



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

219315

(11)

(B2)

(22) Přihlášeno 07 05 75
(21) (PV 3201-75)

(40) Zveřejněno 25 06 82

(45) Vydáno 15 07 85

(51) Int. Cl.³
H 03 K 13/32

(72) (73)
Autor vynálezu
a současně
majitel patentu

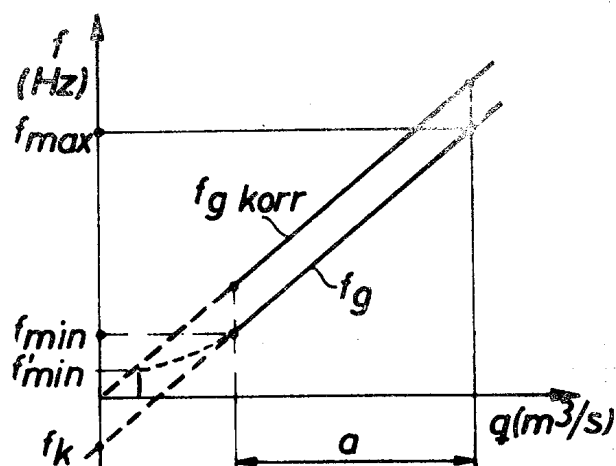
GRIVÉRUS BERNDT, TOR LENNART, TÄBY (Švédsko)

(54) Způsob a zařízení pro korekci výstupních signálů číslicového převodníku

1

Vynález se týká způsobu korekce výstupních signálů číslicového převodníku, který převádí fyzikální veličiny pomocí impulsového sledu, přičemž charakteristika převodníkové frekvence jako funkce fyzikální veličiny je v pracovní oblasti přímková a mimo pracovní oblasti převodníku protíná souřadnici udávající frekvenci převodníku mimo počátek souřadnic, přičemž podstata vynálezu spočívá v tom, že korekční frekvence se superponuje na převodníkovou frekvenci (f_g) za účelem obdržení korigované převodníkové frekvence ($f_{g \text{ korr}}$), přičemž korekční frekvence (f_k) se nastaví tak, aby výsledná charakteristika procházela počátkem souřadnic, přičemž korekční impulsy se přivádějí do zařízení po projití převodníkového impulsu, zatímco časově totožné nebo blízké převodníkové a korekční impulsy se odědí do dvou odlišných impulsů.

2



Obr. 2

Vynález se týká způsobu a zařízení pro korekci výstupních signálů číslicového převodníku, který převádí fyzikální veličiny pomocí impulsového sledu, přičemž charakteristika převodníkové frekvence jako funkce sledované fyzikální veličiny je v pracovní oblasti přímková a mimo pracovní oblasti převodníku protíná souřadnici udávající frekvenci převodníku mimo počátek souřadnic.

V mnohých případech dodávají přesně pracující měřicí přístroje výstupní signály, které jsou s měřenou veličinou v lineárním vztahu. Hovoří se přitom o tzv. měřicí charakteristice měřicího přístroje, to znamená o křivce, která znázorňuje signál v závislosti na měřených hodnotách znázorněných přímkou. Následkem tření, některých dalších fyzikálních vlivů a některých vlastností měřicích přístrojů, jsou výstupní signály ve skutečnosti nepřímo úměrné měřeným proměnným. Jinak řečeno, charakteristika měřicího přístroje, nebo její prodloužení neprobíhá počátkem souřadnic grafického znázornění, ale poněkud stranou. Tato skutečnost způsobuje těžkosti obzvláště v době, kdy převodník vysílá impulsní sled, který je počítán a registrován pomocí sčítacího zařízení nebo počítače, které pracují proporcionálně.

Vynález si klade za úkol vytvořit způsob a zařízení, pomocí nichž je možno korigovat sled impulsů vysílaných převodníkem tak, aby tento sled byl přímo a přesně úměrný měřeným hodnotám v celé pracovní oblasti převodníku.

Tento úkol splňuje a nedostatky známých způsobů a zařízení odstraňuje způsob korekce výstupních signálů číslicového převodníku podle vynálezu, jehož podstatou je, že korekční frekvence se superponuje na převodníkovou frekvenci za účelem obdržení korigované převodníkové frekvence, přičemž korekční frekvence se nastaví tak, aby výsledná charakteristika procházela počátkem souřadnic, přičemž korekční impulsy se přivádějí do zařízení po projití převodníkového impulsu, zatímco časově totožné nebo blízké převodníkové a korekční impulsy se oddělí do dvou odlišných impulsů.

Podle dalšího významu vynálezu se korekční impulsy, které se superponují na převodníkový impuls, ohraničí maximálním počtem, klesne-li frekvence převodníkových impulsů pod minimální hodnotu pracovní oblasti.

Dále se po každém převodníkovém impulsu vysílají korekční impulsy po dobu větší než je $t_{\max} = 1/f_{\min}$, nebo se po každém převodníkovém impulsu vysílají korekční impulsy o počtu menším než $n = f_k/f_{\min}$.

Dalším významem vynálezu je, že po každém převodníkovém impulsu se vyšlou pro superpozici korekční impulsy, jejichž počet n je maximálně $f_k/f_{\min}$ nebo se rovná celému číslu N a K přímo nad nebo pod touto hodnotou, přičemž vysílání N a K korekč-

ních impulsů se střídavě řídí tak, aby se průměrná hodnota celkového počtu těchto impulsů na každý korekční impuls rovnala číslu n .

Uvedený způsob korekce výstupních signálů číslicového převodníku podle vynálezu lze provádět zařízením, obsahujícím impulsní generátor pro výrobu korekčních impulsů, rovněž podle vynálezu, jehož podstatu spočívá v tom, že generátor korekčních impulsů je zapojen na první vstup hradla, na jehož druhý vstup je připojen převodník, přičemž výstup hradla je zapojen na první vstup korekčního obvodu, k jehož druhému vstupu je připojen výstup převodníku.

Podle dalšího významu zařízení podle vynálezu hradlo obsahuje propust, jejíž výstup je připojen na součinnové hradlo.

Dále je podle vynálezu korekční obvod tvořen kombinovaným dělicím a sčítacím obvodem, který obsahuje součtové hradlo, připojené svým jedním vstupem na výstup převodníku a svým druhým vstupem na výstup korekčních impulsů korekčního obvodu a svým výstupem na vstupy dvou impulsových generátorů, přičemž první impulsový generátor je připojen na výstup kombinovaného dělicího a sčítacího obvodu a druhý impulsový generátor je svým výstupem spojen se součtovým hradlem přes měnič a první součinnové hradlo a současně přes druhé součinnové hradlo a paměť, která je spojena s druhým impulsovým generátorem.

Kromě toho dalším významem je, že před vstupy součtového hradla jsou zapojeny měniče přiváděných signálů v jehlové impulsy.

Výhodou způsobu a zařízení podle vynálezu je, že obvod generátoru pro korekční impulsy je možno nastavit pro ovlivnění frekvence korekčních impulsů, a tím kompenzovat změněné vnější podmínky. Tím je pak možno eliminovat vlivy na naměřené výsledky. Tak například v průtokoměru může změna teploty ovlivnit viskozitu protékající kapaliny, a tím způsobit chybu měření. Tuto chybu je pak možno uvedeným zapojením korigovat, přičemž korekční impulsy jsou závislé na teplotě. Dále je možno pomocí změny frekvence korekčních impulsů eliminovat i různé výrobní rozdíly převodníků stejného typu a provést jejich nejvhodnější nastavení.

Vynález bude dále popsán pomocí výkresů, kde značí obr. 1 příklad přímkové měřicí charakteristiky, udávající závislost frekvence převodníkových impulsů na měřené veličině, na obr. 2 je znázorněna oprava měřicí charakteristiky podle vynálezu, na obr. 3 je znázorněn impulsní diagram superponovaných převodníkových a korekčních impulsů podle vynálezu, na obr. 4 je znázorněno jednoduché blokové schéma korekčního zapojení k provádění způsobu podle vynálezu, na obr. 5 a 6 je znázorněn impulsní diagram superponovaných převodníkových a korekčních impulsů odpovídající dvěma al-

ternativním způsobům provedení zapojení podle obr. 4, na obr. 7 je znázorněno blokové schéma podle obr. 4 v podrobném znázornění, na obr. 8 je znázorněn impulsní diagram, ze kterého je odvozen tvar převodníkových a korekčních impulsů, na obr. 9 je znázorněn impulsový diagram se superpozicí převodníkových a korekčních impulsů, na obr. 10 je znázorněno blokové schéma oddělovacího a sčítacího zařízení, které je detailem ze zapojení podle obr. 7.

Nevýhody známého stavu techniky, který byl výše uveden, jsou patrné z obr. 1. Obr. 1 znázorňuje měřicí charakteristiku přístroje, u kterého může být tento vynález použit. U tohoto měřicího přístroje jde o měřicí převodník, který produkuje impulsový sled, přičemž frekvence impulsů je přímo úměrná měřené veličině. Jako příklad vezmeme průtokoměr pro měření průtoku q (m^3/sec), u kterého je převodník představován rotorem nebo jiným rotačním tělesem. Frekvence (Hz) rotoru se pak měří známým způsobem. Jako charakteristiku pak obdržíme přímku, na obrázku znázorněnou **A**. Počátek přímky **A** je dán souřadnicemi $f_{\min}$ a $q_{\min}$. Tato hodnota znázorňuje nejmenší průtok, který je možno v praxi změřit. Jinak řečeno $q_{\min}$ udává spodní hranici měřené pracovní oblasti. Prodloužíme-li tuto přímku **A** (čárkovaná čára), pak tato protne svislou souřadnici v bodě **p** představující hydraulické ztráty. Přitom je třeba poznamenat, že existují i případy, u kterých přímková charakteristika protíná svislou osu i nad počátkem souřadnic, jak je znázorněno na obr. 1 přímkou **A'** a bodem **p'**. Tento případ je vlastní pro různé fyzikální měřicí převodníky. Pokud jde o průtokoměry, tento jev se uplatňuje u hydrodynamického oscilátoru na příklad Wirkleova průtokoměru, který nemá pohyblivé části a jehož měřicí charakteristika prochází nad počátkem souřadnic. V souvislosti s vynálezem není podstatné, protíná-li měřicí charakteristika svislou souřadnici nad nebo pod počátkem souřadnic v bodě **p**, resp. **p'**, což bude odvozeno v následujícím textu.

Pro reprodukci frekvence **f** se použije integrovaný, přímo ukazující přístroj, například součtový čítač převodníkových impulsů. Impulsy jsou zpracovány v tomto čítači známým způsobem. Protože čára **A** je přímka, je frekvence impulsů **f** přímo úměrná průtoku **q**. Přímka **A** neprochází počátkem souřadnic, z čehož plyne, že frekvence **f** impulsů není přímo úměrná procházejícímu průtoku **q**. Čítač registruje přijaté, úměrné signály, přičemž jeho vlastní charakteristika prochází počátkem souřadnic. Pro kompenzaci této odchylky se čítač nastaví normálním způsobem tak, že jeho charakteristika (čára **B** na obr. 1) má takovou strmost α , že protíná charakteristiku **A** převodníku v bodě daném souřadnicí q_{med} , která udává střed požadované pracovní oblasti. To znamená, že činitel úměrnosti čítače je

$$K = \text{tg } \alpha.$$

Při tomto způsobu ale vznikají při měření chyby, které se přenášejí do pracovní oblasti. Protože v mnoha případech je absolutní velikost chyb ohraničená, zúží se pracovní oblast jenom na velmi malý úsek **a1** (obr. 1). To samozřejmě způsobuje v praxi velké obtíže.

Pomocí vynálezu lze však dosáhnout úplně korekce převodníkových signálů. To znamená, že převodníkové signály jsou přímo úměrné měřené veličině, aniž by byla ovlivněna přesnost měřicího přístroje. Tato korekce se docílí na základě jednoduchého principu, podle kterého se frekvence převodníku superponuje na určitou nastavitelnou korekční frekvenci, jejíž charakteristika má kladnou směrnici. Po posunutí pak prochází prodloužení charakteristiky počátkem souřadnic. Tento vztah je znázorněn na obr. 2, kde je nekorigovaná frekvenční charakteristika převodníku znázorněna přímkou f_g , která odpovídá přímce **A** z obr. 1, přičemž korigovaná frekvenční charakteristika je znázorněna přímkou $f_{g \text{ korr}}$. Konstantní frekvence, která se přičte k frekvenci převodníku, je dána bodem f_k , takže platí:

$$f_{g \text{ korr}} = f_g + f_k.$$

Uvnitř pracovní oblasti, která je v rozmezí od spodní hodnoty $f_{\min}$ do požadované horní hranice $f_{\max}$ znázorněna na obr. 2 úsečkou **a**, je korigovaná frekvence $f_{g \text{ korr}}$ přímo úměrná měřené hodnotě průtoku **q**. Z výše uvedených vztahů plyne, že není rozhodující, v kterém bodě nad nebo pod počátkem souřadnic protíná nekorigovaná přímková charakteristika svislou souřadnici. Pojem superpozice a jeho odvození se používá v tomto popisu a definici předmětu vynálezu v jeho obecně platném matematickém významu.

Pro dosažení požadovaného paralelního posunutí převodníkové charakteristiky vysílá impulsní generátor podle způsobu vynálezu impulsy s požadovanou korekční frekvencí f_k . Impulsní generátor je pak spojen s výstupem převodníku. Pro toto spojení je však třeba dodržet některé podmínky, aby bylo docíleno paralelního posunutí převodníkové charakteristiky, a to: nesmějí se vysílat žádné korekční impulsy v době, kdy se nepřivádějí žádné převodníkové impulsy, přičemž tato podmínka může být formulována také tak, že korekční impulsy se mohou přivádět až po vyslání převodníkových impulsů, dále se nesmějí současně přivádět převodníkové a korekční impulsy, protože čítač registruje vždy jenom jeden impuls, proto korekční impulsy, které se přivádějí současně s převodníkovými, je třeba rozdělit, aby je čítač mohl zaregistrovat, není dále přípustné vysílat korekční impulsy po nastavení měřicího převodníku nebo po pře-

kročení spodní hranice $f_{\min}$ pracovní oblasti, to znamená, že každý převodníkový impuls musí být omezen následujícím korekčním impulsem mimo spodní hranici.

Tyto podmínky budou dále rozebrány ve spojitosti s popisem obr. 3, na kterém jsou znázorněny převodníkové a korekční impulsy v časovém sledu. Převodníkové impulsy jsou znázorněny na souřadnici **a**, korekční impulsy pak na souřadnici **b** a výsledná superpozice obou impulsů pak na souřadnici **c**. Na obr. 3 je znázorněn případ, při kterém se převodníková frekvence blíží spodní hodnotě, přičemž g_1 je počáteční a g_2 je koncový impuls, které jsou vysílány s frekvencí $f_{\min}$. Impuls g_3 je přiveden — pokud možno později — mimo vlastní pracovní oblast. Korekční impulsy $k_1 \dots k_n$ jsou vysílány v pravidelných časových intervalech odpovídajících příslušnému příjmu. Vzhledem k výše uvedeným podmínkám je třeba sled korekčních impulsů po posledním převodníkovém impulsu g_2 přerušit, přičemž toto přerušení je provedeno po převodu určitého počtu korekčních impulsů, příslušně k časovému intervalu mezi počátečním impulsem g_1 a koncovým impulsem g_2 . Má-li nejnižší převodníková frekvence hodnotu $f_{\min}$, má maximální časový interval mezi převodníkovými impulsy hodnotu $f_{\max}$, což znamená, že je na hranici pracovní oblasti, takže platí rovnice:

$$f_{\max} = \frac{1}{f_{\min}}.$$

Má-li korekční frekvence hodnotu f_k , pak je počet n korekčních impulsů během časového intervalu dán rovnicí

$$n = t_{\max} \cdot f_k$$

nebo rovnicí

$$n = \frac{f_k}{f_{\min}}.$$

Na obr. 3 je pomocí kolmé, čárkované čáry **s** znázorněno, že předání n korekčních impulsů; které se vysílají po posledním převodníkovém impulsu g_2 , se má přerušit. Nad souřadnicí **c** na obr. 3 je pak znázorněn korigovaný impulsový sled nepřímě před nastavením převodníku.

Z výše uvedeného plyne, že $f_{\min}$ představuje obecně spodní hranici převodníkové přímkové charakteristiky. Jak již bylo naznačeno, je možno v určitých případech ve skutečnosti vysílat převodníkové impulsy s nižší frekvencí, než je $f_{\min}$, což se však děje v nelineární oblasti mimo pracovní oblast. V použitém příkladu průtokoměru může mít médium tak velikou viskozitu, že při zmenšeném průtoku vysílá převodník impulsy, které jsou odchýleny od lineární charakteristiky a končí v bodu $f_{\min}$, jak je patrné z obr. 2. Při praktickém použití tohoto vyná-

lezu se vždy vypočte $f_{\min}$ tak, že tento bod se nachází na konci přímkové části charakteristiky. Na principu vynálezu se nic nezmění, násobí-li se výstupní signál převodníku určitým činitelem. Frekvence f_k se potom násobí činitelem n a rovnice

$$n = \frac{f_k}{f_{\min}}$$

se nezmění.

Na obr. 4 je znázorněno blokové schéma elektronického zapojení, pomocí kterého je realizován výše uvedený způsob podle vynálezu. Převodník **1**, jak je výše popsáno, vysílá sled impulsů s frekvencí úměrnou naměřené veličině, v našem případě průtoku průtokoměrem. Výstup převodníku **1** je připojen na vstup korekčního obvodu **2** a současně na řídicí vstup hradla **3**. Výstup hradla **3** je připojen na druhý vstup korekčního obvodu **2**. Impulsní generátor **4** pro výrobu korekčních impulsů je spojen s druhým řídicím vstupem hradla **3**. Pro jednoduchost zde uvádíme tyto čtyři základní obvody zapojení, přestože v praxi mohou všechny tyto obvody být sloučeny do jediného integrovaného obvodu.

V souladu s výše uvedeným jsou impulsy převodníku **1** a korekční impulsy generátoru **4** superponovány v korekčním obvodu **2** a převedeny do neznázorněného čítače. Jak je výše uvedeno, neprovádí se jednoduchá superpozice impulsů, přičemž korekční obvod **2** a hradlo **3** mají za úkol zachovat pouze uvedené podmínky pro superpozici.

Dále bude popsána tzv. dělicí podmínka, která stanoví, že dva impulsy z převodníku **1** a z impulsního generátoru **4** se nesmí k dalšímu zpracování přivést jako jeden impuls, i když jsou vysílány současně. Oba tyto impulsy je proto třeba rozdělit. Tato podmínka je realizována korekčním obvodem, který obsahuje paměť, zaznamenávající současně přivedené impulsy a propouští je následně jeden za druhým. Vyšle-li se impuls právě v době, když je jiný impuls přiváděn do korekčního obvodu **2**, pak je tento nový impuls zařazen v paměti do pořadí. Tento nový impuls se přivede do čítače teprve tehdy, uplyne-li určitý časový interval po odeslání předcházejícího impulsu. Díky tomuto opatření je rozdělení dvou následujících impulsů přiváděných do čítače dostatečné a čítač je s jistotou zaregistruje.

Vlastní superpozice se pak provádí v obvodu hradla. Souřadnice mezi oběma impulsními sledy vyžadují, že se korekční impulsy nepřivádějí libovolně, ale průběžně v závislosti na prvním vstupujícím převodníkovém impulsu, přičemž korekční impulsy jsou ohraničeny, objevují-li se převodníkové impulsy tak zřídka, že je překročena spodní hranice měřené oblasti. Přednostní nastavení podmínky pro převodníkové impulsy

zajišťuje hradlo **3**, které odblokovává korekční impulsy a je otevíráno jenom působením převodníkových impulsů. Pro tento případ je hradlo **3** v takovém stavu, aby se přerušil sled korekčních impulsů, nepřivádí-li se žádný převodníkový impuls, to znamená, nenásleduje-li za konečným impulsem převodníku g_2 žádný další impuls g_3 . Přivede-li se přesto alespoň jeden takový pozdní impuls, je možno vyslat jenom určitý počet korekčních impulsů pro tento případ. Hradlo může přitom pracovat dvěma různými způsoby, to znamená, že reaguje na dobu měření nebo na počet impulsů.

Hradlo **3** pracuje tak, že je řízeno každým převodníkovým impulsem a je otevřeno po určitý maximální časový interval $t_{\max}$. Tento časový interval odpovídá hodnotě $f_{\min}$. Změní-li se frekvence převodníku nad hodnotu $f_{\min}$, pak hradlo **3** zůstává stále otevřené.

Tento stav je znázorněn na obr. 5, kde je výstupní signál převodníku **1** znázorněn na souřadnici **a** a činnost hradla na souřadnici **a**. Na souřadnici **a** je ukázáno, jaký je časový interval $t_{\max}$, po který je hradlo **3** otevřeno. Korekční impulsy jsou v tomto případě znázorněny na souřadnici **b** a výsledný výstupní signál korekčního obvodu je znázorněn na souřadnici **c**. Je třeba poznamenat, že první korekční impuls k_1 prochází hradlem až po projití počátečního převodníkového impulsu g_1 . Další podmínkou je, že konečný převodníkový impuls g_2 musí být přiveden poněkud později, aby hradlo mělo čas uzavřít se. Impuls g_2 pak znovu otevře hradlo, takže může projít následující korekční impuls. Avšak nemůže již projít další korekční impuls k_3 , protože hradlo má opět dost času pro svoje uzavření. Vše se pak opět opakuje s impulsem g_3 .

Na obr. 6 je znázorněna funkce hradla, které provádí počítání impulsů. To znamená, že se vždy nechá projít určitý počet korekčních impulsů. Tento počet je dán rovní:

$$n = \frac{f_k}{f_{\min}}$$

V tomto případě $n = 3$. Stejně jako na obr. 3 jsou převodníkové impulsy znázorněny na souřadnici **a**, korekční impulsy na souřadnici **b** a superponované impulsy na souřadnici **c**. Převodníkový impuls g_1 otevře hradlo, potom hradlem projdou tři korekční impulsy. Dále se vstup hradla, jak je znázorněno svislou čarou **s**, uzavře, protože neprochází žádný další převodníkový impuls. Objeví-li se na vstupu hradla později další převodníkový impuls g_3 , vybaví sám tři korekční impulsy. Tento jev je znázorněn čárkově vpravo od svislé čáry **s**. V této souvislosti je třeba poznamenat, jak je patrné z obr. 3 a také z obr. 6, že pokud je frekvence korekčních impulsů větší než frekvence převodníkových impulsů, má to za následek větší přesnost. V praxi jsou však

obě frekvence přibližně stejně velké, to znamená, že $n \approx 1$, někdy je dokonce f_k i menší než f_g .

Výše popsany způsob představuje určité přibližné řešení, protože počet impulsů, který prochází hradlem nemusí odpovídat vždy předem stanovenému počtu $n = f_k/f_{\min}$. Kvocient se potom musí zaokrouhlit k nejbližšímu kladnému číslu. Potom je možno bez velkých obtíží hradlo nastavit tak, že průměrný počet procházejících korekčních impulsů dosáhne hodnoty **n**.

Za tímto účelem je hradlo opatřeno pamětí, která umožňuje, aby procházel takový počet korekčních impulsů, který je někdy větší a někdy menší než průměrný počet **n**, takže tento průměrný počet se při větším počtu impulsů blíží k požadované hodnotě **n**.

Tento princip bude vysvětlen na jednoduchém číselném příkladu. Zvolíme např. kvocient $f_k/f_{\min}$, to znamená počet korekčních impulsů 2, 6, vyjádřeno zlomkem 13/5. Hradlo potom propustí třikrát tři korekční impulsy a dvakrát dva korekční impulsy, vztaženo na pět průběhů. Průměrná hodnota této série je 2, 6 korekčních impulsů.

Na obr. 7 až 10 je znázorněn praktický příklad provedení zapojení z obr. 4. Na obr. 7 je znázorněno zapojení, kde jednotlivé základní členy ze zapojení znázorněném na obr. 4 jsou označeny čárkovanou čarou. Převodník **10** vydá signál **12**, jehož velikost je dána pomocí prvků převodníku. Signál **12** se v zesilovači a impulsním tvarovači **14** převede na impuls. V korekčním generátoru **24** se vyrobí korekční frekvence **22**, která je nastavena tak, že korekční impulsy při superpozici na převodníkové impulsy zajišťují posuv převodníkové charakteristiky do počátku souřadnic, jak bylo již dříve popsáno.

Na obr. 8 je znázorněn případ s různými impulsy, přičemž v horní části obrázku je znázorněn vstupní signál **12**, který je pomocí impulsního tvarovače **14** přeměněn na pravoúhlý impuls **16**. Impulsní generátor **24** dodává korekční signály **22** v pravoúhlém tvaru. Impulsy je možno definovat jako sérii potenciálních změn, to znamená, že signál kolísá mezi spodní a horní úrovní, jak je znázorněno na obr. 8 hodnotami **H** a **L**. Dobou trvání impulsů se rozumí doba, po kterou je signál v horní hodnotě **H**.

Výše uvedené hradlo **3** obsahuje podle obr. 7 propust **18** spojenou se součinným hradlem **28**. Tato kombinace zaregistruje prioritu převodníkových impulsů, to znamená, že korekční impulsy mohou procházet jenom v případě, že již prošel počáteční převodníkový impuls. Převodníkové impulsy **16** se přivádějí ze zesilovače a impulsního tvarovače **14** k výše uvedenému korekčnímu obvodu **2**, který je tvořen děličem a čítačem **20**, které budou detailně popsány na obr. 10. Každý impuls mimoto řídí propust **18**,

která propouští signál se stanovenou maximální dobou trvání, odpovídající předem stanovené době $t_{\max}$, propust **18** pak dodává nepřetržitý signál, to znamená, že výstup zůstává na horní úrovni. Tento stav je znázorněn na obr. 9, kde je znázorněn časový sled různých signálů z obr. 7. Pro lepší názornost jsou souřadnice na obr. 9 prodlouženy. Nejprve uvažujeme, že se nepřivede žádný převodníkový impuls. Signál **26** je na spodní úrovni (úroveň 0). Objeví-li se převodníkový impuls **16'**, začne tento impuls řídit propust, takže její signální úroveň je přivedena na vyšší hodnotu **26'**, která se vlivem následujícího převodníkového impulsu **16''** zachová. Nepřivede-li se tento následující impuls **16'''**, signál **26** klesne po časovém intervalu $t_{\max}$ na nulu, jak je znázorněno přerušovanou čarou na obr. 9. Signál **26** se přivede k součinnému hradlu **28**, do kterého je také přiveden korekční impuls **22**. Aby tyto impulsy prošly hradlem **28**, musí být na horní úrovni. Toto se děje u hradel použitého typu snadno. Na výstupu hradla **28** se potom objeví impulsy **30** odpovídající impulsům **22** korekčního generátoru **24** tak dlouho, pokud je signál **26'** v horní úrovni. Výsledná superpozice je odvozena na obr. 9. Korekční impulsy **22** nemohou procházet součinným hradlem **28**, jestliže signál **26** je ve spodní úrovni, když se přivedou korekční signály **22**. Do sčítacího obvodu **20** jsou přivedeny impulsy **30**, pokud jsou včas oddělené. Procházejí-li společně nebo nacházejí-li se blízko sebe, je nutno je oddělit. Výsledný výstupní signál **32** je vytvářen, jak je znázorněno na obr. 9, to znamená, že prvnímu převodníkovému impulsu **16'** odpovídá první výstupní impuls **32'**, přičemž druhý výstupní impuls **32''** odpovídá korekčnímu impulsu **30'** a třetí výstupní impuls **32'''** pak odpovídá konečnému převodníkovému impulsu **16''** atd.

Oddělovací a sčítací obvod **20**, jak je znázorněn na obr. 10, je tvořen zapojením měničů **40**, **42**, **44**, součtového hradla **46**, dvou impulsových generátorů **48**, **50**, měniče **52**, paměti **54** a dvou součinných hradel **56**, **58**. Obvod **20** zpracovává převodníkové impulsy **16** a korekční impulsy **30**, které pak zpracovává na výstupní impulsy **32**. Obvod **20** je nastaven tak, že reaguje na přední čelo přijímaných impulsů, tj. na potenciální skok z nižší na vyšší hodnotu. Přicházejí-li převodníkové nebo korekční impulsy **16**, **30** do obvodu **20**, jsou vedeny přes měniče **40**, **42**, kde se přemění na jehlové impulsy, jejichž čela časově souhlasí s čely přiváděných impulsů. Tyto krátkodobé impulsy pak procházejí součtovým hradlem **46** a vstupují do obou impulsních generátorů **48**, **50**, které pak vyšlou impuls. Doba trvání T_2 impulsu generátoru **50** je větší než doba trvání T_1 impulsu generátoru **48**. Po nastavení obou generátorů jsou jejich výstupní signály v horní úrovni a přivede-li se nyní další im-

puls, je tento dříve přivedený impuls zaveden do paměti **54** přes součinné hradlo **58**. Součinné hradlo **56** je v tomto časovém okamžiku otevřeno, protože oba jeho vstupy se nacházejí na vyšší úrovni, tj. výstupní signál generátoru **50** je také na vyšší úrovni. Paměť **54**, která obdrží impuls svým vstupem **54s**, řídí svým výstupem další součinné hradlo **58**. V tomto okamžiku je vstupní signál pro toto hradlo z paměti **54** přiveden také s vyšší úrovni. Klesne-li výstupní impuls z generátoru **50** po době T_2 z horní úrovně na spodní úroveň, pak se tento potenciální skok přivede přes měnič **52** na součtové hradlo **46**, přičemž součinné hradlo **58** může vést, protože oba jeho vstupy se nacházejí na horní úrovni. Signál vstupuje do součtového hradla **46** přes měnič **44**, ve kterém se přiváděné impulsy přeměňují na jehlové impulsy, jako je tomu v měničích **40** a **42**. Tento impuls, který vychází z měniče **44**, a kterým je paměť **54** přes svůj druhý vstup **54c** zpětně nastavována, může nyní volně projít až do výstupu **32**, přičemž je oddělený od těsně procházejících dalších impulsů. Toto oddělování se děje na základě popsané zpětné vazby v paměti **54**. Je třeba poznamenat, že doba trvání T_2 impulsů prvního generátoru **50** je menší než doba trvání T_1 impulsů druhého generátoru **48** proto, aby nedocházelo k potlačování impulsů přicházejících ke generátorům v době, když jeden generátor **48** je aktivován a druhý generátor **50** nikoliv.

Ve výše popsaném obvodu pracuje propust **18** tak, že v závislosti na převodníkových impulsech se stanoví průběh korekčních impulsů **30**, vstupujících do obvodu **20** v závislosti na době trvání $T_{\max}$. Jak již bylo řečeno, je možné přivést do obvodu **20** větší počet korekčních impulsů ve vztahu na jeden převodníkový impuls, což zajišťuje výše uvedená propust **18**.

V popsaném zařízení se tedy superpozice převodníkových a korekčních signálů provádí součtem obou frekvencí. Jak bylo však v úvodu řečeno, existují také případy, u kterých se musí korekční frekvence odvodit z převodníkové frekvence. I pro tento případ lze použít obvod znázorněný na obr. 7 po jednoduché úpravě. Např. je možno zapojit k dříve použitému čítači eliminátor převodníkových impulsů a je-li pak čítač vlivem korekčních impulsů nastaven na určitou hodnotu n například 1, 2 nebo 3, pak se na základě této hodnoty eliminuje odpovídající počet převodníkových impulsů pomocí zpětného čítačího postupu v předem uvedeném čítači dříve, než se následující impulsy přivedou znovu na výstup obvodu. Nutné dělení převodníkových a korekčních impulsů je pak možno provést stejným způsobem jako u obvodu znázorněném na obr. 10, přičemž se ale použijí impulsní generátory s jinou dobou trvání impulsů.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob korekce výstupních signálů číslicového převodníku, který převádí fyzikální veličiny pomocí impulsového sledu, přičemž charakteristika převodníkové frekvence jako funkce sledované fyzikální veličiny je v pracovní oblasti přímková a mimo pracovní oblasti převodníku protíná souřadnici udávající frekvenci převodníku mimo počátek souřadnic, vyznačující se tím, že korekční frekvence (f_k) se superponuje na převodníkovou frekvenci (f_g) za účelem obdržení korigované převodníkové frekvence ($f_{g \text{ koor}}$), přičemž korekční frekvence (f_k) se nastaví tak, aby výsledná charakteristika procházela počátkem souřadnic, přičemž korekční impulsy se přivádějí do zařízení po projití převodníkového impulsu, zatímco časově totožné nebo blízké převodníkové a korekční impulsy se oddělí do dvou odlišných impulsů.

2. Způsob podle bodu 1 vyznačující se tím, že korekční impulsy, které se superponují na převodníkový impuls, se ohraničí maximálním počtem, klesne-li frekvence převodníkových impulsů pod minimální hodnotu ($f_{\min}$) pracovní oblasti.

3. Způsob podle bodu 1 nebo 2 vyznačující se tím, že po každém převodníkovém impulsu se vysílají korekční impulsy po dobu větší než je $t_{\max} = 1/f_{\min}$.

4. Způsob podle bodu 1 nebo 2 vyznačující se tím, že po každém převodníkovém impulsu se vysílají korekční impulsy o počtu menším než $n = f_k/f_{\min}$.

5. Způsob podle bodu 1 nebo 2 vyznačující se tím, že po každém převodníkovém impulsu se vyšlou pro superposici korekční impulsy, jejichž počet n je maximálně $f_k/f_{\min}$ nebo se rovná celému číslu N a K přímo nad nebo pod touto hodnotou, přičemž vy-

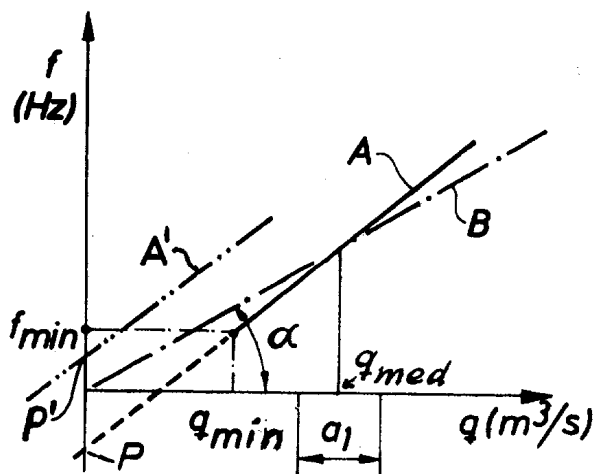
sílání N a K korekčních impulsů se střídavě řídí tak, aby se průměrná hodnota celkového počtu těchto impulsů na každý korekční impuls rovnala číslu n .

6. Zařízení pro provádění způsobu podle bodů 1 až 5, s impulsním generátorem pro výrobu korekčních impulsů, vyznačující se tím, že generátor (4) korekčních impulsů je zapojen na první vstup hradla (3), na jehož druhý vstup je připojen převodník (1), přičemž výstup hradla (3) je zapojen na první vstup korekčního obvodu (2), k jehož druhému vstupu je připojen výstup převodníku (1).

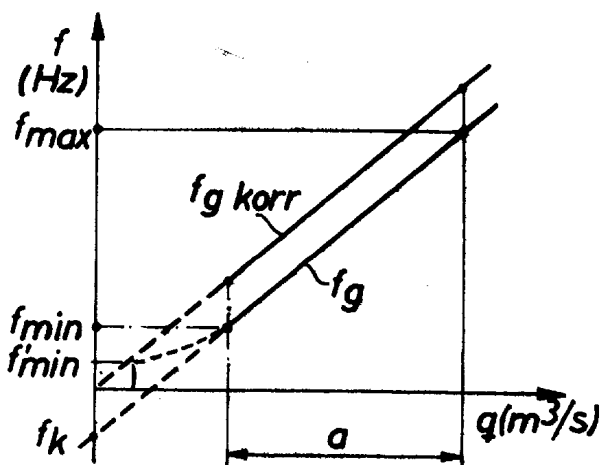
7. Zařízení podle bodu 6 vyznačující se tím, že hradlo (3) obsahuje propust (18), jejíž výstup je připojen na součinnové hradlo (28).

8. Zařízení podle bodu 7 vyznačující se tím, že korekční obvod (2) je tvořen kombinovaným dělicím a sčítacím obvodem (20), který obsahuje součtové hradlo (46), připojené svým jedním vstupem na výstup (16) převodníku (1) a svým druhým vstupem na výstup (30) korekčních impulsů korekčního obvodu (2) a svým výstupem na vstupy dvou impulsových generátorů (48, 50), přičemž první impulsový generátor (48) je připojen na výstup (32) kombinovaného dělicího a sčítacího obvodu (20) a druhý impulsový generátor (50) je svým výstupem spojen se součtovým hradlem (46) přes měnič (52) a první součinnové hradlo (58) a současně přes druhé součinnové hradlo (56) a paměť (54), která je spojena s druhým impulsovým generátorem (50).

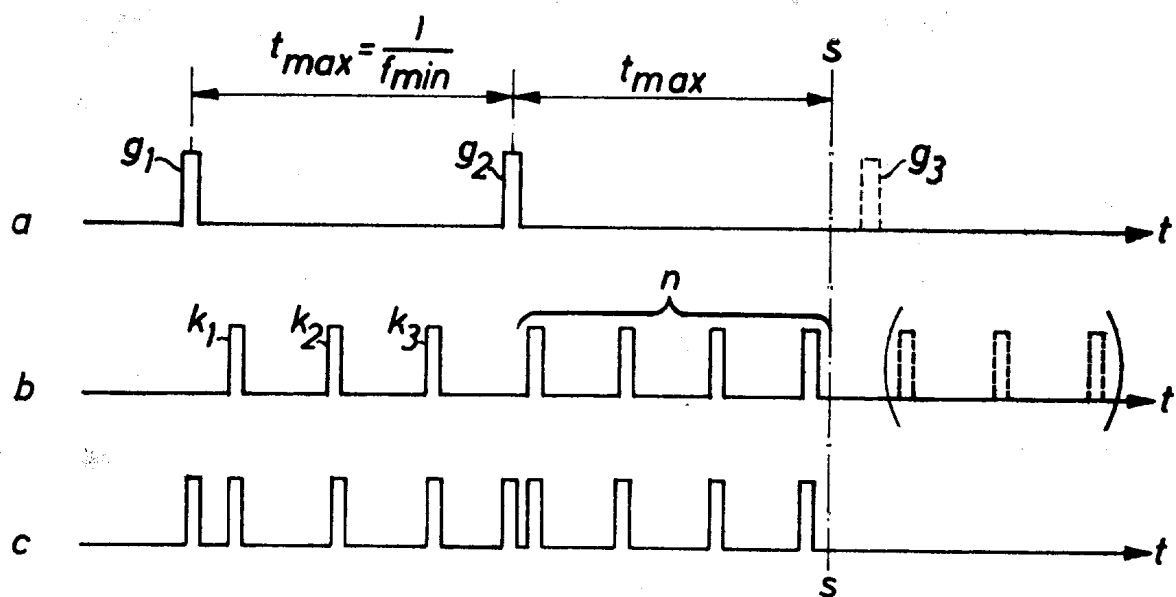
9. Zařízení podle bodu 8 vyznačující se tím, že před vstupy součtového hradla (46) jsou zapojeny měniče (40, 42, 44) přiváděných signálů v jehlové impulsy.



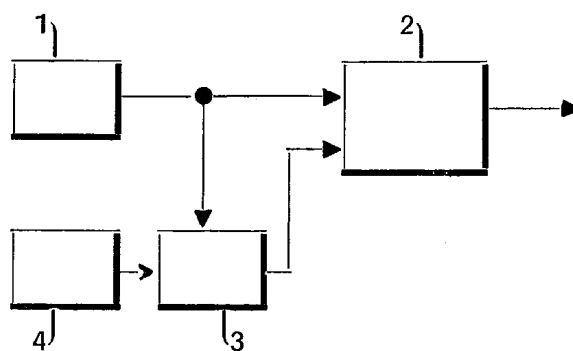
Obr. 1



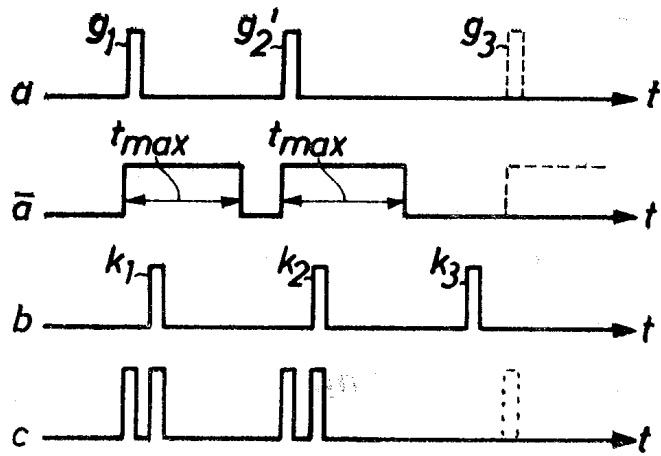
Obr. 2



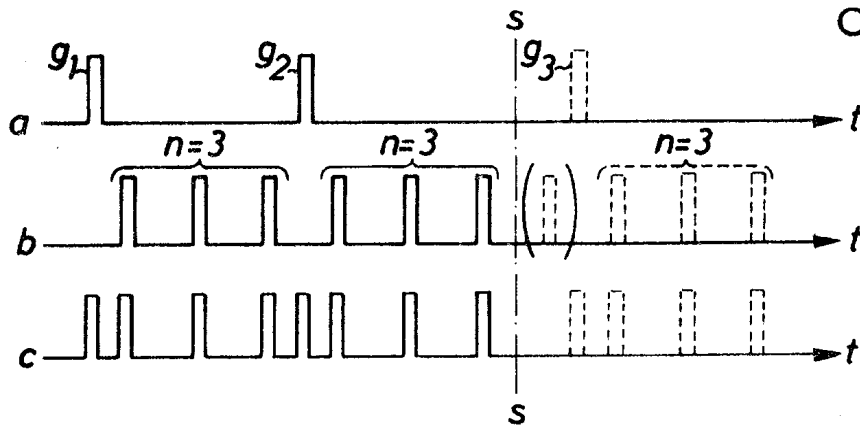
Obr. 3



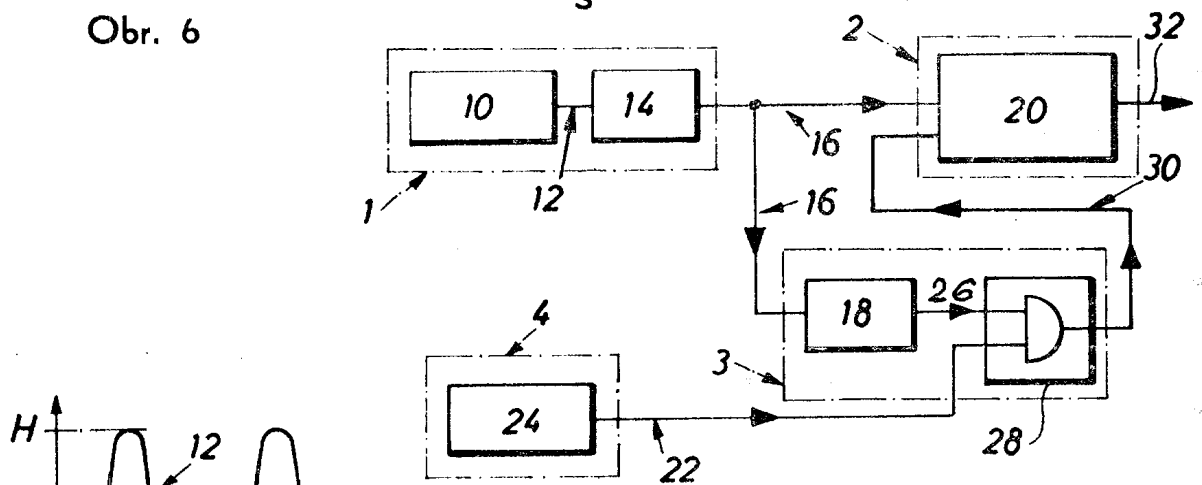
Obr. 4



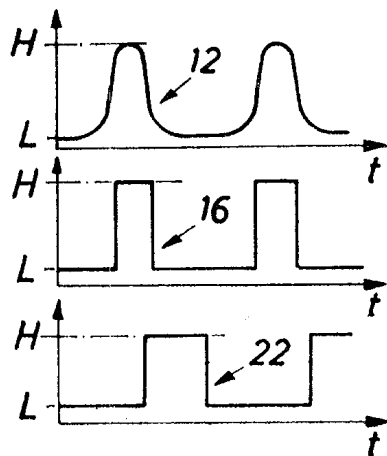
Obr. 5



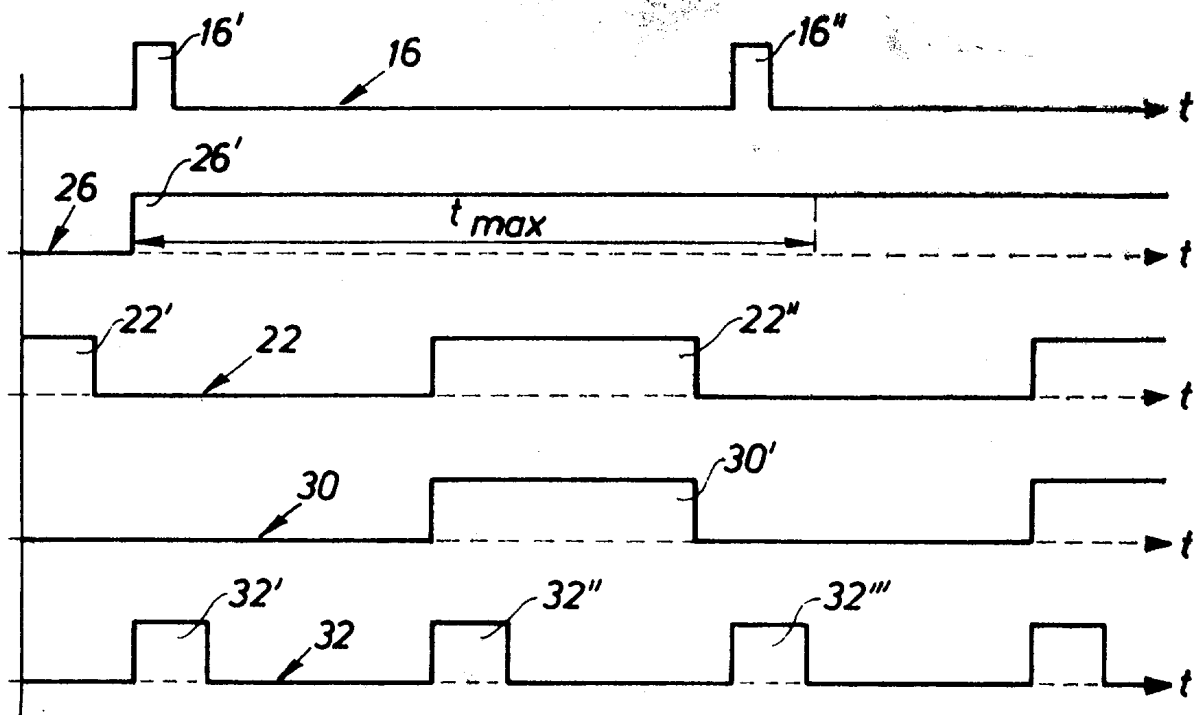
Obr. 6



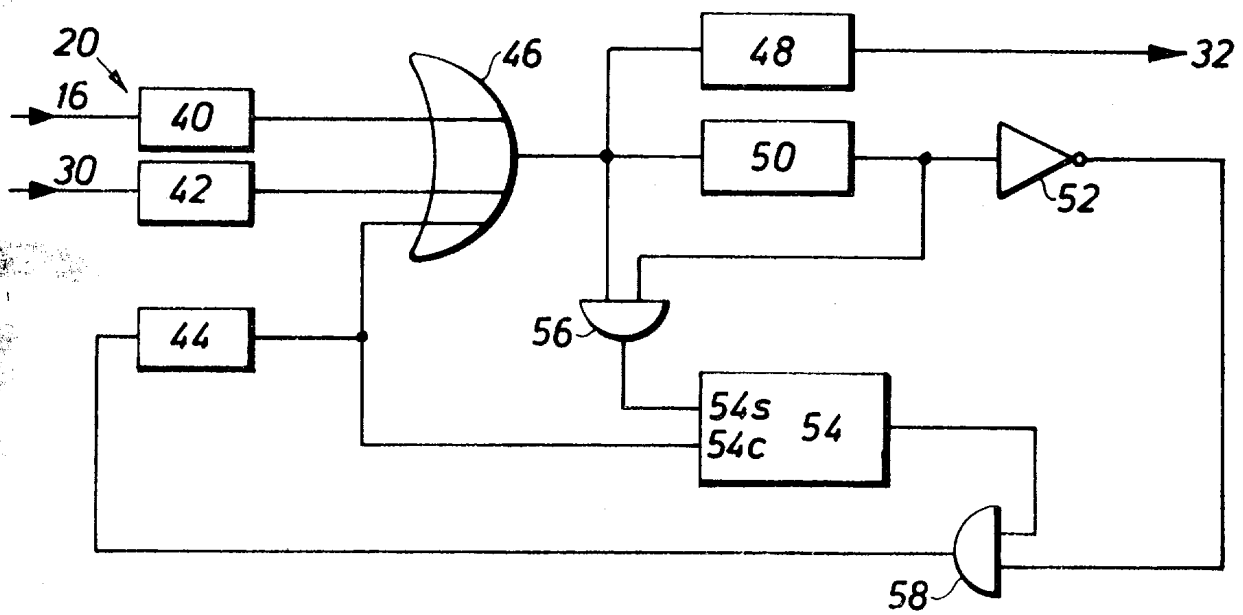
Obr. 7



Obr. 8



Obr. 9



Obr. 10