R akumulární kondenzátor C /odpovídá stavu na obr. 4b/. V okamžiku $x=0$ zhasnou tyristory 12, 24, 25 a současně se zhasnutím tyristorů 24, 25 přepne akumulární kondenzátor C do staré fáze T /odpovídá stavu na obr. 4c/. V okamžiku zhasnutí hlavního tyristoru střídače 12 je v nové fázi R již proud $I_d/2$ a ve staré fázi se proud I_d snížil na hodnotu $I_d/2$ - tedy komutace proudu mezi fázemi již z poloviny proběhla.

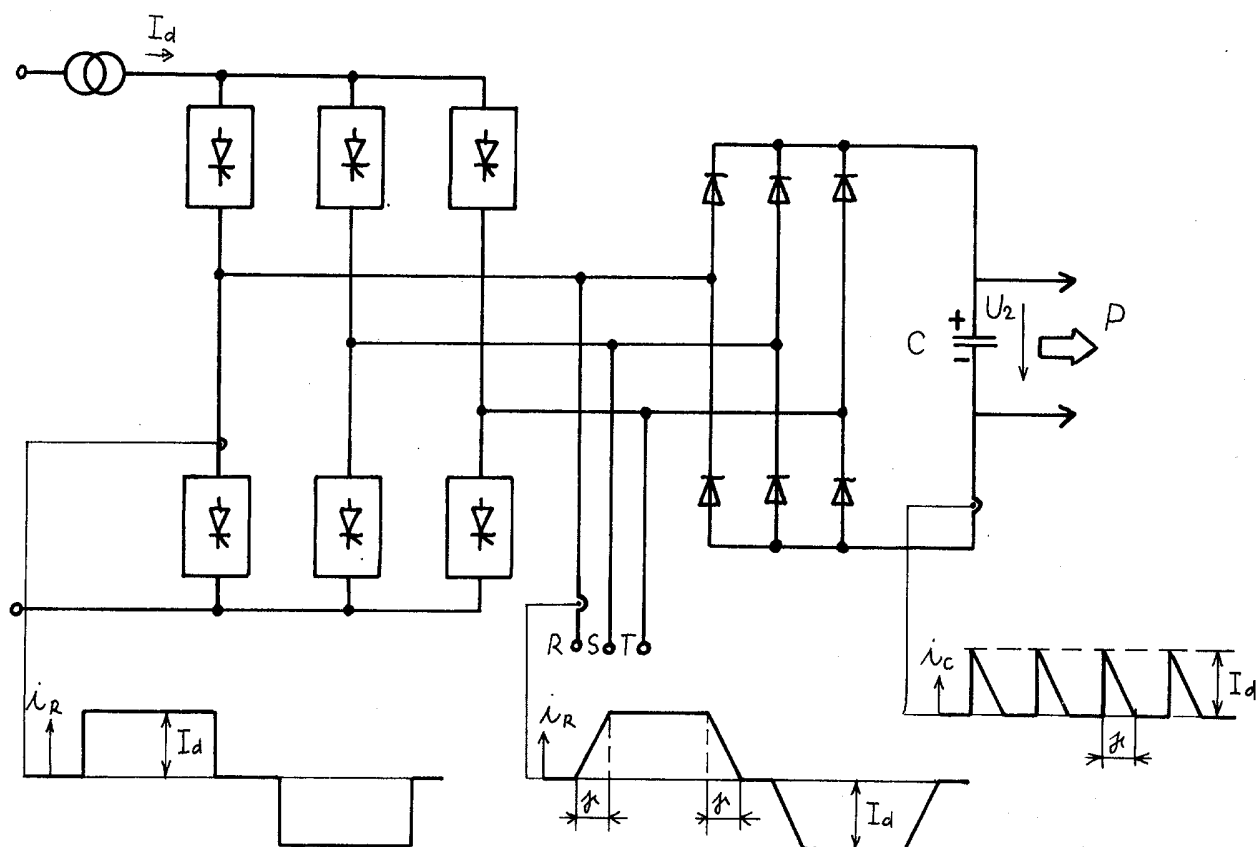
Pro oba způsoby podle obr. 3 a 4 je okamžik přepnutí kondenzátoru mezi starou a novou fází např. řízen napěťovou regulační smyčkou, která udržuje konstantní napětí na kondenzátoru C nebo toto napětí reguluje podle zvolené závislosti.

Obvody, kterými lze uskutečnit nový způsob komutace 1. typu /obr.5) a 2. typu (obr. 6), nevyčerpávají různé možnosti, jak lze tento nový způsob komutace realizovat. Způsob komutace podle obou typů je nadřazen různým možnostem zapojení měniče a tyristorů, popř. jiných polovodičových součástek, kterými lze přepnutí akumulárního kondenzátoru mezi fázemi uskutečnit. Dále je tento způsob komutace použitelný u jednofázových, třífázových a obecně m-fázových měničů.

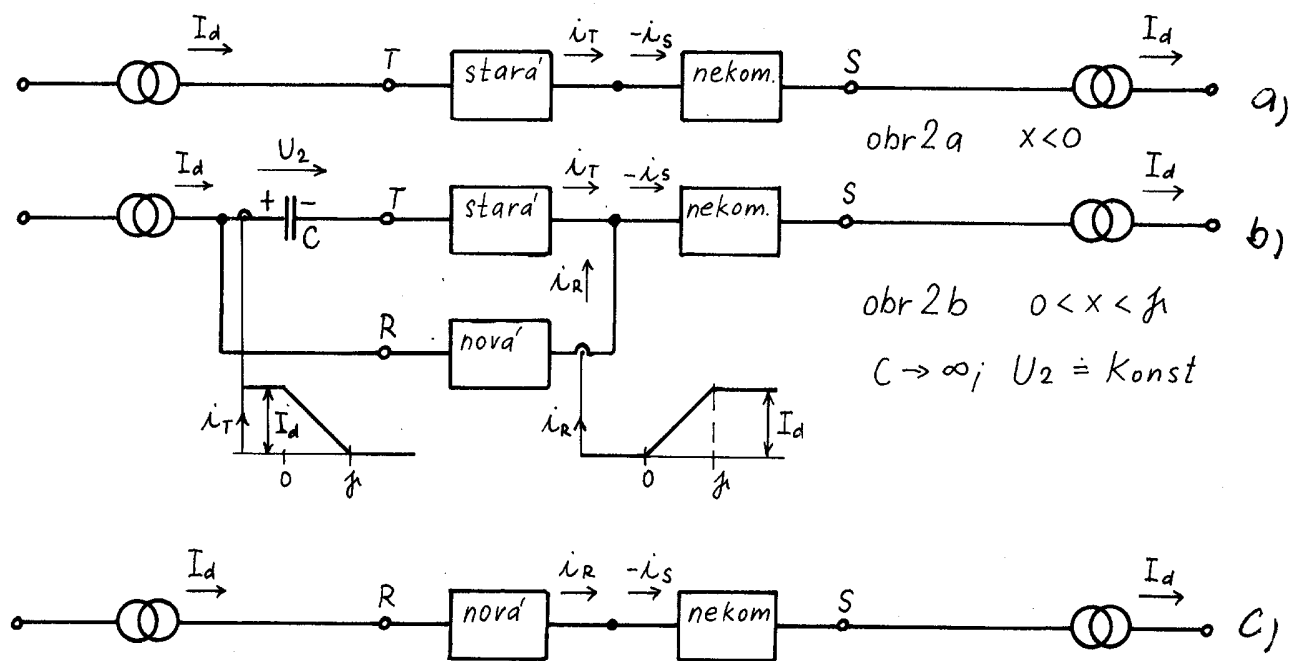
P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

Způsob komutace m-fázového střídače proudu, vyznačený tím, že během komutace proudu mezi dvěma fázemi je akumulární kondenzátor přepínán z fáze dosud vedoucí proud do fáze nově vedoucí proud nebo z fáze nově vedoucí proud do fáze dosud vedoucí proud tak, aby náboj jím prošlý před přepnutím a po přepnutí byl stejný.

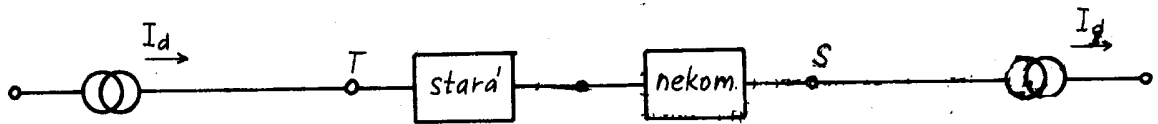
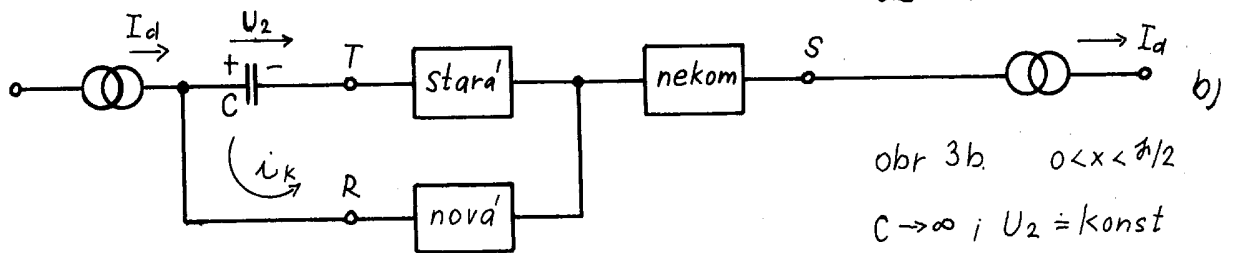
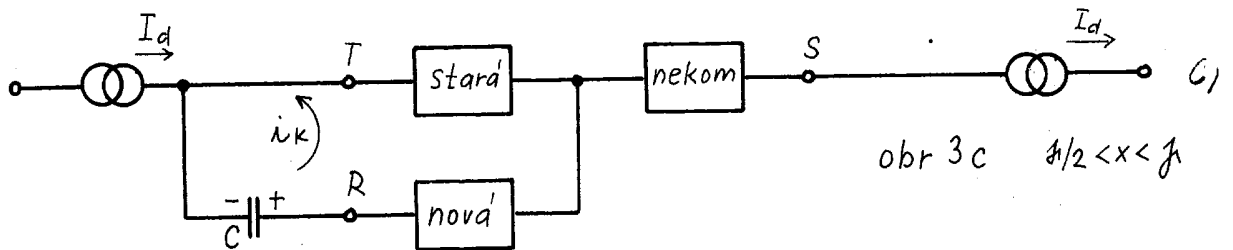
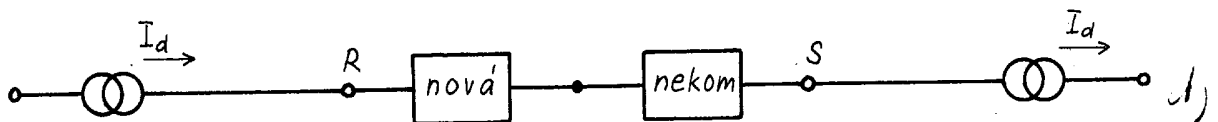
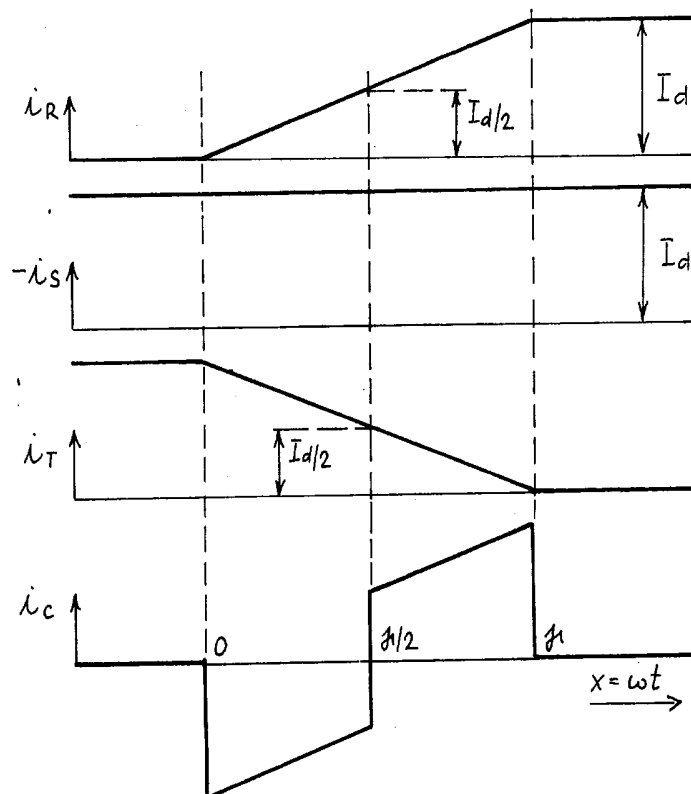
4 výkresy



obr. 1

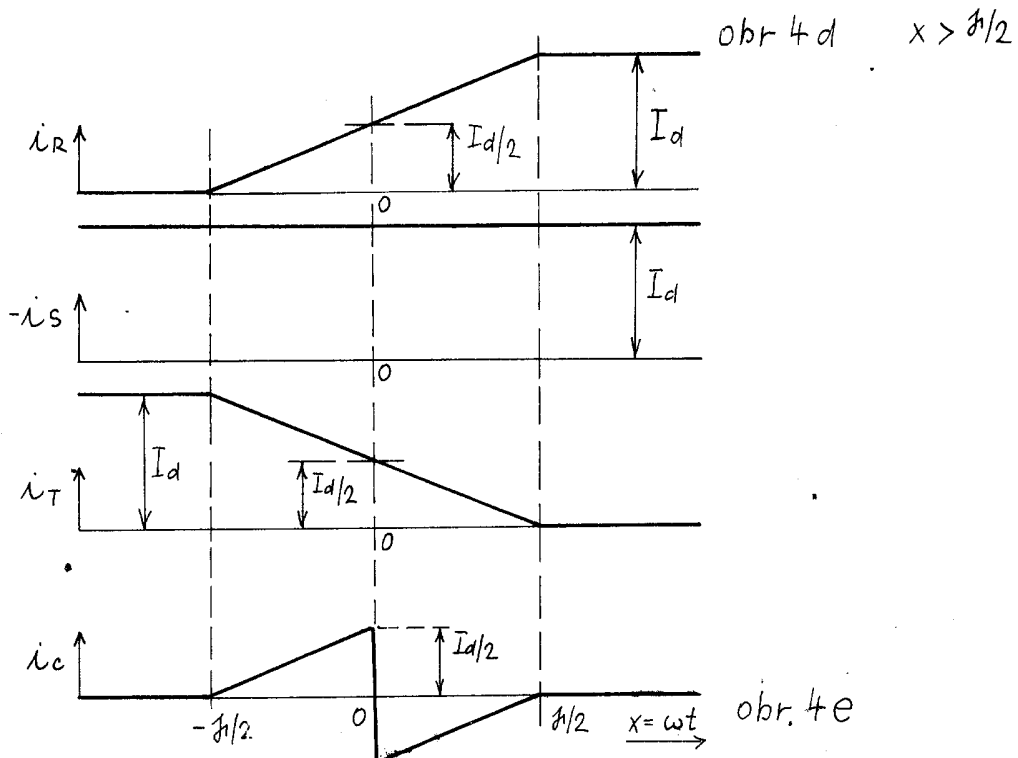
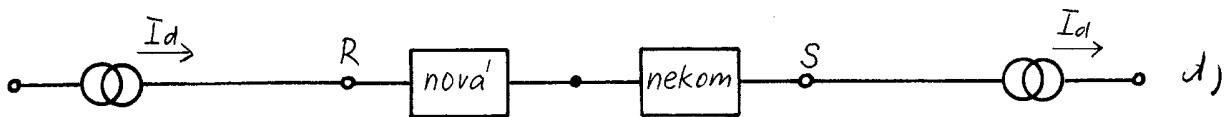
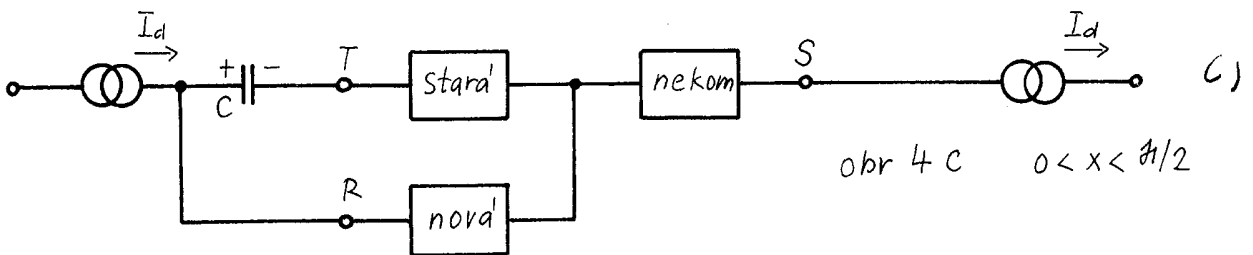
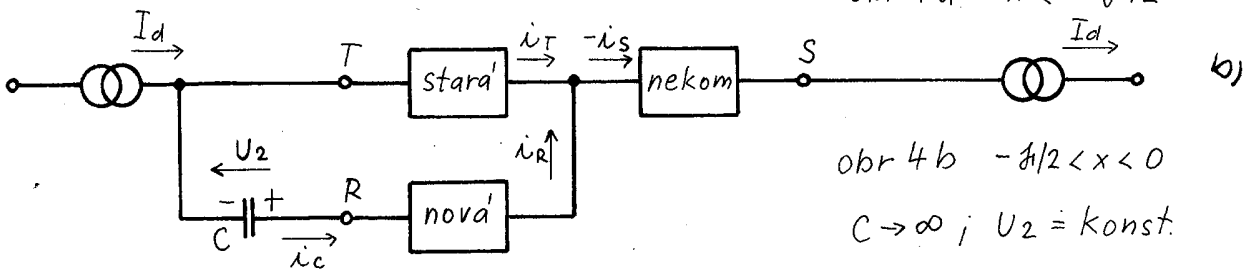
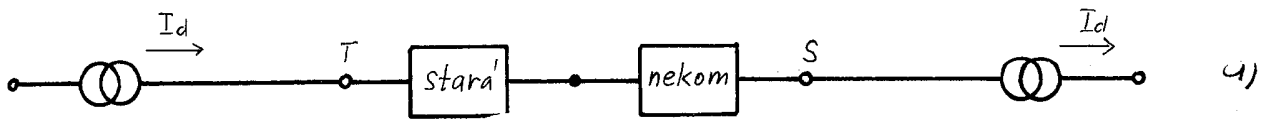


obr. 2 a, b, c

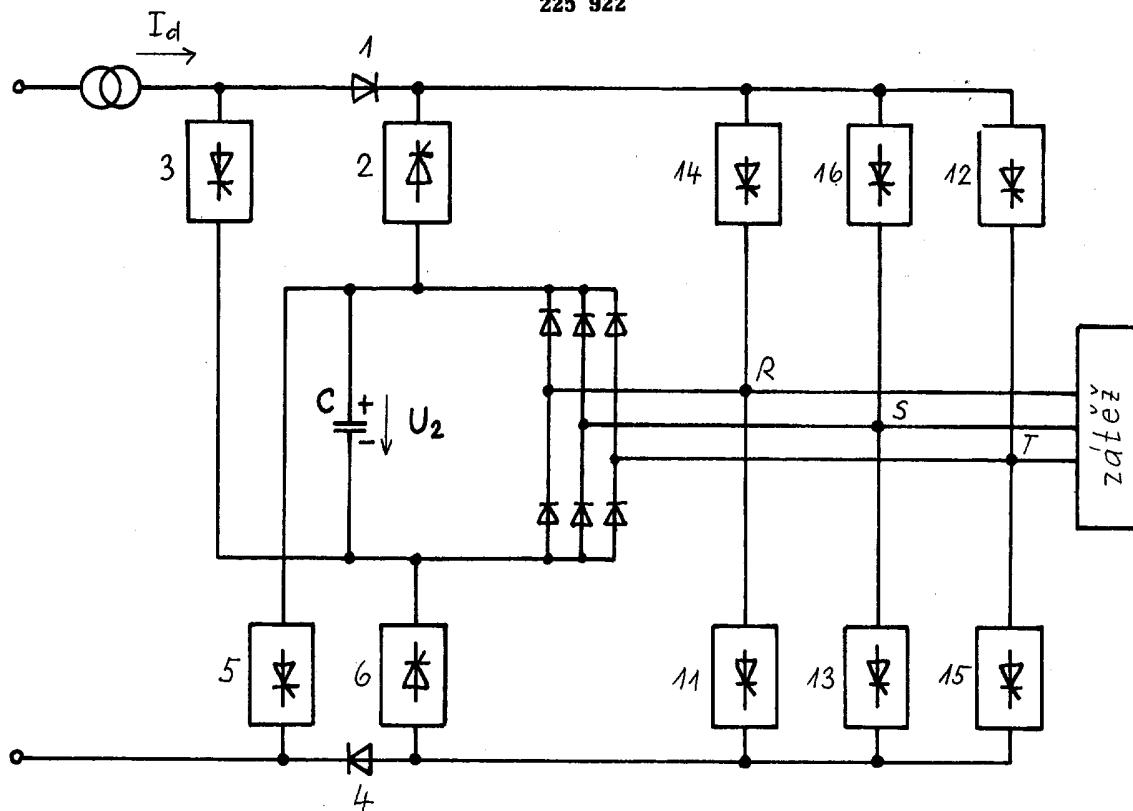
obr 3 a $x < 0$ obr 3 b $0 < x < \pi/2$
 $C \rightarrow \infty$; $U_2 = \text{konst}$ obr 3 c $\pi/2 < x < \pi$ obr 3 d $x > \pi$ 

obr 3 e

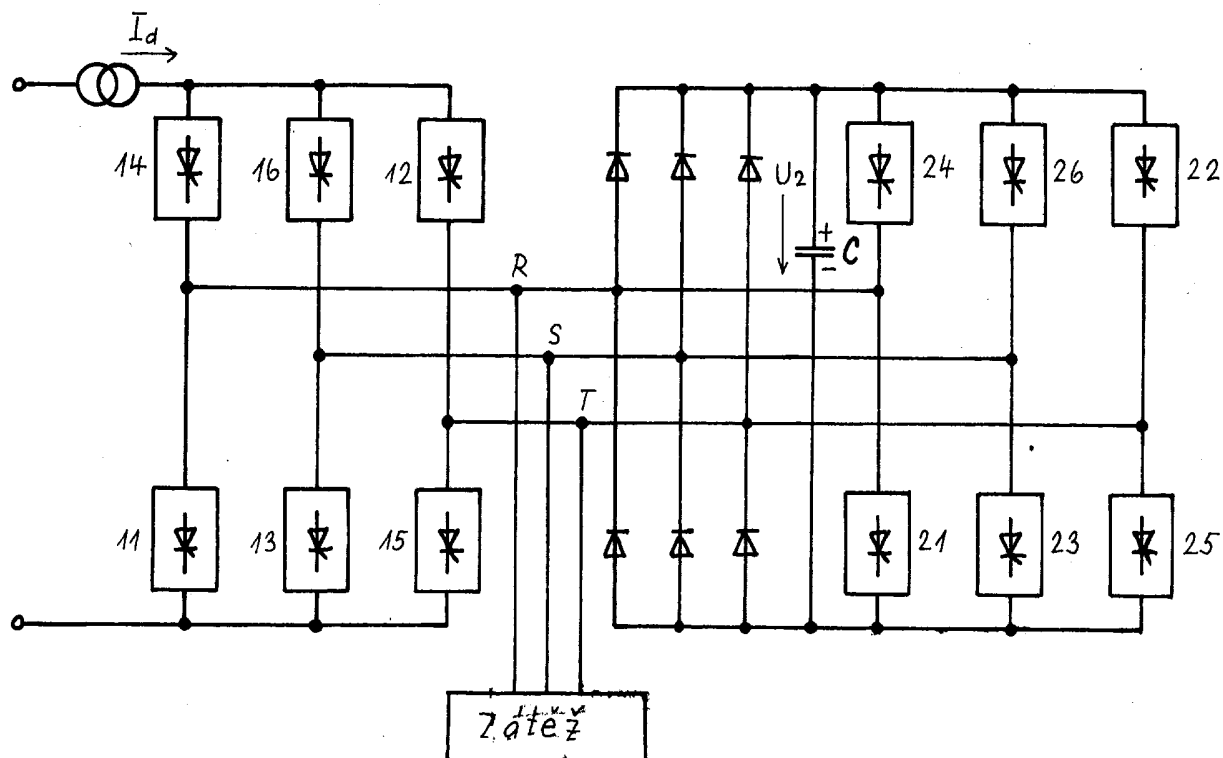
obr 3 a, b, c, d, e



obr. 4 a, b, c, d, e



obr. 5



obr. 6