



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

214784
(11) (B2)

(22) Přihlášeno 18 12 78

(21) (PV 8535-78)

(32) (31) (33) Právo přednosti od 27 12 77
(TE-899) Maďarská lidová republika

(40) Zveřejněno 10 09 81

(45) Vydáno 15 09 84

(51) Int. Cl.⁵
H 04 B 7/12

(72)

Autor vynálezu

SCHNÜRMACHER TAMÁS, GUTTERMUTH MIKLÓS, BUDAPEŠŤ (MLR)

(73)

Majitel patentu

TELEFONGYÁR, BUDAPEŠŤ (MLR)

(54) Zařízení pro synchronizaci vysílačů a přijímačů úrovně, zejména pro měření přenosově-technických zařízení

1

Vynález se týká zapojení pro synchronizaci vysílačů a přijímačů úrovně, zejména pro měření přenosově-technických zařízení s nosným kmitočtem, opatřeného vstupem synchronizačního signálu, připojeným na výstup synchronizačního signálu jednotky pro vytváření synchronizačního signálu, a výstupem synchronizačního signálu, připojeným na vstup synchronizačního signálu synchronizované jednotky.

Je známo, že při měření mnoha elektronických obvodů a zvláště různých zařízení a dílčích jednotek používaných ve sdělovací technice, se používá tzv. měřicího místa s vysílačem a přijímačem úrovně, které sestává z generátoru sinusových vln a selektivního měřiče úrovně. Tato zařízení jsou synchronizovatelná a v důsledku toho je kmitočet výstupního signálu generátoru sinusových vln a ladicí kmitočet přijímače selektivního měřiče úrovně stejný. Synchronizace se provádí tím způsobem, že jedna ze dvou jednotek poskytuje signál se synchronizačním kmitočtem a základní kmitočet druhé jednotky je určen tímto signálem. Obecně je ladicí kmitočet přijímače použit jako kmitočet synchronizační a tento je prováděn přes synchronizační vstup generátoru sinusových vln, protože generátor sinusových vln není tak citlivý na čistotu spektra synchronizačního kmitočtu, jako měřicí při-

2

jímač selektivního měřiče úrovně. V tomto případě je výstupní kmitočet generátoru sinusových vln a ladicí kmitočet selektivního přijímače selektivního měřiče úrovně shodný. Existuje řada přenosově-technických měření, která nemohou být pomocí tohoto jednoduchého zařízení prováděna, neboť v případech, kdy je v měřeném obvodu prováděna i přeměna kmitočtu, není splněna podmínka, aby byl shodný kmitočet měřicího přijímače a měřicího vysílače. Pomocí tohoto zařízení nemohou být prováděna selektivní bodová nebo měření přenosové charakteristiky známých kmitočtů přeměňujících jednotek soustav modulátor — demodulátor a kanálových jednotek pomocí rozmítání kmitočtu, dále pak snímání charakteristik směšovačů, měření modulačního a intermodulačního zkreslení širokopásmových zesilovačů, směšovačů a lineárních obvodů nebo měření, popřípadě sledování způsobu přeměny v obvodech přeměny kmitočtu.

Pro sejmutí přenosové charakteristiky kmitočtového u soustavy modulátor — demodulátor s přeměnou kmitočtu a u kanálových jednotek je třeba jednotky pro rozmítání kmitočtu a širokopásmového zesilovače. To má nevýhodu v tom, že měřicí chyba u signálů nízké úrovně je velmi vysoká, protože úroveň šumu u širokopásmového zesilovače je prakticky řádově stejná jako u

měřeného signálu. Existuje jiná možnost a sice snímání charakteristiky bod po bodu, tato metoda však je značně zdlouhavá, protože před sejmutím jednotlivých bodů charakteristiky musí být naladěn nejen vysílač, ale i komplikovaný selektivní přijímač. V důsledku toho se pro tuto úlohu používají měřicí automaty, které jsou mnohem dražší a komplikovanější než vysílače a přijímače úrovně, a které byly výrobci vždy vyvíjeny pouze pro jedno dané měření. V důsledku toho mohou být tyto nákladné měřicí automaty používány pouze jako jednoúčelové přístroje.

Pro měření modulačních a intermodulačních zkreslení zesilovačů, směšovačů a lineárních obvodů jsou používány analyzátory spektra nebo analyzátory zkreslení. Tato zařízení jsou rovněž drahá, a obecně slouží jako jednoúčelové přístroje vyvinuté pro dané zařízení. Neexistuje zařízení, které by sloužilo pro měření nebo sledování způsobu provozu kmitočtového měniče, napájeného neznámým kmitočtem. Tato měřicí úloha se provádí komplikovaným způsobem nepřímo, hlavně pomocí stanovení přenosové charakteristiky a měřením šířky pásma, nebo společným vyhodnocováním více přenosově-technických měření.

Cílem vynálezu je vytvoření synchronizační jednotky, která při zapojení do synchronizačního vedení vysílače a přijímače úrovně umožňuje provádět výše uvedená měření jedním přístrojem.

Vynález je založen na poznatku, že v případě, kdy je vedení synchronizačního signálu přerušeno, a je do něj zabudována synchronizační jednotka, která mění kmitočtet synchronizačního signálu mezi výstupem vysílače synchronizačního signálu a vstupem přijímače synchronizačního signálu tím způsobem, že je tento kmitočtet úměrný způsobu přeměny kmitočtu měřeného obvodu, je znovu dosaženo synchronizace a měření může být provedeno.

Uvedeného cíle je dosaženo a uvedené nevýhody jsou odstraněny u zapojení pro synchronizaci vysílačů a přijímačů úrovně podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že zapojení je opatřeno dvoukmitočtovým základním generátorem, jehož první kmitočtový výstup je připojen na první vstup první jednotky sčítání kmitočtů a jehož druhý kmitočtový výstup je připojen na první vstup druhé jednotky sčítání kmitočtů, a druhý vstup první jednotky sčítání kmitočtů je spojen s prvním vstupem synchronizačního vstupu zařízení a druhá jednotka sčítání kmitočtů je spojena s druhým vstupem zařízení a výstupy první jednotky sčítání kmitočtů a druhé jednotky sčítání kmitočtů jsou připojeny na vstupy jednotky odčítání kmitočtů a druhé jednotky sčítání kmitočtu jsou s synchronizačním signálem zařízení.

Zapojení podle vynálezu je s výhodou vytvořeno tak, že mezi prvním vstupem synchronizačního signálu zařízení a druhým

vstupem první jednotky sčítání kmitočtů je uspořádán první násobič kmitočtu a mezi druhým vstupem zařízení a druhým vstupem druhé jednotky sčítání kmitočtů je uspořádán druhý násobič kmitočtů.

Zapojení podle vynálezu může být provedeno také tak, že mezi prvním vstupem synchronizačního signálu zařízení a druhým vstupem první jednotky sčítání kmitočtů je zapojen první dělič kmitočtů a mezi druhým vstupem zařízení a vstupem druhé jednotky sčítání kmitočtů je zapojen druhý dělič kmitočtů a výstup první jednotky odčítání kmitočtů je spojen s prvním výstupem synchronizačního signálu zapojení přes třetí násobič kmitočtů.

U dalšího výhodného provedení zapojení podle vynálezu je základní generátor opatřen třetím výstupem kmitočtů, který je připojen na první vstup třetí jednotky sčítání kmitočtů, druhý vstup třetí jednotky sčítání kmitočtů je spojen s třetím vstupem zařízení a výstup třetí jednotky sčítání kmitočtů je připojen na vstup druhé jednotky odčítání kmitočtů, která je připojena na výstup první jednotky sčítání kmitočtů a jejíž výstup tvoří druhý výstup synchronizačního signálu zapojení.

Zapojení podle vynálezu umožňuje měření přenosových charakteristik a zkreslení signálu v různých měničích kmitočtu používaných v přenosové technice, například ve směšovačích, filtrech, soustavách modulátor — demodulátor a zesilovačích, které se provádí pomocí vysílače a přijímače úrovně, který sestává z generátoru sinusových vln a selektivního měřiče úrovně. Měření se provádí tím způsobem, že se zařízení podle vynálezu zapojí do synchronizačního obvodu uspořádaného mezi dvěma posledně jmenovanými jednotkami a provádí všechny úlohy přeměny kmitočtů, které jsou nutné pro měření měřeného měniče kmitočtů.

Příklady provedení zařízení podle vynálezu jsou znázorněny na výkresech, na nichž obr. 1 představuje blokové schéma zapojení podle vynálezu, obr. 2 blokové schéma pro měření přenosové charakteristiky, obr. 3 další variantu pro měření přenosové charakteristiky, obr. 4 blokové schéma pro měření modulačního a intermodulačního zkreslení, obr. 5 blokové schéma pro měření libovolného kmitočtového měniče a obr. 6 blokové schéma pro měření obvodu s více výstupy.

Jak je zřejmé z obr. 1, je první vstup A synchronizačního signálu zapojení E spojen s prvním vstupem první jednotky 2 sčítání kmitočtů a vstup B zařízení E je spojen s prvním vstupem druhé jednotky 4 sčítání kmitočtů. První kmitočtový výstup F₁ základního generátoru 1 je připojen na druhý vstup první jednotky 2 sčítání kmitočtů a druhý kmitočtový výstup F₂ základního generátoru 1 je připojen na druhý vstup druhé jednotky 4 sčítání kmitočtů. Výstupy první a druhé jednotky 2 a 4 sčítání kmitočtů jsou spojeny se vstupy první jednotky 3 od-

čítání kmitočtů, jejíž výstup je připojen na první výstup **K** synchronizačního signálu zapojení **E**. Na prvním kmitočtovém výstupu **F1** je signál s kmitočtem f_1 a na druhém kmitočtovém výstupu **F2** je signál o kmitočtu f_2 . Mezi kmitočty f_1 a f_2 a základním kmitočtem f_0 existuje vztah:

$$f_2 - f_1 = f_0$$

V případě, kdy je buzen signál se základním kmitočtem f_0 , jak na prvním vstupu **A** synchronizačního signálu zapojení **E**, tak i na druhém vstupu **B** zapojení **E**, objevují se na prvním výstupu **K** synchronizačního signálu zapojení **E** signál, jehož kmitočet je rovněž roven f_0 . Dostane-li se na první vstup **A** synchronizačního signálu zapojení **E** signál o kmitočtu, který je větší než základní kmitočet f_0 , a na druhý vstup **B** zapojení **E** signál o kmitočtu, který je úměrný změně kmitočtu měřeného obvodu, objeví se na prvním výstupu **K** synchronizačního signálu zapojení **E** signál o kmitočtu, který je větší nebo menší než je základní kmitočet f_0 . Pomocí tohoto synchronizačního signálu se výstupní kmitočet synchronizované jednotky nastaví tak, že tento výstupní kmitočet odpovídá předepsaným provozním podmínkám přenosově technického zařízení.

U zapojení obvodů, které je znázorněno na obr. 2, je zapojení **E** podle vynálezu spojeno s přijímačem 5 úrovně a měřeným obvodem 7 napájeným ze sítě 8 nosné. Vysílač 6 úrovně dodává na signálním výstupu signál o kmitočtu f_A , který se dostává na vstup měřeného obvodu 7. Měřený obvod 7, který pracuje jako měnič kmitočtu, generuje výstupní signál o kmitočtu f_v . Tento signál se dostává na vstup přijímače 5 úrovně. Ladicím kmitočtem přijímače 5 úrovně je základní kmitočet f_0 . Na výstupu synchronizačního signálu přijímače 5 úrovně se nyní objevuje signál o kmitočtu $f_0 + f_v$, který se dostává na první vstup **A** synchronizačního signálu zapojení **E**. Na druhý vstup **B** zařízení **E** se dostává z výstupu rozdílového signálu vysílače 6 úrovně signál o kmitočtu $f_0 + \Delta f$, přičemž Δf odpovídá rozdílu vstupních a výstupních kmitočtů měřeného obvodu 7, to znamená $\Delta f = f_v - f_A$. V důsledku toho se na prvním výstupu **K** synchronizačního zapojení **E** objeví synchronizační signál o kmitočtu $f_0 + f_A$. Tento synchronizační signál se dostává na vstup synchronizačního signálu vysílače 6 úrovně a tím se obnoví synchronizace mezi přijímačem 5 úrovně a vysílačem 6 úrovně přes zapojení **E**.

U provedení znázorněného na obr. 3 není vysílač 6 úrovně opatřen výstupem akčního signálu pro signál úměrný přeměně kmitočtu měřeného obvodu, ale na druhý vstup **B** zapojení **E** je přiváděn, s výhodou přes měnič 9 kmitočtu signál úměrný nosnému kmitočtu f_w sítě 8 nosné. Měnič 9 kmitočtu přivádí nosný kmitočet f_w například do pásma synchronizačního kmitočtu vysílače 6 úrovně.

ně a přijímače 5 úrovně. Zařízení **E** přitom pracuje jako v předešlém případě.

Pochopitelně může být synchronizační signál vytvářen nejen přijímačem 5 úrovně, ale také vysílačem 6 úrovně. V tomto případě je první vstup **A** synchronizačního signálu zařízení **E** spojen s výstupem synchronizačního signálu vysílače 6 zapojení **E**, a první výstup **K** synchronizačního signálu zapojení **E** je spojen se vstupem synchronizačního signálu přijímače 5 úrovně.

Zařízení znázorněné na obr. 4 slouží jako modulační nebo intermodulační měření. V tomto případě je modulovaný kmitočet f_{A1} dodáván prvním vysílačem 6A úrovně, modulující kmitočet f_{A2} je dodáván druhým vysílačem 6B úrovně. Signál o kmitočtu f_{A1} prvního vysílače 6A úrovně a signál o kmitočtu f_{A2} druhého vysílače 6B úrovně se dostávají na vstup nosného kmitočtu, popřípadě modulační vstup měřeného obvodu 7 a na výstupu měřeného obvodu 7 se objevuje signál o kmitočtu f_v , který se dostává na vstup přijímače 5 úrovně. Signál o kmitočtu $f_0 + f_{A1}$ se dostává ze synchronizačního výstupu prvního vysílače 6A úrovně na první vstup **A** synchronizačního signálu zapojení **E** a signál o kmitočtu $f_0 + f_{A2}$ se dostává od druhého vysílače 6B úrovně na druhý vstup **B** zapojení **E**. Mezi prvním vstupem **A** synchronizačního signálu zapojení **E** a druhým vstupem první jednotky 2 sčítání kmitočtů, a rovněž mezi druhým vstupem **B** zařízení **E** a druhým vstupem druhé jednotky 4 sčítání kmitočtů je umístěn první násobič 10, popřípadě druhý násobič 11 kmitočtu. V závislosti na tom, zda velikost činitelů násobení N_1 , popřípadě N_2 násobičů kmitočtů je rovna nebo větší jedné, může být pomocí zapojení **E** měřeno modulační zkreslení nebo intermodulační zkreslení. Čím větší je činitel násobení prvního násobiče 10 kmitočtů, tím vyšších harmonických zkreslení může být měřeno, neboť přijímač 5 úrovně je pomocí synchronizačního signálu, který se objevuje na prvním výstupu **K** synchronizačního signálu zapojení **E**, synchronizován pro měření signálu s odpovídajícím kmitočtem.

Základní kmitočet f_0 synchronizačního signálu, kmitočty f_1 a f_2 , a činitel N_1 , popřípadě N_2 násobení prvního násobiče 10 kmitočtů, popřípadě druhého násobiče 11 kmitočtů, jsou v následujícím vzájemném vztahu:

$$f_2 - f_1 = 1 \pm N_1 \pm N_2 f_0.$$

Pomocí odpovídající volby základního kmitočtu f_0 a činitelů N_1 , popřípadě N_2 násobení může být selektivně měřeno modulační nebo intermodulační zkreslení nebo výstupní složka libovolného měřeného obvodu 7.

Zapojení znázorněné na obr. 5 slouží pro měření a sledování libovolného měniče kmitočtu. Toto zapojení obsahuje mimo již uvedených stavebních prvků první a druhý dělič 12 a 13 kmitočtu a třetí násobič 14 kmi-

točtu. První a druhý dělič 12 a 13 kmitočtu jsou zapojeny mezi prvním vstupem A synchronizačního signálu zapojení E a první jednotkou 2 odčítání kmitočtů, popřípadě mezi druhým vstupem B zapojení E a druhou jednotkou 4 sčítání kmitočtů. Mezi první jednotkou 3 odčítání kmitočtů a druhým výstupem K synchronizačního signálu zapojení E je zapojen třetí násobič 14 kmitočtu. Činitel dělení prvního děliče 12 a druhého kmitočtového děliče 13 kmitočtu se rovná $1/N$, a činitel násobení třetího násobiče 14 kmitočtu se rovná N . Mezi základním kmitočtem f_0 a kmitočtem f_1 a f_2 , a mezi velikostí N činitele násobení platí následující vztah:

$$f_0 = N(f_2 - f_1).$$

V závislosti na velikosti kmitočtů f_1 a f_2 a na volbě hodnoty N je zapojení vhodné pro měření libovolných měničů.

Zapojení podle vynálezu je vhodné rovněž pro sledování obvodů s více výstupy. V tomto případě je v zapojení E vždy jeden výstup další jednotky odčítání kmitočtů připojen na výstup první jednotky 2 sčítání kmitočtů. Základní generátor 1 je opatřen dalšími kmitočtovými výstupy, které jsou připojeny na vstup dalších jednotek sčítání kmitočtů. Druhé vstupy těchto jednotek sčítání kmitočtů jsou připojeny vždy na další vstup zapojení E podle vynálezu. Výstupy těchto jednotek sčítání kmitočtů jsou spojeny vždy s druhým vstupem dalších jednotek odčítání kmitočtů. Výstupy dalších jednotek odčítání kmitočtů tvoří další výstupy synchronizačního signálu zapojení E, které jsou připojeny vždy na jeden vstup synchronizačního signálu přijímače 5 úrovně, na který se dostává vždy jeden výstupní signál měřeného obvodu 7. V tomto případě je synchronizační signál, popřípadě měřicí signál, buzen společným vysílačem 8 úrovně.

Obr. 6 ukazuje provedení zařízení podle vynálezu, vhodné i pro kontrolu obvodů s více výstupy. V tomto případě je u zapojení E jeden vstup druhé jednotky 3' odčítání kmitočtů připojen na výstup první jednotky 2 sčítání kmitočtů. Základní generátor 1 má třetí výstup F3, který je spojen s prvním vstupem třetí jednotky 2' sčítání kmitočtů.

Druhý vstup třetí jednotky 2' sčítání kmitočtů je připojen na třetí vstup C zapojení E. Výstup třetí jednotky 2' sčítání kmitočtů je spojen s druhým vstupem druhé jednotky 3' odčítání kmitočtů.

Výstup druhé jednotky 3' odčítání kmitočtů tvoří druhý výstup K' synchronizačního signálu zapojení E. První výstup K synchronizačního signálu zapojení E je spojen se vstupem synchronizačního signálu prvního přijímače 5A úrovně a druhý výstup K' synchronizačního signálu zařízení E je spojen se vstupem synchronizačního signálu druhého přijímače 5B úrovně. Na první přijímač 5A úrovně a druhý přijímač 5B úrovně se také přivádí po jednom výstupním signálu měřeného obvodu 7. V tomto případě dodává společný vysílač 6 úrovně synchronizační signál $f_0 + f_A$ a měřicí signál f_A .

Když má základní generátor 1 ještě další výstupy kmitočtu, může být zapojení E podle vynálezu doplněno podobným způsobem dalšími jednotkami sčítání a odčítání.

Jednotky sčítání kmitočtů a jednotky odčítání kmitočtů mohou sestávat z více obvodů, které přeměňují směrem nahoru nebo dolů, je-li takovéto řešení nutné pro zaručení čistoty spektra synchronizačního signálu.

Základní generátor může být s výhodou proveden také tím způsobem, že základní kmitočet a kmitočty f_1 , popřípadě f_2 mohou být nastavovány nejen ručně, ale také pomocí vnějšího elektrického řídicího signálu, což může být pro určitá měření výhodné. K tomuto účelu slouží řídicí vstup V.

Pomocí zařízení podle vynálezu může být měření prováděno také tak, že na druhý vstup B zapojení E je přiváděn signál od dekadového generátoru, a dekadový generátor je nastaven tak, že vytváří signál o kmitočtu, který je úměrný přeměně kmitočtu měřeného obvodu.

Z uvedeného je zřejmé, že zapojení podle vynálezu představuje mnohostranně použitelnou doplňkovou jednotku pro zařízení, majících vysílač a přijímač úrovně a rozšiřuje se ve velké míře možnosti jeho využití, takže je pomocí této doplňkové jednotky vhodné též k provádění takových měření, která mohla být doposud prováděna pouze pomocí obzvláště komplikovaných a nákladných jednoúčelových přístrojů.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Zapojení pro synchronizaci vysílačů a přijímačů úrovně, zejména pro měření přenosově technických zařízení s nosným kmitočtem, opatřené vstupem synchronizačního signálu, připojeným na výstup synchronizačního signálu jednotky pro vytváření synchronizačního signálu, a výstupem synchronizačního signálu, připojeným na vstup synchronizačního signálu synchronizované jednotky, vyznačující se tím, že je opatřeno

dvoukmitočtovým základním generátorem (1), jehož první kmitočtový výstup (F1) je připojen na první vstup první jednotky (2) sčítání kmitočtů a jehož druhý kmitočtový výstup (F2) je připojen na první vstup druhé jednotky (4) sčítání kmitočtů, a druhý vstup první jednotky (2) sčítání kmitočtů je spojen s prvním vstupem (A) synchronizačního signálu zapojení (E) a druhá jednotka (4) sčítání kmitočtů je spojena s druhým vstu-

pem (B) zapojení (E) a výstupy první jednotky (2) sčítání kmitočtů a druhé jednotky (4) sčítání kmitočtů jsou připojeny na vstupy jednotky (3) odčítání kmitočtů, jejíž výstup je spojen s prvním výstupem (K) synchronizačního signálu zapojení (E).

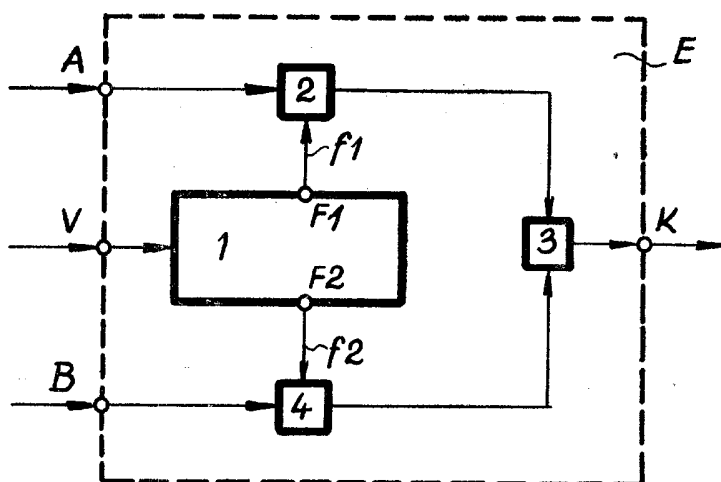
2. Zařízení podle bodu 1, vyznačující se tím, že mezi prvním vstupem (A) synchronizačního signálu zapojení (E) a druhým vstupem první jednotky (2) sčítání kmitočtů je uspořádán první násobič (10) kmitočtu a mezi druhým vstupem (B) zapojení (E) a druhým vstupem druhé jednotky (4) sčítání kmitočtů je uspořádán druhý násobič (11) kmitočtu.

3. Zapojení podle bodu 1, vyznačující se tím, že mezi prvním vstupem (A) synchronizačního signálu zapojení (E) a druhým vstupem první jednotky (2) sčítání kmitočtů je zapojen první dělič (12) kmitočtu a

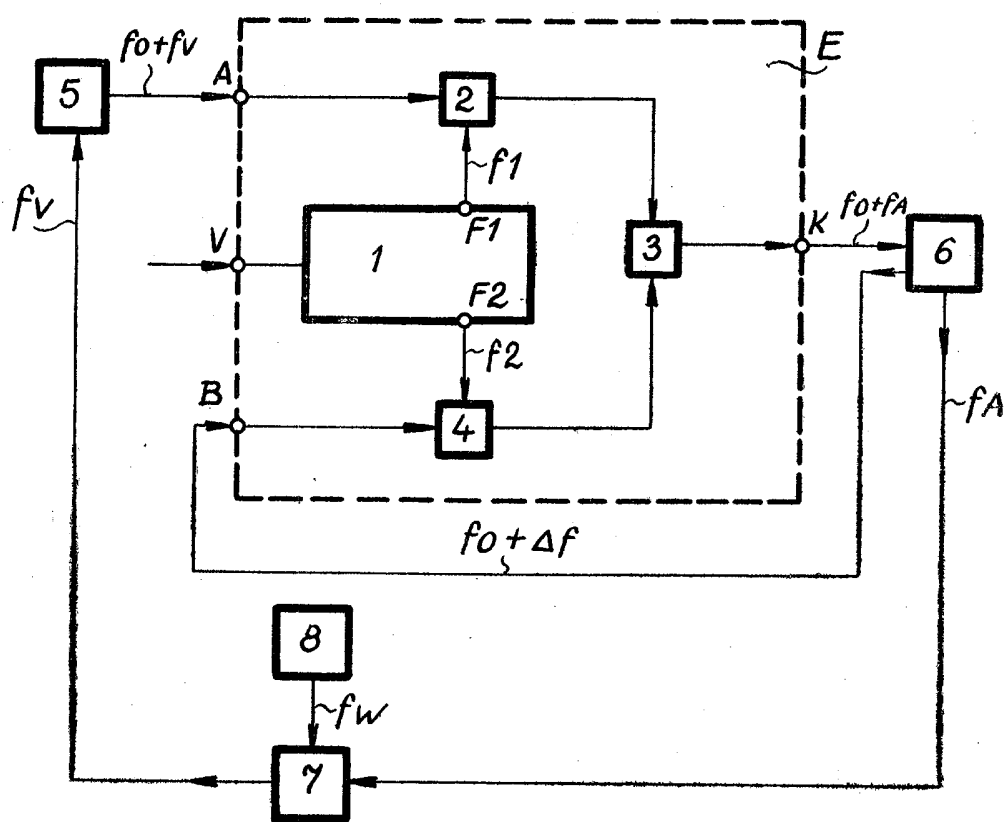
mezi druhým vstupem (B) zapojení (E) a vstupem druhé jednotky (4) sčítání kmitočtů je zapojen druhý dělič (13) kmitočtu a výstup první jednotky (3) odčítání kmitočtů je spojen s prvním výstupem (K) synchronizačního signálu zapojení (E) přes třetí násobič (14) kmitočtu.

4. Zapojení podle bodu 1, vyznačující se tím, že základní generátor (1) je opatřen třetím výstupem (F3) kmitočtu, který je připojen na první vstup třetí jednotky (2') sčítání kmitočtů, druhý vstup třetí jednotky (2') sčítání kmitočtů je spojen s třetím vstupem (C) zapojení (E) a výstup třetí jednotky (2') sčítání kmitočtů je připojen na vstup druhé jednotky (3') odčítání kmitočtů, která je připojena na výstup první jednotky (2) sčítání kmitočtů a jejíž výstup tvoří druhý výstup (K') synchronizačního signálu zapojení (E).

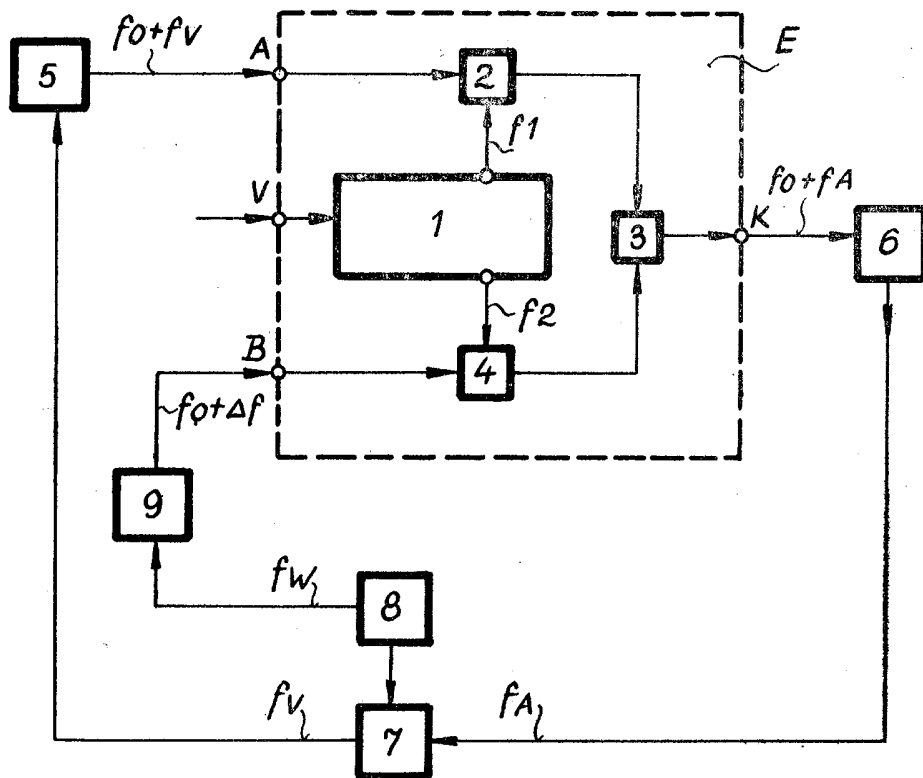
4 listy výkresů



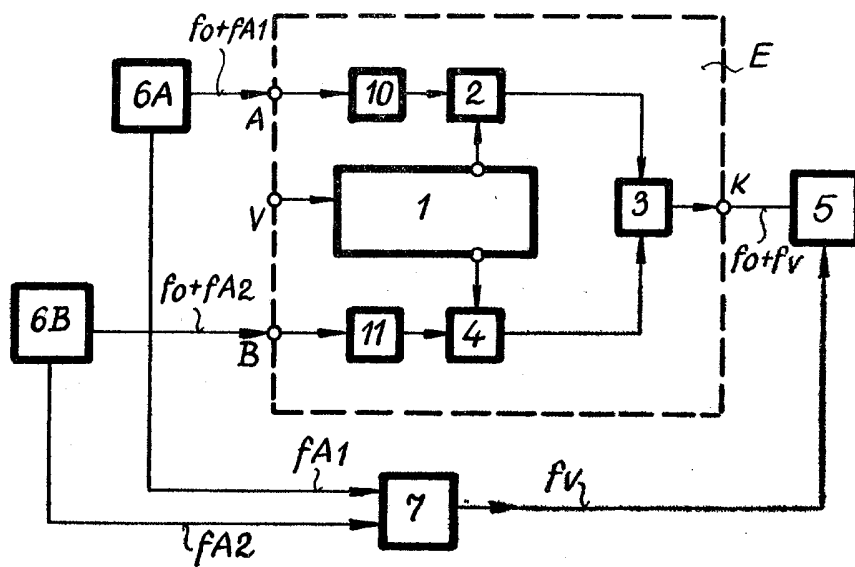
Obr. 1



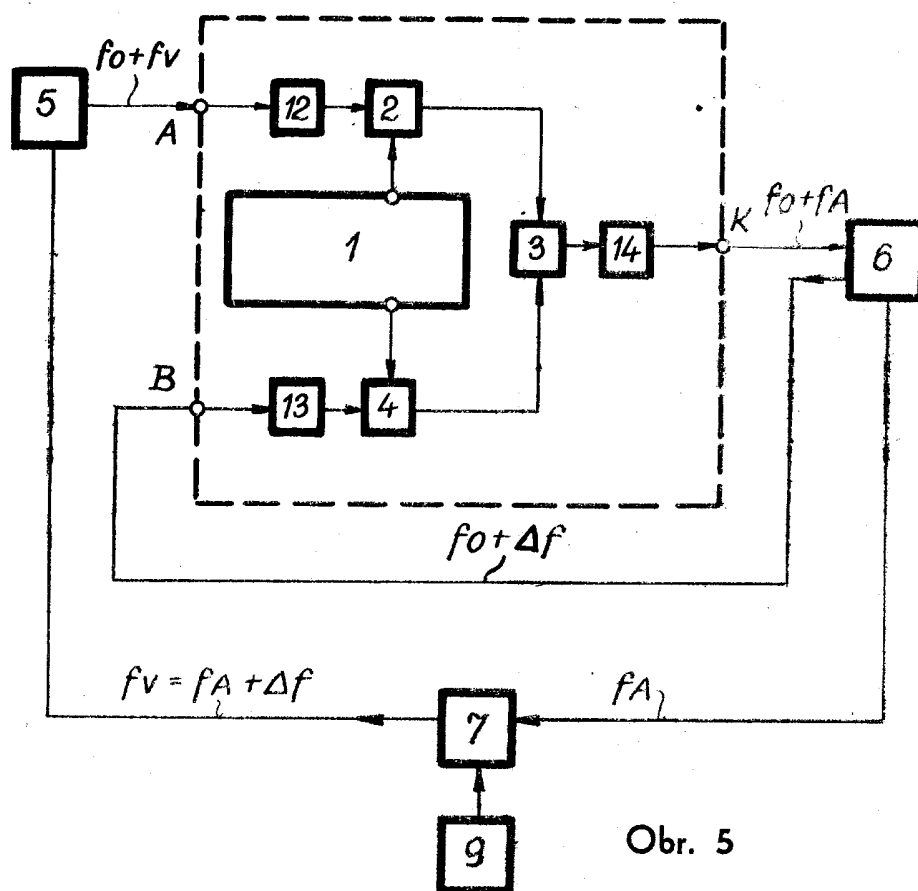
Obr. 2



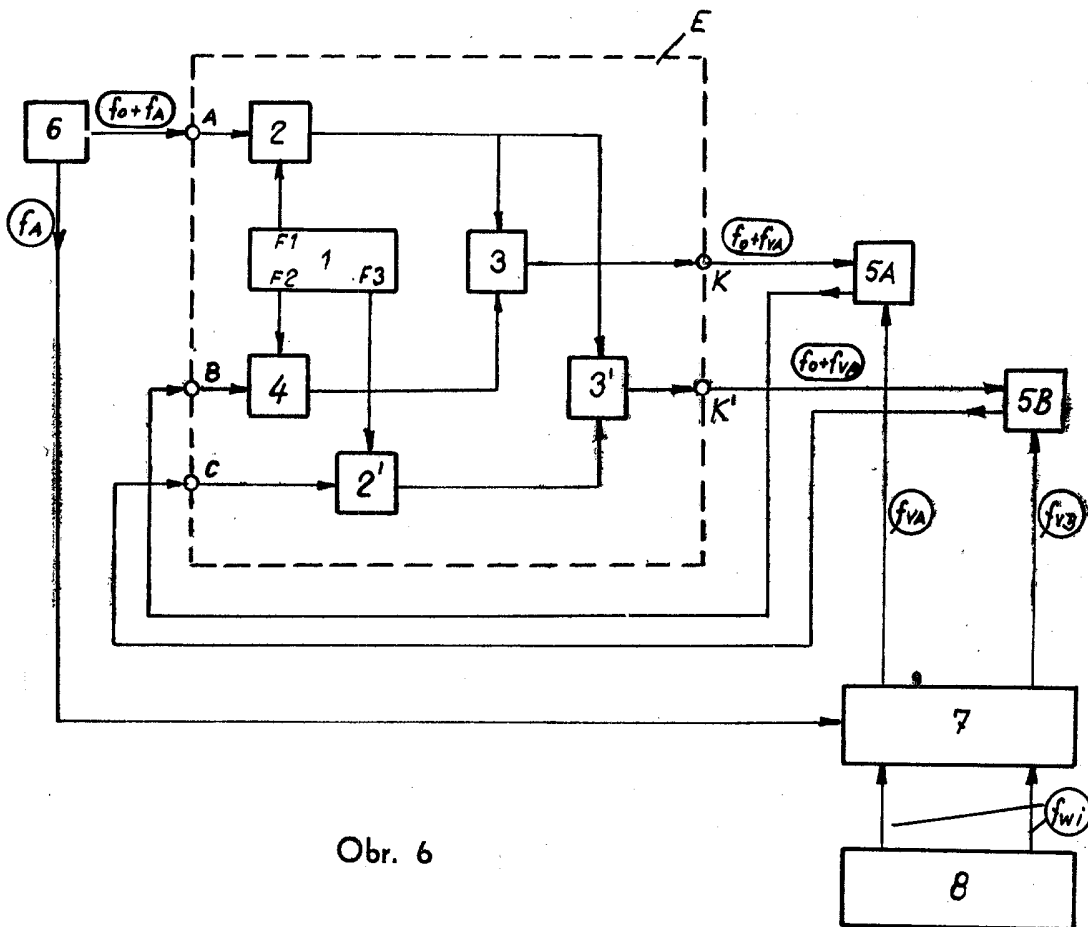
Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6