



ÚRAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVEDČENIU

204166
(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
G 01 P 5/02

(22) Prihlásené 12 11 77
(21) (PV 7431-77)

(40) Zverejnené 31 07 80

(45) Vydané 15 12 83

(75)
Autor vynálezu KÉRY MIROSLAV ing., ZÁHORIE

(54) Spôsob číslicového merania priestorových zložiek vektoru okamžitej rýchlosti vetra a zariadenie na jeho prevádzanie

1

Predmetom vynálezu je spôsob číslicového merania priestorových zložiek vektoru okamžitej rýchlosti vetra a zariadenie na jeho prevádzanie.

Pri vývoji a skúškach zbraní a munície je potrebné presné vyhodnocovanie účinku vetra na letiace strely. Na meranie rýchlosti a smeru prízemného vetra sa k týmto účelom využívajú v súčasnosti prevažne klasické Lambrechtove anemometre, umiestňované na viacerých miestach pozdĺž dráhy strely. Ich nevýhodou je, že veľkosť a orientáciu priečnej a pozdĺžnej zložky vektoru vetra, ktorých znalosť je pre vyhodnotenie účinku vetra na letiacu strelu potrebná, nemerajú priamo. Tieto zložky vektoru vetra sa musia z nameranej rýchlosti a smeru určiť nepriamo, výpočtom. Pri skúškach reaktívnych striel a pomalých riadených striel protitankových, sa doposiaľ nevyhodnocuje účinok vertikálnej zložky, pretože nie je k dispozícii vhodný anemometer. Ďalšou nevýhodou vrtulkových anemometrov je závislosť ich presnosti na stave opotrebovania ložísk a ozubených súkolí. Pri častom premiestňovaní v teréne je tiež nevýhodná váha a rozmery pomerne robustných snímačov. Z veľkého počtu ostatných známych spôsobov merania rýchlosti prúdenia vzduchu, založených napríklad na využití jeho

2

dynamických vlastností, na ochladzovaní vyhrievaných platínových drôtikov, termistorov či pozistorov, využívajúcich značkovanie prúdiaceho vzduchu vhodnými plynmi, ohrievaním, ionizáciou v elektrostatickom poli, či rádioizotopmi, pomocou tenzometrov alebo laseru, nenašiel v uvedenej oblasti, ale ani v meteorológii uplatnenie doposiaľ prakticky žiaden z nich. Problémom je buď chýlostivosť alebo zložitosť zariadenia a tým obmedzenie na laboratórne podmienky, vo väčšine prípadov však neschopnosť merať smer prúdenia vo voľnom prostredí. Väčšina doposiaľ známych metód merania rýchlosti prúdenia vzduchu, je použiteľná totiž iba v prípade, ak sú snímače umiestnené v meracej trubici a poloha snímačov vzhľadom k osi prúdenia sa nemení.

Uvedené nevýhody sú ešte výraznejšie pri meraní priečnej zložky vetra pre korekciu strelby z pohybujúceho sa tanku, alebo obrneného transportéra. V takejto aplikácii sa vyžaduje navyše i mimoriadna mechanická odolnosť anemometra proti otrasu, prachu, blatu a námraze. Doposiaľ je pre priamu montáž na vežu tanku známe použitie vrtulkového anemometra, termóanemometra a anemometra s fluidným snímačom. Nevýhody vrtulkového anemometra sú uvedené vyššie, termóanemometer vyžaduje zložitú elektro-

niku pre korekciu nelineárnej snímačkej charakteristiky a jeho použitie je účelné iba v prípade, keď je tank vybavený palubným počítačom. Nevýhodou anemometra s fluidným snímačom je, že k činnosti vyžaduje tlakový zásobník vzduchu pre vytvorenie referenčného prúdu a nie je odolný proti blatu a námraze.

Problém priameho merania ortogonálnych zložiek vektoru okamžitej rýchlosti vetra rieši a vyššie uvedené nevýhody odstraňuje spôsob číslicového merania podľa vynálezu, ktorého podstata spočíva v tom, že sa pomocou protihľých ultrazvukových recipročných sond vo vzduchu v mieste merania vetra elektrickými kmitmi vybudia a snímajú ultrazvukové impulzy, pričom so číslicovo meria čas t_1 vymedzený prechodom ultrazvukového impulzu medzi protihľými sondami vzdialenými L_1 , v smere osi x pravouhlého súradnicového systému xyz , čas t_2 proti smeru osi x , čas t_3 vymedzený prechodom ultrazvukového impulzu medzi inými dvoma protihľými sondami vzdialenými L_2 , v smere osi y , čas t_4 proti smeru osi y , čas t_5 vymedzený prechodom ultrazvukového impulzu medzi ďalšími dvoma protihľými sondami vzdialenými L_3 , v smere osi z , čas t_6 proti smeru osi z , a veľkosť a orientácia zložky w_x vektoru rýchlosti vetra v smere osi x sa určuje zo vzťahu

$$w_x = \frac{L_1}{2} \left(\frac{1}{t_1} - \frac{1}{t_2} \right),$$

veľkosť a orientácia zložky w_y vektoru rýchlosti vetra v smere osi y sa určuje zo vzťahu

$$w_y = \frac{L_2}{2} \left(\frac{1}{t_3} - \frac{1}{t_4} \right),$$

veľkosť a orientácia zložky w_z vektoru rýchlosti vetra v smere osi z sa určuje zo vzťahu

$$w_z = \frac{L_3}{2} \left(\frac{1}{t_5} - \frac{1}{t_6} \right).$$

Výhodou takéhoto spôsobu merania je, že umožňuje konštrukciu jednoduchého snímača bez meracích trubíc a bez pohyblivých častí. Zvlášť výhodný je pre presné vyhodnotenie účinku vetra na letiace strely, pri skúškach zbraní a munície, pretože umožňuje pri orientácii jeho osi x do smeru streľby, merať priamo pozdĺžnu i priečnu zložku vektoru rýchlosti vetra. Navrhovaný anemometer umožňuje meranie všetkých troch priestorových zložiek vektoru rýchlosti vetra, a tým aj komplexnejšie vyhodnotenie účinku vetra na letiace objekty, čo je

výhodné zvlášť pri skúškach reaktívnych striel a pomalých riadených striel. Veľmi výhodné využitie ultrazvukového anemometra je na meranie priečnej zložky vektoru rýchlosti vetra pre korekciu streľby z pohybujúceho sa tanku, alebo obrneného transportéra. Na meranie postačí jediná dvojica ultrazvukových sond upevnených napríklad na tankovej veži kolmo na os hlavne. Takéto usporiadanie umožňuje meranie priečnej zložky i za jazdy tanku, pričom rýchlosť pohybu tanku, pokiaľ má hlavne namierenú v smere jazdy, nemá na meranie žiaden vplyv. Ultrazvukový anemometer podľa vynálezu umožňuje v porovnaní s vrtuľkovými anemometrami podstatné zvýšenie mechanickej odolnosti, presnosti, zníženie prahu citlivosti a predĺženie životnosti. Jeho výhodou v porovnaní s termoanemometrom je, že má lineárnu snímaciu charakteristiku a nevyžaduje preto zložitý kompenzátor. Výhodou v porovnaní s fluidným anemometrom je, že nevyžaduje zvláštny tlakový zásobník vzduchu a je odolnejší proti účinkom prachu, blata a námrazy. Výsledok merania je nezávislý na tlaku, teplote, vlhkosti a ostatných fyzikálnych vlastnostiach vzduchu. Priamy číslicový výstup je výhodný pre automatizáciu vyhodnocovania merania, napríklad pri napojení na palubný počítač tanku.

Spôsob merania horizontálnych zložiek vektoru rýchlosti vetra je bližšie objasnený na obr. 1 a 2, zariadenie na prevádzanie tohto spôsobu je znázornené na obr. 3 a 4. Nech bodový zdroj Z zvukového rozruchu umiestnený v horizontálnej rovine xy vyšle v čase $t = 0$ zvukový impulz; príslušná tlaková vlna prejde miestom pozorovateľa P v určitom čase t (obr. 1), takže rýchlosť šírenia sa rozruchu v smere ZP je:

$$v' = \frac{L}{t}$$

kde L je vzdialenosť medzi zdrojom zvuku Z a pozorovateľom P . Zvuk sa však vo vzduchu šíri vo všetkých smeroch rovnakou rýchlosťou v , nie vzhľadom na zdroj Z , ale vzhľadom na súradnicovú sústavu, ktorá sleduje pohyb vzduchu ako celku. Preto stred S vzduchom sa šíriacej guľovej tlakovej vlny v čase t , bude v mieste s polohovým vektorom $r = v \cdot t$ a polomer gule bude $v \cdot t$. Z obr. 1 vyplýva vzťah:

$$v' = v \cdot \cos \beta + w \cdot \cos \alpha \quad (1)$$

Ultrazvukové sondy 1, 2, 3, 4 sú umiestnené v horizontálnej rovine xy . Na tvare meinčov pritom nezáleží, pretože podľa Huygensovho princípu čelo vlnoplochy ľubovoľného tvaru tvorí vždy obálka elementárnych guľových vlnoploch a ku vzťahu (1) možno dospieť sledovaním šírenia ktorejkoľvek z nich. Uvažujme nasledovný merací cyklus:

1. Sonda 1 vyšle ultrazvukový impulz, sonda 2 ho prijme za čas t_1 .
2. Sonda 2 vyšle ultrazvukový impulz, sonda 1 ho prijme za čas t_2 .
3. Sonda 3 vyšle ultrazvukový impulz, sonda 4 ho prijme za čas t_3 .
4. Sonda 4 vyšle ultrazvukový impulz, sonda 3 ho prijme za čas t_4 .

Potom vychádzajúc zo vzťahu (1) možno napísať:

$$t_1 = \frac{L_1}{v \cdot \cos \beta + w_x} \quad t_2 = \frac{L_1}{v \cdot \cos \beta - w_x} \quad (2)$$

$$t_3 = \frac{L_2}{v \cdot \cos \beta + w_y} \quad t_4 = \frac{L_2}{v \cdot \cos \beta - w_y} \quad (3)$$

kde $w_x = w \cdot \cos \alpha$, $w_y = w \cdot \sin \alpha$, sú horizontálne zložky vektoru rýchlosti vetra, L_1 je vzdialenosť sond 1 a 2, L_2 je vzdialenosť sond 3 a 4. Jednoduchou úpravou rovníc (2) a (3) možno obe zložky vyjadriť pomocou rozdiel u prevrátených hodnôt časov:

$$w_x = \frac{L_1}{2} \left(\frac{1}{t_1} - \frac{1}{t_2} \right) \quad (4)$$

$$w_y = \frac{L_2}{2} \left(\frac{1}{t_3} - \frac{1}{t_4} \right) \quad (5)$$

Z odvodených rovníc je zrejmé, že zložky w_x , w_y vektoru rýchlosti vetra, je možné implicitne vyjadriť pomocou časov t_1 , t_2 , resp. t_3 , t_4 , pričom výsledné vzťahy neobsa-

hujú premennú rýchlosť zvuku v . Meranie vertikálnej zložky w_z je možné pomocou tretej dvojice sond, meraním časov t_5 a t_6 v smere a proti smeru vertikálnej súradnicovej osi z . Veľkosť a orientácia tejto zložky sa určí analogicky ako veľkosť a orientácia horizontálnych zložiek:

$$w_z = \frac{L_3}{2} \left(\frac{1}{t_5} - \frac{1}{t_6} \right) \quad (6)$$

Príklad konkrétneho prevedenia snímača je na obr. 3. Ultrazvukové sondy 1, 2, 3, 4, 5, 6 upevnené v držiaku 7 sú cez analógové spínače 8, 9, 10, 11, 12, 13, pripojené na výstup budiča 27, ktorý generuje elektrické kmity pre budenie sond (obr. 4). Cez analógové spínače 14, 15, 16, 17, 18, 19, sú sondy 1, 2, 3, 4, 5, 6 pripojené na vstup tvarovacieho obvodu 20, ktorý vysielané i prijímané kmity tvaruje na impulzy vhodné pre ovládanie hradla 21 a čítača 22. Čítač 22 postupne meria dĺžku časových intervalov t_1 , t_2 , t_3 , t_4 , t_5 , t_6 , pričom počíta impulzy generované presným generátorom 25. Výsledky merania časov sa číslicovo spracovávajú vo vyhodnocovacej jednotke 23. Veľkosť a znamienko zložiek w_x , w_y , w_z sa indikujú na displeji 24. Činnosť všetkých obvodov je riadená riadiacou logikou 26, napájanie zabezpečuje zdroj 28. Vyhodnocovacia jednotka 23 a riadiaca logika 26 môžu byť realizované napríklad klasickou sekvenčnou logikou, logickým systémom s mikroradičom alebo mikropočítačom.

Ultrazvukový anemometer podľa vynálezu je vhodný i pre použitie v meteorológii. Vyhodnocovacia jednotka 23, ktorá je súčasťou elektroniky anemometra, môže namerané ortogonálne zložky vektoru rýchlosti vetra transformovať do polárnej súradnicovej sústavy a anemometer bude potom merať priamo rýchlosť a smer vetra.

PREDMET VYNÁLEZU

1. Spôsob číslicového merania priestorových zložiek vektoru okamžitej rýchlosti vetra, založený na vyhodnotení účinku vetra na šírenie zvuku, vyznačujúci sa tým, že sa pomocou protiľahlých ultrazvukových recipročných sond vo vzduchu v mieste merania vetra elektrickými kmitmi vybudia a snímajú ultrazvukové impulzy, pričom sa číslicovo meria čas t_1 vymedzený prechodom ultrazvukového impulzu medzi dvoma protiľahlými sondami vzdialenými L_1 , v smere osi x pravouhlého súradnicového sy-

stému xyz, čas t_2 proti smeru osi x , čas t_3 vymedzený prechodom ultrazvukového impulzu medzi inými dvoma protiľahlými sondami vzdialenými L_2 , v smere osi y , čas t_4 proti smeru osi y , čas t_5 vymedzený prechodom ultrazvukového impulzu medzi ďalšími dvoma protiľahlými sondami vzdialenými L_3 , v smere osi z , čas t_6 proti smeru osi z , a veľkosť a orientácia zložky w_x vektoru rýchlosti vetra v smere osi x sa určuje zo vzťahu

$$W_x = \frac{L_1}{2} \left(\frac{1}{t_1} - \frac{1}{t_2} \right),$$

veľkosť a orientácia zložky w_y vektoru rýchlosti vetra v smere osi y sa určuje zo vzťahu

$$W_y = \frac{L_2}{2} \left(\frac{1}{t_3} - \frac{1}{t_4} \right),$$

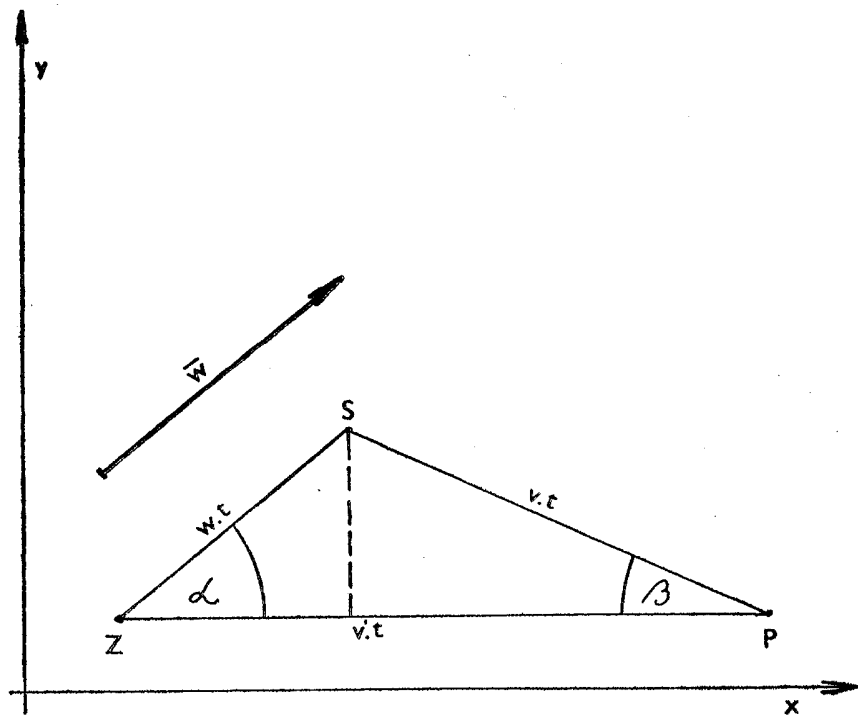
veľkosť a orientácia zložky w_z vektoru rýchlosti vetra v smere osi z sa určuje zo vzťahu

$$W_z = \frac{L_3}{2} \left(\frac{1}{t_5} - \frac{1}{t_6} \right).$$

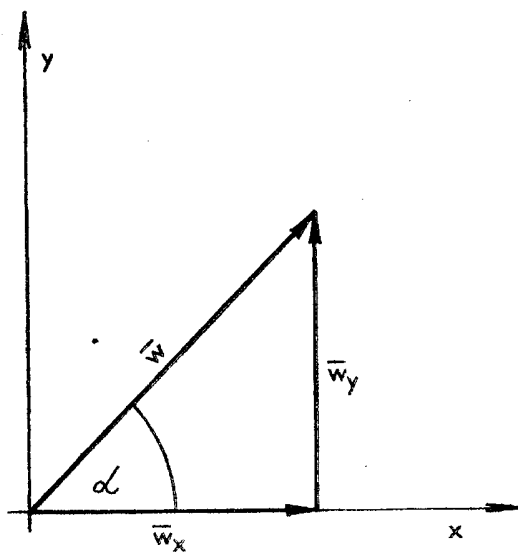
2. Zariadenie na prevádzanie spôsobu me-

rania podľa bodu 1, vyznačujúce sa tým, že pozostáva najmenej z jednej dvojice protiahlych recipročných ultrazvukových sond (1, 2, 3, 4, 5, 6) upevnených v spoločnom držiaku (7) tak, že osi dvojíc sond (1, 2, 3, 4, 5, 6) sú pri meraní orientované v smere osí pravouhlého súradnicového systému, pričom jednotlivé sondy sú cez analógové spínače (8, 9, 10, 11, 12, 13) napojené na výstup budiča (27) a cez ďalšie spínače (14, 15, 16, 17, 18, 19) na vstup tvarovacieho obvodu (20), ktorý je cez hradlo (21) pripojený na vstup čítača (22), výstup čítača (20) je ďalej napojený na vstup vyhodnocovacej jednotky (23), ktorej výstup je napojený na displej (24), pričom riadiace, nulovacie a nastavovacie vstupy budiča (27), tvarovacieho obvodu (20), hradla (21), čítača (22), vyhodnocovacej jednotky (23) a spínačov (8) až (19) sú napojené na výstupy riadiacej logiky (26) a hodinové vstupy hradla (21) a riadiacej logiky (26), sú napojené na výstupy generátora taktovacích impulzov (25).

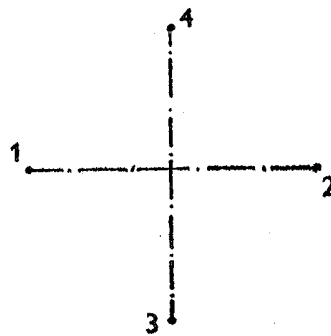
3 listy výkresov

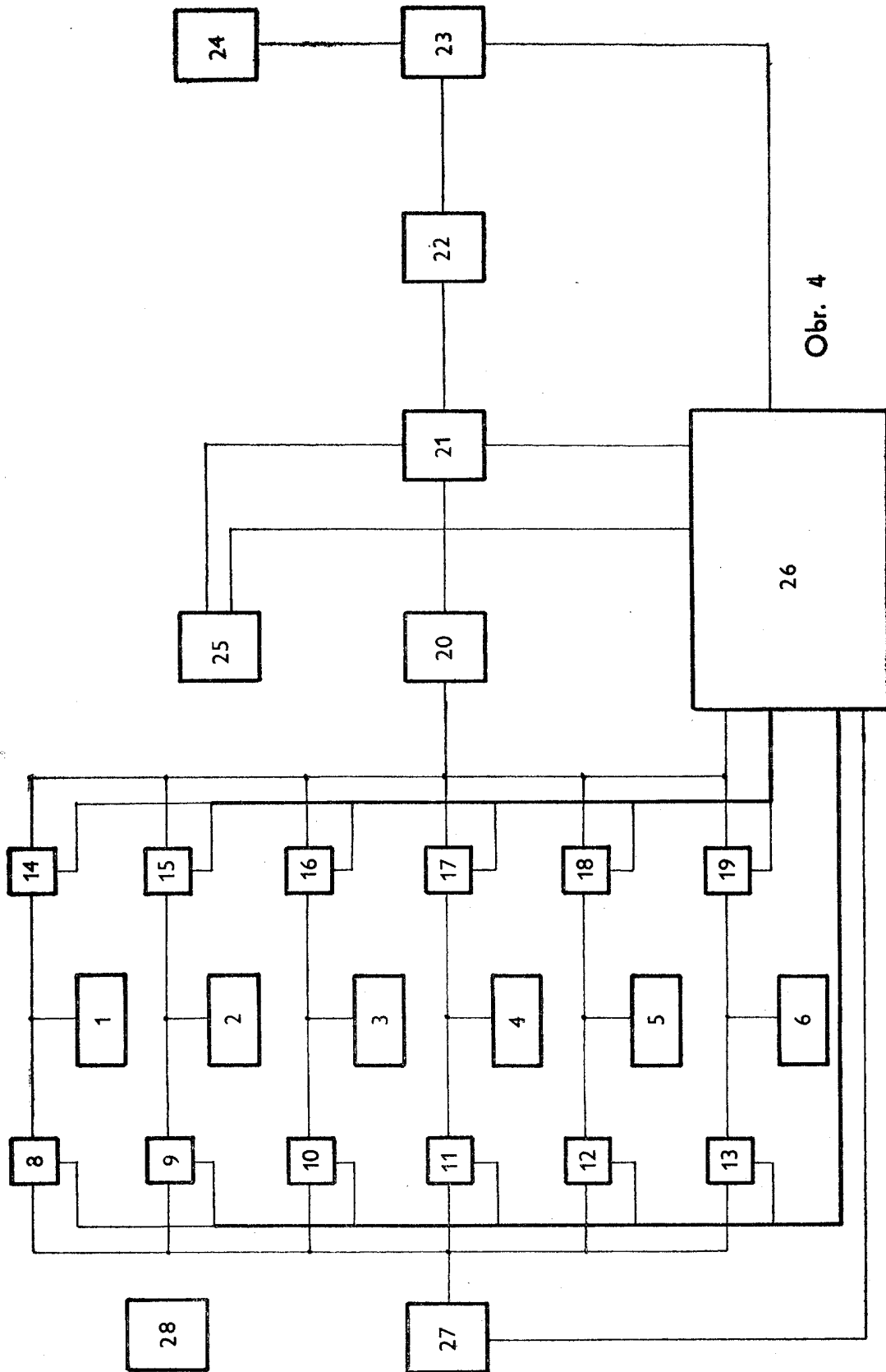


Obr. 1



Obr. 2





204166

