



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

230303
(11) (B1)

(22) Přihlášeno 26 09 78
(21) (PV 6215-78)

(40) Zveřejněno 30 12 83

(45) Vydáno 15 10 86

(51) Int. Cl.³
G 01 P 3/44

(75)
Autor vynálezu

POLÁČEK ANTONÍN ing., DOSTÁL LUDEK ing., CHALOUPKA JAN,
PRAHA

(54) Fotoelektronické čidlo otáček

1

Vynález se týká fotoelektrického čidla otáček, které je vhodné zejména pro aplikace v pohonnářské technice.

Pro měření počtu otáček se dosud běžně používá čidel elektromagnetických, případně i fotoelektronických s monostabilním klopným obvodem.

Uvedená čidla otáček mají však ten společný nedostatek, že nedávají žádný impuls při počtu otáček blízcím se nulové hodnotě a při jedné otáčce za minutu dávají jen velmi malý počet impulsů, takže těmito čidly není v oblasti velmi nízkých otáček možno zajistit spolehlivé snímání otáček. Tato čidla jsou také většinou určena pouze pro nízké otáčky a svým zapojením elektroniky mají značně omezen frekvenční rozsah pulsního výstupu, což znamená, že čidlo má buď velký počet impulsů na jednu otáčku a pracuje pouze v rozsahu nízkých otáček, nebo má pro vyšší pracovní otáčky malý počet impulsů na jednu otáčku. Čidla tohoto provedení také nemohou přesně pracovat v prostředí s velkým tepelným rozsahem, jehož teplota je v rozmezí -40°C až $+55^{\circ}\text{C}$, jako je tomu například v těžkých pracovních podmínkách při rychlostní regulaci trakčních vozidel a podobně.

Výše popsané nedostatky odstraňuje fotoelektronické čidlo podle vynálezu, sestávající

2

cí z impulsního prvku a nejméně ze dvou stejných snímacích členů připojených ke zdroji stejnosměrného napětí, z nichž každý se skládá z vysílače impulsů a vyhodnocovacího obvodu. Podstata vynálezu spočívá v tom, že impulsní prvek je vytvořen dutým cylindrickým kotoučem a fotomaskou. Dutý cylindrický kotouč je na své jedné straně uzavřen dnem, v jehož středu je na své jedné straně uzavřen dnem, v jehož středu je hřídel. V plášti tohoto kotouče jsou vytvořeny podélné otvory. Každý z vysílačů impulsů je uspořádán tak, že proti každé luminiscenční diodě, připojené anodou na první kladný pól zdroje stejnosměrného napájení a katodou na záporný pól téhož zdroje, je umístěn fototranzistor, jehož kolektor je spojen s druhým kladným pólem zdroje stejnosměrného napájecího napětí, jakož i s kolektorem předzesilovacího tranzistoru a emitorem přes odpor se záporným pólem zdroje stejnosměrného napájecího napětí. Zároveň je emitor každého fototranzistoru spojen s bází předzesilovacího tranzistoru, jehož emitor je přes prvou dvojici sériově spojených odporů připojen k zápornému pólu zdroje. Spojovací bod této dvojice sériově spojených odporů je připojen k výstupu vysílače impulsů, který je spojen se vstupem vyhodnocovacího obvodu. Každý z vyhodno-

covacích obvodů je tvořen Schmittovým klopným obvodem připojeným ke druhému kladnému pólu a zápornému pólu zdroje stejnosměrného napájecího napětí. Výstup každého Schmittova klopného obvodu je spojen s anodou první diody, k níž je sériově připojena dvojice sériově spojených odporů spojená s výstupní svorkou čidla. K první a druhé diodě, jež jsou sériově zapojeny, je antiparalelně připojena třetí dioda. Dále je výstup každého Schmittova klopného obvodu spojen sází koncového klopného tranzistoru, jehož kolektor je připojen ke druhému kladnému pólu zdroje, zatímco jeho emitor je přes druhou dvojici sériově spojených odporů připojen k zápornému pólu zdroje. K výstupním svorkám čidla je připojen indikátor směru otáčení tvořený bistabilním klopným obvodem typu D tak, že první výstupní svorka čidla je spojena s data vstupem a druhá výstupní svorka čidla s časovým vstupem. Impulsní prvek a vysílač impulsů jsou vzájemně uspořádány tak, že uvnitř dutého cylindrického kotouče jsou ve svislém směru za sebou umístěny luminiscenční diody. Zároveň je do prostoru mezi dutým cylindrickým kotoučem a každým fototranzistorem, umístěným proti luminiscenční diodě, umístěna fotomaska. Fototranzistory jsou umístěny rovněž za sebou ve svislém směru.

Fotomaska má osm obdélníkových otvorů. Tyto jsou uspořádány v podélné ose fotomasky ve dvou šikmých řadách po čtyřech otvorech. Celková délka obou šikmých řad odpovídá délce podélných otvorů dutého cylindrického kotouče, přičemž každá šikmá řada má vzhledem ke své podélné ose jednotlivé otvory vzájemně posunuty o jednu čtvrtinu rozteče podélných otvorů dutého cylindrického kotouče. Vzájemný posuv mezi oběma šikmými řadami je vzhledem k podélné ose fotomasky jedna osmina rozteče podélných otvorů cylindrického kotouče.

Výhodou fotoelektrického čidla otáček podle vynálezu je, že dovoluje plně využít frekvenční možnosti fototranzistorů a připojením dalších dvojic snímacích členů je možno získat co nejvíce impulsů na jednu otáčku, čím je umožněno provádět co nejpresněji měření, jak při libovolně nízkých rychlostech otáčení, kdy se počet otáček za minutu blíží k nulové hodnotě, tak i při otáčkách, kdy jejich počet za minutu dosahuje až do hodnot řádově 10^4 .

Dále toto fotoelektronické čidlo nedovoluje přetížení svého výstupu, čímž je zabezpečeno proti zkratu a současně je chráněno i proti vnějším rušivým vlivům možných indukovaných napětí.

Fotoelektronické čidlo otáček podle vynálezu pracuje spolehlivě i v prostředí s velkým tepelným rozsahem, jehož teplota je v rozmezí -40°C a $+55^\circ\text{C}$.

Na připojení výkresu je schematicky znázorněn příklad provedení fotoelektronického

čidla otáček podle vynálezu, ve kterém znázorňuje:

- obr. 1 — schéma fotoelektronického čidla pro dvě řady impulsů, u kterého je připojen indikátor 20 směru otáčení;
- obr. 2 — princip uspořádání impulsního prvku;
- obr. 3 — fotomasku s osmi obdélníkovými otvory;
- obr. 4 — schéma zapojení vysílače impulsů;
- obr. 5 — fázový posuv dvou řad impulsů při obou směrech otáčení.

Fotoelektronické čidlo otáček se skládá z impulsního prvku 1 a ze dvou stejných snímacích členů. Ke zdroji stejnosměrného napájecího napětí je připojeno přes jeho první i druhý kladný pól P_1 , P_2 , jakož i přes záporný pól N. Podle obr. 1 snímací členy sestávají z prvního a druhého vysílače 7, 7' impulsů a prvního a druhého vyhodnocovacího obvodu 6, 6'.

První vyhodnocovací obvod 6 obsahuje první Schmittův klopný obvod 13, první, druhou a třetí diodu 14, 15, 16 prvního vyhodnocovacího obvodu 6, druhou dvojici sériově spojených odporů 17 prvního vyhodnocovacího obvodu 6 a první koncový výkonový tranzistor 18. Druhý vyhodnocovací obvod 6' obsahuje druhý Schmittův klopný obvod 13', první, druhou a třetí diodu 14', 15', 16' druhého vyhodnocovacího obvodu 6', druhou dvojici sériově spojených odporů 17' druhého vyhodnocovacího obvodu 6' a druhý koncový výkonový tranzistor 18'.

Uvedené části jsou uspořádány tak, že vstup každého Schmittova klopného obvodu 13, 13' je spojen s výstupem vysílače 7, 7' impulsů a výstup s anodou první diody 14, 14', k níž je sériově připojena druhá dioda 15, 15', jejíž katoda je přes spojovací bod druhé dvojice sériově spojených odporů 17, 17' připojena k první a druhé výstupní svorce A, A' čidla. K této dvojici sériově spojených diod 14, 15 a 14', 15' je antiparalelně připojena třetí dioda 16, 16'. Dále je výstup Schmittova klopného obvodu 13, 13' spojen sází koncového výkonového tranzistoru 18, 18', jehož kolektor je připojen ke druhému kladnému pólu P_2 zdroje stejnosměrného napájecího napětí. Jeho emitor je přes druhou dvojici sériově spojených odporů 17, 17' připojen k zápornému pólu N zdroje stejnosměrného napájecího napětí. Na obrázku 4 je pro jednoduchost znázorněno provedení pouze prvního vysílače 7 impulsů, který je ke zdroji stejnosměrného napájecího napětí připojen tak, že anoda první luminiscenční diody 8 je spojena s prvním kladným pólem P_1 zdroje a její katoda se záporným pólem N zdroje, k němuž je přes odpor 11 připojen emitor prvního fototranzistoru 9, jehož kolektor je spojen s druhým kladným pólem

P2 zdroje. Zároveň je emitor prvního fototranzistoru **9** spojen sází předzesilovacího tranzistoru **10**, majícího svůj emitor připojený přes první dvojici sériově spojených odporů **12** k zápornému pólu **N** zdroje. Spojovací bod této dvojice sériově spojených odporů **12** je výstupem prvního vysílače **7** impulsů. S druhým kladným pólem **P2** zdroje je předzesilovací tranzistor **10** spojen přes kolektor.

Podle obr. 2 je impulsní prvek **1** vytvořen dutým cylindrickým kotoučem **2** a fotomas-kou **5**. Dutý cylindrický kotouč **2** má na jedné straně dno, v jehož středu je hřídel **4**, a jeho plášť je po obvodu opatřen rovnoměrně rozloženými podélnými otvory **3**. Uvnitř kotouče **2** jsou jako zdroj infračerveného záření umístěny první a druhá luminiscenční dioda **8**, **8'**. V prostoru mezi dutým cylindrickým kotoučem **2** a prvním a druhým fototranzistorem **9**, **9'** je umístěna fotomaska **5**. Luminiscenční diody **8**, **8'** jsou konstrukčně uspořádány tak, aby tvořily sloupec, který je vložen do kotouče **2** v jeho axiálním směru.

Luminiscenční diody **8**, **8'** mohou být na stejnosměrné napětí připojeny buď individuálně přes předřadné odpory, nebo mohou být vzájemně sériově zapojeny.

Fototranzistory **9**, **9'** jsou rovněž konstrukčně uspořádány do sloupce a jsou umístěny vně kotouče **2** tak, aby na jejich báze přes podélné otvory **3** kotouče **2** a fotomasku **5** dopadalo infračervené záření luminiscenčních diod **8**, **8'**.

Fotomaska **5** musí mít nejméně dva obdélníkové otvory, například **a**, **c**. Na obr. 3 je uvedena fotomaska **5** s osmi obdélníkovými otvory **a** až **h**, která je univerzální a slouží jak pro fotoelektronické čidlo otáček se dvěma stejnými snímacími členy, tak i pro jejich vícenásobnou sestavu, to je se čtyřmi nebo i osmi stejnými snímacími členy. Otvory **a** až **h** jsou uspořádány v podélné ose fotomasky **5** ve dvou šikmých řadách po čtyřech otvorech **a**, **c**, **e**, **g** a **b**, **d**, **f**, **h**, přičemž celková délka obou šikmým řad odpovídá délce podélných otvorů **3** dutého cylindrického kotouče **2**. Každá šikmá řada má vzhledem ke své podélné ose jednotlivé otvory **a**, **c**, **e**, **g** a **b**, **d**, **f**, **h** vzájemně posunuty o jednu čtvrtinu rozteče **X** podélných otvorů **3** kotouče **2** a vzájemný posuv mezi oběma šikmými řadami je jedna osmina rozteče **X** podélných otvorů **3** kotouče **2** vzhledem k podélné ose fotomasky **5**. Tím vznikne řada osmi obdélníkových otvorů **a** až **h**, jejichž vzájemný posuv je vzhledem k podélné ose fotomasky **5** jedna osmina uvedené rozteče **X**.

V případě připojení více dvojic snímacích členů, které musí být vždy pouze v počtu 2^n ($n=1,2,3,\dots$), zvýší se úměrně i počet luminiscenčních diod **8**, **8'** a počet fototranzistorů **9**, **9'** rovněž na 2^n . Také počet obdélníkových otvorů **a** až **h** ve fotomasce **5** lze tímto způsobem zvýšit. Jak již bylo v před-

chozím uvedeno, může být fotomaska **5** s více otvory **a** až **h** použita i u čidla s menším počtem připojených dvojic snímacích členů, jako například fotomaska **5** s osmi otvory **a** až **h** i u jedné dvojice snímacích členů, to je při dvou luminiscenčních diodách **8**, **8'** a dvou fototranzistorech **9**, **9'**, kdy se z osmi obdélníkových otvorů **a** až **h** vyberou s ohledem na požadovaný fázový posuv výstupních signálů například otvory **a**, **b**. Tyto otvory **a**, **b** jsou určeny pro fázový posuv $\pi/4$, to je 45° elektrických. Proti každému z těchto otvorů **a**, **b** je umístěna jedna luminiscenční dioda **8** a jeden fototranzistor **9**. V případě použití obdélníkových otvorů **a**, **c** fotomasky **5** bude fázový posuv $\pi/2$, to je 90° elektrických.

Při vícenásobné sestavě dvojic snímacích členů, kdy je potřeba většího počtu impulsů na jednu otáčku, je možno například použít sestavu čtyř stejných snímacích členů, to je dvou dvojic, přičemž fázový posuv výstupních signálů na výstupních svorkách **A**, **A'** obou dvojic bude $\pi/2$ a budou využity otvory **a**, **c**, **e**, **g** fotomasky **5**. Při sestavě osmi stejných snímacích členů, to je čtyř dvojic, bude na výstupních svorkách **A**, **A'** všech čtyř dvojic vzájemný fázový posuv výstupních signálů $\pi/4$, to je 45° elektrických. V tomto případě budou využity otvory **a** až **h** fotomasky **5**, které jsou seřazeny podle vzájemného fázového posuvu. Proti každému v těchto příkladech uvedených otvorů **a** až **h** je vždy z jeho jedné strany umístěna luminiscenční dioda **8**, **8'** i další a z druhé strany tranzistor **9**, **9'** i další. Ve všech těchto příkladech jde o fázové posuvy výstupních pulsních signálů s přibližnou střídou 1, přičemž přesný fázový posuv se týká vzeštných hran obdélníkového signálu, což je znázorněno na obr. 5, kde směr otáčení **s** je označen šipkami.

Při použití jedné dvojice snímacích členů připojí se k výstupním svorkám **A**, **A'** data vstup **D** a časový vstup **T** indikátoru **20** směru otáčení. V tomto případě je však nutno, aby vzájemný fázový posuv obou výstupních signálů byl $\pi/2$, to je 90° elektrických. Při odpojení více dvojic snímacích členů, to je tehdy, když je požadavek na násobení výstupních impulsů na jednu otáčku, připojí se vstupy **D**, **T** indikátoru **20** směru k výstupním svorkám **A**, **A'** kterékoliv dvojice snímacích členů, na nichž je výstupní signál rovněž vzájemně posunut o $\pi/2$. Analogové nebo číslicové zařízení pro vyhodnocení počtu otáček se při připojení více snímacích členů spojí s výstupními svorkami **A**, **A'** všech připojených dvojic snímacích členů.

Indikátor **20** směru otáčení je tvořen bistabilním klopným obvodem typu D. Bistabilním klopným obvodem typu D se rozumí logický bistabilní klopný obvod, opatřený data vstupem **D** a časovým vstupem **T**. Na data vstup **D** se přivádí vyhodnocený logický signál, kdežto na časový vstup **T** ča-

sový signál. K vyhodnocení signálu na data vstupu **D** dojde pouze v okamžiku příchodu časového signálu na časový vstup **T**. To znamená, že ke změně výstupního signálu bistabilního klopného obvodu dochází též v okamžiku příchodu časového signálu. Indikátor **20** směru otáčení je opatřen první a druhou výstupní svorkou **Q** a **Q**.

Funkce fotoelektronického čidla otáček je pro jednoduchost popsána pouze se jedním snímacím členem.

Při otáčení dutého cylindrického kotouče **2** s podélnými otvory **3** je přerušován světelný tok infračerveného záření první luminiscenční diody **8**, které dopadá přes jeden z obdélníkových otvorů **a** až **h** fotomasky **5** na bázi prvního fototranzistoru **9**. Tím vznikají světelné impulsy, které jsou prvním fototranzistorem **9** přeměněny na impulsy elektrické. Tyto impulsy jsou zesíleny předzesilovacím tranzistorem **10** vysílače **7** impulsů a v prvním vyhodnocovacím obvodu **6** jsou pomocí prvního Schmittova klopného obvodu **13** vytvořeny přesné obdélníkové

impulsy se střídou přibližně 1. Současně se provádí ochrana výstupního signálu při případném přetížení nebo zkratu dvojicí sériově zapojené první a druhé diody **14**, **15** prvního vyhodnocovacího obvodu **6**. Třetí diodou **16** prvního vyhodnocovacího obvodu, která je zapojena antiparalelně k dvojici diod **14**, **15** se provádí ochrana signálu proti rušivým špičkám, naindukovaným vně snímacího členu v okamžiku, kdy výstupní signál má nulovou hodnotu.

Fotoelektronické čidlo otáček umožňuje plně využít frekvenční možnosti fototranzistorů **9**, **9'**, která je podle jejich současných parametrů 8 až 10 kHz. S ohledem na tyto parametry vyplývá vztah mezi počtem podélných otvorů **3** na kotouči **2** a maximálními měřenými otáčkami. Například čidlo s dutým cylindrickým kotoučem **2** se 128 podélnými otvory sestavené z 8 snímacích členů dává na jednu otáčku po zpracování čtyř dvojic výstupů **A**, **A'** souvislou řadu impulsů v počtu $8 \times 128 = 1024$ impulsy.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Fotoelektronické čidlo otáček, sestávající z impulsního prvku a nejméně ze dvou stejných snímacích členů, připojených ke zdroji stejnosměrného napětí, z nichž každý je sestaven z vysílače impulsů a vyhodnocovacího obvodu, vyznačené tím, že impulsní prvek (1) je vytvořen fotomaskou (5) a dutým cylindrickým kotoučem (2) uzavřeným na jedné straně dnem, v jehož středu je hřídel (4), v plášti kotouče (2) jsou vytvořeny podélné otvory (3), každý z vysílačů (7, 7') impulsů je uspořádán tak, že proti každé luminiscenční diodě (8, 8'), připojené anodou na první kladný pól (P1) zdroje stejnosměrného napájecího napětí a katodou na záporný pól (N) téhož zdroje, je umístěn fototranzistor (9, 9'), jehož kolektor je spojen s druhým kladným pólem (P2) zdroje stejnosměrného napájecího napětí, jakož i s kolektorem předzesilovacího tranzistoru (10) a emitor přes odpor (11) se záporným pólem (N) zdroje stejnosměrného napájecího napětí, zároveň je emitor každého fototranzistoru (9, 9') spojen s bází předzesilovacího tranzistoru (10), jehož emitor je přes prvou dvojici sériově spojených odporů (12) připojen k zápornému pólu (N) zdroje a spojovací bod této dvojice sériově spojených odporů (12) je připojen k výstupu vysílače (7, 7') impulsů, který je spojen se vstupem vyhodnocovacího obvodu (6, 6'), tvořeného Schmittovým klopným obvodem (13, 13') připojeným ke druhému kladnému pólu (P2) a zápornému pólu (N) zdroje stejnosměrného napájecího napětí, výstup každého Schmittova klopného obvodu (13, 13') je spojen s anodou první diody (14, 14'), k níž je sériově připojena druhá dioda (15, 15'), jejíž katoda je přes spojovací bod druhé

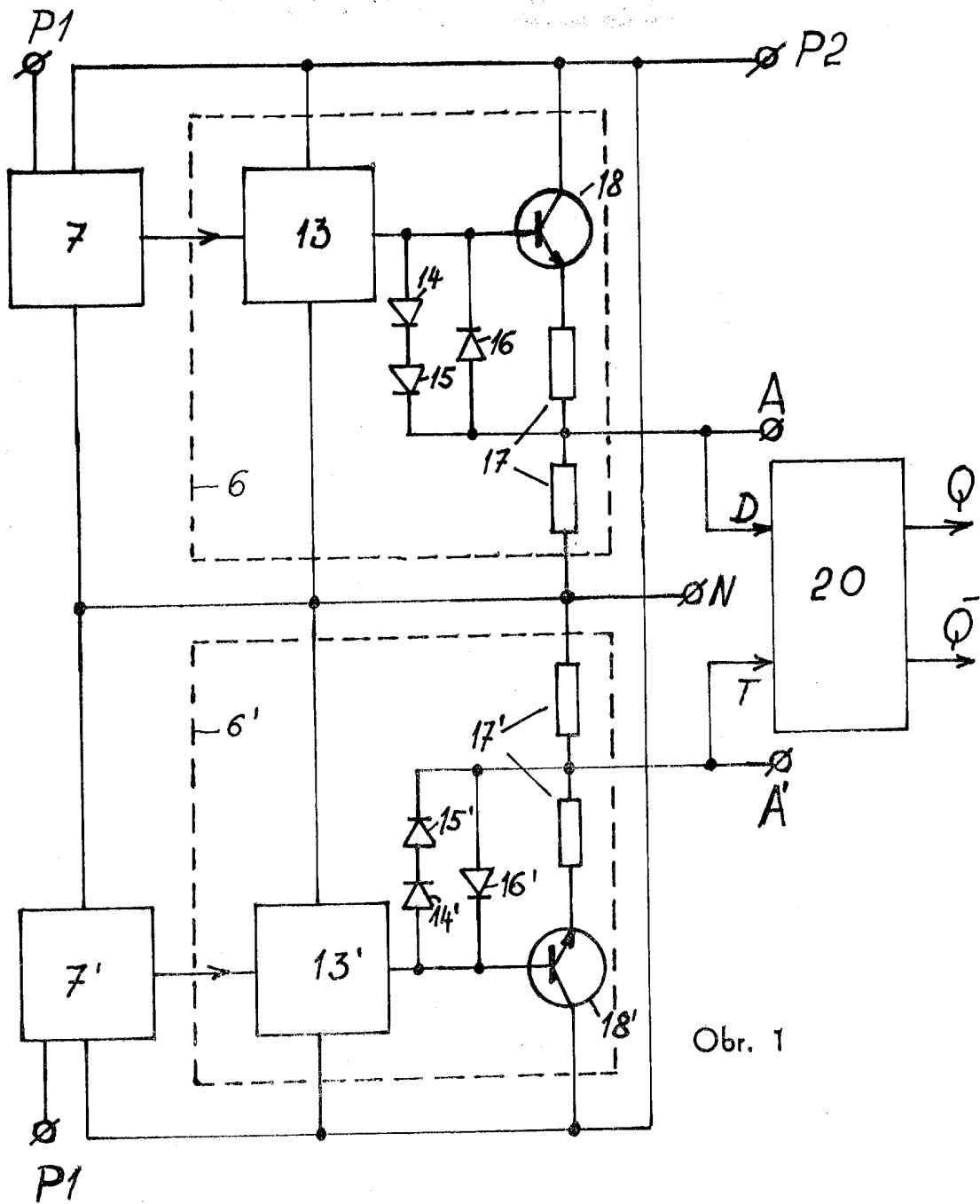
dvojice sériově spojených odporů (17, 17') spojena výstupní svorkou (A, A'), přičemž ke každé dvojici sériově zapojených diod (14, 15; 14', 15') je antiparalelně připojena třetí dioda (16, 16'), dále je výstup každého Schmittova klopného obvodu (13, 13') spojen s bází koncového výkonového tranzistoru (18, 18'), jehož kolektor je připojen ke druhému kladnému pólu (P2) zdroje, zatímco jeho emitor je přes druhou dvojici sériově spojených odporů (17, 17') připojen k zápornému pólu (N) zdroje, k výstupním svorkám (A, A') čidla je připojen indikátor (20) směru otáčení tvořený bistabilním klopným obvodem typu D tak, že první výstupní svorka (A) čidla je spojena s jeho data vstupem (D) a druhá výstupní svorka (A') čidla s jeho časovým vstupem (T), impulsní prvek (1) a vysílač (7) impulsů jsou vzájemně uspořádány tak, že uvnitř dutého cylindrického kotouče (2) jsou ve svislém směru za sebou umístěny luminiscenční diody (8, 8'), přičemž do prostoru mezi dutým cylindrickým kotoučem (2) a fototranzistorem (9, 9'), umístěnými proti luminiscenčním diodám (8, 8') a uspořádanými rovněž ve svislém směru za sebou, je umístěna fotomaska (5).

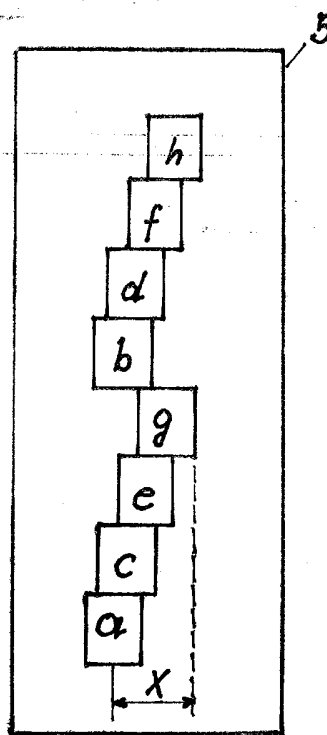
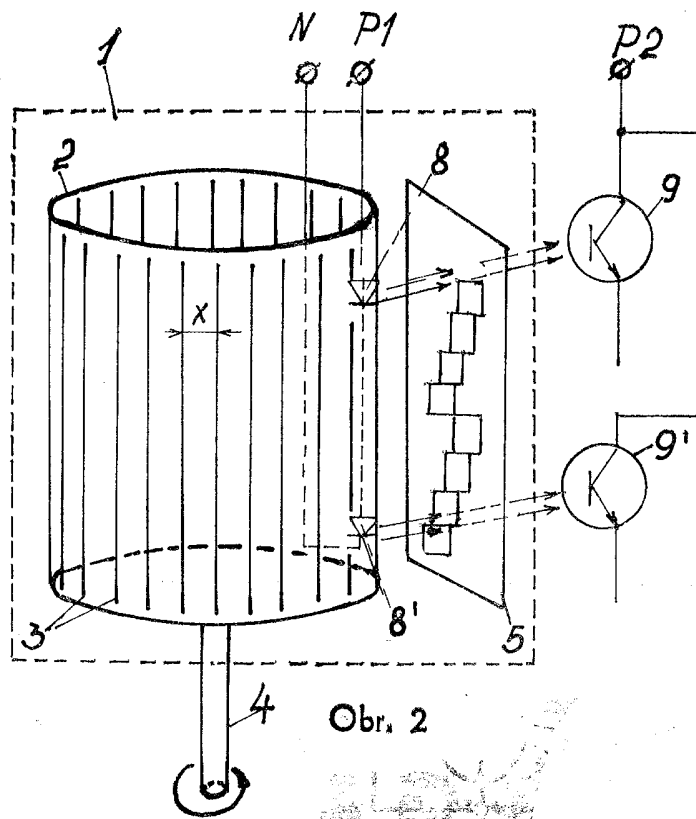
2. Fotoelektronické čidlo otáček podle bodu 1, vyznačené tím, že fotomaska (5) má osm obdélníkových otvorů (a až h) uspořádaných v podélné ose fotomasky (5) ve dvou šikmých řadách po čtyřech otvorech (a, c, e, g) a (b, d, f, h) a celková délka obou šikmých řad odpovídá délce podélných otvorů (3) dutého cylindrického kotouče (2), přičemž každá šikmá řada má vzhledem ke své podélné ose jednotlivé ot-

vory (a, c, e, g) a (b, d, f, h) vzájemně posunuty o jednu čtvrtinu rozteče (X) podélných otvorů (3) dutého cylindrického kotouče (2) a vzájemný posuv mezi oběma

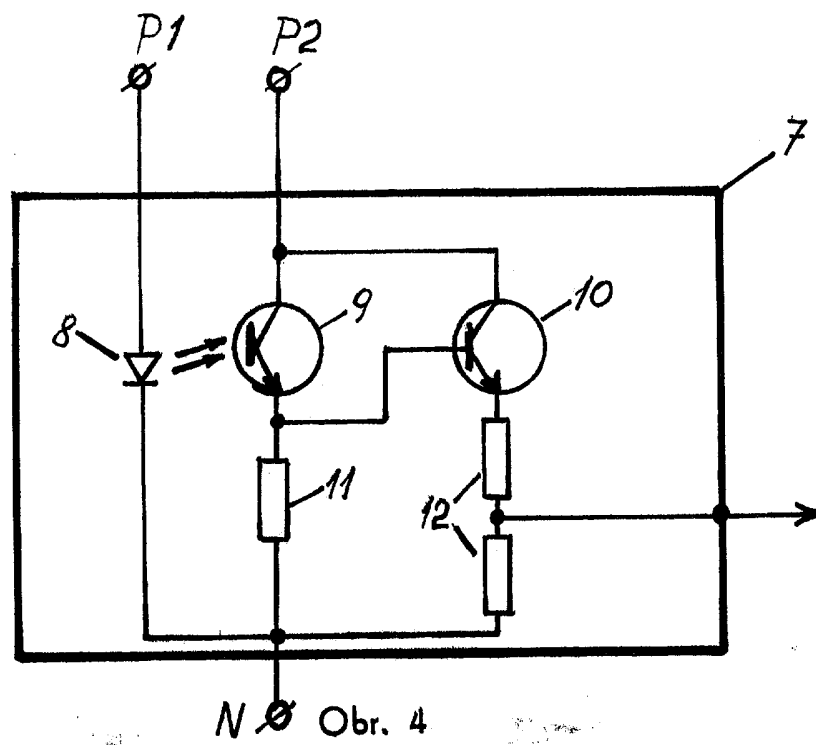
šikmými řadami je vzhledem k podélné ose fotomasky (5) jedna osmina rozteče (X) podélných otvorů (3) dutého cylindrického kotouče (2).

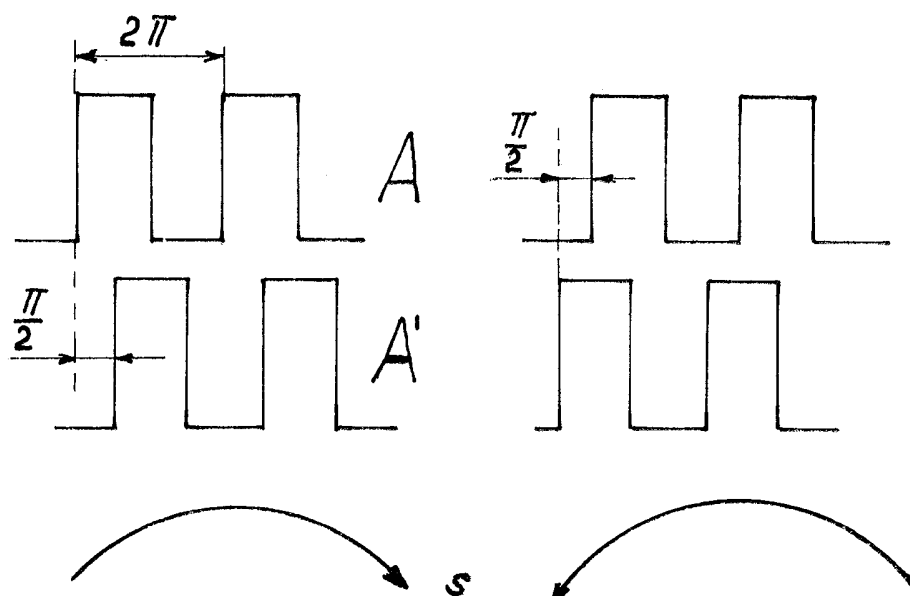
4 listy výkresů





Obr. 3





Obr. 5