

A találmány tárgya áramkörü elrendezés frekvenciaszintézerek adott hangolási tartományának kiterjesztésére és fix frekvenciák előállítására, mely előnyösen alkalmas kétszer transzponált vevőkészülékek oszcillátorjeleinek előállítására.

A rádió adásvétel technikában, az elektronikai mérés technikában igen fontosak az elektronikusan vezérelhető, nagypontosságú, nagy jeltisztaságú frekvencia szintézerek.

A frekvenciaszintézerek leggyakrabban alkalmazott ismert megoldása az indirekt digitális frekvenciaszintézer. Ennél a szintézer típusnál a kimenő jelet egy feszültségre hangolható VCO oszcillátor állítja elő (lásd 1. ábra). A VCO oszcillátor frekvenciájának pontos értékét ismert módon fáziszárt hurokban állítják be. A szabályozó hurokban a VCO oszcillátor jelet logikai kódokkal vezérelt, programozható osztásarányú 0 frekvenciaosztó frekvenciában leosztja és ezt a leosztott jelet előnyösen fázis-frekvencia K komparátor összehasonlítja egy állandó értékű referenciakézfrequenciát előállító A áramkör jeleivel. Az összehasonlítás során létrejövő hibafeszültség hangolja a VCO oszcillátor frekvenciáját a megkívánt értékre. Állandósult állapotban a K komparátorra jutó jelek frekvenciái állandóak, amely tartalmazza a programozható 0 frekvenciaosztó osztásarányát is.

Az ismert, minimális számú zavaró frekvenciát generáló egyhurkos szintézerek alkalmazhatóságát több tényező is korlátozza. Ilyen például az, hogy a frekvencialépések csökkentése a legutóbbi évekig csak a mintavételi frekvencia csökkentésével volt realizálható, ami a szabályozási sáv szélesség, és általa a hangolási sebesség illetve a fáziszaj javítási képesség csökkenését is eredményezi. Ez a probléma napjainkban az azóta ismertté vált törzstípusú frekvenciaszintézerekkel már megoldható, ezek ugyanis a mintavételi frekvenciánál kisebb frekvencia lépésekben is hangolhatók.

További korlátozó tényező az ismert megoldások esetén a programozható 0 frekvenciaosztók működési frekvenciahatára. Ez az érték a hagyományos TTL osztóknál néhány száz 10 MHz, a kétmodulusú osztóknál pedig néhány száz 100 MHz. A többször transzponált rendszerű, nagy stabilitású mérő-, illetve kommunikációs vevőkészülékekben - ahol elterjedten alkalmaznak helyi oszcillátorjelet előállítására frekvenciaszintézert - külön problémát jelent a második illetve további lokáloszcillátor jelek előállítása, amihez egy újabb fáziszárt hurkot vagy szinkronizált kvarcoszcillátort kell megépíteni. Egy korszerű, például 500, illetve 1000 MHz-es vételi frekvenciájú kétszertranszponált rendszerű vevőkészülékben az első lokáloszcillátor frekvenciája már az 1000 MHz fölötti tartományba esik és igen széles frekvencia átfogású.

A találmány célja olyan megoldás létrehozása, amely az ismert megoldások hiányosságait - így például az 0 frekvenciaosztó alkalmazása következtében a kiterjesztett sávban az egyes lépések nagysága (az osztásarányváltozás miatt) nem állandó - kiküszöböli és egyben egyszerű áramkörü felépítéssel további fix frekvenciák előállítására is alkalmas.

Felismertük, hogy az ismert megoldások hátrányos tulajdonságainak jelentős része a programozható 0 frekvenciaosztó alkalmazásából származik, ezért azt ki kell küszöbölni. Kísérleteink során rájöttünk arra, hogy a feszültséggel vezérelt VCO oszcillátor egy további optimális frekvencián működő lépésekben hangolható segítségével hangolható és ugyanez a további oszcillátor egyben alkalmas a korszerű, például kétszer transzponált vevőkészülékek további lokáloszcillátor jeleinek előállítására is. Felismertük, hogy az eddig ismert 0 frekvenciaosztó alkalmazása helyett a frekvenciakiterjesztés oly módon is létrehozható, hogy ha a vezérlő jellel a komparátorban összehasonlító jelet a feszültséggel vezérelt VCO oszcillátor hangolási sávjához hozzáadott, illetve abból kivont további másik VCO_n oszcillátor jelenek segítségével, azok állandó frekvenciájú jeleinek összege illetve különbségeként állítjuk elő. Ezzel az összehasonlítás során nyert jellel az első VCO₁ oszcillátor szinkronizálható. Magasabb frekvenciákra történő kiterjesztés esetén a különbségi, alacsonyabb frekvenciák felé pedig az összeg frekvenciás jel kerül előnyösen összehasonlításra.

Az összehasonlítás történhet közvetlenül, ez azonban magas frekvenciatarományokban speciális áramköröket igényel, de történhet oly módon is, hogy az összehasonlítás előtt a frekvenciákat például osztó segítségével lecsökkentjük. Ez az osztó nem a sávok egymásra helyezésére szolgál, mint az 1. ábra kapcsán ismertetett, programozható 0 frekvenciaosztó, hanem sávon belüli osztást valósít meg fix osztásaránnal. Alacsonyabb frekvenciákon ugyanis nincsenek extra tranziensek és az összehasonlítás is egyszerűbben megvalósítható.

Felismerésünk lényege tehát, hogy a széles sávban hangolható vagy átkapcsolható feszültséggel vezérelt frekvenciájú VCO₁ oszcillátor frekvenciáját további VCO_n raszter-oszcillátorral - amely frekvenciáinak száma a VCO₁ oszcillátor hangolási tartományától és a vezérlő jel frekvenciaátfogásától függ - mindig a vezérlő jel frekvenciatarományába keverjük át és az átkevert, valamint a vezérlő jelből nyert - közvetlenül vagy osztás után - történő összehasonlítással előállított egyenfeszültséggel szinkronizáljuk a VCO₁ oszcillátort.

Mind a VCO₁ mind pedig a további VCO_n oszcillátor célszerű több kisebb átfogású oszcillátorból felépített. Ugyanis az előállított

jel paramétereit az oszcillátorok saját jellemzői - zavaró frekvencia-, illetve fázislöket, fáziszaj és pontosság - nagymértékben befolyásolják. Ezek a paraméterek pedig azonos oszcillátor áramkör mellett a hangolási tartomány csökkentésével javulnak, ezért célszerű a kívánt frekvenciasávot több, kisebb átfogású és így igen jóminőségű oszcillátorral áthangolni. Az egy oktávnál nagyobb frekvenciaátfogás realizálását a hangoló elemek paraméterei egyébként is korlátozzák. Kísérleteink során bebizonyosodott, hogy kedvező a megoldás abban az esetben, ha a frekvenciakiterjesztés részsávjai, valamint a vezérlő frekvencia sávjai megegyezők.

A találmány tárgya áramköri elrendezés frekvenciaszintézerek adott hangolási tartományának kiterjesztésére és fix frekvenciák előállítására, amely fáziszárt hurokban feszültséggel vezérelt oszcillátor(oka)t tartalmaz, ez(ek) kimenete egyben frekvencia kimenetet képez. Az oszcillátor(ok) hangoló bemenetére frekvencia-fázis komparátor csatlakozik, ennek referenciabemenetére állandó értékű referenciakérfrekvenciát előállító áramkör van kötve. Az áramköri elrendezés úgy van kialakítva, hogy a fáziszárt hurokba, az oszcillátor(ok) kimenete és a frekvencia-fázis komparátor bemenete közé - előnyösen elválasztó erősítőn keresztül keverő van iktatva, amelynek másik bemenetére, előnyösen szintén elválasztó erősítőn át további feszültséggel vezérelt oszcillátor(ok) kimenete van kötve. A további oszcillátor(ok) másik kimenettel rendelkezik(nek), amely erősítőn keresztül mintavevő jelbemenetére csatlakozik. Az áramköri elrendezés kvarcoszcillátort tartalmaz, amelynek kimenete erősítőn keresztül impulzusgenerátor bemenetére van kötve, ennek kimenete pedig a mintavevő bemenetével közvetlenül vagy közvetve van összekötve. Az impulzusgenerátor további kimenete illesztő áramkörtön át sávszűrő bemenetére van kötve, amelynek kimenete erősítőn keresztül további frekvenciakimenetet képez, a mintavevő kimenete pedig a további oszcillátor(ok) hangoló bemenetére csatlakozik(nak).

Az áramköri elrendezés célszerű megoldása esetén az illesztő áramkör impulzustranszformátor és az impulzusgenerátor kimenete az impulzustranszformátor primer tekercséhez van kötve. Az impulzustranszformátor szekundertekercse a mintavevőhöz, további szekundertekercse pedig a sávszűrő és a földpont közé csatlakozik.

A találmány további célszerű megoldásánál az illesztő áramkör tápvonalhoz csatlakozó impulzustranszformátor, az impulzustranszformátor szekundertekercse a mintavevőhöz, a tápvonal további kimenete pedig a sávszűrőhöz csatlakozik.

Előnyösen a kvarcoszcillátor kimenete jelformálót és állandó osztásarányértékű osztót tartalmazó referenciakérfrekvenciát előállító áramkörre van kötve, és a keverő, valamint

a frekvencia-fázis komparátor közé további állandó osztásarányértékű osztó van iktatva.

A találmány további előnyös megoldásánál az áramköri elrendezés előhangoló kereső áramkörrel rendelkezik, amelynek kimenete a mintavevő további bemenetére csatlakozik, a mintavevő kimenete pedig a kereső áramkör bemenetére van kötve.

A találmány szerinti áramköri elrendezés lehetséges példakénti megoldását a mellékelt rajzok alapján ismertetjük részletesen, ahol

- az 1. ábra az ismert fáziszárt hurok brokkvázatát,
- a 2. ábra az áramköri elrendezés részletes felépítését,
- a 3. ábra az impulzusgenerátor, a mintavevő és a hozzájuk csatlakozó kicsatolás előnyös megoldását,
- a 4. ábra pedig az impulzusgenerátor, a mintavevő és a hozzájuk csatlakozó kicsatolás további előnyös megoldását ábrázolja.

A 2. ábrán látható, hogy az áramköri elrendezés fáziszárt hurokban, feszültséggel vezérelt VCO₁, ..., VCO_m 2 oszcillátor(oka)t tartalmaz, amely(ek) kimenete célszerűen szélessávú elválasztó 1 erősítőn keresztül f_{ka} frekvenciakimenetet képez. A VCO₁, ..., VCO_m 2 oszcillátor(ok) hangoló bemenetére frekvencia-fázis 7 komparátor csatlakozik, ennek referenciabemenetére állandó értékű referenciakérfrekvenciát előállító 23 áramkör van kötve. A fáziszárt hurokba a VCO₁, ..., VCO_m 2 oszcillátor(ok) kimenete és a frekvencia-fázis 7 komparátor bemenete közé előnyösen elválasztó 3 erősítőn keresztül 4 keverő van iktatva. A 4 keverő másik bemenetére, előnyösen szintén elválasztó 8 erősítőn át további feszültséggel vezérelt VCO₁, ..., VCO_n 9 oszcillátor(ok) kimenete van kötve, mely(ek) további kimenettel rendelkezik(nek), amely 10 erősítőn keresztül 11 mintavevő jelbemenetére csatlakozik.

Az áramköri elrendezés 14 kvarcoszcillátort alkalmaz, amelynek kimenete 13 erősítőn keresztül 12 impulzusgenerátor bemenetére van kötve. Ennek kimenete a 11 mintavevő bemenetével van összekötve közvetlenül vagy közvetve. A 12 impulzusgenerátor kimenete továbbá 15 illesztő áramkörtön át 16 sávszűrő bemenetére van kötve, amelynek kimenete 17 erősítőn keresztül további f_{kz} frekvenciakimenetet képez. A 11 mintavevő kimenete pedig a további VCO₁, ..., VCO_n 9 oszcillátor(ok) hangoló bemenetére csatlakozik(nak).

A 2. ábra szerint az áramköri elrendezés előhangoló 18 kereső áramkörrel rendelkezik, amelynek kimenete a 11 mintavevő további bemenetére csatlakozik, a 11 mintavevő kimenete pedig a 18 kereső áramkör bemenetére van kötve.

Tekintettel arra, a VCO₁, ..., VCO_m és a VCO₁, ..., VCO_n 2 és 9 oszcillátorok egyenként több oszcillátort tartalmaznak, az

áramkörü elrendezés ezekhez csatlakozó 19 kiválasztó egységgel is el van látva.

A 2. ábrán látható módon a 14 kvarcoszcillátor kimenete továbbá 20 jelformálót és állandó osztásarányértékű 6 osztót tartalmazó referenciakiválasztó egységgel 23 áramkörre van kötve. A 4 keverő, valamint a frekvencia-fázis 7 komparátor közé pedig további állandó osztásarányértékű 5 osztó van kötve.

A 3. ábra az áramkörü elrendezés egyes részegységeinek előnyös megoldását ismerteti, ahol a 14 kvarcoszcillátor által előállított f_{ref} frekvenciájú jel a 13 erősítő bemenetére jut. A 13 erősítő és a 12 impulzusgenerátor - amely esetünkben előnyösen keskeny impulzust előállító SRD (STEP RECOVERY) dióda - közé az ábrán 24 impedancia-illesztő áramkör van kötve. A 3. ábra szerint a 15 illesztő-áramkör impulzustranszformátor és a 12 impulzusgenerátor kimenete az impulzustranszformátor 21 primer-tekercséhez van kötve. Az impulzustranszformátor 22 szekundertekercse a 11 mintavevőhöz, további 22' szekundertekercse pedig a 16 sávszűrő és a földpont közé csatlakozik.

A 4. ábra egy további előnyös megoldást szemléltet, ahol a 15 illesztő-áramkör 28 tápvonalhoz csatlakozó impulzustranszformátor. Az impulzustranszformátor 22 szekundertekercse itt is a 11 mintavevőhöz csatlakozik, a 28 tápvonallal további 29 tápvonal van csatlakozásban - amely induktivitásból és koncentrált kapacitásból álló rezgőkör, - ennek kimenete pedig a 16 sávszűrőhöz csatlakozik. A 16 sávszűrőt 17 erősítő követi, amint azt a 2. ábra kapcsán már ismertettük. A 17 erősítő kimenete képezi az áramkörü elrendezés további f_{fix} frekvenciakimenetét.

A találmány szerinti áramkörü elrendezés az alábbiak szerint működik részletesen.

A szükséges frekvenciaátfogású kimenő oszcillátorjelek f_{m} frekvenciakimenet, a VCO_1 , ..., VCO_m 2 oszcillátor(ok) állítja(k) elő, amelyek célszerűen több, a 19 kiválasztó egység által frekvenciatartományonként kikapcsolható oszcillátorként van kiképezve. Ezt a jelet előnyösen kétszeresen kiegyenlített 4 keverő lokálbemenete felé elválasztó 3 erősítő erősíti. A szintézer vezérlő bemenetére a 14 kvarcoszcillátor által szolgáltatott jelek jelformálást követően állandó osztásarányértékű 6 osztó osztja le, előnyösen alacsonyabb frekvenciatartományban. A 4 keverő kimenő - szinkron állapotban a vezérlőfrekvenciával megegyező frekvenciájú - középfrekvenciás jelet a 6 osztóval megegyező osztásarányú 5 osztó osztja le. Az 5, 6 osztó kimenőjeleit a frekvencia-fázis 7 komparátorral hasonlítjuk össze és az így előállított feszültséggel a VCO_1 , ..., VCO_m 2 oszcillátor(ok) frekvenciáját szabályozzuk oly módon, hogy a 4 keverő középfrekvenciás kimenőjele és a vezérlőjel frekvenciában és fázisban megegyezzen.

A 4 keverő másik bemenetére jutó bemenőjelet a VCO_1 , ..., VCO_m 9 oszcillátor(ok) állítja(k) elő, melyek szintén célszerűen frekvenciatartományonként átkapcsolható oszcillátorok. A megfelelő elválasztást a 8 erősítő biztosítja. A VCO_1 , ..., VCO_m 9 oszcillátorok másik kimenetén megjelenő jel széles sávú mintavevő bemenetére kerül. A 11 mintavevő a 10 erősítő kimenőjéből a mintavételezéssel előállított feszültséget a 18 kereső áramkör által beállított egyenfeszültséghez adja hozzá és a két feszültség összegével szabályozza a VCO_1 , ..., VCO_m 9 oszcillátorok frekvenciáját, a mintavételi frekvencia adott harmonikusára. A 18 kereső áramkör a 11 mintavevő kimenetén a szinkronizáció megszűnésekor megjelenő különbségi frekvenciás jelet érzékeli, amelynek hatására frekvenciát vezérlő fűrészfeszültséget generál. A fűrészfeszültség a VCO_1 , ..., VCO_m 9 oszcillátor(oka)t a befogási tartományába hangolja, ahol a szinkronizáció már létrejön, így a különbségi frekvencia és ezzel egyidőben a kereső fűrészfeszültség növekedése is megszűnik. A mintavételező frekvenciát a 14 kvarcoszcillátor generálja, amelynek kimenőjét a 13 erősítő növeli a 12 impulzusgenerátornak szükséges szintre. Ugyanakkor a 12 impulzusgenerátor kimenetével a 15 illesztő-áramkörön keresztül csatlakozásban van a 16 sávszűrő - több fix frekvencia esetében sávszűrők - amely a mintavevő impulzus szükséges frekvenciájú felharmonikusát kiszűri, anélkül, hogy a mintavételezést lényegesen befolyásolná. Ily módon a 17 erősítő kimenete a szükséges f_{fix} frekvenciakimenet. Célszerű módon a 15 illesztő egység impulzustranszformátor, amelyről a jelet a 22' szekundertekercsről vagy például az impulzustranszformátorhoz csatlakozó 28 tápvonallal biztosítjuk.

A tartományonként átkapcsolható VCO_1 , ..., VCO_m és VCO_1 , ..., VCO_m 2 és 9 oszcillátorokat a kimenő frekvenciáknak megfelelően a 19 kiválasztó egység kapcsolja át adott vezérlő kódoknak megfelelően.

A találmány szerinti áramkörü elrendezéssel a kitűzött célt elértük. Megoldásunk adott frekvenciaszintézerek hangolási tartományának kiterjesztésére és fix frekvenciák előállítására alkalmas. A találmány szerinti megoldás előnyösen alkalmazható például kétszer transzponált vevőkészülékek oszcillátorjeleinek előállítására.

SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Áramköri elrendezés frekvenciaszintézerek adott hangolási tartományának kiterjesztésére és fix frekvenciák előállítására, 5
 amely fáziszárt hurokban feszültséggel vezérelt VCO₁, ..., VCO_m oszcillátor(oka)t tartalmaz, ez(ek) kimenete frekvenciakimenetet képez az oszcillátor(ok) hangoló bemenetére frekvencia-fázis komparátor csatlakozik, ennek referenciabemenetére állandó értékű referenciafrekvenciát előállító áramkör van kötve, *azzal jellemezve*, hogy a fáziszárt hurokba az oszcillátor(ok) (2) kimenete és a frekvencia-fázis komparátor (7) bemenete kö- 10
 zé, előnyösen elválasztó erősítőn (3) keresztül keverő (4) van iktatva, a keverő (4) másik bemenetére pedig, előnyösen szintén elválasztó erősítőn (8) át további feszültséggel vezérelt VCO_{n1}, ..., VCO_{nn} oszcillátor(ok) (9) 15
 kimenete van kötve, a további oszcillátor(ok) másik kimenettel rendelkezik(nek), amely erősítőn (10) keresztül mintavevő (11) jelbemenetére csatlakozik, kvarcoszcillátort (14) tartalmaz, amelynek kimenete erősítőn (13) 20
 keresztül impulzusgenerátor (12) bemenetére van kötve, ennek kimenete a mintavevő (11) bemenetével közvetlenül vagy közvetve van összekötve, az impulzusgenerátor (12) kimenete illesztő áramkörön (15) át sávszűrő (16) 25
 bemenetére van kötve, amelynek kimenete erősítőn (17) át további frekvenciakimenetet (f_{k2}) képez, a mintavevő (11) pedig a további oszcillátor(ok) (9) hangoló bemenetére csatlakozik(nak). 30
 35

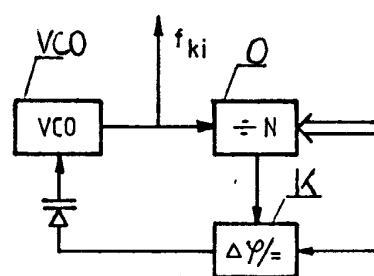
2. Az 1. igénypont szerinti áramköri elrendezés, *azzal jellemezve*, hogy az illesztő áramkör (15) impulzustranszformátor, és az impulzusgenerátor (12) az impulzustranszformátor primer-tekercséhez (21) van kötve, az 40
 impulzustranszformátor szekundertekercse (22) a mintavevőhöz (11), további szekundertekercse (22') pedig a sávszűrő (16) és a földpont közé csatlakozik. 45

3. Az 1. igénypont szerinti áramköri elrendezés, *azzal jellemezve*, hogy az illesztő áramkör (15) tápvonalhoz (28) csatlakozó impulzustranszformátor, az impulzustranszformátor primertekercse (21) földelve van, szekundertekercse (22) a mintavevőhöz (11) 50
 csatlakozik, a tápvonallal (28) további tápvonallal (29) van csatlakozásban, ennek kimenete pedig a sávszűrőhöz (16) csatlakozik. 55

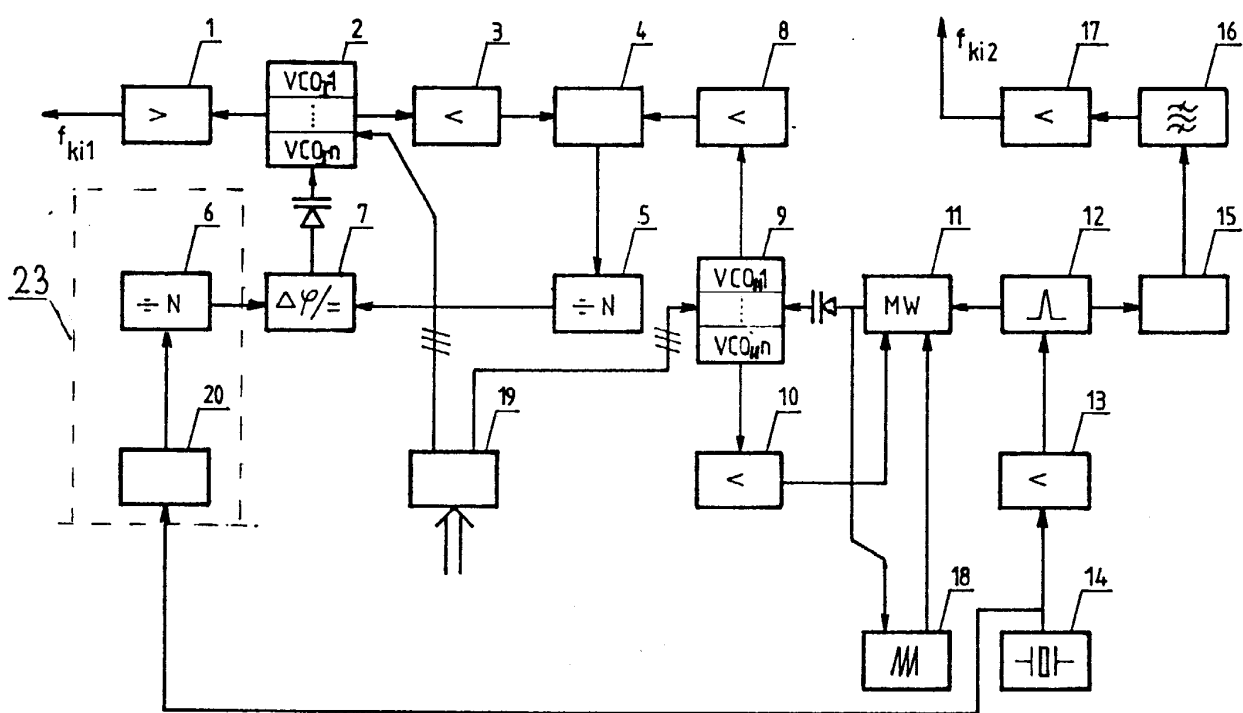
4. Az 1-3. igénypontok bármelyike szerinti áramköri elrendezés, *azzal jellemezve*, hogy előhangoló kereső áramkörrel (18) rendelkezik, amelynek kimenete mintavevő (11) további bemenetére csatlakozik, a mintavevő (11) kimenete pedig a kereső áramkör (18) bemenetére van kötve. 60

Kiadja az Országos Találmányi Hivatal, Budapest - A kiadásért felel: Himer Zoltán osztályvezető
 R 4921 - KJK

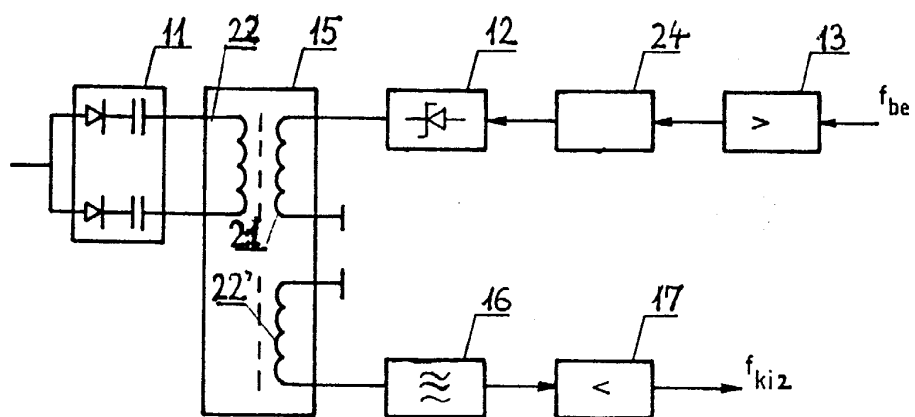
90.2766.66-13-2 Alföldi Nyomda Debrecen - Felelős vezető: Szabó Viktor vezérigazgató



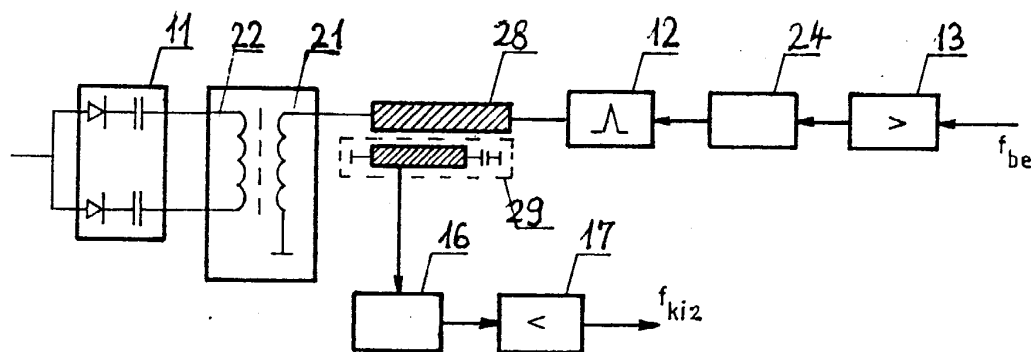
1. ábra



2. ábra



3. ábra



4. ábra