



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

195 975

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita

(22) Přihlášeno

(21)

04 07 77
(PV 4401 - 77)

(51) Int. Cl.³ B 60 L 15/20

(40) Zveřejněno

29 06 79

(45) Vydáno

01 1 82

(75)
Autor vynálezu

FARAN ANTONÍN ing. CSc.,

SRB STANISLAV ing., a

KYJOVSKÝ VLADIMÍR ing.,

PRAHA

(54)

Měnič kmitočtu pro napájení kolejových obvodů

1

Vynález řeší měnič kmitočtu pro napájení kolejových obvodů, jehož přímá výstupní frekvence f_{xp} se zvyšuje vzhledem k základní frekvenci f podle vztahu $f_{xp} = \frac{n}{2} \cdot f$, kde n je celé číslo udávající počet fází n -fázového zdroje napětí o základní frekvenci f . Při změně sledu fází n -fázového zdroje napětí se inverzní výstupní frekvence f_{xr} měniče snižuje vzhledem k základní frekvenci f podle vztahu $f_{xr} = \frac{n}{2(n-1)} \cdot f$.

Dosud známý srovnatelný měnič kmitočtu je zapojen tak, že šestifázový vstupní transformátor je připojen na zdroj třífázového napětí, kdežto výstupní svorky šesti sekundárních vinutí jsou svými začátky připojeny na první svorky primárních vinutí pomocných transformátorů, kdežto svými konci do nulového bodu a současně v sérii s indikačním transformátorem na druhou svorku primárního vinutí jednofázového výstupního transformátoru. Druhé svorky primárních vinutí pomocných transformátorů jsou připojeny v sérii s příslušnými tyristory na první svorku primárního vinutí výstupního transformátoru. Sekundární vinutí pomocných transformátorů jsou připojena na vstupy příslušných zdrojů impulsů. Všechna sekundární vinutí šestifázového transformátoru jsou navíc ještě připojena na příslušné generátory. Každý generátor je propojen s příslušným zdrojem impulsů. Zdroje impulsů jsou připojeny na příslušné řídicí svorky tyristorů. Vstupní svorky startovacího tranzistoru jsou připojeny jednak k indikačnímu transformátoru, jednak k šestému generátoru. Výstup startovacího tranzistoru je připojen do šestého pomocného transformátoru. Uvedené řešení měniče

195 975

kmítočtu má následující koncepční nedostatky : na rozdíl od předloženého řešení nemůže tento měnič pracovat bez atypického a drahého vstupního $2n$ fázového transformátoru; odvození okamžiku sepnutí příslušného tyristoru je koncipováno nevhodným způsobem, při němž může snadno dojít k přesycení výstupního transformátoru a tím ke generování sudých harmonických základního kmítočtu ve výstupním transformátoru, což omezuje použití tohoto měniče pro napájení kolejových obvodů; činnost měniče je ve velké míře závislá na charakteru zátěže.

Výše uvedené nedostatky jsou odstraněny měničem kmítočtu pro napájení kolejových obvodů, jehož podstata spočívá v tom, že k prvnímu výstupu n fázového zdroje napětí, kde n je celé liché číslo, jsou připojeny vstupy prvního spínacího obvodu a druhého spínacího obvodu, zatímco k m tému výstupu n fázového zdroje napětí jsou připojeny vstupy $2m$ -ltého spínacího obvodu a $2m$ tého spínacího obvodu, až k n tému výstupu n fázového zdroje napětí jsou připojeny vstupy $2n$ -ltého spínacího obvodu a $2n$ tého spínacího obvodu, kde m je přirozené číslo menší nebo rovno n , přičemž výstup prvního spínacího obvodu je připojen na vstup prvního indikačního obvodu, kdežto výstup $2m$ -ltého spínacího obvodu je připojen na vstup $2m$ -ltého indikačního obvodu, až výstup $2n$ tého spínacího obvodu je připojen na vstup $2n$ tého indikačního obvodu, přičemž první výstup prvního indikačního obvodu je připojen jednak na první výstup logického bloku, jednak na první výstup $2m$ -ltého indikačního obvodu, až na první výstup $2n$ -ltého indikačního obvodu, kdežto první výstup druhého indikačního obvodu je připojen jednak na druhý výstup logického bloku, jednak na první výstup $2m$ tého indikačního obvodu, až na první výstup $2n$ tého indikačního obvodu, zatímco druhý výstup prvního indikačního obvodu je připojen jednak na vstup první předzátěže, jednak na druhý výstup $2m$ -ltého indikačního obvodu, až na druhý výstup $2n$ -ltého indikačního obvodu, kdežto druhý výstup druhého indikačního obvodu je připojen jednak na vstup druhé předzátěže, jednak na druhý výstup $2m$ tého indikačního obvodu, až na druhý výstup $2n$ tého indikačního obvodu, přičemž výstup první předzátěže je jednak připojen na nulovou svorku logického bloku, jednak na výstup druhé předzátěže, přičemž první výstup logického bloku je připojen na první vstup součtového zařízení, zatímco druhý výstup logického bloku je připojen na třetí vstup součtového zařízení, avšak nulová svorka logického bloku je jednak připojena na nulovou svorku n fázového zdroje napětí, jednak na druhý vstup součtového zařízení, přičemž výstupy součtového zařízení jsou připojeny na užitečnou zátěž, zatímco první vstup logického bloku je totožný se vstupem prvního spínacího obvodu, kdežto $2m$ -ltý vstup logického bloku je totožný se vstupem $2m$ -ltého spínacího obvodu, až $2n$ tý vstup logického bloku je totožný se vstupem $2n$ tého spínacího obvodu, přičemž každý třetí výstup z množiny tří těchto výstupů prvního indikačního obvodu, $2m$ -ltého indikačního obvodu, až $2n$ tého indikačního obvodu je připojen na příslušný druhý vstup z množiny druhých vstupů prvního spínacího obvodu, $2m$ -ltého spínacího obvodu, až $2n$ tého spínacího obvodu podle přímé posloupnosti $\{a_k\}$ postupného spínání spínacích obvodů, která je pro $1 \leq k \leq 2n$ definována vztahem
$$\{a_k\} = 3 - \text{sign}(k-1) - 2 \text{sign}(n+1-k) + a_{k-1} + 2(-1)^k \cdot \text{sign}((k-1) \text{sign}(n+1-k));$$
 zatímco pro $k = 2n$ je každý člen přímé posloupnosti $\{a_k\} = a_{k-2nb}$, kde b je celá část podílu $\frac{k}{2n}$, kdežto k je přirozené číslo, přičemž obecně vypočítaný k -tý člen přímé

posloupnosti $\{a_k\}$ udává pořadové číslo označení, tedy číslo za druhovým znakem 1; spínacího obvodu, který je v řetězci postupného spínání spínacích obvodů bezprostředně následujícím členem řady vzhledem ke spínacímu obvodu s označením a_{k-1} , zatímco každý čtvrtý výstup z množiny čtvrtých výstupů prvního indikačního obvodu, 2m-lého indikačního obvodu, 2ntého indikačního obvodu je připojen na příslušný třetí vstup z množiny třetích vstupů prvního spínacího obvodu, 2m-lého spínacího obvodu, až 2ntého spínacího obvodu podle přímé posloupnosti $\{a_k\}$.

Použitím měniče kmitočtu pro napájení kolejových obvodů je umožněna spolupráce více měničů, které sice pracují v prostoru a času navzájem nezávisle, ale s navzájem definovanou konstantní frekvencí a fází. Na rozdíl od řešení srovnatelného dosud známého měniče je předložený měnič bezpečnější a spolehlivější proto, že po zavedení první předzátěže 31 a druhé předzátěže 32 nedochází k přesycování součtového zařízení 300, takže výstupní frekvence neobsahuje sudé harmonické základního kmitočtu. Dále je předmětný měnič podstatně jednodušší a levnější proto, že je použito dvoučinné součtové zařízení 300, takže není třeba použít atypický 2n fázový vstupní transformátor; rovněž proto, že indikační obvody 2 : 1, 2 : 2m-1, až 2 : 2n jsou levné a jednoduché tvarovací obvody osazené standardními součástkami apod. Měnič kmitočtu podle vynálezu je navíc podstatně lépe impedančně přizpůsobený zátěži, která má nízkou vnitřní impedanci, než je tomu u dosud známého řešení. Účinnost předmětného měniče je vyšší než u ostatních měničů, a proto by po zavedení do provozu došlo k úspoře elektrické energie. Díky vyšší spolehlivosti měniče podle vynálezu dojde i po zavedení do provozu k úspoře času nutného na údržbu zařízení.

Na obr. 1 je uvedeno obecné zapojení měniče kmitočtu pro napájení kolejových obvodů, tedy měniče, který je napájen z vícefázového, obecně n fázového zdroje napětí, kde n je přirozené liché číslo větší nebo rovno třem.

Na obr. 2 je uveden příklad zapojení měniče kmitočtu pro $n = 3$, tedy měniče, který je napájen z třífázové sítě základního kmitočtu 50Hz a na výstupu měniče je k dispozici výstupní přímá frekvence $f_{xp} = 75\text{Hz}$.

Na obr. 3a jsou znázorněny fázové průběhy napětí zdroje třífázového napětí 100, tedy je-li $n = 3$.

Na obr. 3b je znázorněn příklad ideálního průběhu výstupního přímého napětí U_{xp} měniče o výstupní přímé frekvenci $f_{xp} = 75\text{Hz}$.

Na obr. 4 je uveden příklad zapojení prvního indikačního obvodu 2 : 1.

Na obr. 5 je uveden příklad zapojení měniče kmitočtu podle vynálezu s 2n fázovým zdrojem napětí 120.

Na obr. 6 je uveden příklad zapojení měniče kmitočtu podle vynálezu s 2n fázovým zdrojem napětí 120 a se součtovým zařízením 300, které má jen dva vstupy.

Na obr. 1 je zdroj n fázového napětí 100 připojen k prvnímu spínacímu obvodu $1 : 1$, $2m$ -lému spínacímu obvodu $1 : 2m-1$, až k $2n$ -lému spínacímu obvodu $1 : 2n-1$, ještě k druhému spínacímu obvodu $1 : 2$ a $2m$ tému spínacímu obvodu $1 : 2m$, až k $2n$ tému spínacímu obvodu $1 : 2n$. Přírozené číslo $m = n$. Výstup příslušného spínacího obvodu je připojen na vstup příslušného indikačního obvodu. Tak je první spínací obvod $1 : 1$ připojen k prvnímu indikačnímu obvodu $2 : 1$, zatímco $2m$ -lý spínací obvod $1 : 2m-1$ je připojen k $2m$ -lému indikačnímu obvodu $2 : 2m-1$. Totéž platí o $2n$ -lém indikačním obvodu $2 : 2n-1$, druhém indikačním obvodu $2 : 2$, $2m$ tém indikačním obvodu $2 : 2m$, až $2n$ tém indikačním obvodu $2 : 2n$. První výstup $1^*2 : 1$ prvního indikačního obvodu $2 : 1$, jakož i první výstup $1^*2 : 2m-1$ $2m$ -lého indikačního obvodu $2 : 2m-1$, až první výstup 1^*2n-1 $2n$ -lého indikačního obvodu $2 : 2n-1$ je připojen na první výstup 101^*200 logického bloku 200 . Obdobně první výstup $1^*2 : 2$ druhého indikačního obvodu $2 : 2$, jakož i první výstup 1^*2m $2m$ tého indikačního obvodu $2 : 2m$, až první výstup $1^*2 : 2n$ $2n$ tého indikačního obvodu $2 : 2n$ je připojen na druhý výstup 102^*200 logického bloku 200 . Druhý výstup $2^*2 : 1$ prvního indikačního obvodu $2 : 1$ jakož i druhý výstup $2^*2 : 2m-1$ $2m$ -lého indikačního obvodu $2 : 2m-1$, až druhý výstup $2^*2 : 2n-1$ $2n$ -lého indikačního obvodu $2 : 2n-1$ je připojen na vstup 1^*31 první předzátěže 31 , obdobně druhé výstupy druhého indikačního obvodu $2 : 2$, $2m$ tého indikačního obvodu $2 : 2m$, až $2n$ tého indikačního obvodu $2 : 2n$ jsou připojeny na vstup 1^*32 druhé předzátěže 32 . První předzátěž 31 a druhá předzátěž 32 je svými výstupy 2^*31 a 2^*32 připojena na nulovou svorku 0^*200 logického bloku 200 . Startovací zařízení 40 je svými výstupy připojeno na druhý vstup $2^*1 : 1$ prvního spínacího obvodu $1 : 1$ na třetí vstup $3^*1 : 1$ prvního spínacího obvodu $1 : 1$. K prvnímu výstupu 101^*200 logického bloku 200 a druhému výstupu 102^*200 logického bloku 200 je připojen první vstup 1^*300 součtového zařízení 300 a třetí vstup 3^*300 součtového zařízení 300 . Nulová svorka 0^*100 n fázového zdroje napětí 100 je připojena jednak na nulovou svorku 0^*200 logického zařízení 200 , jednak na druhý vstup 2^*300 součtového zařízení 300 . První výstup 101^*300 součtového zařízení 300 a druhý výstup 102^*200 součtového zařízení 300 je připojen na odpovídající vstupy užitečné zátěže 400 . Jednotlivé obvody a funkční celky, které se u zapojení vícekrát opakují, jsou označeny tak, že bezprostředně před středníkem je uvedeno číslo které označuje druh obvodu - například spínací obvod má symbol 1 ; kdežto indikační obvod 2 ; . Za středníkem je uvedeno pořadové číslo příslušného obvodu, například druhý spínací obvod je označen jako $1 : 2$, zatímco $2n$ tý i indikační obvod jako $2 : 2n$ apod. Vstupy a výstupy jednotlivých obvodů a funkčních celků jsou označeny před druhovým znakem tak, že znak vstupu nebo výstupu je oddělen uvozovkou ". Například druhý vstup prvního spínacího obvodu $1 : 1$ má označení $2^*1 : 1$ apod. Třetí a čtvrté výstupy indikačních obvodů jsou připojeny na příslušné druhé a třetí vstupy spínacích obvodů podle přímé posloupnosti a_k . V závislosti na zvoleném čísle n se mění i adresy. Označení těchto adres je proto obecné a tím, že každou adresu lze přesně vypočítat z rekurentního vzorce pro přímou posloupnost $\{a_k\}$. Například odkaz $3^*1 : a_2$ značí, že spoj vede na třetí vstup spínacího obvodu; druhého členu a_2 posloupnosti $\{a_k\}$, což je vždy čtvrtý spínací obvod $1 : 4$. Pro vazbu mezi obecným indikačním obvodem a obecným spínacím obvodem jsou uvedeny dva příklady.

V prvním příkladě je znázorněna vazba mezi $2m$ -lým indikačním obvodem $2 : 2m-1$, pro který je $k = i-1$ a obecně a_i tým spínacím obvodem podle přímé posloupnosti $\{a_k\}$. V druhém příkladě je znázorněna vazba mezi $2m$ tým indikačním obvodem $2 : 2m$, pro který je $k = j-1$ a obecně a_j tým spínacím obvodem podle přímé posloupnosti $\{a_k\}$.

Na obr. 2 je uveden příklad konkrétního provedení měniče kmitočtu podle vynálezu, pro $n = 3$, tedy je-li měnič napájen z třífázového zdroje napětí 100 . Označení obvodů a funkčních celků měniče je shodné s označením obecného zapojení měniče podle obr. 1 s tím rozdílem, že místo obecných znaků u adres spojů jsou dosazením do rekurentního vzorce pro přímou posloupnost $\{a_k\}$ postupného spínání spínacích obvodů vypočítána konkrétní čísla označení spínacích obvodů, indikačních obvodů, jakož i adresa spojů. Tyto spoje jsou na obr. 2 přímo zakresleny.

Na obr. 3a je napětí první fáze označeno U_1^{100} , napětí druhé fáze U_2^{100} a napětí třetí fáze U_3^{100} . Základní frekvence těchto napětí je označena symbolem f . Obecné napětí n té fáze U_n^{100} je nakresleno jako napětí totožné s napětím druhé fáze U_2^{100} , kdežto obecné napětí n té fáze U_n^{100} je nakresleno jako napětí totožné s napětím třetí fáze U_3^{100} .

Na obr. 3b je uveden příklad ideálního průběhu výstupního přímého napětí U_{xp} , jehož přímá frekvence f_{xp} je jedenapůlkrát vyšší než základní frekvence f .

Na obr. 4 je uveden příklad zapojení prvního indikačního obvodu $2 : 1$, který může pracovat kdekoliv v pozici $2 : 1$, $2 : 2m-1$ až $2 : 2n$. Jeho vnější svorky mají označení prvního indikačního obvodu $2 : 1$. Vstup $5^{2:1}$ je připojen jednak na ochranný odpor 017 , jednak na pracovní diodu 016 . Výstup ochranného odporu 017 je připojen jednak na první pól limitovacího hradla 010 , jednak na první ochrannou diodu 014 . První výstup $1^{2:1}$, druhý výstup $2^{2:1}$ a třetí výstup $3^{2:1}$ prvního indikačního obvodu $2 : 1$ je připojen k druhému pólu limitovacího hradla 010 , zároveň k druhému odporu 002 , třetímu odporu 003 , šestému odporu 006 a osmému odporu 008 , ještě k druhé ochranné diodě 015 a nakonec k druhému pólu zdroje napětí 018 . První odpor 001 je připojen jednak na první ochrannou diodu 014 , jednak na vstup prvního tranzistoru 011 . Čtvrtý odpor 004 a pátý odpor 005 , jakož i vazební kondenzátor 009 jsou připojeny na první výstup prvního tranzistoru 011 . Druhé vstupy prvního tranzistoru 011 a druhého tranzistoru 012 jsou propojeny a zároveň připojeny na třetí odpor 003 . Sedmý odpor 007 je připojen na první vstup druhého tranzistoru 012 . Třetí tranzistor 013 je svým vstupem připojen k vazebnímu kondenzátoru 009 a k druhé ochranné diodě 015 , kdežto jeho první výstup je připojen na čtvrtý výstup $4^{2:1}$ prvního indikačního obvodu $2 : 1$, zatímco druhý výstup třetího tranzistoru 013 je připojen na první pól zdroje napětí 018 .

Na obr. 5 je $2n$ -fázový zdroj napětí 120 , kde n je celé liché číslo, svým prvním výstupem 1^{120} připojen na první vstup $1^{1:1}$ prvního spínacího obvodu $1 : 1$, zatímco obecně m -tý výstup m^{120} $2n$ -fázového zdroje napětí 120 je připojen na první vstup $1^{1:2m-1}$ $2m$ -lého spínacího obvodu $1:2m-1$ a tak dále, až n -tý výstup n^{120} $2n$ fázového zdroje napětí 120 je připojen na první vstup $1^{1:2n-1}$ $2n$ -lého spínacího obvodu $1:2n-1$ a tak dále, až $2n$ tý

195 975

výstup $2n^{*}120$ $2n$ fázového zdroje napětí 120 je připojen na první vstup $1^{*}1:2n$ 2ntého spínacího obvodu $1 : 2n$. Ostatní symboly a znaky jsou shodné se znaky použitými na obr. 1 a 2.

Na obr. 6 je $2n$ fázový zdroj napětí 120 , obdobně jako na obr. 5, připojen na logický blok 200 . Druhý výstup $102^{*}200$ logického bloku 200 je však připojen na první vstup $1^{*}300$ součtového zařízení 300 , kam je zároveň zapojen i první výstup $101^{*}200$ logického bloku 200 . Nulová svorka $0^{*}200$ logického bloku 200 je připojena obdobně jako na obr. 1, 2 a 5, jednak na nulovou svorku $0^{*}120$ $2n$ fázového zdroje napětí 120 , jedna na druhý vstup $2^{*}300$ součtového zařízení 300 . Součtové zařízení 300 má tedy v tomto případě pouze dva vstupy.

Na obr. 1 je uveden příklad obecného zapojení měniče kmitočtu pro napájení kolejových obvodů. Před nastartováním měniče jsou všechny spínací obvody, které jsou osazeny například tyristory a budicími transformátory, uzavřeny. Startovací zařízení 40 , ovládané například manuálně ovlivněním tlačítka, otevře jedním impulsem libovolný spínací obvod z množiny všech spínacích obvodů $1 : 1$ a $1:2m-1$ až $1 : 2n$. Na obr. 1 je například startovací zařízení 40 připojeno k prvnímu spínacímu obvodu $1 : 1$. V tomto případě se otevře první spínací obvod $1 : 1$. Po dobu zbytku půlperiody fázového napětí $U_1^{*}100$ je první spínací obvod otevřen. Prvým indikačním obvodem $2 : 1$ a první předzátěží 31 protéká část fázového proudu, zatímco součtovým zařízením 300 zbytek tohoto fázového proudu. Na výstupních svorkách $101^{*}300$ a $102^{*}300$ součtového zařízení 300 je generována první půlperioda přímého výstupního napětí U_{xp} s přímou výstupní frekvencí f_{xp} - viz obr. 3a, 3b. V prvním indikačním obvodu $2 : 1$ se zbytek půlperiody fázového proudu zatvaruje na obdélníkový průběh a od závěrné hrany tohoto impulsu je odvozen povel k otevření dalšího spínacího obvodu, konkrétně spínacího obvodu, jehož pořadové číslo se rovná druhému členu a_2 přímé posloupnosti $\{a_k\}$. Pro libovolné $n = 3$ je $a_2 = 4$. Dojde tedy k otevření čtvrtého spínacího obvodu $1 : 4$ viz obr. 2. Na výstupu součtového zařízení 300 se vygeneruje druhá půlperioda přímého výstupního napětí U_{xp} . Obecným $2m$ tím spínacím obvodem $1 : 2m$ pro který $k = j - 1$ a druhou předzátěží 32 proteče část fázového proudu, jehož průběh se v obecném 2ntém indikačním obvodu $2 : 2m$ zatvaruje. Od závěrné hrany tohoto průběhu se odvodí impuls, který otevře obecně a_j -tý spínací obvod podle přímé posloupnosti $\{a_k\}$. Obecným $2m$ -lým spínacím obvodem $1 : 2m-1$, pro který $k = i - 1$ a první předzátěží 31 proteče část fázového proudu, jehož průběh se v obecném $2m$ -lém indikačním obvodu $2 : 2m-1$ zatvaruje. Od závěrné hrany tohoto průběhu se odvodí impuls, který otevře a_1 -tý spínací obvod podle přímé posloupnosti $\{a_k\}$. Obdobně $2n$ -lým spínacím obvodem $1 : 2n-1$, pro který $k = n$ a první předzátěží 31 proteče část fázového proudu, který se ve $2n$ -lém indikačním obvodu $2 : 2n-1$ zatvaruje. Od závěrné hrany tohoto průběhu se odvodí impuls, který otevře a_{n+1} -tý spínací obvod podle přímé posloupnosti $\{a_k\}$, což je pro všechna $n = 3$ vždy druhý spínací obvod $1 : 2$. Tak lze pokračovat až do situace, kdy od výstupního impulsu 2ntého indikačního obvodu $2 : 2n$ bude otevřen a_1 -tý spínací obvod podle přímé posloupnosti $\{a_k\}$, což je první spínací obvod $1 : 1$. Tento cyklus se dále periodicky opakuje bez nutnosti dalšího startování. tak lze vysledovat celou posloupnost, kterou se

řídí postupné spínání jednotlivých spínacích obvodů v závislosti na sledu a komutaci jednotlivých fázových napětí n fázového zdroje napětí 100. Přímá posloupnost $\{a_k\}$ postupného spínání spínacích obvodů je pro $1 = k = 2n$ definována vztahem : $a_k = 3 - \text{sign}(k-1) - 2 \text{sign}(n+1-k) + a_{k-1} + 2 + (-1)^k \cdot \text{sign}(k-1) \cdot \text{sign}(n+1-k)$, zatímco pro $k = 2n$ je každý člen přímé posloupnosti $a_k = a_{k-2nb}$, kde b je celá část podílu $\frac{k}{2n}$, kdežto k je přirozené číslo, přičemž obecně vypočítaný k tý člen přímé posloupnosti a_k udává číslo označení, tedy číslo za druhovým znakem 1 ; spínacího obvodu, který je v řetězci postupného spínání spínacích obvodů bezprostředně následujícím členem vzhledem ke spínacímu obvodu s označením a_{k-1} . Toho by nebylo možno dosáhnout při použití pouze čísel k . Pro názornost jsou uvedeny vypočítané členy přímé posloupnosti a_k pro různá n . Například pro $n = 3$ je přímá posloupnost $\{a_k\} = 1, 4, 5, 2, 3, 6, 1$ a tak periodicky dále. Pro $n = 5$ je přímá posloupnost $\{a_k\} = 1, 4, 5, 8, 9, 2, 3, 6, 7, 10, 1$ a tak periodicky dále. Například pro $n = 11$ je přímá posloupnost $\{a_k\} = 1, 4, 5, 8, 9, 12, 13, 16, 17, 20, 21, 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, 15, 18, 19, 1$ a tak periodicky dále. Na základě vypočítaných členů přímé posloupnosti $\{a_k\}$ lze jednoznačně a přesně určit spoje mezi třetími a čtvrtými výstupy indikačních obvodů a mezi druhými a třetími vstupy spínacích obvodů. Při zachování pravidla pro připojení výstupů n fázového zdroje napětí 100 ke vstupům spínacích obvodů a při zachování sledu fázových napětí U_1^{*100}, U_m^{*100} až U_n^{*100} n fázového zdroje napětí 100, dochází na výstupech součtového zařízení 300 ke generování výstupního přímého napětí U_{xp} s výstupní přímou frekvencí f_{xp} podle obecného vztahu $f_{xp} = \frac{n}{2} \cdot f$. Zamění-li se sled fází na výstupech n fázového zdroje napětí 100, potom při zachování vazeb mezi indikačními obvody a ovládacími obvody podle přímé posloupnosti $\{a_k\}$, bude na výstupu součtového zařízení 300 generováno inverzní výstupní napětí U_{xr} s inverzní výstupní frekvencí f_{xr} podle obecného vztahu $f_{xr} = \frac{n}{2(n-1)} \cdot f$. Je zřejmé, že inverzní výstupní frekvence f_{xr} bude generována rovněž u měniče kmitočtu podle vynálezu, u něhož bude sice zachován sled fázových napětí první fáze U_1^{*100} , a té fáze U_m^{*100} až n té fáze U_n^{*100} n fázového zdroje napětí 100 a bude zachován způsob přiřazení výstupů n fázového zdroje napětí 100 ke vstupům spínacích obvodů podle obr. 1, ale bude-li pozměněno propojení mezi výstupy indikačních obvodů a spínacích obvodů podle inverzní posloupnosti a_k , která je inverzní vzhledem k přímé posloupnosti a_k v tom smyslu, že poslední člen v cyklu přímé posloupnosti $\{a_k\}$ je prvním členem inverzní posloupnosti $\{a_k\}$, kdežto předposlední člen v cyklu přímé posloupnosti $\{a_k\}$ je druhým členem inverzní posloupnosti $\{a_k\}$ a tak dále, až první člen přímé posloupnosti a_k je posledním členem v cyklu inverzní posloupnosti $\{a_k\}$. Například pro $n = 3$ je inverzní posloupnost $\{a_k\} = 6, 3, 2, 5, 4, 1, 6$ a tak periodicky dále. Například pro $n = 5$ je inverzní posloupnost $\{a_k\} = 10, 7, 6, 3, 2, 9, 8, 5, 4, 1, 10$ a tak periodicky dále. Měníč kmitočtu podle vynálezu je především určen pro napájení železničního zabezpečovacího zařízení, a proto musí být koncipován tak, aby při jakékoliv poruše obvodů nebo prvků nebylo generováno na výstupu součtového zařízení 300 napětí, jehož frekvence by byla rovna celistvým násobkům základní průmyslové frekvence $f = 50\text{Hz}$. Tomuto požadavku vyhovuje zcela každý měnič podle vynálezu pro n liché. Nejčastější aplikace vynálezu bude zřejmě měnič

195 875

pro výstupní přímou frekvenci $f_{xp} = 75\text{Hz}$, u něhož je počet fází $n = 3$. Vzhledem k tomu, že v tomto případě je n číslo liché, teoreticky by měla výstupní přímá frekvence f_{xp} u této aplikace obsahovat jen liché harmonické základní frekvence. Měníč kmitočtu vyhovuje i dalším požadavkům kladeným na zařízení železniční zabezpečovací techniky. Například při poruše kteréhokoli spínacího obvodu neb při poruše kteréhokoli spoje přestane měnič pracovat, čímž je porucha hlášena a převedena bezpečnějším směrem. Obdobně při poruchovém stavu, kdy je sepnuto více spínacích obvodů současně, nedochází k přenesu energie na výstup součtového zařízení 300 čímž je porucha opět hlášena a převedena bezpečnějším směrem. Je tedy zřejmé, že měnič kmitočtu podle vynálezu je speciálně koncipovaný s ohledem na přísné bezpečnostní a spolehlivostní požadavky, které se uplatňují při navrhování obvodů železničního zabezpečovacího zařízení.

Na obr. 2 je uveden příklad měniče kmitočtu pro napájení kolejových obvodů, pro $n = 3$, $f = 50\text{Hz}$, $f_{xp} = 75\text{Hz}$, což bude zřejmě pro praxi nejdůležitější aplikace měniče kmitočtu podle vynálezu. Přiřadí-li se pořadovým číslům vypočítaným dle přímé posloupnosti

a_k druhový znak 1* jímž se označují obecné spínací obvody v předmětném měniči, potom lze napsat následující řadu postupně spínaných spínacích obvodů: 1:1 - 1:4 - 1:5 - 1:2 - 1:3 - 1:6 - 1:1 a tak periodicky dále. Z této řady je zřejmé vzájemné působení obvodů v měniči kmitočtu podle vynálezu. Označí-li se šipkou směr působení jednoho obvodu na druhý obvod po nastartování měniče, potom lze přímou posloupnost a_k upravit na konečný řetězec: start $\rightarrow$ 1:1 $\rightarrow$ 2:1 $\rightarrow$ 1:4 $\rightarrow$ 2:4 $\rightarrow$ 1:5 $\rightarrow$ 2:5 $\rightarrow$ 1:2 $\rightarrow$ 2:2 $\rightarrow$ 1:3 $\rightarrow$ 2:3 $\rightarrow$ 1:6 $\rightarrow$ 2:6 $\rightarrow$ 1:1 a tak periodicky dále. Z tohoto řetězce potom plyne zapojení třetích výstupů a čtvrtých výstupů indikačních obvodů na příslušné druhé vstupy a třetí vstupy spínacích obvodů.

Na obr. 3a je uveden příklad fázového posuvu napětí první fáze U_1 "100, napětí druhé fáze U_2 "100 a napětí třetí fáze U_3 "100 n fázového zdroje napětí 100. Vzájemný fázový úhel těchto napětí je 120° . Základní frekvence $f = 50\text{Hz}$. Jedná se tedy o konkrétní případ pro $n = 3$. Obecné napětí u té fáze U_n "100 je tedy totožné s napětím druhé fáze U_2 "100, kdežto obecné napětí n té fáze U_n "100 je totožné s napětím třetí fáze U_3 "100 třífasového zdroje napětí 100.

Na obr. 3b je uveden příklad ideálního průběhu výstupního přímého napětí U_{xp} , jehož výstupní přímá frekvence $f_{xp} = 75\text{Hz}$. Z relací mezi obr. 3a, 3b je možno vysledovat souvislosti mezi komutačními body fázových napětí U_1 "100, U_2 "100 a U_3 "100 a mezi komutačními body výstupního přímého napětí U_{xp} .

Na obr. 4 je uveden příklad zapojení prvního indikačního obvodu 2:1, který však může pracovat kdekoliv v pozici 2:2, 2:3 až 2:n. Indikační obvod 2:1 má mezi vstupem 5*2:1 a prvním výstupem 1*2:1 zapojenou pracovní diodu 016, kterou se převádí pracovní proudy měniče jednak do součtového zařízení 300, jednak do první předzátěže 31. Paralelně k pracovní diodě 016 je připojen ochranný odpor 017 a limitovací hradlo 010, kterým se omezí přivedené napětí. Takto omezené napětí se dále zmenší na odporovém děliči

sestavajícím z prvního odporu 001 a druhého odporu 002. První tranzistor 011 a druhý tranzistor 012 spolu s třetím odporem 003, čtvrtým odporem 004, pátým odporem 005, šestým odporem 006 a sedmým odporem 007 pracují jako známý tvarovací obvod podle Schmidtova zapojení. Z výstupu prvního tranzistoru 011 je prostřednictvím vazebního kondenzátoru 009 derivována závěrná hrana širokého výstupního impulsu, čímž je přivedena na úzký impuls, který je dále zesílen třetím tranzistorem 013 a přiveden na výstup 4*2:1 prvního indikačního obvodu 2:1. První ochranná dioda zajišťuje provozní spolehlivost prvního tranzistoru 011, kdežto druhá ochranná dioda 015 a osmý odpor 008 zajišťují provozní spolehlivost třetího tranzistoru 013. Každý indikační obvod má vlastní zdroj napětí 018, který však může být pro skupinu indikačních obvodů nahrazen ústředním zdrojem napětí. Má-li být měnič podle vynálezu využíván pro generování výstupního inverzního napětí U_{in} s výstupní inverzní frekvencí f_{in} , bylo by nutné každý indikační obvod doplnit zpožďovacím zařízením, například monostabilním obvodem, který by zajistil časové zpoždění výstupního impulsu z indikačního obvodu tak, aby příslušný spínací obvod byl buzen až v době, kdy na jeho prvním vstupu je kladnější potenciál, než na jeho výstupu.

Na obr. 5 je uveden příklad zapojení měniče kmitočtu podle vynálezu, kdy místo n fázového zdroje napětí 100 je použit $2n$ fázový zdroj napětí 120, kde n jsou celá lichá čísla. Je zřejmé, že v tomto případě je ke každému výstupu z množiny výstupů 1*120, m*120 až n*120. $2n$ fázového zdroje napětí 120 připojen jen jeden první vstup příslušného spínacího obvodu s tím, že další zapojení je shodné se zapojením podle obr. 1 a 2. Je zřejmé, že každý první vstup spínacího obvodu je totožný s příslušným vstupem logického bloku 200. V předmětu vynálezu z důvodu stručnosti se používá pouze označení příslušných vstupů logického zařízení 200.

Na obr. 6 je uveden příklad zapojení měniče kmitočtu podle vynálezu, u něhož je použito součtové zařízení 300 s dvěma vstupy. Logický blok 200 je připojen na součtové zařízení 300 tak, že první výstup 101*200 logického bloku 200 a druhý výstup 102*200 logického bloku 200 je připojen na první vstup 1*300 součtového zařízení 300, kdežto nulová sverka 0*200 logického bloku 200 je připojena jednak na druhý vstup 2*300 součtového zařízení 300, jednak na nulovou svorku 0*120 $2n$ fázového zdroje napětí 120, popřípadě nulovou svorku 0*100 n fázového zdroje napětí 100. Je zřejmé, že v tomto případě může být součtové zařízení 300 nahrazeno přímo užitečnou zátěží 400, popřípadě první předzátěží 31 a druhá předzátěží 32 může být nahrazena jedinou předzátěží.

Měnič podle vynálezu lze především využít pro napájení kolejových obvodů železničního zabezpečovacího zařízení, popřípadě kolejových obvodů metra. Uplatnění nalezne dále tam, kde se vyžaduje, aby měničem generované napětí mělo definovanou frekvenci a fázi. Měnič má vysokou účinnost, dochází ve srovnání s jinými měniči v provozu k úsporám elektrické energie. Díky vysoké spolehlivosti měniče dochází při využívání v provozu i k úsporám pracovních sil, zejména udržovacího personálu.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Měníč kmitočtu pro napájení kolejových obvodů, vyznačený tím, že k prvnímu výstupu (1^*100) n -fázového zdroje napětí (100), kde n je celé liché číslo, jsou připojeny vstupy ($1^*1 ; 1$ a $1^*1 ; 1$; 2) prvního spínacího obvodu ($1 ; 1$) a druhého spínacího obvodu ($1 ; 2$), zatímco k m -tému výstupu (m^*100) n -fázového zdroje napětí (100) jsou připojeny vstupy ($1^*1 ; 2m-1$ a $1^*1 ; 2m$) $2m$ -ltého spínacího obvodu ($1 ; 2m-1$) a $2m$ tého spínacího obvodu ($1 ; 2m$), až k n -tému výstupu (n^*100) n -fázového zdroje napětí (100) jsou připojeny vstupy ($1^*1 ; 2n-1$ a $1^*1 ; 2n$) $2n$ -ltého spínacího obvodu ($1 ; 2n-1$) a $2n$ tého spínacího obvodu ($1 ; 2n$), kde m je přirozené číslo menší nebo rovno n , přičemž výstup ($4^*1 ; 1$) prvního spínacího obvodu ($1 ; 1$) je připojen na vstup ($5^*2 ; 1$) prvního indikačního obvodu ($2 ; 1$), kdežto výstup ($4^*1 ; 2m-1$) $2m$ -ltého spínacího obvodu ($1 ; 2m-1$) je připojen na vstup ($5^*2 ; 2m-1$) $2m$ -ltého indikačního obvodu ($2 ; 2m-1$), až výstup ($4^*1 ; 2n$) $2n$ tého spínacího obvodu ($1 ; 2n$) je připojen na vstup ($5^*2 ; 2n$) $2n$ tého indikačního obvodu ($2 ; 2n$), přičemž první výstup ($1^*2 ; 1$) prvního indikačního obvodu ($2 ; 1$) je připojen jednak na první výstup (101^*200) logického bloku (200), jednak na první výstup ($1^*2 ; 2m-1$) $2m$ -ltého indikačního obvodu ($2 ; 2m-1$), až na první výstup ($1^*2 ; 2n-1$) $2n$ -ltého indikačního obvodu ($2 ; 2n-1$), kdežto první výstup ($1^*2 ; 2$) druhého indikačního obvodu ($2 ; 2$) je připojen jednak na druhý výstup (102^*200) logického bloku (200), jednak na první výstup ($1^*2 ; 2m$) $2m$ tého indikačního obvodu ($2 ; 2m$), až na první výstup ($1^*2 ; 2n$) $2n$ tého indikačního obvodu ($2 ; 2n$), zatímco druhý výstup ($2^*2 ; 1$) prvního indikačního obvodu ($2 ; 1$) je připojen jednak na vstup (1^*31) první předzátěže (31), jednak na druhý výstup (2^*2m-1) $2m$ -ltého indikačního obvodu ($2 ; 2m-1$), až na druhý výstup ($2^*2 ; 2n-1$) $2n$ -ltého indikačního obvodu, kdežto druhý výstup ($2^*2 ; 2$) druhého indikačního obvodu ($2 ; 2$) je připojen jednak na vstup (1^*32) druhé předzátěže (32), jednak na druhý výstup ($2^*2 ; 2n$) $2n$ tého indikačního obvodu ($2m$), až na druhý výstup ($2^*2 ; 2n$) $2n$ tého indikačního obvodu ($2 ; 2n$), přičemž výstup (2^*31) první předzátěže (31) je jednak připojen na nulovou sverku (0^*200) logického bloku (200), jednak na výstup (2^*32) druhé předzátěže (32), přičemž první výstup (101^*200) logického bloku (200) je připojen na první výstup (1^*300) součtového zařízení (300), zatímco druhý výstup (102^*200) logického bloku (200) je připojen na třetí vstup (3^*300) součtového zařízení (300), kdežto nulová sverka (0^*200) logického bloku (200) je připojena jednak na nulovou sverku (0^*100) n fázového zdroje napětí (100), jednak na druhý vstup (2^*300) součtového zařízení (300), přičemž první výstup (101^*300) součtového zařízení (300) je připojen na první vstup (1^*400) užitečné zátěže (400), avšak druhý výstup (102^*300) součtového zařízení (300) je připojen na druhý vstup (2^*400) užitečné zátěže (400), zatímco první vstup (1^*200) logického bloku (200) je totožný se vstupem ($1^*1 ; 1$) prvního spínacího obvodu ($1 ; 1$), kdežto $2m$ -ltý vstup ($2m-1^*200$) logického bloku (200) je totožný se vstupem ($1^*1 ; 2m-1$) $2m$ -ltého spínacího obvodu ($1 ; 2m-1$), až $2n$ tý vstup ($2n^*200$) logického obvodu (200) je totožný se vstupem ($1^*1 ; 2n$) $2n$ tého spínacího obvodu ($1 ; 2n$), přičemž každý třetí výstup z množiny třetích výstupů ($3^*2 ; 1$ a $3^*2 ; 2m-1$ a $3^*2 ; 2m$, až $3^*2 ; 2n$)

prvého indikačního obvodu ($2^1 ; 1$), $2m$ -ltého indikačního obvodu ($2m-1$), $2n$ tého indikačního obvodu ($2 ; 2n$), až $2n$ tého indikačního obvodu ($2 ; 2n$) je připojen na příslušný druhý vstup z množiny druhých vstupů ($2^m 1 ; 1$ a $2^m 1 ; 2m-1$ až $2^m 1 ; 2n$) prvního spínacího obvodu ($1 ; 1$), $2m$ -ltého spínacího obvodu ($1 ; 2n$), podle přímé posloupnosti $\{a_k\}$ postupného spínání spínacích obvodů, která je pro $1 \leq k \leq 2n$ definována vztahem $\{a_k\} = 3 - \text{sign}(k-1) - 2 \text{sign}(n+1-k) + a_{k-1} + 2 + (-1)^k \text{sign}(k-1) \text{sign}(n+1-k)$, zatímco pro $k > 2n$ je každý člen přímé posloupnosti $\{a_k\} = a_{k-2nb}$, kde b je celá část podílu $\frac{k}{2n}$, kdežto k je přirozené číslo, přičemž obecně vypočítaný k -tý člen přímé posloupnosti $\{a_k\}$ udává číslo označení, tedy číslo za druhovým znakem 1 ; spínacího obvodu, který je v řetězci postupného spínání spínacích obvodů bezprostředně následujícím členem vzhledem ke spínacímu obvodu s označením a_{k-1} , přičemž každý čtvrtý výstup z množiny čtvrtých výstupů ($4^m 2 ; 1$ a $4^m 2 ; 2m-1$ až $4^m 2 ; 2n$) prvního indikačního obvodu ($2 ; 1$), $2m$ -ltého indikačního obvodu, až $2n$ tého indikačního obvodu ($2 ; 2n$) je připojen na příslušný třetí vstup z množiny třetích vstupů ($3^m 1 ; 1$ a $3^m 2 ; 2m-1$ až $3^m 1 ; 2n$) prvního spínacího obvodu ($1 ; 1$) $2m$ -ltého spínacího obvodu ($1 ; 2m-1$), až $2n$ tého spínacího obvodu ($1 ; 2n$) podle přímé posloupnosti $\{a_k\}$.

2. Měníč kmitočtu podle bodu 1, vyznačený tím, že každý třetí výstup z množiny třetích výstupů ($3^m 2 ; 1$ a $3^m 2 ; 2m-1$ až $3^m 2 ; 2n$) prvního indikačního obvodu ($2 ; 1$), $2m$ -ltého indikačního obvodu ($2m-1$) až $2n$ tého indikačního obvodu ($2 ; 2n$) je připojen na příslušný druhý vstup z množiny druhých vstupů ($2^m 1 ; 1$ a $2^m 1 ; 2m-1$ až $2^m 1 ; 2n$) prvního spínacího obvodu ($1 ; 1$) $2m$ -ltého spínacího obvodu ($1 ; 2m-1$), až $2n$ tého spínacího obvodu ($1 ; 2n$) podle inverzní posloupnosti $\{a_k\}$ postupného spínání spínacích obvodů, kde inverzní posloupnost $\{a_k\}$ je inverzní vzhledem k přímé posloupnosti $\{a_k\}$, přičemž poslední člen přímé posloupnosti $\{a_k\}$ je prvním členem inverzní posloupnosti $\{a_k\}$, kdežto předposlední člen přímé posloupnosti $\{a_k\}$ je druhým členem inverzní posloupnosti $\{a_k\}$, až první člen přímé posloupnosti $\{a_k\}$ je posledním členem inverzní posloupnosti $\{a_k\}$, kdežto každý čtvrtý výstup z množiny čtvrtých výstupů ($4^m 2 ; 1$ a $4^m 2 ; 2m-1$ až $4^m 1 ; 2n$) prvního indikačního obvodu ($2 ; 1$), $2m$ -ltého indikačního obvodu ($2 ; 2m-1$) až $2n$ tého indikačního obvodu ($2 ; 2n$) je připojen na příslušný třetí vstup z množiny třetích vstupů ($3^m 1 ; 1$ a $3^m 1 ; 2m-1$ až $3^m 1 ; 2n$) prvního spínacího obvodu ($1 ; 1$), $2m$ -ltého spínacího obvodu ($1 ; 2m-1$) až $2n$ tého spínacího obvodu ($1 ; 2n$) podle inverzní posloupnosti $\{a_k\}$.

3. Měníč kmitočtu podle bodu 1, vyznačený tím, že k prvnímu výstupu ($1^m 100$) n -fázového zdroje napětí (100) jsou připojeny vstupy ($1^m k ; 3$ a $1^m 1 ; 4$) třetího spínacího obvodu ($1 ; 3$) a čtvrtého spínacího obvodu ($1 ; 4$), kdežto k druhému výstupu ($2^m 100$) n -fázového zdroje napětí (100) jsou připojeny vstupy ($1^m 1 ; 1$ a $1^m 1 ; 2$) prvního spínacího obvodu ($1 ; 1$) a druhého spínacího obvodu ($1^m 2$), zatímco k m -tému výstupu ($m^m 100$) n -fázového zdroje napětí (100) jsou připojeny vstupy ($1^m 1 ; 2m-1$ a $1^m 1 ; 2m$) $2m$ -ltého spínacího obvodu ($2m-1$) a $2n$ tého spínacího obvodu ($2m$), až k n -tému výstupu ($n^m 100$) n -fázového zdroje napětí (100) jsou připojeny vstupy ($1^m 1 ; 2n-1$ a $1^m 1 ; 2n$) $2n$ -ltého spínacího obvodu ($1 ; 2n-1$) a $2n$ tého spínacího obvodu ($2n$).

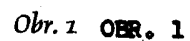
185 875

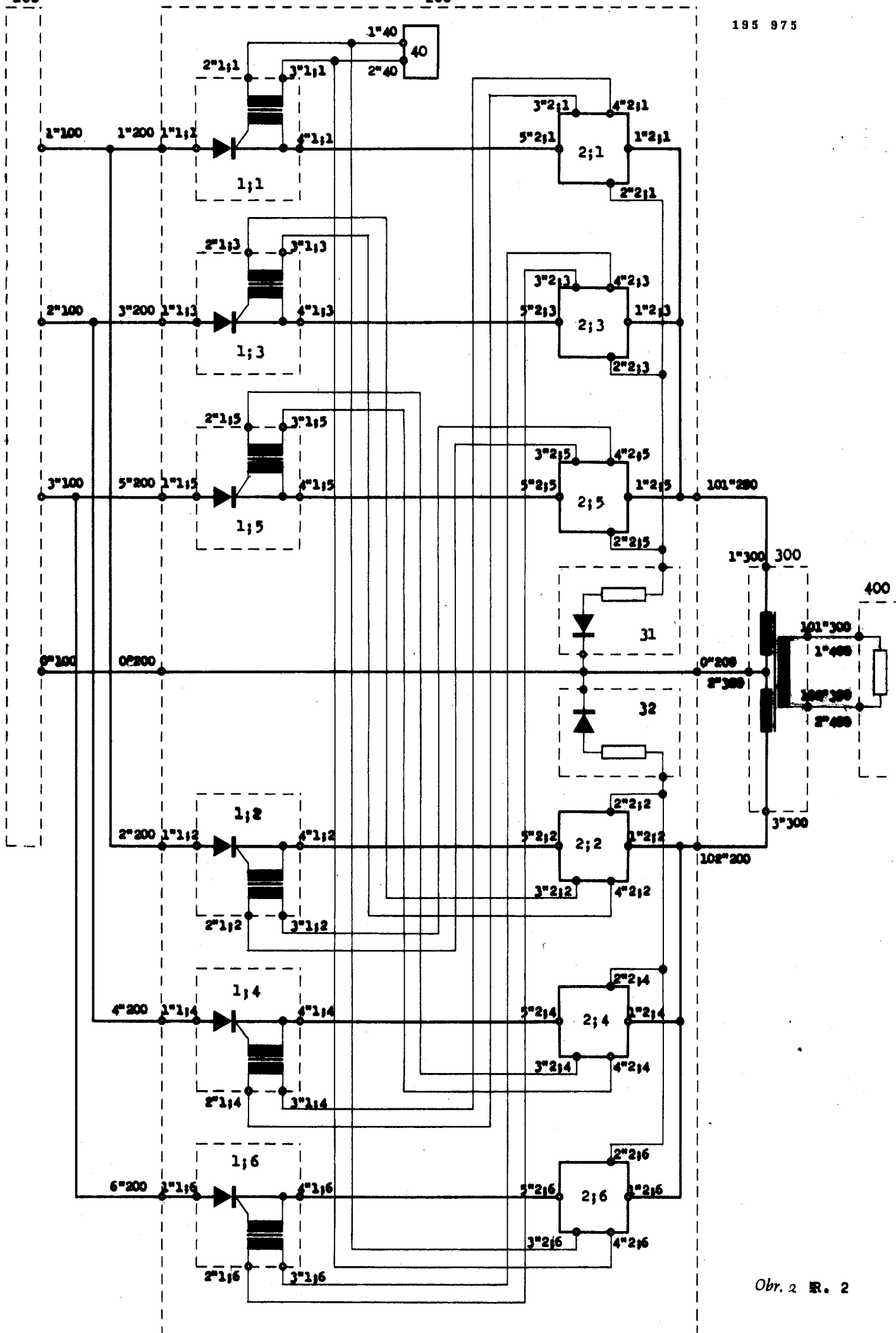
4. Měníč kmitočtu podle bodů 1 až 3, vyznačený tím, že k prvnímu vstupu ($1 \cdot 200$) logického bloku (200) je připojen první výstup ($1 \cdot 120$) $2n$ -fázového zdroje napětí (120), kde n je celé liché číslo, kdežto k $2m$ -lému vstupu logického bloku (200) je připojen $2m$ -lý výstup ($2m \cdot 1 \cdot 120$) $2n$ -fázového zdroje napětí, zatímco k $2n$ -lému vstupu ($2n \cdot 1 \cdot 200$) logického bloku (200) je připojen $2n$ -lý výstup ($2n \cdot 1 \cdot 120$) $2n$ -fázového zdroje napětí (120), přičemž k druhému vstupu ($2 \cdot 200$) logického bloku (200) je připojen druhý výstup ($2 \cdot 120$) $2n$ -fázového zdroje napětí (120), zatímco k $2m$ lému vstupu ($2m \cdot 200$) logického bloku (200) je připojen $2m$ tý výstup ($2m \cdot 120$) $2n$ -fázového zdroje napětí (120), až k $2n$ tému vstupu ($2n \cdot 200$) logického bloku (200) je připojen $2n$ tý výstup ($2n \cdot 120$) $2n$ -fázového zdroje napětí (120).

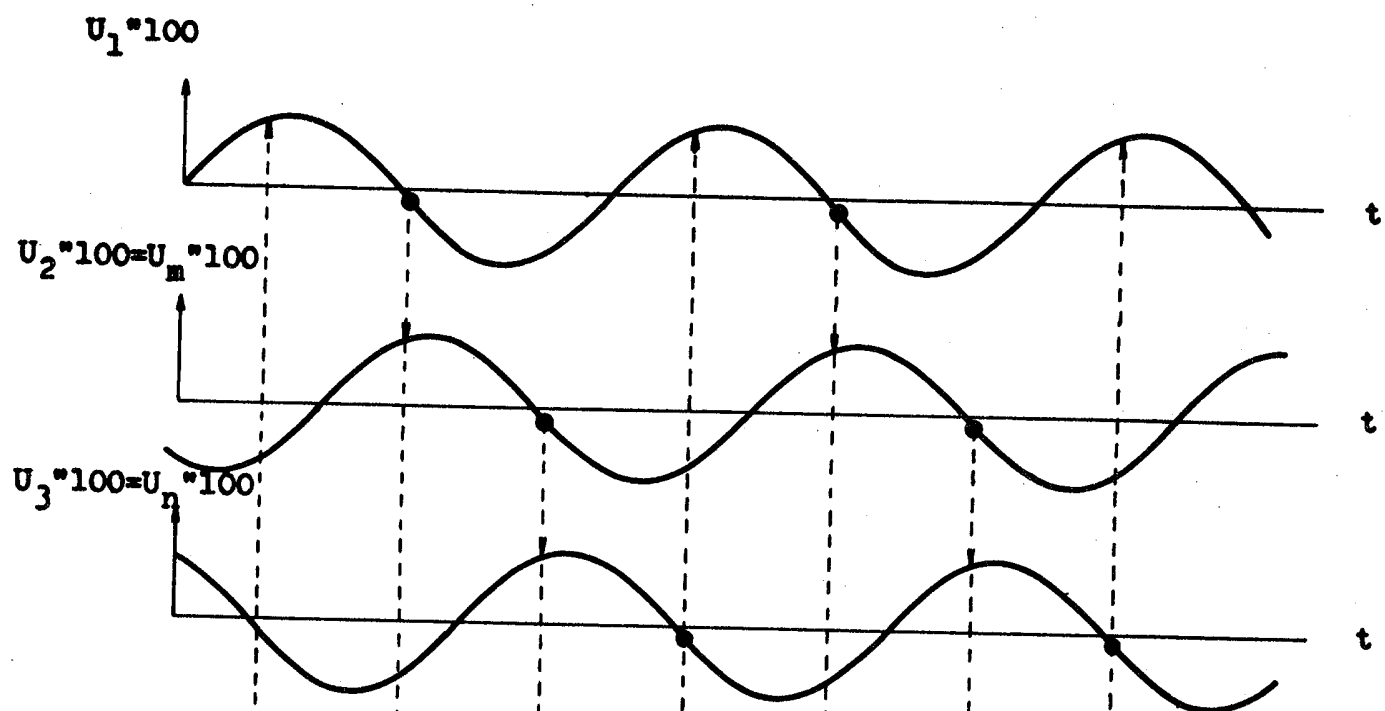
5. Měníč kmitočtu podle bodů 1 až 4, jehož první výstup ($101 \cdot 200$) logického bloku (200) je připojen na první vstup ($1 \cdot 300$) součtového zařízení (300), a jehož nulová sverka ($0 \cdot 200$) logického bloku (200) je připojena na druhý vstup ($2 \cdot 300$) součtového zařízení (300), vyznačený tím, že druhý výstup ($102 \cdot 200$) logického bloku (200) je připojen na první vstup ($1 \cdot 300$) součtového zařízení (300).

6. Měníč kmitočtu podle bodů 1 a 5, vyznačený tím, že součtové zařízení (300) je nahrazeno užitečnou zátěží (400).

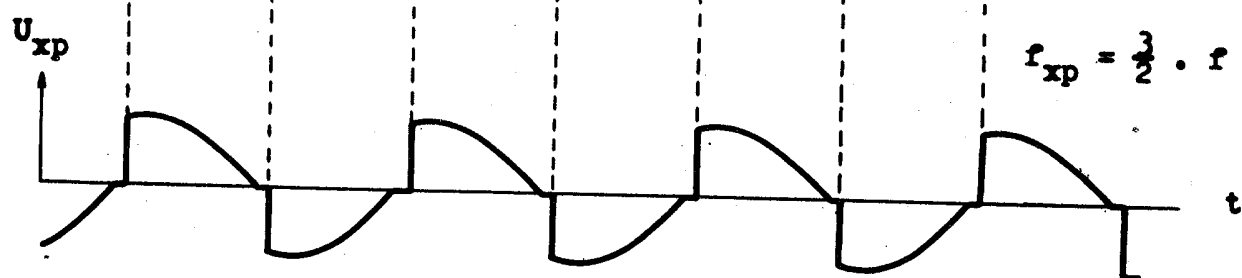
6 výkresů



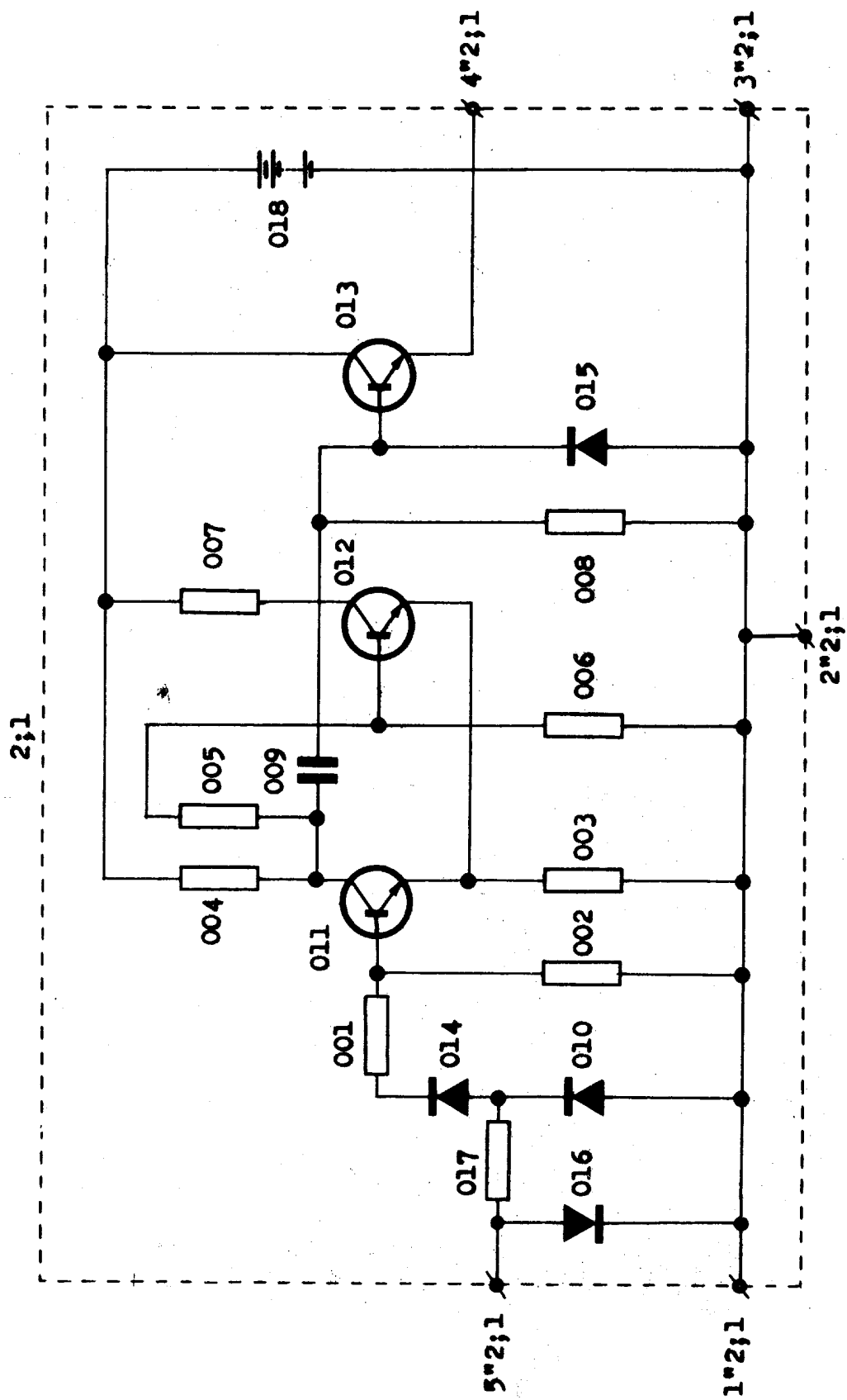




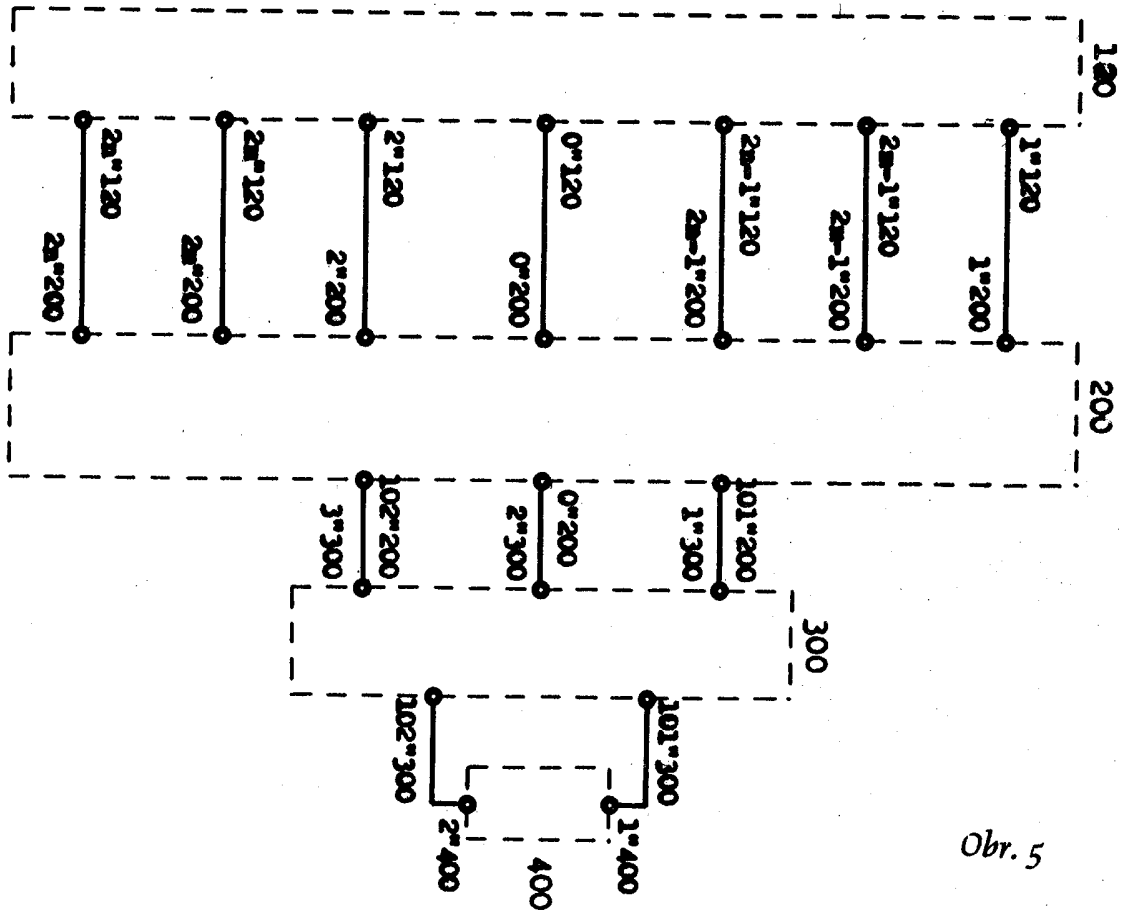
Obr. 3a



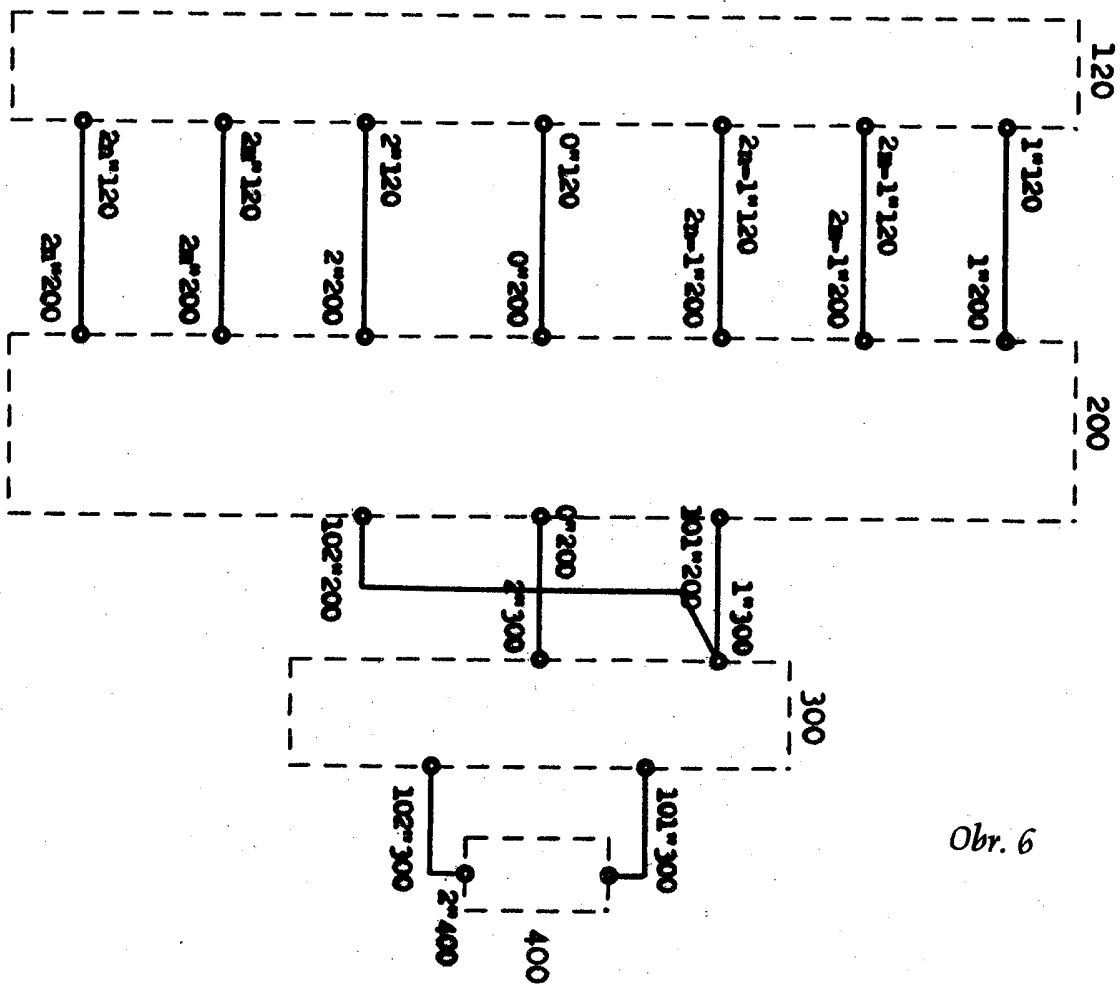
Obr. 3b



Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6