



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

252819

(11)

(B2)

(22) Přihlášeno 27 07 84
(21) PV 5784-84

(51) Int. Cl.⁴
H 04 N 5/44

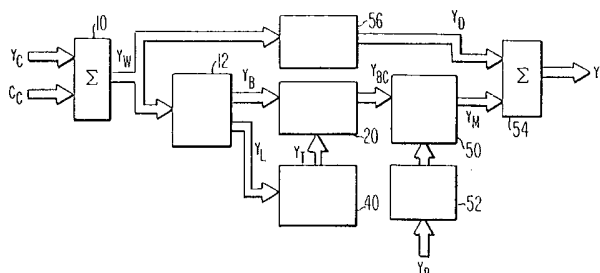
(40) Zveřejněno 12 03 87

(45) Vydáno 15 07 88

(72) Autor vynálezu BOLGER THOMAS VINCENT, MERCHANTVILLE, NEW JERSEY (Sp. st. a.)
(73) Majitel patentu RCA CORPORATION, NEW YORK, NEW YORK (Sp. st. a.)

(54) Zařízení pro potlačení nízkoamplitudových šumů

U zapojení je jeden výstup digitálního filtru, připojeného k vstupnímu součtovému obvodu, přes digitální násobič korekce špiček připojen k výstupnímu digitálnímu součtovému obvodu a druhý výstup digitálního filtru je přes digitální řídicí obvod potlačení nízkoamplitudových šumů připojen k digitálnímu obvodu pro potlačení nízkoamplitudových šumů, který obsahuje porovnávací obvod.



Vynález se týká zařízení pro potlačení nízkooamplitudových šumů digitálního signálu s možností nastavit prahovou úroveň v odezvu na alespoň část digitálního signálu, z něhož mají být odstraněny nízkooamplitudové šумы. Vynález je užitečný při zpracování digitálních televizních signálů v televizním přijímači.

Potlačení nízkooamplitudových šumů operace zpracovávání digitálních signálů, u níž se nízkourovňové kolísání signálů, často sdružené se šumem, odstraňuje ze signálu, aby se zlepšil jeho poměr signál - šum. Pro televizní signály například to může být šum zavedený v přenosové cestě, vysokofrekvenčním tunerem a zesilovači, mezifrekvenčními zesilovači nebo vnějšími zdroji šumu. Pevné potlačování nízkooamplitudových šumů, u něhož se odstraňují nízkourovňové změny signálů nepřesahující pevně stanovenou prahovou úroveň, je v televizním přijímači nedostačující, poněvadž divák více vnímá šum objevující se u tmavých scén, to jest světlé skvrny na tmavém pozadí, než u světlé scény, to jest tmavé skvrny na světlém pozadí.

Je tudíž žádoucí dosáhnout relativně vyšší prahovou úroveň odstraňování šumu pro nízké úrovně jasových signálů, to jest pro tmavé scény a relativně prahovou úroveň odstraňování šumu pro vysoké úrovně jasových signálů, to jest pro světlé scény. Analogové uspořádání obvodu poskytující tuto žádoucí charakteristiku pro televizní přijímače s analogovým zpracováním signálu, je známo.

U zařízení pro zpracování digitálního signálu ovšem zařízení pro potlačení nízkooamplitudových šumů musí provádět potlačovací operaci na signálech, které jsou vlastně digitálními čísly představujícími úrovně signálů, spíše než přímo na úrovních signálů samotných. Tudíž pro generování prahových signálů potlačování nízkooamplitudových šumů musí se použít digitálních obvodů pro vytváření řídicího signálu za určitých podmínek a pro vytváření digitálních signálů s potlačeným nízkooamplitudovým šumem v odezvu na řídicí signál.

Uvedené nevýhody jsou odstraněny u zapojení pro potlačení nízkooamplitudových šumů podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že jeden výstup digitálního filtru, připojeného k vstupnímu digitálnímu součtovému obvodu, je přes digitální násobič korekce špiček připojen k výstupnímu digitálnímu součtovému obvodu a druhý výstup digitálního filtru je přes digitální řídicí obvod potlačení nízkooamplitudových šumů připojen k digitálnímu obvodu pro potlačení nízkooamplitudových šumů, který obsahuje porovnávací obvod.

Výhodou zapojení podle vynálezu je, že operace potlačení nízkooamplitudových šumů neovlivňuje informaci o základním obrazu a detail, který je zastoupen v širokopásmových digitálních jasových signálech a ve zpožděných digitálních jasových signálech. Potlačení nízkooamplitudového šumu pouze zabraňuje zvýšení jeho relativně nízkooamplitudových signálových složek vyšších kmitočtů, které by se jinak vyskytly vlivem uspořádání pro korekci špiček, ve kterém je tento vynález použit. Co je ještě důležitější, zvýraznění těchto složek signálů o vyšších kmitočtech je tímto vynálezem sníženo více pro relativně tmavší obrazy, u nichž šum je pro diváka patrnější, než pro relativně světlejší obrazy, u nichž šum je méně patrný.

Příklad provedení zařízení pro potlačení nízkooamplitudových šumů podle vynálezu je zobrazen na výkresech, na nichž znázorňuje obr. 1 blokové schéma tohoto zařízení, na obr. 2 a 4 jsou grafy přenosových charakteristik, které pomáhají porozumět zařízení na obr. 1 a na obr. 3, 5 a 6 jsou schémata, částečně v blokové formě částí zařízení na obr. 1.

Na obrázcích představují široké šipky dráhy signálů pro mnohabitové paralelní digitální signály a čárové šipky představují dráhy signálů pro jednotlivé nebo sériové digitální signály.

Obr. 1 znázorňuje část obvodu zpracujícího digitální signály televizního přijímače, ve kterém jsou jasové signály zpracovávány digitálně. Ačkoliv tento vynález je obecně použitelný, je zde popsán u obvodu pro zpracování digitálních jasových signálů televizního přijímače, poněvadž digitální potlačení nízkámplicitudových šumů říditelné v odezvu na nastavitelné digitální prahové signály, je s výhodou používána právě u něho.

Digitální vstupní součtový obvod 10 je zdrojem širokopásmových digitálních jasových signálů $\underline{Y}_W$, které vytváří přiřítáním informace o vertikálních detailech obsažených v hřebenově filtrovaných digitálních barvonosných signálech $\underline{C}_C$, k hřebenově filtrovaným digitálním jasovým signálům $\underline{Y}_C$. Velikost digitálních jasových $\underline{Y}$ jako funkce kmitočtu f je znázorněna na obr. 2, na němž je širokopásmový digitální signál $\underline{Y}_W$ odpovídajícím způsobem označen.

Digitální filtr 12 na obr. 1 přijímá širokopásmové digitální jasové signály $\underline{Y}_W$ a vytváří dolní propustí filtrované digitální jasové signály $\underline{Y}_L$ obsahující složky širokopásmových digitálních jasových signálů $\underline{Y}_W$. Digitální filtr 12 také vytváří pásmovou propustí filtrované digitální jasové signály $\underline{Y}_B$ obsahující složky širokopásmových digitálních jasových signálů $\underline{Y}_W$ relativně vyššího kmitočtu. Dolní propustí filtrované digitální jasové signály $\underline{Y}_L$ a pásmovou propustí filtrované digitální jasové signály $\underline{Y}_B$ jsou s výhodou v podstatě komplementární ve velikosti kmitočtového spektra, jak je znázorněno křivkami $\underline{Y}_B$ a $\underline{Y}_L$ na obr. 2.

Příklad provedení digitálního filtru 12 znázorněného na obr. 3 obsahuje víceúrovňový první posuvný registr 14, který vytváří zpožděné kopie $\underline{Y}_W$ širokopásmových digitálních jasových signálů na různých odbočkách svého výstupu v odezvu na vstupní širokopásmové jasové signály $\underline{Y}_W$ a na neznázorněný hodinový signál. Zpožděné kopie $\underline{Y}_W$ širokopásmových digitálních jasových signálů vytvářené na odbočkách prvního posuvného registru 14 jsou váženy digitálními váhovými obvody $\underline{W}_1$, $\underline{W}_2$ a $\underline{W}_3$, kterým jsou například digitální násobiče. Hodnoty váhových koeficientů digitálních obvodů $\underline{W}_1$, $\underline{W}_2$ a $\underline{W}_3$ určují kmitočtovou odezvu digitálního filtru 12 jak je známo odborníkům z oboru.

Digitální sčítačka 16 sečítá vážené zpožděné jasové signály a vytváří pásmovou propustí filtrované digitální jasové signály $\underline{Y}_B$. Výstupní odbočka na středním stupni prvního posuvného registru 14 vytváří zpožděné kopie $\underline{Y}_W$ širokopásmových digitálních jasových signálů, od kterých se první digitální odečítačkou 18 odečítají pásmovou propustí filtrované digitální jasové signály $\underline{Y}_B$ a vytvářejí se dolní propustí filtrované digitální jasové signály $\underline{Y}_L$. Tímto způsobem jsou pásmovou propustí filtrované digitální jasové signály $\underline{Y}_B$ a dolní propustí filtrované digitální jasové signály $\underline{Y}_L$ v podstatě komplementární.

Digitální řídicí obvod 40 potlačení nízkámplicitudových šumů na obr. 1 vytváří digitální prahové signály $\underline{Y}_T$ o velikosti říditelné v odezvu na dolní propustí filtrované digitální jasové signály $\underline{Y}_L$. Nejprve uvažujme, že úroveň dolní propustí filtrovaných digitálních jasových signálů $\underline{Y}_L$ jsou relativně vysoké, což odpovídá jasnému obrazu, takže digitální prahové signály $\underline{Y}_T$ jsou na relativně nízké hodnotě $\underline{Y}_{TW}$. Digitální obvod 20 pro potlačení nízkámplicitudových šumů reaguje na digitální signály relativně nízké úrovně $\underline{Y}_{TW}$ a vytváří se pásmovou propustí filtrované digitální jasové signály $\underline{Y}_B$ jako digitální jasové signály $\underline{Y}_{BC}$ s potlačeným nízkámplicitudovým šumem, když velikost pásmovou propustí filtrovaných digitálních jasových signálů $\underline{Y}_B$ přesáhne velikost digitálních signálů relativně nízké úrovně $\underline{Y}_{TW}$.

Plná čára přenosové charakteristiky tvořená prvním úsekem 120, třetím úsekem 124, druhým úsekem 122, čtvrtým úsekem 124' a sedmým úsekem 128 vztahu pásmovou propustí filtrovaných digitálních jasových signálů $\underline{Y}_B$ k digitálním jasovým signálům $\underline{Y}_{BC}$ s potlačeným nízkámplicitudovým šumem znázorněné na obr. 4 obsahuje první úsek 120 a sedmý úsek 128 zobrazující tento stav. Když je velikost pásmovou propustí filtrovaných jasových signálů $\underline{Y}_B$ menší relativně nízká hodnota $\underline{Y}_{TW}$, vytvářejí se digitální nulové signály jako digitální jasové signály $\underline{Y}_{BC}$ s potlačeným nízkámplicitudovým šumem, jak je znázorněno druhým úsekem 122 na obr. 4.

Pak uvažujeme, že dále úrovně dolní propustí filtrovaných digitálních jasových signálů Y_L relativně nízké, což odpovídá tmavému obrazu, takže digitální prahové signály Y_T vytvářené digitálním řídicím obvodem 40 potlačení nízkoamplitudových šumů budou na relativně vysoké hodnotě Y_{TB} . Digitální obvod 20 potlačení nízkoamplitudových šumů vykazuje přenosovou charakteristiku znázorněnou čárkováně na obr. 4, obsahující první úsek 120, pátý úsek 126, druhý úsek 122, šestý úsek 126' a sedmý úsek 128 představující potlačení nízkoamplitudových šumů pásmovou propustí filtrovaných digitálních jasových signálů Y_B v relativně zvětšeném rozsahu potlačení nízkoamplitudových šumů, to jest od záporné relativně vysoké hodnoty $-Y_{TB}$ až po kladnou relativně vysokou hodnotu $+Y_{TB}$ a vytváří se digitální jasové signály Y_{BC} s potlačeným nízkoamplitudovým šumem.

Příklad zařízení obsahujícího digitální řídicí obvod 40 potlačení nízkoamplitudových šumů a digitální obvod 20 pro potlačení nízkoamplitudových šumů je znázorněna například na obr. 5. Digitální řídicí obvod 40 potlačení nízkoamplitudových šumů obsahuje druhou digitální odčítačku 42, která vytváří rozdílové signály mezi velikostí dolní propustí filtrovaného digitálního jasového signálu Y_L a digitálního referenčního signálu Y_{REF} dodávaného referenčním zdrojem 46. Velikost digitálního referenčního signálu Y_{REF} například přibližně odpovídá úrovni jasného, to jest bílého, obrazu dolní propustí filtrovaných digitálních jasových signálů Y_L .

Tudíž pro stavy jasného, čili bílého, obrazu se velikost rozdílového signálu přibližuje nule a pro stavy tmavého, čili černého, obrazu se přibližně 100 % velikostí dolní propustí filtrovaných digitálních jasových signálů Y_L . Digitální druhý posuvný registr 44 dělí rozdílový signál N a vytváří se digitální prahový signál Y_T . Vhodná velikost rozdílového signálu N jsou mocniny dvou, to jest 2, 4, 8, 16 a tak dále. Matematicky digitální řídicí obvod 40 potlačení nízkoamplitudových šumů na obr. 5 řiditelně vytváří digitální prahový signál Y_T v souladu s rovnicí

$$Y_T = (1/N) (Y_{REF} - Y_L) \quad (I)$$

Výhodné je zvolit úroveň digitálního referenčního signálu Y_{REF} tak, aby činila přibližně 100 % jasové úrovně zcela jasného obrazu a dělicí faktor rovný 8.

To vytváří řiditelnou prahovou úroveň potlačení nízkoamplitudových šumů, která se mění mezi minimem 0 % pro jasné obrazy a maximem 12,5 % pro tmavé obrazy. Tyto úrovně v podstatě odpovídají přibližně 0 % až 10 % rozsahu prahových úrovní potlačení nízkoamplitudových šumů, o němž bylo zjištěno, že uspokojí v analogových televizních přijímačích a že dovolují, aby digitální řídicí obvod 40 potlačení nízkoamplitudových šumů byl s výhodou jednoduchý.

Digitální obvod 20 pro potlačení nízkoamplitudových šumů na obr. 5 obsahuje digitální porovnávací obvod 30, který srovnává pásmovou propustí filtrované digitální jasové signály Y_B s digitálními prahovými signály Y_T a vytváří hradlovací signál GS. Digitální obvod 20 pro potlačení nízkoamplitudových šumů dále obsahuje soustavu součinnových obvodů jako první součinnový obvod 22, druhý součinnový obvod 24 až čtvrtý součinnový obvod 28, z nichž každý dostává jeden bit digitálního pásmovou propustí filtrovaného digitálního jasového signálu Y_B na prvním vstupu. Druhé vstupy prvního součinnového obvodu 22, druhého součinnového obvodu 24 až čtvrtého součinnového obvodu 28 dostávají hradlovací signál GS.

Když velikost pásmovou propustí filtrovaného digitálního jasového signálu Y_B přesáhne velikost digitálního prahového signálu Y_T , digitální porovnávací obvod 30 vytvoří hradlovací signál GS na vysoké digitální úrovni a otevře se první součinnový obvod 22, druhý součinnový obvod 24 až čtvrtý součinnový obvod 28 a propustí se pásmovou propustí filtrovaný digitální jasový signál Y_B jako pásmovou propustí filtrovaný digitální jasový signál A_{BC} s potlačeným nízkoamplitudovým šumem. Jinak digitální porovnávací obvod 30 vytvoří hradlovací signál GS pro zablokování prvního součinnového obvodu 22, druhého součinnového obvodu 24 až čtvrtého

součinového obvodu 28, které tím vytvoří digitální jasový signál $\underline{Y}_{BC}$ s potlačeným nízkoamplitudovým šumem mající předem stanovenou nulovou velikost, to jest všechny bity jsou nulové.

Příklad provedení digitálního porovnávacího obvodu 30 je digitální okénkový porovnávací obvod 30', znázorněny na obr. 6. Jestliže velikost pásmovou propustí filtrovaných jasových digitálních signálů $\underline{Y}_B$ přesáhne velikost digitálních prahových signálů $\underline{Y}_T$ ve smyslu kladné polaritě, pak první komparátor 32 vytvoří výstupní signál o otevírací úrovni, který se dodává přes obvod 38 logického součtu jako hradlovací signál GS. Negátor 36 mění digitální prahový signál $\underline{Y}_T$ na záporný digitální prahový $-\underline{Y}_T$, který se přivádí na digitální druhý komparátor 34. Jestliže je velikost pásmovou propustí filtrovaného digitálního signálu $\underline{Y}_B$ zápornější než je velikost digitálního prahového signálu $-\underline{Y}_T$, pak druhý komparátor 34 vytváří výstupní signál o otevírací úrovni, který se dodává přes obvod 38 logického součtu jako hradlovací signál GS. Je-li pásmovou propustí filtrovaný jasový signál $\underline{Y}_B$ mezi velikostmi kladného prahového signálu $\underline{Y}_T$ a záporného prahového signálu $-\underline{Y}_T$ nebo se jim rovná, ani první komparátor 32 ani druhý komparátor 34 nevytvoří výstupní signál o otevírací úrovni a hradlovací signál GS zablokuje první součinový obvod 22, druhý součinový obvod 24 až čtvrtý součinový obvod 28, jak bylo popsáno výše.

Obvod 52 řízení korekce špiček na obr. 1 reaguje například na pásmovou propustí filtrovatelné digitální jasové signály $\underline{Y}_B$ a vytváří se násobící koeficient, který se přikládá na násobič korekce špiček. Násobič 50 korekce špiček násobí digitální jasové signály $\underline{Y}_{BC}$ s potlačeným nízkoamplitudovým šumem tímto násobícím koeficientem a vytvářejí se násobené digitální jasové signály $\underline{Y}_M$, mající charakteristiky znázorněné na obr. 2 soustavou křivek označených $\underline{Y}_M$.

Širokopásmové digitální jasové signály $\underline{Y}_W$ se časově zpožďují digitálním zpožďovacím obvodem 56, který vytváří zpožděné digitální jasové signály $\underline{Y}_D$. Digitální zpožďovací obvod 56 je například posuvný registr s takovým počtem stupňů, aby poskytoval časové zpoždění v podstatě rovné zpoždění, které se objevuje při vytváření násobených digitálních jasových signálů $\underline{Y}_M$ v odezvu na širokopásmové digitální jasové signály $\underline{Y}_W$ na dráze přes digitální filtr 12, digitální obvod 20 pro potlačení nízkoamplitudových šumů a násobič 50 korekce špiček.

Výstupní digitální součtový obvod 54 kombinuje širokopásmové zpožděné digitální jasové signály $\underline{Y}_D$ a násobené digitální jasové signály $\underline{Y}_M$ říditelných potlačením nízkoamplitudových šumů a vytváří se jasové signály $\underline{Y}_P$ s korigovanými špičkami. Obr. 2 dále znázorňuje skupinu charakteristik závislosti velikosti signálů $\underline{Y}_P$ s korigovanými špičkami na velikosti signálů $\underline{Y}_D$ a $\underline{Y}_M$, které jsou součty příslušných signálů ze skupiny charakteristik násobených digitálních jasových signálů $\underline{Y}_M$ a charakteristik širokopásmových digitálních jasových signálů $\underline{Y}_W$, které jsou charakteristické pro zpožděné digitální jasové signály $\underline{Y}_D$.

Poznamenává se, že násobící koeficient vytvořený obvodem 52 řízení korekce špiček může být dostatečně malý, takže násobené digitální jasové signály $\underline{Y}_M$ jsou co do velikosti bezvýznamné vůči širokopásmovým digitálním jasovým signálům $\underline{Y}_W$ a zpožděným digitálním jasovým signálům $\underline{Y}_D$. V tomto stavu jsou jasové signály $\underline{Y}_P$ s korigovanými špičkami bez korigovaných špiček.

Příkladem digitální úrovně signálů u televizního přijímače majícím osmibitový analogově digitální převodník, to jest 256 úrovní, digitalizující úplné videosignály, jsou následující. Digitální úrovně jsou zde vyjádřeny jako desítkové ekvivalenty binárních čísel. Předpokládáme, že nulová digitální úroveň odpovídá vrcholku synchronizačního impulsu při amplitudě -40 jednotek IRE a digitální úroveň 256 odpovídá úrovni za zcela bílou při amplitudě +120 jednotek IRE úplného videosignálu. Pak úroveň černé, to jest 0 jednotek IRE, a úroveň bílé, to jest 100 jednotek IRE, odpovídají digitálním úrovním 64 a 224.

Digitální referenční úroveň se zvolí 224 a rozdílový signál N se zvolí roven 8. U tohoto uspořádání digitální řídící obvod 40 potlačení nízkoamplitudových šumů vytváří prahovou úroveň potlačení nízkoamplitudových šumů pro obraz v podstatě bílý, která se rovná

$$Y_{TW} = 1/8 (224 - 224) = 0 \quad (2)$$

v souladu s rovnicí (1) náhoře. Podobně prahová úroveň potlačení nízkoamplitudového šumu pro obraz v podstatě černý se rovná

$$Y_{TB} = 1/8 (224 - 64) = 160/8 = 20. \quad (3)$$

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

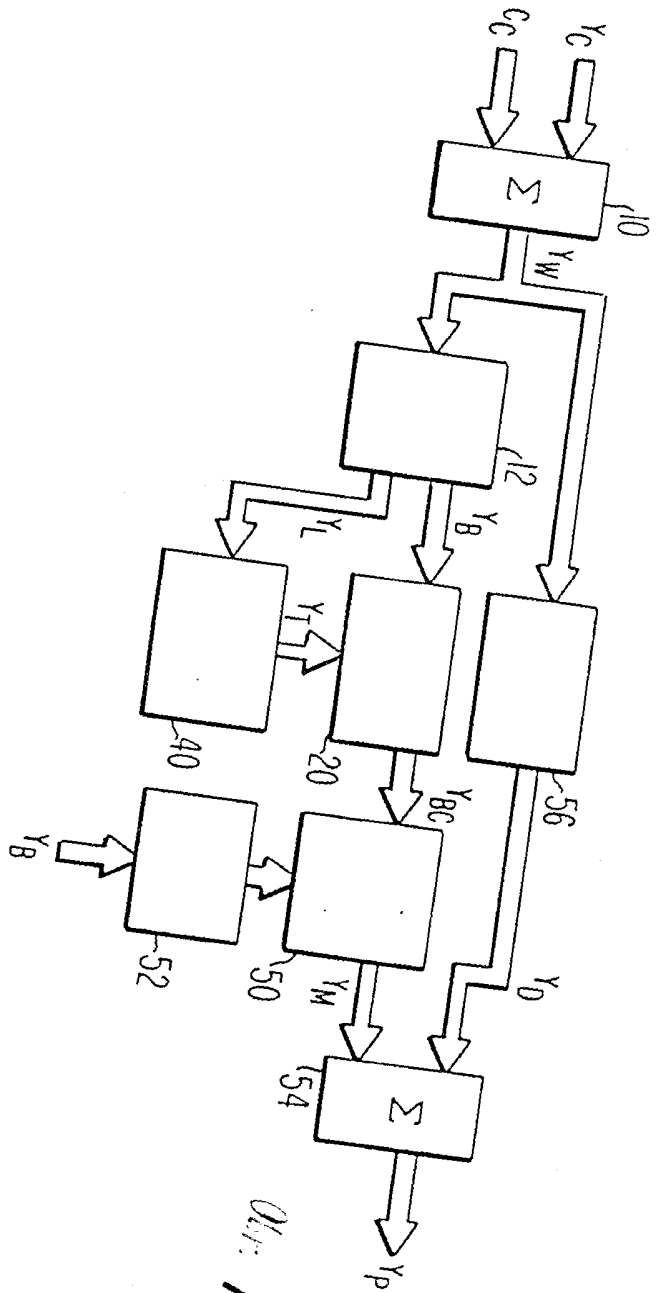
1. Zapojení pro potlačení nízkoamplitudových šumů, vyznačující se tím, že jeden výstup digitálního filtru (12), připojeného k vstupnímu digitálnímu součtovému obvodu (10), je přes digitální násobič (50) korekce špiček připojen k výstupnímu digitálnímu součtovému obvodu (54) a druhý výstup digitálního filtru (12) je přes digitální řídící obvod (40) potlačení nízkoamplitudových šumů připojen k digitálnímu obvodu (20) pro potlačení nízkoamplitudových šumů, který obsahuje digitální porvňovací obvod (30).

2. Zapojení podle bodu 1, vyznačující se tím, že digitální řídící obvod (40) potlačení nízkoamplitudových šumů je tvořen referenčním zdrojem (46), který je přes druhou digitální odčítačku (42) připojen k druhému posuvnému registru (44).

3. Zapojení podle bodu 1, vyznačující se tím, že mezi vstupním digitálním součtovým obvodem (10) a výstupním digitálním součtovým obvodem (54) je zapojen digitální zpožďovací obvod (56).

4. Zapojení podle bodu 1, vyznačující se tím, že k násobiči (50) korekce špiček je připojen obvod (52) řízení korekce špiček.

2 výkresy



Def. 1

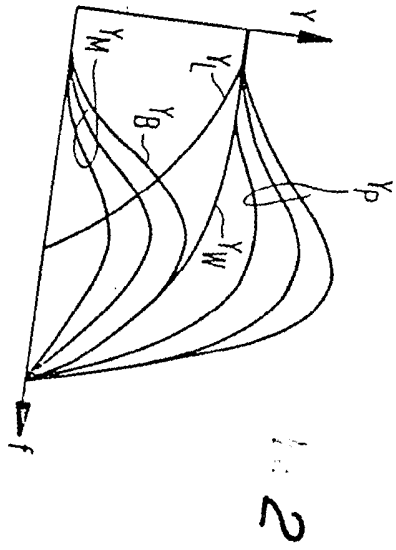


Fig. 2

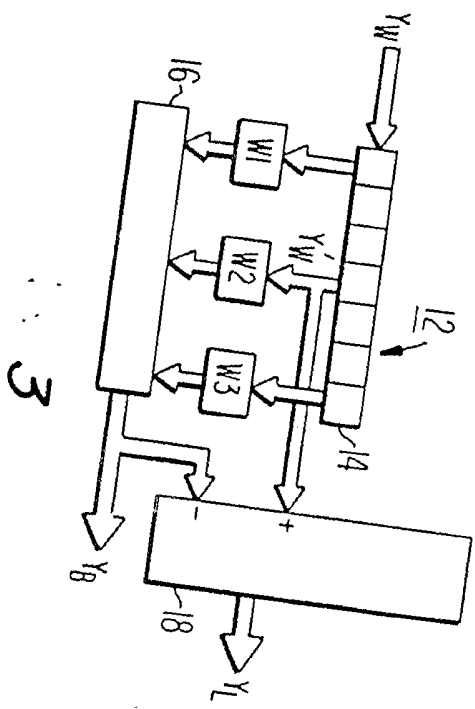
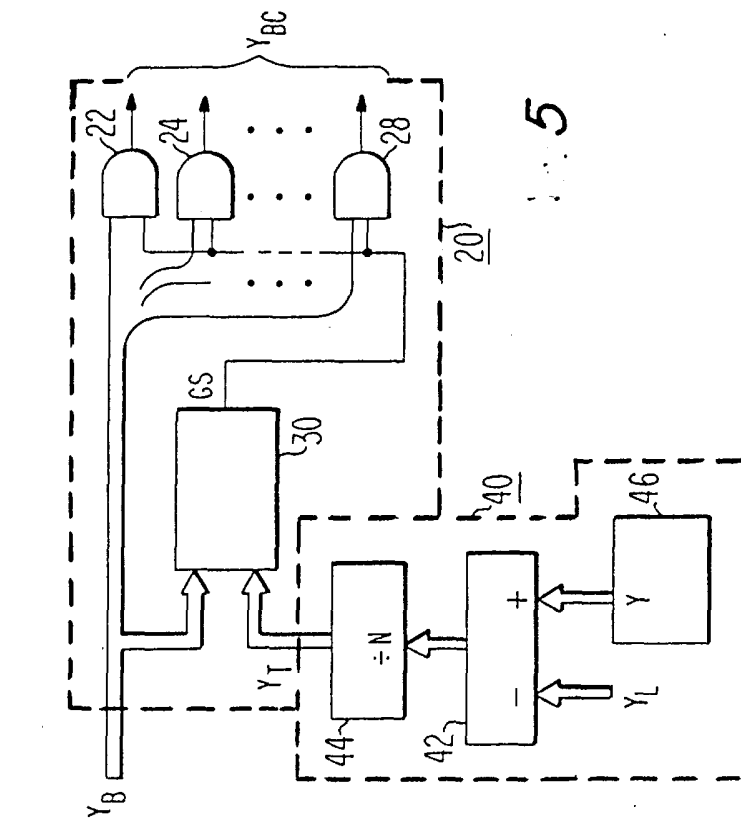
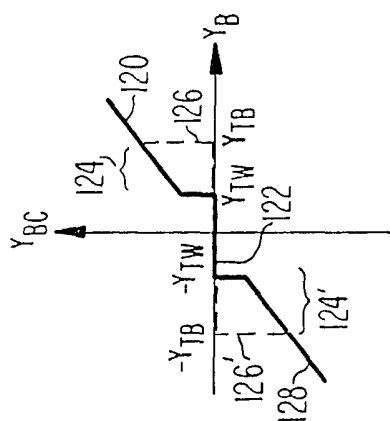


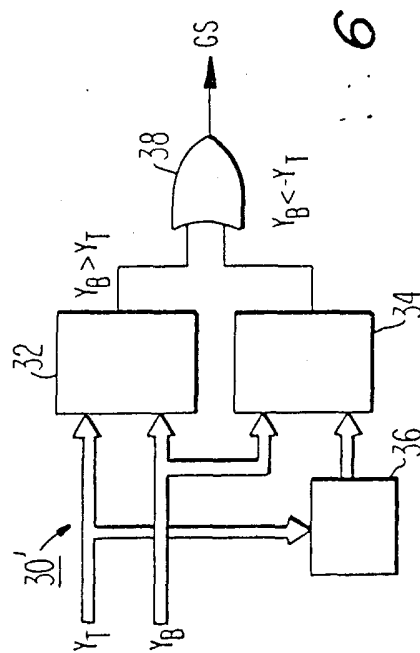
Fig. 3



5



4



6