



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

213 607

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 04 03 76
(21) PV 1431-76
(32) (31) (33) Právo přednosti od 05 03 75
/WP G 01 r/184 569/
Německá demokratická republika

(51) Int. Cl.³ G 01 R 19/25

(40) Zveřejněno 15 09 81
(45) Vydáno 01 03 84

(75)

Autor vynálezu ZIPPE WINFRIED dipl. phys., DRÁŽDANY /NDR/

(54) Zapojení pro číslicové zjišťování úrovně hodnoty střídavých napětí

Vynález se týká zapojení pro číslicové zjišťování hodnoty střídavých napětí s regulovatelným časovým chováním, sestávající z měřicího řetězce s číslicově říditelným nastavovacím členem amplitudy, zapojeným za vstupem, jehož výstup je přes usměrňovač spojen s prvním vstupem součtového členu, na jehož druhý vstup je připojen referenční zdroj a jehož výstup je přes nejméně jeden komparátor spojen s řídicím vstupem směru počítání obousměrného čítače, které spojením výstupů čítače, které jsou současně výstupem zapojení, se vstupy číslicově říditelného nastavovacího členu amplitudy, vytváří regulační obvod.

V mnohých oblastech elektronické měřicí techniky je efektivní hodnota nebo střídavá veličina, zprostředkovaná převodníkem, nejdůležitější požadovanou měřenou veličinou, jak je tomu například při měření poruchových veličin a pravděpodobných veličin v regulační technice, geofyzice, akustice a v oscilátorové měřicí a zkušební technice. V rámci elektronického měřicího řetězce představuje přitom obvod pro tvoření efektivní hodnoty velmi problematické konstrukční skupiny, jak je dokázáno četnými, navzájem odlišnými známými technickými řešeními.

Tak existuje zapojení s použitím termoelektrických měničů, která jsou zcela bezporuchová pokud se týká tvaru křivky střídavého napětí, ale přitom jsou vhodná jen pro malý amplitudový rozsah měřené veličiny bez přepínání, který bude v dalším textu nazýván dynamický rozsah a kterážto zapojení mají při nastavování velkou setrvačnost.

U jednoduchých elektronických způsobů je speciální časové chování, potřebné pro tu

kteřou příslušnou měřicí úlohu, při vykývnutí na měřenou hodnotu, podstatně jednodušeji realizovatelné; rovněž dynamický rozsah je podstatně více zvětšitelný. Známá zapojení pracují například s umocňováním, tvořením střední hodnoty a s následujícím odmocňováním, jak je částečně také bezprostředně předepsáno normami. Často se také používají usměrňovače s kluznou charakteristikou zlomu. Nepatrná závislost výstupní veličiny usměrňovače na tvaru křivky měřeného napětí není po-nejvíce na závalu. Pro samočinně pracující měřicí řetězce jsou tyto usměrňovače potřebné jen podmíněně. Automatická měřicí místa se potřebují například pro zvláště dlouhé měřicí doby, to znamená registraci a analýzu nízkofrekvenčních dějů, měření a následující registraci nebo další počítání dlouhotrvajících působení, pro zpracování četných a rychle přicházejících dat, jak je tomu například při kontrole hluku letadel, analýze skutečné doby, vytváření zkušebních polí, nebo při potřebě přesně definované práce měřicího řetězce, jak je tomu ve zkušebních zařízeních s průběžnou frekvencí a s automatickým udržováním úrovně na konstantní hodnotě, snímání velmi vlnitého spektra, definovaném tvoření střední hodnoty kolísajících úrovní. Z uvedených příkladů použití jsou seznatelné přídavné technické požadavky na zařízení pro tvoření střední hodnoty:

- velmi velký dynamický rozsah, neboť vyskytující se úrovně mohou mít podstatně a ne přesně odhadnutelné výkyvy. To umožňuje vysílání měřené veličiny v logaritmickém měřítku, jak je téměř výlučně v praxi požadováno;
- velmi rozdílné časové chování časové konstanty, jejíž hodnota se průběžně udržuje úměrná době periody požadované frekvence, například při kontrole hluku letadel, dále dlouhodobé tvoření střední hodnoty při náhodných veličinách;
- pokud možno bezprostřední číslíkové udávání měřené veličiny, neboť další zpracování dat se často provádí číslíkově.

Známá zapojení pro zlepšení vlastností používají pro tvoření logaritmické efektivní hodnoty logaritmujících obvodů, nejčastěji s použitím diod nebo tranzistorů, u kterých umocňování potom znamená násobení dvěma. U vhodného uspořádání je tvoření časové konstanty proveditelné tak, že je závislé na úrovni a úrovně hodnota je odebíratelná bezprostředně ze zapojení.

Četná známá zařízení, resp. zapojení používají regulaci amplitudy, aby se potřebný dynamický rozsah omezil na samotném usměrňovači. Časovému chování se přisuzuje jen podřadný význam.

Tak se v analogově zaznamenávajících registračních přístrojích úrovně přivádí vstupní střídavé napětí na měřicí potenciometr. Jeho výstupní napětí se odebírá na mechanicky pohyblivém vývodu, mechanicky pevně spojeném s pisátkem registračního přístroje. K tomuto účelu uspořádané konstrukční skupiny, například zesilovač, usměrňovač a komparátor, tvoří uzavřený regulační obvod tehdy, jestliže jejich výstupní napětí, které odpovídá regulační odchylce, představuje vývod měřicího potenciometru prostřednictvím elektromechanického převodníku tak dlouho, až se usměrňovač nachází na předem zadaném pracovním bodu pro provedení vyladění regulačního obvodu. Měřicí potenciometr obsahuje přitom obvykle větší počet kontaktů podél kontaktní dráhy, podél které může uvedený vývod klouzat. Na každý kontakt je přiveden uzel napěťového děliče, sestávající z ohmických odporů. Podle dimenzování těchto odporů se obdrží požadovaná závislost mezi vstupním střídavým napětím a polohou vývodu, která představuje bezprostřední míru měřené veličiny. Číslíkový výstup této polohy je možný jen prostřednictvím přídavných ústrojí pro snímání.

Elektrografický registrační přístroj, resp. elektrografické registrační přístroje, používají pro záznam pochodu na probíhající registrační papír pevné uspořádání z více elektrod, jejichž elektrická aktivace způsobí vytvoření značky na registračním papíře, probíhající bezprostředně nad elektrodami. Řízení elektrod se provádí číslicově. Známá zařízení pro záznam, resp. registraci stejnosměrných napětí používají přitom takový způsob, který odpovídá ve spínací technice tzv. sekvenčním analogo-číslícovým převodníkům pro měření stejnosměrných napětí. Charakteristickými konstrukčními skupinami jsou obousměrný čítač, jehož početní stav představuje bezprostředně číslicovou informaci o měřené hodnotě a který se současně zpracuje číslicově-analogovým převodníkem a přivede do komparátoru a porovná se s analogovým vstupním signálem.

Při vzájemném odchýlení těchto obou signálů, to je při odchýlení těchto signálů navzájem od sebe se jednak změní komparátorem směr počítání čítače a současně se otevře hradlový obvod, který dovoluje, aby se počítací impulsy přiváděli na čítač tak dlouho, dokud oba vstupní signály komparátoru nevykazují dostatečně malý rozdíl. Časové chování je určeno počítací frekvencí, pro kterou se předem zadá pevná hodnota.

Další známé způsoby pro měření efektivní hodnoty připouštějí na usměrňovači jen amplitudové změny, které jsou úměrné poměru vstupního střídavého napětí k nejmenšímu ještě měřitelnému vstupnímu střídavému napětí, tedy úrovnové hodnotě. Přitom se přivádí odchylka napětí na usměrňovači od referenční hodnoty, na konstrukční prvek s exponenciální přenosovou charakteristikou a jeho výstupní veličina se použije pro změnu vstupní amplitudy zařízení. Známá provedení mají takové časové chování tohoto regulačního obvodu, které odpovídá tvoření efektivní hodnoty nebo její druhé mocnině na členu se setrvačností prvního řádu.

Jsou známa také taková zapojení tohoto druhu s číslicovou zpětnou vazbou, která umožňují bezprostředně číslicový výstup měřené veličiny při ještě větším dynamickém rozsahu. K časovému chování nebyly uvedeny žádné podrobnosti. Dále je známo širokopásmové měřidlo úrovně, vyladující automaticky na konstantní úroveň. Slouží jako předřazená pojistka proti přebuzení pro selektivní měřidlo úrovně a obsahuje číslicově říditelný tlumicí člen. Porovnávací obvod reaguje na překročení nebo pokles pod prahové hodnoty výstupního napětí širokopásmového měřidla úrovně a předá svou výstupní informaci krátkodobé paměti, jejíž doba zapamatování je určena nejnižší vyskytující se frekvencí úrovnového rozsahu a která spíná tlumicí resp. útlumové články.

Podobný známý způsob používá čítače místo krátkodobé paměti a pracuje s konstantní počítací frekvencí.

Jednoduchá logaritmující zapojení mají omezený dynamický rozsah. Časovému chování může odpovídat člen se setrvačností prvního řádu, ale je velmi těžko zhotovitelný jako proměnný.

Jako nedostatek u všech analogových registračních přístrojů se projevila malá použitelnost měřené hodnoty pro další zpracování v automaticky pracujících měřicích řetězcích, neboť měřený signál se může ponejvíce jen technicky a ekonomicky nevýhodným způsobem převést v číslicový signál. Jako druhý podstatný nedostatek je třeba považovat nepatrnou ovlivnitelnost časového chování při tvoření měřené veličiny, pokud by se chtěla snížit charakteristická doba mechanického nastavování určená pohybovanými hmotami. Prakticky se prokázaly dosahovatelné rychlosti např.

v akustické měřicí technice, jako velmi málo nebo nedostatečně ovlivnitelné, aby se dosáhlo požadovaného standartního chování.

Elektrografické registrační přístroje tento nedostatek částečně odstraňují. Měřený signál se dostává již v číslicové formě a registrační proces probíhá bez pohybování mechanických hmot. Ovšem jsou, stejně jako u číslicových voltmetrů, známa jen taková zařízení, u kterých se porovnává stejnosměrné napětí, které se má měřit na komparátoru s referenčním napětím, jehož hodnota se může měnit pomocí obvodu řízeného čítačem; podle účelu použití se použije výlučně lineární závislost mezi vstupní a výstupní veličinou. Pro požadovaný velký dynamický rozsah měřidla efektivní hodnoty při jen málo měnitelné úrovni na usměrňovači nejsou tato zapojení vhodná. Způsoby s časovým chováním, přizpůsobitelným na zvláštní úkoly měření, nejsou dosud známy. Podstatný pokrok pro automatizaci představuje uvedená, čistě elektronicky pracující měřidla efektivní hodnoty se zpětnou vazbou od usměrňovače na vstupní část. Tím se dosáhlo podstatného rozšíření dynamického rozsahu při dobré přesnosti požadované logaritmické charakteristiky.

Meze způsobu se zužují řídicími mezemi přenosového členu ve zpětné vazbě, který nezpracovává celý měřicí rozsah jen logaritmicky, jako samotný usměrňovač, nýbrž musí jej zpracovávat lineárně.

Zde vznikají potíže také v časovém chování usměrňovače, neboť požadované časové chování se sice může zásadně realizovat elektronicky, ale v mnohých případech je spojeno ještě s větší potřebnou dynamickou říditelností zpětnovazebního prvku. Současně se objevují ještě znatelné úrovně rozdíly na samotném usměrňovači, které jsou neslučitelné s vyššími požadavky na přesnost a frekvenční rozsah. Analogová zapojení potřebují pro další číslicové zpracování přidavně zařazený analogově-číslíkový převodník.

Zapojení s číslicovým převodem zpětnovazebního signálu tento nedostatek částečně odstraňují; především se může počítat s rozšířeným rozsahem řízení oproti analogovým zapojením. Nejsou známa zařízení, kterých se může pomocí přidavných opatření lehce realizovat měnitelné časové chování zařízení nebo standartizované, technicky zejména účelné vlastnosti.

Totéž se týká uvedeného širokopásmového měřidla úrovně, které samo o sobě nepředstavuje měřicí přístroj, nýbrž pouze pomocný přístroj pro správné a zejména přehledné zachycování měřené veličiny. Indikace nebo vysílání širokopásmové efektivní hodnoty úrovně se neprovádí. Pro nastavovací dobu zařízení na nový stav se výslovně uvádí konstantní nastavovací doba, stanovená nejnižší frekvencí, vyskytující se v měřeném rozsahu. Pro zjišťování efektivní hodnoty, například v rámci shory uvedeného rozsahu měřicí techniky, není toto zařízení v každém případě vhodné stejně jako shora uvedený způsob s čítačem a konstantní počítací frekvencí.

Účelem vynálezu je shora uvedené nedostatky odstranit a navrhnout zařízení pro měření a pro regulaci měřené veličiny střídavých napětí, které je zcela vhodné pro automaticky pracující měřicí místa.

Úkolem vynálezu je vytvořit zařízení pro měření a pro regulaci měřené veličiny střídavých napětí ve velkém dynamickém rozsahu, u kterého je vlastní část usměrňovače pro zmenšení zdrojů chyb udržována na zcela konstantním potenciálu, u kterého je časové chování tvoření naměřené hodnoty pohodlně přizpůsobitelné těm kterým požadavkům.

Nedostatky uvedených známých zapojení odstraňuje zapojení pro číslicové úrovně zjišťování hodnoty střídavých napětí s regulovatelným časovým chováním podle vynálezu, jehož podstata

spočívá v tom, že zdroj počítačích impulsů, zapojený před vstupní hradlový obvod obousměrného čítače, je připojen na výstup říditelného funkčního vysílače, jehož první řídící vstup je připojen na výstup referenčního zdroje a jehož další řídící vstupy jsou připojeny na výstup usměrňovače a/ nebo na výstup součtového členu a/ nebo na výstup obousměrného čítače a/ nebo na externí řídící bloky, výhodně přes přizpůsobovací člen, přičemž referenční zdroj je opatřen řídícími vstupy, které jsou připojeny přes spínač na výstup obousměrného čítače a/ nebo na externí řídící blok.

Rozvinutí vynálezu spočívá potom v tom, že na vstup nastavovacího členu amplitudy je připojen výstup úzkopásmového filtru, který je dále připojen na první vstup tvarovače impulsů, tvořícího zdroj počítačích impulsů, na jehož druhý vstup je připojen výstup nastavovacího členu amplitudy a výstup tvarovače impulsů je přes vstupní hradlový obvod spojen s počítačím vstupem obousměrného čítače.

Dalším význakem vynálezu je, že na vstup nastavovacího členu amplitudy je připojen výstup generátoru proměnlivé frekvence a mezi výstup nastavovacího členu amplitudy a vstup usměrňovače je zapojeno ústrojí pro vytváření elektrické nebo neelektrické veličiny, přičemž výstup generátoru proměnlivé frekvence je dále připojen na vstup tvarovače impulsů.

Výhodné provedení vynálezu spočívá rovněž v tom, že zdroj počítačích impulsů, zapojený před vstupní hradlový obvod, je vytvořen jako převodník napětí-frekvence, jehož vstup je spojen s výstupem přizpůsobovacího členu, jehož vstup je spojen se součtovým členem.

Rozvinutí vynálezu spočívá rovněž v tom, že před převodník napětí-frekvence je zapojen přepínač, jehož řídící vstup je spojen s výstupem komparátoru, druhý vstup s přizpůsobovacím členem a třetí vstup s dalším nastavitelným napěťovým zdrojem.

Dalším význakem vynálezu je, že převodník napětí-frekvence má tři řídící vstupy, z nichž první je připojen na výstup přizpůsobovacího členu, jehož první vstup je spojen s výstupem součtového členu a druhý řídící vstup převodníku napětí-frekvence je spojen s výstupem říditelného funkčního vysílače, přičemž druhý řídící vstup přizpůsobovacího členu a třetí řídící vstup převodníku napětí-frekvence jsou spojeny s výstupem obousměrného čítače.

Posledním význakem vynálezu potom je, že referenční zdroj je tvořen měřicím usměrňovačem, jehož vstup je spojen se vstupem zapojení.

Výhodnost řešení podle vynálezu spočívá především v tom, že je vhodné pro velký amplitudový rozsah měřené veličiny bez přepínání, dále je vhodné pro automaticky pracující měřicí místa a vyžaduje poměrně nízké náklady na realizaci.

Vynález bude v dalším textu blíže vysvětlen na několika příkladech provedení, znázorněných na výkresech, kde na obr. 1 je znázorněno blokové schema zapojení pro základní princip zařízení podle vynálezu, na obr. 2 je znázorněno měřicí zařízení pro úzkopásmovou frekvenční analýzu s měnící se časovou konstantou.

Na obrázku 3 je znázorněno měřicí zařízení pro regulaci měřené veličiny na konstantní nebo programovou hodnotu s měnící se časovou konstantou, na obrázku 4 je znázorněno měřicí zařízení pro dosažení zvláštního časového chování podle setrvačného členu prvního řádu, na obrázku 5 je znázorněno měřicí zařízení pro měření dlouhodobých středních hodnot, a na obrázku 6 je znázorněno měřicí zařízení pro měření úrovněových rozdílů.

Obr. 1 ukazuje základní princip zapojení podle vynálezu. Za vstupem E je zapojen číslicově říditelný nastavovací člen 1 amplitudy, tvořený například číslicově řízeným zesilovačem, nebo napětovým děličem, jehož výstup je spojen přes usměrňovač 2 se součtovým členem 4. Druhý vstup součtového členu 4 je spojen s referenčním zdrojem 3. Výstup součtového členu 4 je spojen s komparátorem 5, jehož výstup je spojen s řídicím vstupem vstupního hradlového obvodu 7 a obousměrného čítače 6. Výstup referenčního zdroje 3 je dále spojen s říditelným funkčním vysílačem 8, jehož výstup je spojen se vstupem zdroje 8 počítacích impulsů, který je upraven jako říditelný. Vstup zdroje 8 počítacích impulsů je přes vstupní hradlový obvod 7 připojen na vstup obousměrného čítače 6 je připojen na řídicí vstup číslicově říditelného nastavovacího členu 1 amplitudy a je současně spojen s výstupem A zapojení.

V obr. 1 se přivede napětí od vstupu E číslicově říditelnému nastavovacímu členu 1 amplitudy. Výstupní napětí usměrňovače 2, který je zapojen za číslicově řízeným zesilovačem, kteří v tomto případě nastavovací člen 1 amplitudy, se v součtovém členu 4 připočte k napětí referenčního zdroje 3 tak, že napětí za součtovým členem 4 je mírou pro hodnotu a znaménko regulační odchylky a ve vyrovnaném stavu regulačního obvodu se stává nulové. Toto napětí se přivádí jednomu nebo několika komparátorům 5, které řídí směr počítání obousměrného čítače 6 a vstupního hradlového obvodu 7, na jehož vstup je přivedena proměnná počítací frekvence ze zdroje 8 počítacích impulsů. Změnou počítací frekvence je možno měnit časové chování regulačního obvodu, a tím integrovat měřenou veličinu po kratší nebo delší dobu. Vstupní hradlový obvod 7 není u popsané funkce regulačního obvodu bezpodmínečně nutný, avšak poskytuje přesto řadu praktických výhod. Tak je pomocí dvou komparátorů 5, jejichž prahové hodnoty vybuzení jsou navzájem poněkud přesazené, možné to, aby se u rovnovážného stavu regulačního obvodu vytvořilo mrtvé pásmo, a tím se eliminovaly vlivy nepatrných rušení, způsobené např. rázy vyvolanými spínacími pochody a vlnitostí usměrňovače. Dále se může zablokováním počítacích impulsů zabránit přeběhnutí obousměrného čítače 6. Konečně je možné realizovat zapamatování maximální hodnoty, přičemž při zpětném počítání se vstupní hradlový obvod 7 pro počítací impulsy uzavře.

Měřicí zařízení pro úzkopásmové analýzy je znázorněno v obr. 2. Před vlastním regulačním obvodem je uspořádán úzkopásmový filtr 10, účelně s konstantním relativním pásmem, jehož výstupní napětí má v důsledku této šířky pásma sinusový průběh při jen málo kolísající frekvenci. Při odvození počítacích impulsů, např. z průchodu nulou tohoto napětí pomocí tvarovače impulsů 11 se dosáhne toho, že časové chování regulačního obvodu je nepřímo úměrné střední frekvenci filtru. Protože u filtru s konstantní relativní šířkou pásma je časové chování nepřímo úměrné střední frekvenci filtru, má zde znázorněné měřicí uspořádání optimální časové chování a je například vhodné pro automatické měřicí zařízení a pro frekvenční analýzu nízkofrekvenčních nebo pravděpodobných průběhů. Odvození frekvence počítacích impulsů z výstupu nastavovacího členu 1 amplitudy, tvořeného například říditelným napětovým děličem, je výhodné, neboť na tomto místě je prakticky konstantní úroveň.

Další zařízení s měnící se časovou konstantou je znázorněno na obr. 3. Zde slouží generátor 12 proměnlivé frekvence převážně, za použití sinusového napětí nebo úzkopásmového šumového napětí, k vytvoření libovolné fyzikální střídavé veličiny, přičemž prostřednictvím

nastavovacího členu 1 amplitudy, tvořeného například číslicově tvořeným zesilovačem nebo napětovým děličem, je pro tento účel připojeno ústrojí 13 pro vytváření elektrické nebo neelektrické veličiny, na generátor 12 proměnlivé frekvence. Úroveň vytvořené fyzikální veličiny se má udržovat konstantní nebo se má programovat podle předem zadáných vztahů. Takové požadavky se vyskytují například při proměňování zkušebních polí u elektroakustických přenášeců, při měření frekvenční charakteristiky elektrických a mechanických čtyřpólů nebo při průzkumu kmitů. Potom bude ústrojí 13 pro vytváření elektrické nebo neelektrické veličiny nejčastěji obsahovat výkonový zesilovač a za ním zařazený převodník pro vytváření fyzikální veličiny, přičemž se přitom často vyskytnou povážlivé nežádoucí výkyvy přenosových vlastností. Aby se tyto výkyvy vyregulovaly, obsahuje ústrojí 13 převodník pro měření veličiny, která se má udržovat konstantní, nebo která se má programovat, jehož výstup je spojen s usměrňovačem 2 a s dále zařazenými prvky regulačního obvodu, které byly již popsány. Obsah čítače 6 řídí nastavovací člen 1 amplitudy, tvořený například číslicově řízeným zesilovačem nebo napětovým děličem, takže fyzikální veličina má stále požadovanou úrovněvovou hodnotu. Časovému chování tohoto zařízení se musí věnovat obzvláštní pozornost, neboť se musí často vyregulovat vnucená rezonanční místa přenosové charakteristiky a podle zkušeností dojde často a velmi lehce k nestabilitám při chybném přizpůsobení časové konstanty. Vhodné časové chování se dosáhne tím, že výstup generátoru 12 proměnlivé frekvence je přiveden na tvarovač impulsů 11, který vyšle konstantní počet impulsů, například při každém průchodu nulou napětí generátoru, na vstupní hradlový obvod čítače, a tím zajistí pomalý přechod na požadovanou hodnotu při nízkých frekvencích a rychlý přechod při vysokých frekvencích.

Získávání počítací frekvence z regulačního obvodu ukazuje obr. 4. Regulační odchylka, která je k dispozici za součtovým členem 4, slouží pro řízení převodníku 17 napětí-frekvence a je za tím účelem vedena přes libovolně realizovatelný přizpůsobovací člen 15, jehož lineární nebo nelineární přenosové charakteristiky zajišťují vždy požadované přechodové chování. Možné lineární přenosové funkce dostanou se v podstatě z kombinací přenosových členů, známých v regulační technice, jako například je setrvačný člen, integrační člen nebo derivační člen.

Možné nelineární vlastnosti se obdrží například při potřebné korekci amplitudové charakteristiky, při dvoucestném usměrnění regulační odchylky nebo při tvoření mocninové funkce regulační odchylky.

Pro často požadované přechodové chování odpovídající setrvačnému členu prvního řádu, což je například RC-člen nízkokmitočtové propusti, lze dokázat, že nelinearity, způsobené logaritmováním měřené veličiny, lze eliminovat vhodným dimenzováním časového chování. Požadovaná přenosová funkce $F/p/$ uzavřeného regulačního obvodu podle zadání je:

$$F/p/ = \frac{1}{1 + p\tau} \quad /I/, \text{ přičemž } p\tau = \text{normovaná frekvence přenosového členu.}$$

Ze známé souvislosti kmitočtové charakteristiky přenosové funkce $F/p/$ s kmitočtovou charakteristikou přenosové funkce otevřeného řetězce $F_o/p/$ při přenosových poměrech -jednotka-zpětné vazby

$$F/p/ = \frac{F_o/p/}{1 + F_o/p/} \quad /II/, \text{ se obdrží požadovaný poměr } /I/ \text{ pro}$$

$$F/p/ = \frac{1}{p \tau} \quad /III/$$

To je právě chování obousměrného čítače 6 na obrázku 4. Další členy, nacházející se v přenosové cestě, musí se ve kmitočtové charakteristice vůči sobě zvýraznit. Často vykazuje samotné zapojení usměrňovače 2, tvořící efektivní hodnotu, chování setrvačného členu prvního řádu; dále zařazený přizpůsobovací člen 15 musí potom mít reciproční kmitočtovou charakteristiku setrvačného členu prvního řádu.

Při skokovém poklesu vstupní veličiny má setrvačný člen prvního řádu pro logaritmické amplitudové měřítko lineární pokles výstupní veličiny. Během zpětného pohybu obousměrného čítače 6 je tedy také možné, vynutit požadovanou časově lineární změnu obsahu obousměrného čítače 6, konstantní počítací frekvencí převodníku 17 napětí-frekvence nezávisle na výstupním napětí přizpůsobovacího členu 15. To je zajímavé pro praxi v tom případě, jestliže převodník 17 napětí-frekvence může zpracovávat jen jednu polaritu a jestliže nabíjecí a vybíjecí časové konstanty mají vykazovat rozdílné časové hodnoty, jak je tomu například u standardizované indikační dynamiky -impuls- měřící techniky zvukové úrovně. Na obr. 4 je tato možnost realizována zapojením přepínače 16, upraveným před převodníkem 17 napětí-frekvence a řízeným komparátory 5, kterýžto přepínač přepíná převodník 17 napětí-frekvence při dopředném počítání na zvláštní, nastavitelný napěťový zdroj 14.

V dalším příkladu provedení bude pomocí příkladu 5 popsáno měření dlouhodobé střední hodnoty. Takováto měření se provádějí podle standartizovaných způsobů, například pro zachycování vibrací, které působí na lidské tělo nebo pro měření ekvivalentních trvalých zvukových úrovní L_{eq} , dlouhodobých působení hluku na člověka. Pro tento poslední případ bude ukázána možnost, aby se v každý libovolný časový okamžik t bezprostředně odečetla na čítači hodnota ekvivalentní trvalé zvukové úrovně, která se tam až do té doby nashromáždila.

Podle definice dostane se souvislost mezi ekvivalentní trvalou zvukovou úrovní L_{eq} a okamžitou hodnotou $L_A/t/$ zvukové úrovně

$$L_{eq} = \frac{q}{0,3} \lg \left[\frac{1}{T} \int_0^T 10^{\frac{0,3 L_A/t/}{q}} dt \right] \quad /IV/$$

přičemž $q = 2,5, \dots, 6$.

V případě, že popsany regulační obvod se svým obousměrným čítačem 6 indikuje v každý časový okamžik hodnotu ekvivalentní trvalé zvukové úrovně $L_{eq}/t/$, která byla dosud zjištěna, dostane se okamžitá úroveň ze součtu této indikované hodnoty a okamžité odchylky výstupního napětí U_g usměrňovače 2 od referenčního napětí U_{REF}

$$L_{eq}/t/ = \frac{q}{0,3} \lg \left[\frac{1}{t} \int_0^t 10^{\frac{0,3}{q} \left(L_{eq}/t' + 20 \lg \frac{U_g /t'/}{U_{REF}} \right)} dt' \right] \quad /V/$$

Z toho se dostane s použitím souvislosti mezi stavem $n/t/$ obousměrného čítače 6, nejmenším úrovnovým krokem ΔL číslicové indikace, vyslanou hodnotou $L_{eq}/t/$ a počítací frekvencí $f_z/t/$ na vstupu obousměrného čítače 6

$$L_{eq}/t/ = n/t/ \int L = \int_0^t f_z/t/ dt'$$

$$\frac{d}{dt} L_{eq}/t/ = f_z/t/ \quad /VI/$$

předpis pro požadované řízení počítací frekvence,

$$f_z/t/ = \frac{9}{0,3 \int L \ln 10} : \frac{1}{t} \left\{ \left(\frac{U_g/t/}{U_{REF}} \right)^{\frac{6}{9}} - 1 \right\} \quad /VII/$$

Výraz ve složené závorce se dostane přímo z regulační odchylky regulačního obvodu prostřednictvím nelineárních převodů; činitel $\frac{1}{t}$ vznikne přidáním připojením hodin, to je zdroje časových impulsů na převodník 17 napětí-frekvence.

Obr. 5 ukazuje základní uspořádání pro získání dlouhodobých středních hodnot. Přizpůsobovací člen 15 zpracovává v každý okamžik rozdíl, vyskytující se jako regulační odchylka mezi dlouhodobou střední hodnotou, vyslanou obousměrným čítačem 6, která až do tohoto okamžiku nabíhla a okamžitou úrovně hodnotou měřené veličiny. Říditelný funkční vysílač 2, přidavně připojený na převodník 17 napětí-frekvence, udává dobu pro tuto úlohu měření. Přidavné možnosti pro změnu tvoření střední hodnoty v závislosti na výšce úrovně jsou znázorněny na obr. 5, a spojením výstupu obousměrného čítače 6 s řídicími vstupy přizpůsobovacího členu 15 a převodníku 17 napětí-frekvence. Funkce převodníku 17 napětí-frekvence má završovat vhodné spojení všech řídicích vstupních veličin.

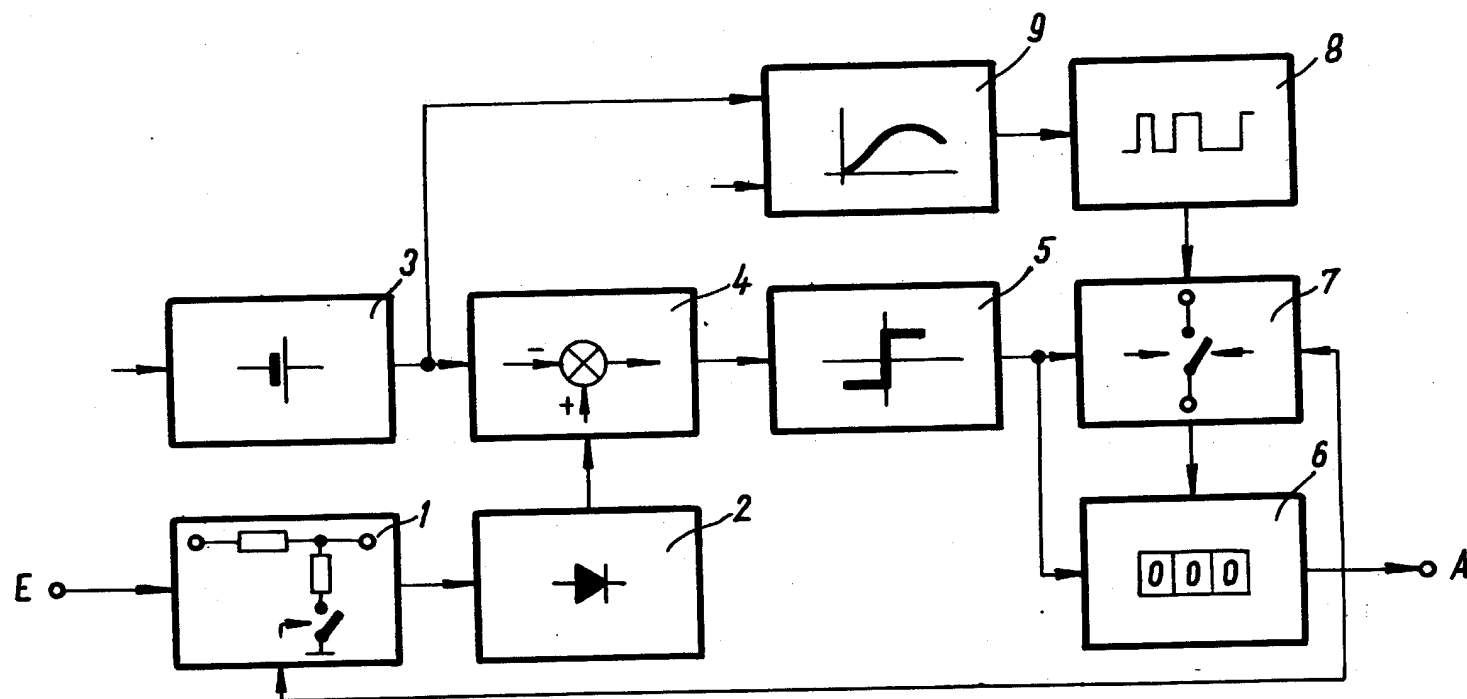
Ve všech dosud uvedených příkladech je možné vytvořit přidavnou řídicí, resp. vstupní veličinu pro regulační obvod prostřednictvím měnitelného referenčního zdroje. Tím je možné zjišťovat úrovně rozdíly například mezi dvěma měřicími místy, mezi vysílačem a přijímačem při zjišťování tlumení zvuku, kmitů oscilátoru, přenosových činitelů, atd., nebo také mezi nefiltrovanými a filtrovanými měřenými veličinami. Dále je možné docílit na tomto místě zvláštních vlastností měřené veličiny, jako například napodobování tzv. akustického reflexu při měření škodlivých působení na sluch nebo programování libovolné střídavé veličiny, která se má vytvořit podle obr. 3.

Obr. 6 ukazuje jednoduchý měřicí řetězec pro zjišťování úrovně rozdílu mezi širokopásmovým měřeným signálem, který je na vstupu E a mezi úzkopásmovou částí, která se z toho získala úzkopásmovým filtrem 10. Zvolené uspořádání součtového členu 4 způsobí to, že se indikuje ne obousměrném čítači 6 úrovně rozdílu mezi užitečným signálem za úzkopásmovým filtrem 10 a širokopásmovou úrovní. Časové chování regulačního obvodu se účelně odvodí od úzkopásmové větve měřicího místa, neboť širokopásmová úroveň při vyladěném úzkopásmovém filtru 10 nedozná změn, a tudíž neexistují požadavky na časové chování. Odvození počítacích impulsů se provádí stejným způsobem jako na obr. 2.

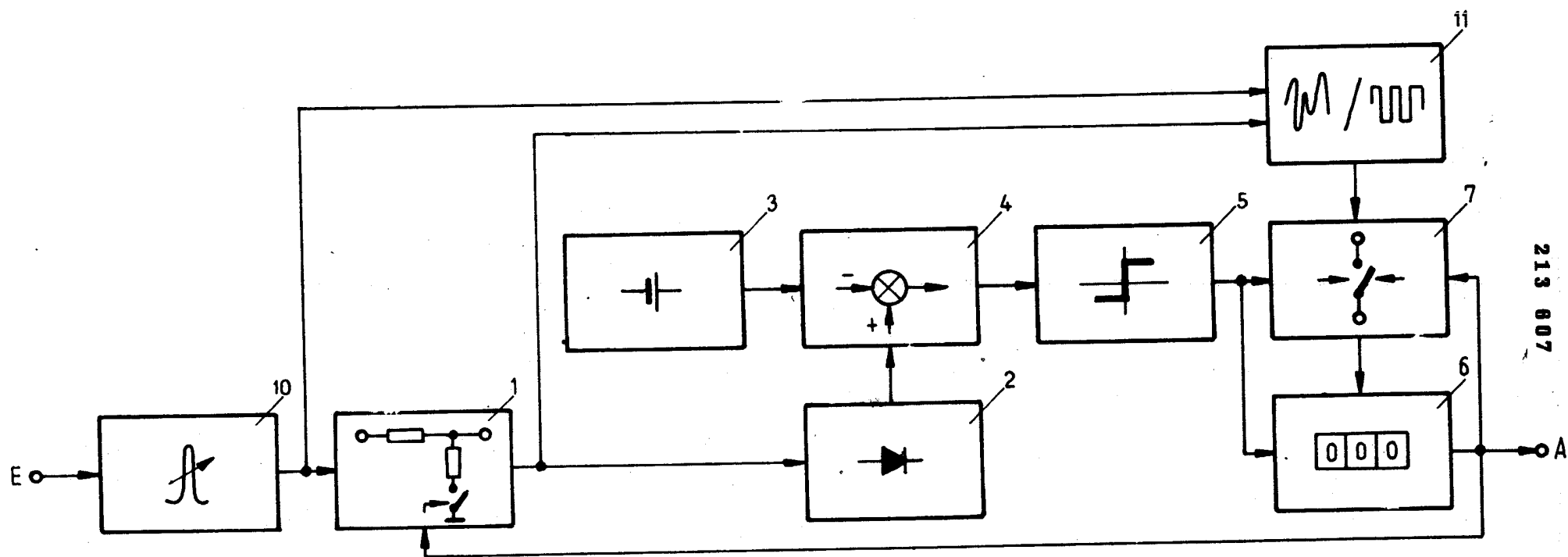
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Zapojení pro číslicové zjišťování úrovně hodnoty střídavých napětí s regulovatelným časovým chováním, sestávající z měřicího řetězce s číslicově říditelným nastavovacím členem amplitudy, zapojeným za vstupem, jehož výstup je přes usměrňovač spojen s prvním vstupem součtového členu, na jehož druhý vstup je připojen referenční zdroj a jehož výstup je přes nejméně jeden komparátor spojen s řídicím vstupem směru počítání obousměrného čítače, které spojením výstupů čítače, které jsou současně výstupem zapojení, se vstup číslicově říditelného nastavovacího členu amplitudy vytváří regulační obvod, vyznačující se tím, že zdroj /8/ počítacích impulsů, zapojený před vstupním hradlovým obvodem /7/ obousměrného čítače /6/, je připojen na výstup říditelného funkčního vysílače /9/, jehož první řídicí vstup je připojen na výstup referenčního zdroje /3/ a jeho další řídicí vstupy jsou připojeny na výstup usměrňovače /2/ a/nebo na výstup součtového členu /4/ a/nebo na výstup obousměrného čítače /6/ a/nebo na externí řídicí bloky, výhodně přes přizpůsobovací člen /15/, přičemž referenční zdroj /3/ je opatřen řídicími vstupy, které jsou připojeny přes spínač na výstup obousměrného čítače /6/ a/nebo na externí řídicí blok.
2. Zapojení pro číslicové zjišťování úrovně hodnoty střídavých napětí podle bodu 1, vyznačující se tím, že na vstup nastavovacího členu /1/ amplitudy je připojen výstup úzkopásmového filtru /10/, který je dále připojen na první vstup tvarovače impulsů /11/, tvořícího zdroj počítacích impulsů, na jehož druhý vstup je připojen výstup nastavovacího členu /1/ amplitudy a výstup tvarovače impulsů /11/ je přes vstupní hradlový obvod /7/ spojen s počítacím vstupem obousměrného čítače /6/.
3. Zapojení pro číslicové zjišťování úrovně hodnoty řídicích napětí podle bodů 1 a 2, vyznačující se tím, že na vstup nastavovacího členu /1/ amplitudy je připojen výstup generátoru /12/ proměnlivé frekvence a mezi výstup nastavovacího členu /1/ amplitudy a vstup usměrňovače /2/ je zapojeno ústrojí /13/ pro vytváření elektrické nebo neelektrické veličiny, přičemž výstup generátoru /12/ proměnlivé frekvence je dále připojen na vstup tvarovače impulsů /11/.
4. Zapojení pro číslicové zjišťování hodnoty řídicích napětí podle bodu 1, vyznačující se tím, že zdroj /8/ počítacích impulsů, zapojený před vstupní hradlový obvod /7/, je vytvořen jako převodník /17/ napětí-frekvence, jehož vstup je spojen s výstupem přizpůsobovacího členu /15/, jehož vstup je spojen se součtovým členem /4/.
5. Zapojení pro číslicové zjišťování úrovně hodnoty řídicích napětí podle bodu 1, vyznačující se tím, že převodník /17/ napětí-frekvence je zapojen přepínač /16/, jehož řídicí vstup je spojen s výstupem komparátoru /5/, druhý vstup s přizpůsobovacím členem /15/ a třetí vstup s dalším nastavitelným napěťovým zdrojem /14/.

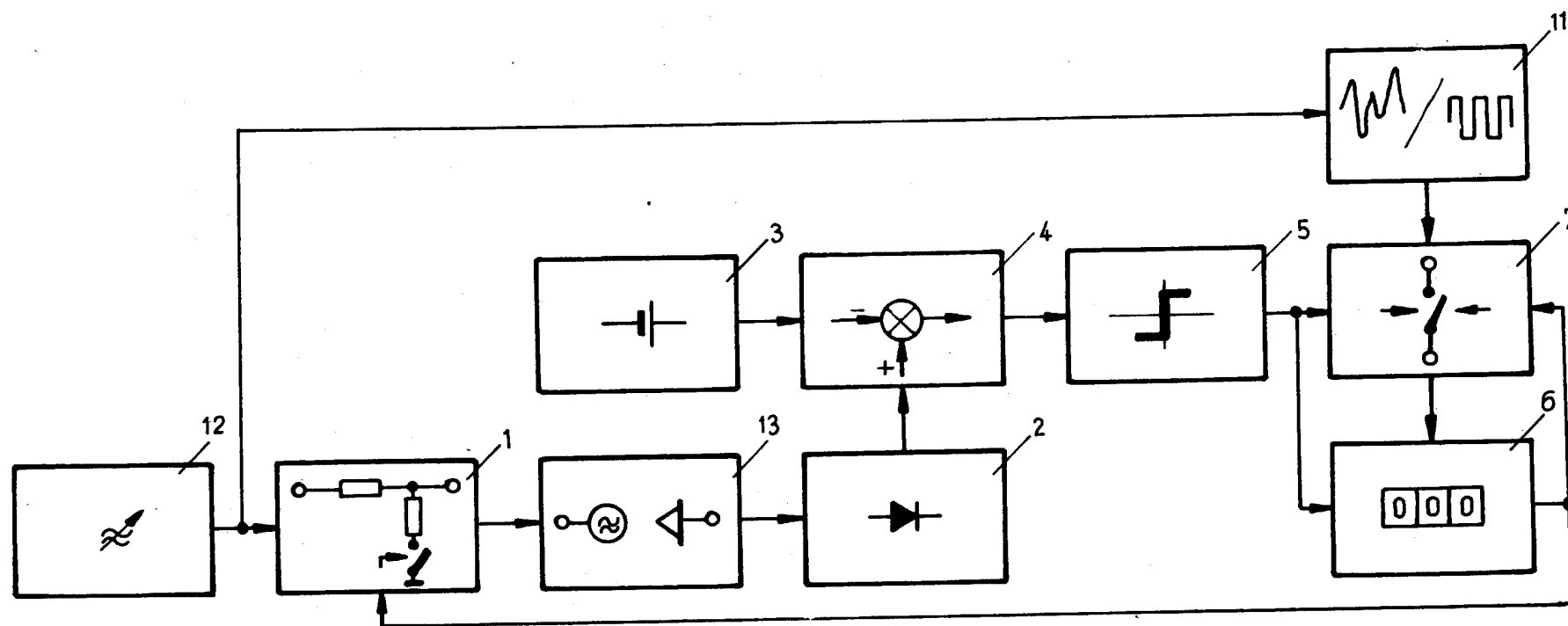
6. Zapojení pro číslicové zajišťování úrovně hodnoty řídicího napětí podle bodu 4, vyznačující se tím, že převodník /17/ napětí-frekvence má tři řídicí vstupy, z nichž první je připejen na výstup přizpůsobovacího členu /15/, jehož první vstup je spojen s výstupem součtového členu /4/ a druhý řídicí vstup převodníku /17/ napětí-frekvence je spojen s výstupem říditelného funkčního vysílače /9/, přičemž druhý řídicí vstup přizpůsobovacího členu /15/ a třetí řídicí vstup převodníku /17/ napětí-frekvence jsou spojeny s výstupem obousměrného čítače /6/.
7. Zapojení pro číslicové zjišťování úrovně hodnoty střídavých napětí podle bodů 1 až 5, vyznačující se tím, že referenční zdroj /3/ je tvořen měřícím usměrňovačem /18/, jehož vstup je spojen se vstupem /E/ zapojení.



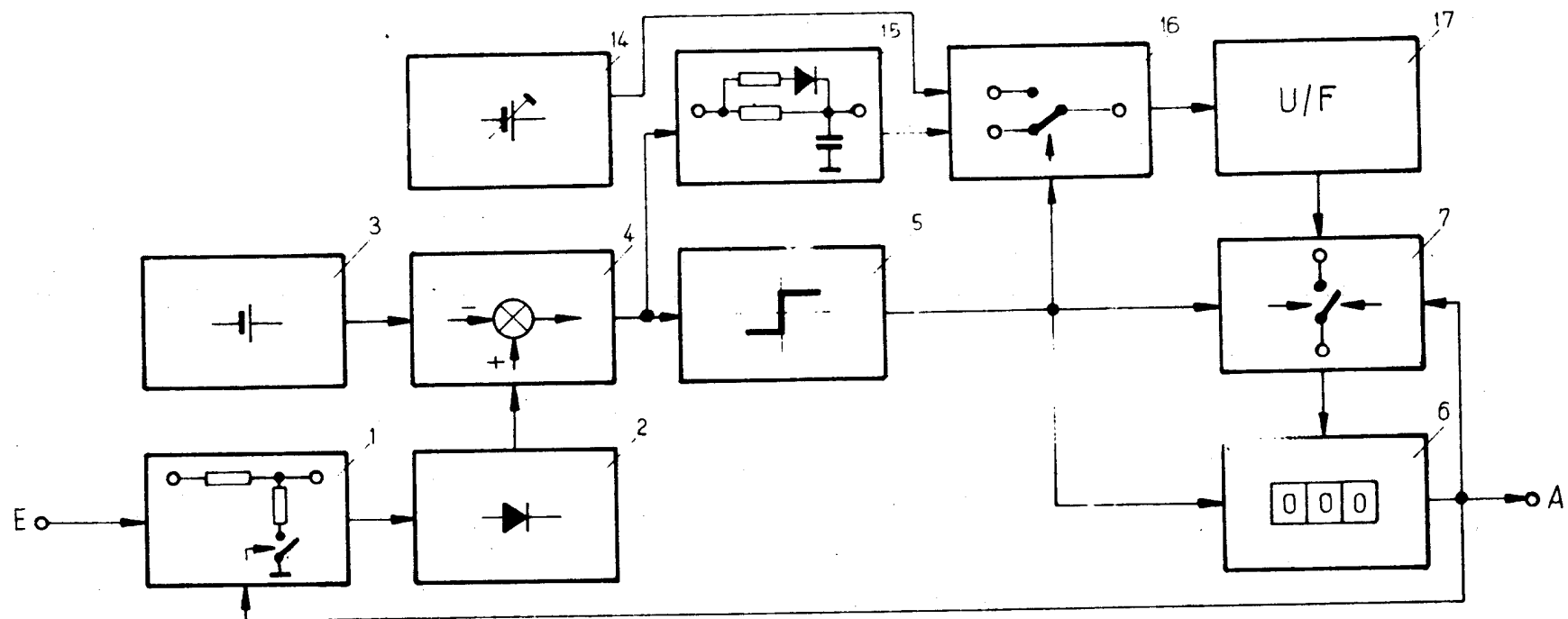
Obr. 1



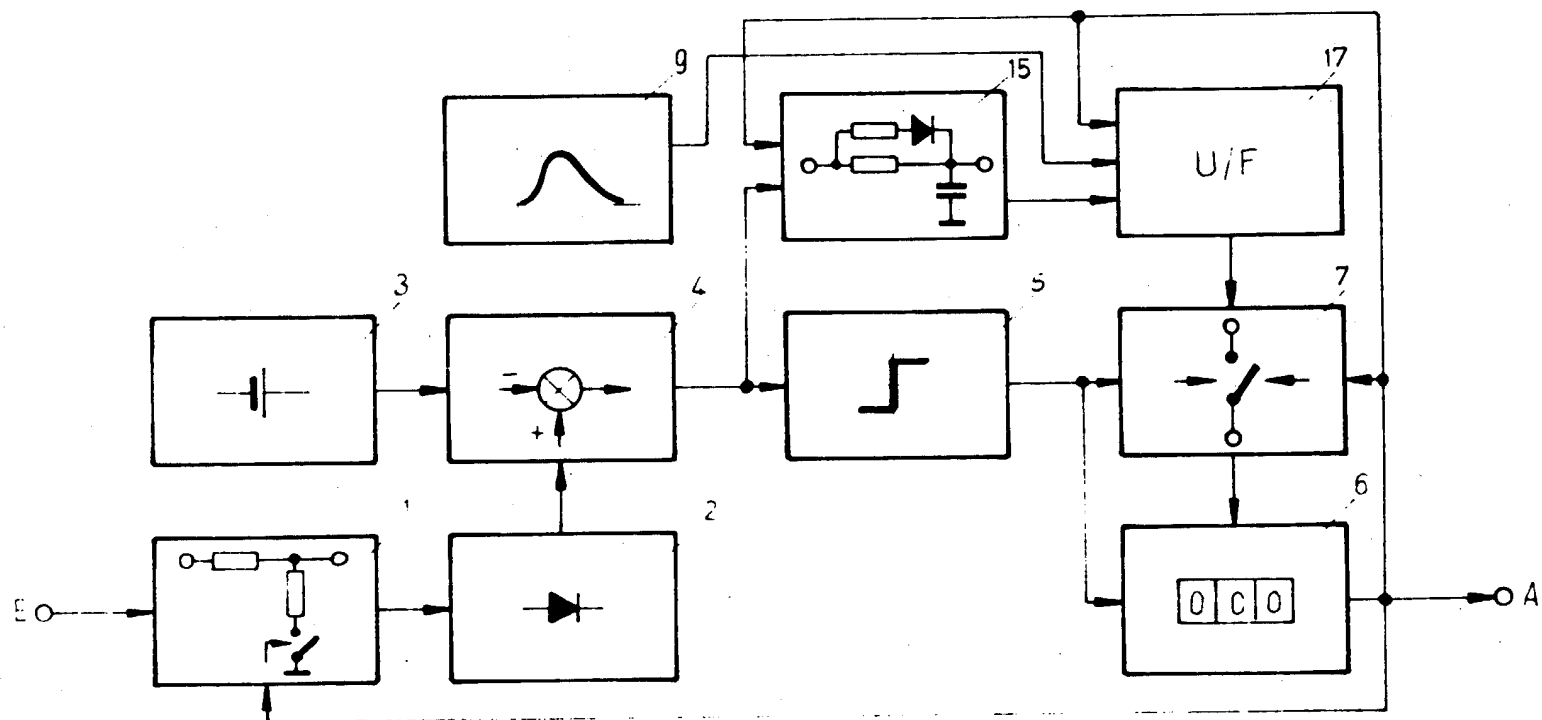
Obr. 2



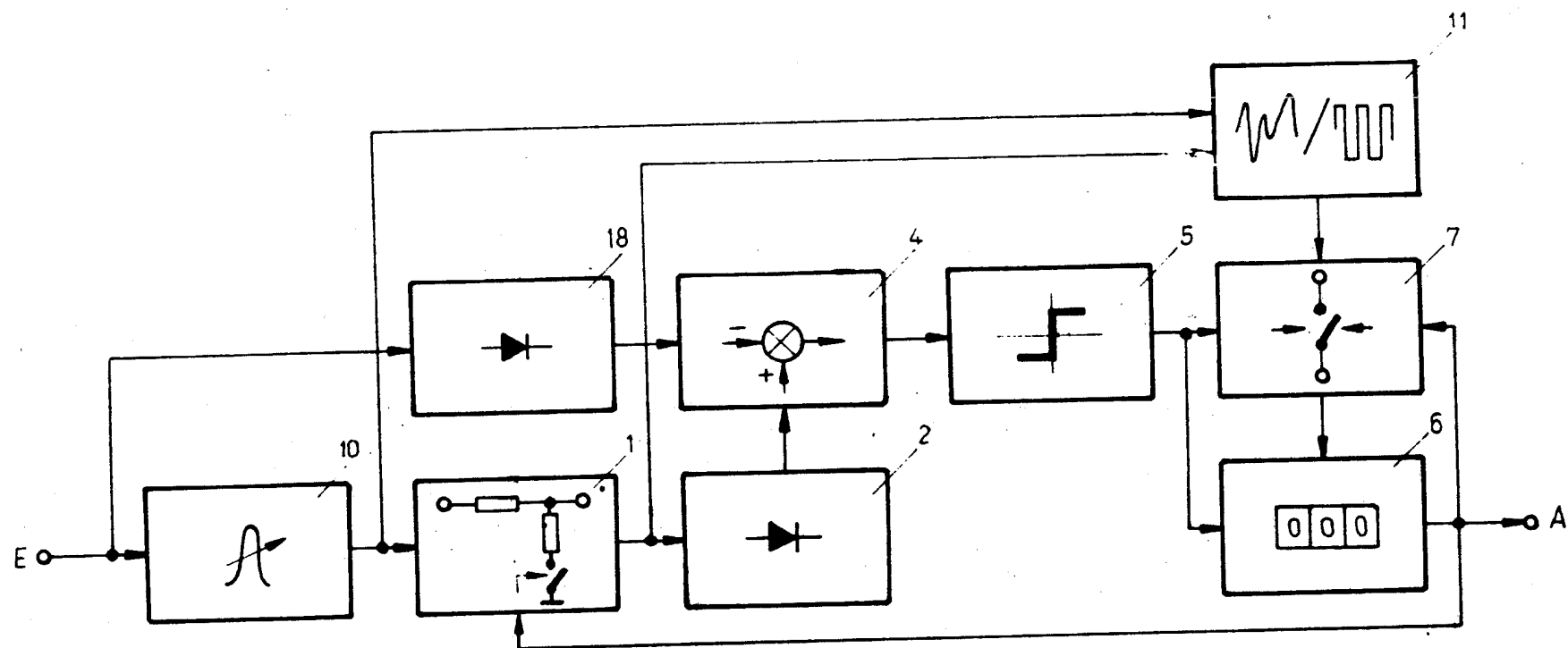
Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6