

PATENTOVÝ SPIS

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLového
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2010-657**
(22) Přihlášeno: **02.09.2010**
(40) Zveřejněno: **25.01.2012**
(Věstník č. 4/2012)
(47) Uděleno: **14.12.2011**
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **25.01.2012**
(Věstník č. 4/2012)

(11) Číslo dokumentu:

302 947

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:
H04B 10/00 (2006.01)
H04J 14/00 (2006.01)
H04Q 11/00 (2006.01)
G06F 9/00 (2006.01)
G02F 1/00 (2006.01)

(56) Relevantní dokumenty:

US 2005163430 A1; US 5291505 A; US 2002109878 A1; WO 0186998 A; US 5920412 A.

(73) Majitel patentu:

CESNET, zájmové sdružení právnických osob, Praha 6,
CZ

(72) Původce:

Vojtěch Josef Ing. Ph.D., Praha 5, CZ
Hůla Miloslav Ing., Křivoklát, CZ
Karásek Miroslav Ing. DrSc., Kolin, CZ
Šíma Stanislav Ing. CSc., Sázava, CZ
Radil Jan Ing. Ph.D., Praha 5, CZ

(74) Zástupce:

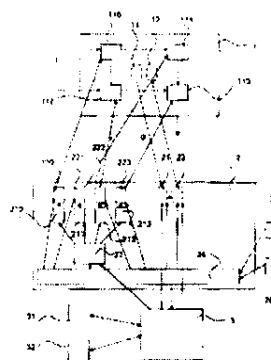
Ing. Hana Dušková, Na Kočově 180, Chotutice, 28103

(54) Název vynálezu:

**Modulární stavebnice zařízení pro variabilní
distribuci, směšování a monitoring optických
signálů v Internetu a jiných sítích**

(57) Anotace:

Modulární stavebnice zařízení pro variabilní distribuci, směšování a monitoring optických signálů v Internetu a jiných sítích je tvořena optickým modulem (1) propojeným s řídicím elektronickým modulem (2) elektronického systému se dvěma redundantními zdroji (25, 26), který je dále propojen s modulem komunikačního počítače (3) opatřeným rozhraním (31) pro komunikaci s uživatelem a rozhraním (32) pro strojovou komunikaci. Optický modul (1) má N optických vstupů a M optických výstupů, kde N a M jsou nenulová přirozená čísla a celkem obsahuje NxM optických přepínacích elementů (110 až 113) 2x2 typu MZI. Každý z nich má dva optické vstupy, dva optické výstupy a jeden elektrický vstup. Optické přepínací elementy (110 až 113) jsou navzájem propojeny do mřížky. Řídicí elektronický modul (2) je tvořen NxM pulzně-širokovými modulátory (210 až 213) připojenými přes modul rozhraní (23) ke komunikačnímu počítači (3) a k bloku (24) distribuce napájení, z nichž každý je svým výstupem připojen na vstup jedné příslušejícího jednoho z NxM napěťových budičů (220 až 223). Napěťové budiče (220 až 223) jsou propojeny přímo s blokem (24) distribuce napájení. Výstup každého z NxM napěťových budičů (220 až 223) je připojen na elektrický vstup jednoho z NxM optických přepínacích elementů (110 až 113).



CZ 302947 B6

Modulární stavebnice zařízení pro variabilní distribuci, směšování a monitoring optických signálů v Internetu a jiných sítích

5 Oblast techniky

Předkládané řešení se týká modulární stavebnice zařízení pro variabilní distribuci, směšování a monitoring optických signálů v Internetu a jiných sítích a spadá do oblasti telekomunikační techniky a služeb.

10

Dosavadní stav techniky

V současných sítích je pro distribuci vysokorychlostních toků, zejména multimediálních, používán stále klasický přístup, kdy jsou datové signály převedeny z optické domény do domény elektrické, tam jsou replikovány a poté zpět konvertovány do domény optické. V elektrické doméně jsou data převedena do formy paketů a replikace je dosaženo kopírováním paketů v paměti. Tato replikace v elektrické doméně je ale velmi náročná, značně zatěžuje zařízení a díky tomu je množství replikovaných toků a počet replikací značně omezen. Replikace v optické doméně je naopak relativně snadná, ovšem všechna dosavadní řešení dosahovala stavu, kdy útlum zařízení, tedy replikátoru, odpovídal útlumu pro maximální dosažitelné dělení.

Pro monitoring více optických signálů je typicky používáno směrových odbočnic s fixním vazebním poměrem, za které je umístěn optický přepínač, který umožňuje automatické měření většího množství optických veličin pomocí jednoho nebo několika málo měřicích přístrojů. Taktéž ke směšování optických signálů se typicky používají směrové odbočnice s fixními vazebními poměry. Variabilní směšování pak nabízejí prvky pracující na základě vlnové délky, kdy vlnové délky zpracovávaných signálů jsou pevně určeny.

Pro prosté přepínání optických signálů se v současné době nejčastěji používají vláknové přepínače založené na mikromechanickém principu. Tato technologie je dobře zvládnutá, ovšem z principu vykazuje omezenou životnost počtem přepnutí, pomalejší přepnutí neboť se jedná o mechanický děj, a zařízení jsou náchylná k rušení vibracemi.

Na nemechanickém principu pak pracují přepínače využívající tepelné závislosti indexu lomu v polymerových materiálech, kde je tepelnou cestou ovlivňováno vedení světla v Y a X větveních. Na nemechanickém principu také mohou pracovat přepínače založené na principu Mach-Zehnderova interferometru (MZI), kde změnou fáze v jedné větvi interferometru lze určit, na který výstup bude vstupní signál směrován. Změny fáze se dosahuje také termálně nebo pomocí elektrického napětí v materiálech typu LiNbO_3 .

V naprosté většině případů je celý přepínač realizován propojením základních jednoduchých přepínacích elementů (1 vstup a 2 výstupy, nebo 2 vstupy a 2 výstupy) do přepínací sítě, např. do sítě typu motýlek nebo Beneš. Tyto sítě byly v minulosti intenzivně studovány a umožňují přepnutí kteréhokoliv ze vstupů na kterýkoliv výstup při minimální spotřebě přepínacích elementů. Přepínací elementy jsou téměř vždy řízeny binárně a tudíž v jeden okamžik je možné vstupní signál přepnout právě na jeden výstup. Takto konstruované přepínací sítě jsou pro distribuci vysokorychlostních signálů nevhodné, a to proto, že neumožňují distribuci signálu z jednoho vstupu na více výstupů.

50

Jsou známa řešení sestávající se z bloku optického, elektronického a komunikačního počítače, kde optický modul je tvořen mřížkou přepínacích elementů. Ta ovšem používají binární typy přepínacích elementů a umožňují tak pouze úplné přepínání signálů. Signály v tomto případě není možno distribuovat do více výstupů nebo směšování z více vstupů.

55

Existují také řešení pro distribuci či odběry vzorků signálů, používající přepínací sítě které kombinují dělicí a přepínací elementy, jak je například popsáno v patentu CZ 300 811. Tyto dělicí elementy ale docilují pouze pevné dělicí poměry a nelze tak měnit dělicí/směšovací poměry a tak pružně reagovat na změněné potřeby distribuce či monitorování optických signálů.

5

Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky zařízení s pevným dělicím/směšovacím poměrem řeší modulární stavebnice zařízení pro variabilní distribuci, směšování a monitoring optických signálů v Internetu a jiných sítích podle předkládaného řešení. Stavebnice je tvořena optickým modulem propojeným s řídicím elektronickým modulem se dvěma redundantními zdroji. Řídicí elektronický modul je propojen s modulem komunikačního počítače, který je opatřen rozhraním pro komunikaci s uživatelem a rozhraním pro strojovou komunikaci. Řídicí elektronický modul obsahuje napájecí část distribuující potřebné napájecí napětí také pro komunikační počítač.

Podstatou nového řešení je, optický modul má N optických vstupů a M optických výstupů, kde N a M jsou nenulová přirozená čísla a celkem obsahuje NxM optických přepínacích elementů 2x2, každý se dvěma optickými vstupy a dvěma optickými výstupy a jedním elektrickým vstupem založených na principu MZI. Tyto optické přepínací elementy využívají převod elektrického signálu na lokální ohřev, který ovlivňuje index lomu a tak způsobuje změnu fáze. Optické přepínací elementy jsou navzájem propojeny do mřížky. Každý optický přepínací element MZI má vyveden jeden elektrický vstup ovládající zpoždění průchodu optického signálu v jedné větvi MZI, optický modul má tedy NxM elektrických vstupů ovládajících jednotlivé přepínací elementy. Řídicí elektronický modul je tvořen NxM pulzně-šířkovými modulátory, označovanými PWM, které jsou připojeny přes modul interface ke komunikačnímu počítači a k bloku distribuce napájení. Každý z PWM modulátorů je svým výstupem připojen na vstup jemu příslušejícího jednoho z NxM napětových budičů, kde tyto napětové budiče jsou propojeny přímo s blokem distribuce napájení. Výstup každého z NxM napětových budičů je pak připojen na elektrický vstup jednoho z NxM optických přepínacích elementů.

V jednom možném provedení může mít optický modul také zabudován snímač teploty umístěný uprostřed do mřížky propojených optických přepínacích elementů a případně lze v jeho blízkosti umístit i termoelektrický stabilizátor teploty. Elektronický modul pak v tomto případě obsahuje obvod pro měření teploty a případně obvod stabilizace teploty.

Optický modul může být vytvořen jako integrovaný do fotonického integrovaného obvodu. Rovněž tak pulzně-šířkové PWM modulátory mohou být implementovány v jednom obvodu, například v hradlovém poli. V případě, kdy je NxM číslo větší než je počet výstupních obvodů hradlového pole, jsou napětové budiče s pulzně-šířkovými PWM modulátory propojeny pomocí expanderů.

Výhodou takto uspořádané modulární stavebnice zařízení pro variabilní distribuci, směšování a monitoring optických signálů v Internetu a jiných sítích je, že umožňuje jak klasické přepínání jeden vstup na jeden výstup, tak také distribuci signálů z jednoho vstupu na více výstupů. Mezi těmito funkcemi lze dynamicky přecházet. Pokud zařízení pracuje v režimu distribuce pak poměr dělení signálu mezi jednotlivé výstupy lze dynamicky měnit. Zařízení naopak může pracovat při záměně vstupů a výstupů v režimu směšování signálů. Dalším možným způsobem je monitoring optických signálů, kde měřený signál prochází ze vstupu na výstup a na druhém výstupu je z něho vydělena část výkonu, která je pak měřena. Dělicí poměr je možno dynamicky měnit.

Přehled obrázku na výkrese

Podstata vynálezu je dále vysvětlena a popsána na základě připojeného výkresu, který znázorňuje
 5 blokové schéma zařízení. Na přiloženém výkrese jsou plnými čarami naznačena elektrická propo-
 jení a přerušovanými čarami propojení optická. Čerchovanými čarami jsou vyznačené bloky
 volitelné.

Pro přehlednost je použito schéma zařízení se dvěma vstupy a dvěma výstupy. V současné době
 10 je úspěšně otestováno zařízení s osmi vstupy a osmi výstupy a dále se šestnácti vstupy a šestnácti
 výstupy.

Příklady provedení vynálezu

15 Modulární stavebnice zařízení pro variabilní distribuci, směšování a monitoring optických signá-
 lů v Internetu a jiných sítích je tvořena optickým modulem 1, řídicím elektronickým modulem 2
 a modulem komunikačního počítače 3. Optický modul 1 má N, zde dva, optické vstupy, které
 jsou označeny I a M, zde dva, optické výstupy, označené O a obsahuje čtyři optické přepínací
 20 elementy 110 až 113 2x2 typu MZI. Použité optické přepínací elementy 110 až 113 jsou opticky
 propojeny do mřížky, která má N řádků a M sloupců. Jeden optický vstup optických přepínacích
 elementů 110, 111 prvního řádku a jeden optický výstup optických přepínacích elementů 111,
113 posledního sloupce zůstává nezapojen. Tyto optické přepínací elementy 110 až 113 využívají
 25 převod elektrického signálu na lokální ohřev, který ovlivňuje index lomu a tak způsobuje změnu
 fáze. Optický modul 1 může mít také zabudován snímač 11 teploty celého modulu, např. termis-
 tor, umístěný uprostřed mřížky tvořené optickými přepínacími elementy 110 až 113. V případě
 osazení snímače 11 teploty lze volitelně zařadit termoelektrický regulátor 12 teploty v blízkosti
 snímače 11 teploty, pro dosažení lepší termální stability. Výhodné je provedení, kde celý optický
 modul 1 je integrován do fotonického integrovaného obvodu.

30 Řídicí elektronický modul 2 obsahuje NxM, zde čtyři, pulzně-šířkové modulátory 210 až 213,
 kde každý je propojen s jedním napěťovým budičem 220 až 223. Výstupy napěťových budičů
220 až 223 jsou připojeny na elektrické vstupy odpovídajících optických přepínacích elementů
110 až 113. Řídicí elektronický modul 2 může obsahovat obvod 21 pro měření teploty optického
 35 modulu 1, který je propojen se snímačem 11 teploty. Obvod 21 pro měření teploty je propojen
 s obvodem 22 stabilizace teploty, který je propojen s termoelektrickým regulátorem 12 teploty.
 Řídicí elektronický modul 2 dále obsahuje modul interface 23, který je propojen s jednotlivými
 pulzně-šířkovými modulátory 210 až 213. Řídicí elektronický modul 2 dále obsahuje blok 24
 distribuce napájení, který zajišťuje redundantní napájení celého zařízení. Blok 24 distribuce napá-
 40 jení je propojen s pulzně-šířkovými modulátory 210 až 213, s napěťovými budiči 220 až 223,
 s modulem interface 23, s obvodem 21 pro měření teploty, obvodem 22 stabilizace teploty a s
 modulem prvního stejnosměrného napájecího zdroje 25 a druhého stejnosměrného napájecího
 zdroje 26.

45 Vzdálenou komunikaci se zařízením a další síťové funkce zajišťuje komunikační počítač 3.
 Komunikační počítač 3 je propojen s blokem 24 distribuce napájecího napětí a s modulem inter-
 face 23. Komunikační počítač 3 je dále propojen s modulem 31 rozhraní pro komunikaci s uživa-
 telem a modulem 32 rozhraní pro strojovou komunikaci, přes drátová a bezdrátová rozhraní,
 např. RS232, Ethernet, WI-FI, GPRS. Komunikační počítač 3 je ve výhodném jednodeskovém
 50 provedení, osazený bezvětrákovým procesorem a diskem bez pohyblivých částí, čímž dochází ke
 zvýšení mechanické odolnosti proti otřesům.

Optický signál respektive signály, které je třeba distribuovat, se přivedou na optické vstupy I
 optického modulu 1, tedy vždy na první optický přepínací element v řádku vytvořené mřížkové
 55 struktury, zde na optické přepínací elementy 110 a 112. Pomocí optického přepínacího elementu

110 nebo 112, podle toho, na který z nich je optický signál přiveden, je možno převést část výkonu optického signálu do prvního sloupce a jím pak na první optický výstup. Zbylá energie je pak dále vedena v příslušném řádku, kde může být opět část směřována do dalšího sloupce a tím na další optický výstup, zde tedy optickým přepínacím elementem 111 a/nebo 113.

Optické přepínací elementy 110 až 113 jsou řízeny elektricky, elektrický signál je přes tepelný účinek převeden na změnu fáze a ta pak ovlivňuje, zda je signál dále přenášen řádkem a nebo je přenesen do sloupce. Elektrické řízení probíhá tak, že přes modul interface 23 se do každého pulzně-šířkového modulátoru 210 až 213 zapíše číslo odpovídající střídě 0 až 100 %. Pulzně-šířkový modulátor 210 až 213 pak generuje signál s touto střídou, který řídí příslušný napět'ový budič 220 až 223, který pak spíná elektrický vstup daného optického přepínacího elementu 110 a 113.

Je-li osazeno elektrické tepelné čidlo 11, pak v součinnosti s obvodem 21 pro měření teploty měří teplotu v matici optických přepínacích elementů 110 až 113.

Je-li osazen termoelektrický stabilizátor teploty 12, pak obvod 22 stabilizace teploty v součinnosti s obvodem 21 pro měření teploty udržuje teplotu optických přepínacích elementů 110 až 113 konstantní.

Pokud se zařízení použije pro směřování, pracuje v opačném směru. Směřované signály jsou přivedeny na optické výstupy O, kde mohou být vybírány poměrné části, které jsou přeneseny na příslušný řádek a tam pak vystupují na některém či některých optických vstupech I.

V jednom výhodném provedení jsou pulzně-šířkové modulátory 210 až 213 implementovány v hradlovém poli. Pokud je NxM velké číslo, větší než počet výstupních obvodů hradlového pole, mohou být na výstupy hradlového pole zařazeny expandery, na jejichž výstupy se teprve zapojují napět'ové budiče 220 až 223.

Průmyslová využitelnost

Toto technické řešení je průmyslově dobře využitelné zejména pro variabilní distribuci, monitoring a směřování vysokorychlostních optických signálů, a to jak v provozním, tak i laboratorním prostředí. Ve srovnání s tradičními řešeními nabízí minimální latence a měnitelné poměry dělení/směřování bez nutnosti manuální obsluhy.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Modulární stavebnice zařízení pro variabilní distribuci, směřování a monitoring optických signálů v Internetu a jiných sítích tvořená optickým modulem (1) propojeným s řídicím elektronickým modulem (2) elektronického systému se dvěma redundantními zdroji (25, 26), který je dále propojen s modulem komunikačního počítače (3), přičemž modul komunikačního počítače (3) je opatřen rozhraním (31) pro komunikaci s uživatelem a rozhraním (32) pro strojovou komunikaci, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že optický modul (1) má N optických vstupů a M optických výstupů, kde N a M jsou nenulová přirozená čísla a celkem obsahuje NxM optických přepínacích elementů (110) až (113) 2x2 typu Mach-Zehnderův interferometr, každý se dvěma optickými vstupy, dvěma optickými výstupy a jedním elektrickým vstupem, kde jsou tyto optické přepínací elementy 2x2 (110) až (113) navzájem propojeny do mřížky a řídicí elektronický modul (2) je tvořen NxM pulzně-šířkovými modulátory (210) až (213) připojenými přes modul interface (23) ke komunikačnímu počítači (3) a k bloku (24) distribuce napájení, z nichž každý je

svým výstupem připojen na vstup jemu příslušejícího jednoho z NxM napětových budičů (220–223), kde napětové budiče (220) až (223) jsou propojeny přímo s blokem (24) distribuce napájení a kde výstup každého z těchto NxM napětových budičů (220) až (223) je připojen na elektrický vstup jednoho z NxM optických přepínacích elementů (110) až (113).

5

2. Modulární stavebnice podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že optický modul (1) je opatřen snímačem (11) teploty umístěným uprostřed do mřížky propojených optických přepínacích elementů MZI (110) až (113) a je propojen s obvodem (21) pro měření teploty.

10

3. Modulární stavebnice podle nároku 2, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že v blízkosti snímače (11) teploty je umístěn termoelektrický regulátor (12) propojený s obvodem (22) stabilizace teploty, který je propojen s obvodem (21) pro měření teploty.

15

4. Modulární stavebnice podle kteréhokoli z nároků 1 až 3, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že optický modul (1) je integrovaný do fotonického integrovaného obvodu.

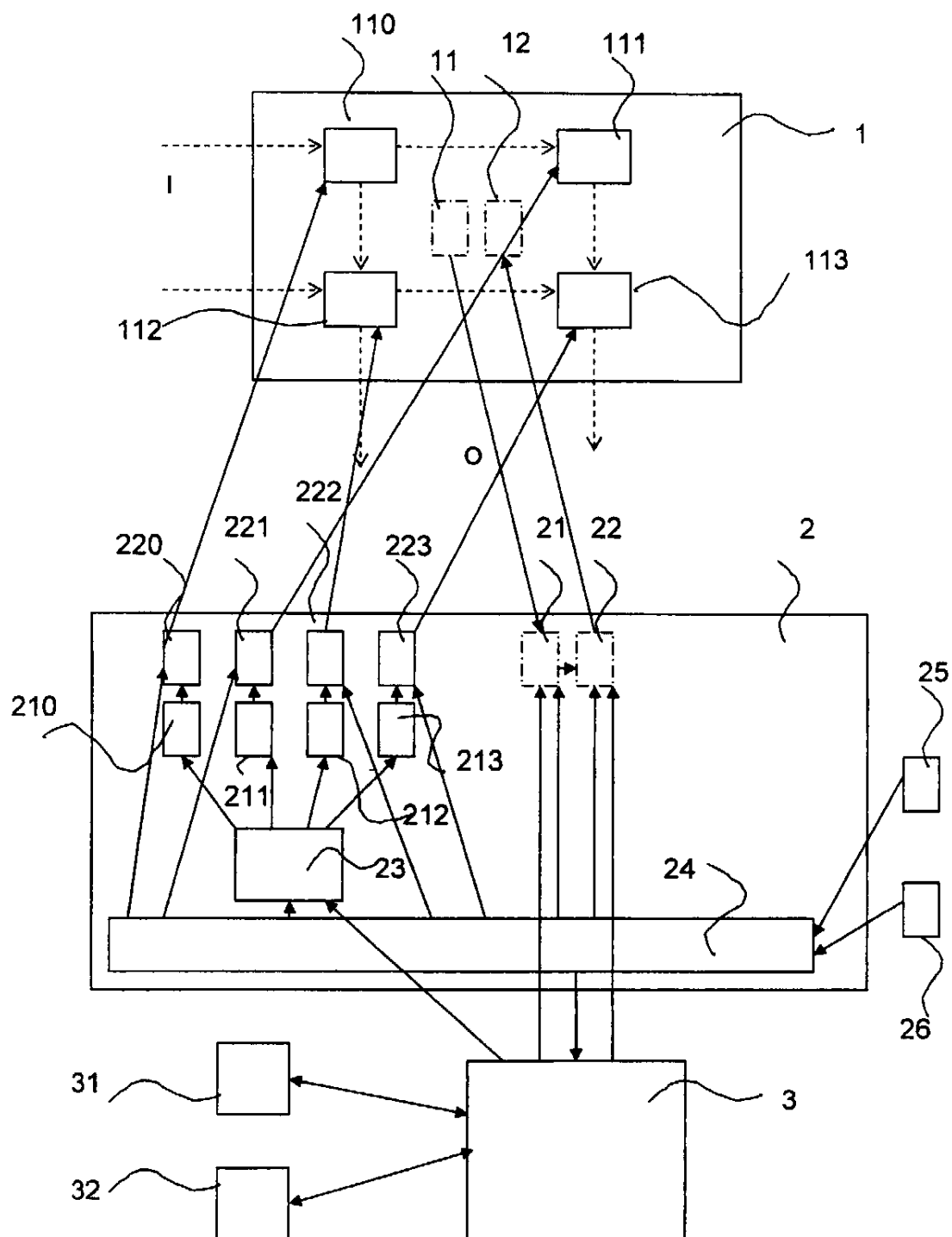
5. Modulární stavebnice podle kteréhokoli z nároků 1 až 4, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že pulzně–šířkové modulátory (210) až (213) jsou implementovány v jednom obvodu v hradlovém poli.

20

6. Modulární stavebnice podle kteréhokoli z nároků 1 až 5, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že v případě, kdy je NxM číslo větší než je počet výstupních obvodů hradlového pole, jsou napětové budiče (220) až (223) s pulzně–šířkovými modulátory (210) až (213) propojeny pomocí expandérů.

25

l výkresy



Obr. 1

Konec dokumentu