

(19) Országkód:

HU



**MAGYAR
KÖZTÁRSASÁG
ORSZÁGOS
TALÁLMÁNYI
HIVATAL**

SZABADALMI LEÍRÁS

(11) Lajstromszám:

206 572 B

(21) A bejelentés száma: 3285/90
(22) A bejelentés napja: 1990. 05. 31.
(30) Elsőbbségi adatok:
89 201408 1989. 06. 02. EP

(51) Int. Cl.⁵

H 04 B 1/66

(40) A közzététel napja: 1991. 09. 30.
(45) A megadás meghirdetésének dátuma a Szabadalmi
Közlönyben: 1992. 11. 30. SZKV 92/11

(72) Feltalálók:

Rault, Jean Bernard, Cesson-Sevigne (FR)
Dehery, Yves Francios, Cesson-Sevigne (FR)
Roudaut, Jean Yves, Cesson-Sevigne (FR)
Bruekers, Alphons Antonius Maria Lambertus,
Eindhoven (NL)
Veldhuis, Raymond Nicolaas Johan, Eindhoven (NL)

(73) Szabadalmazók:

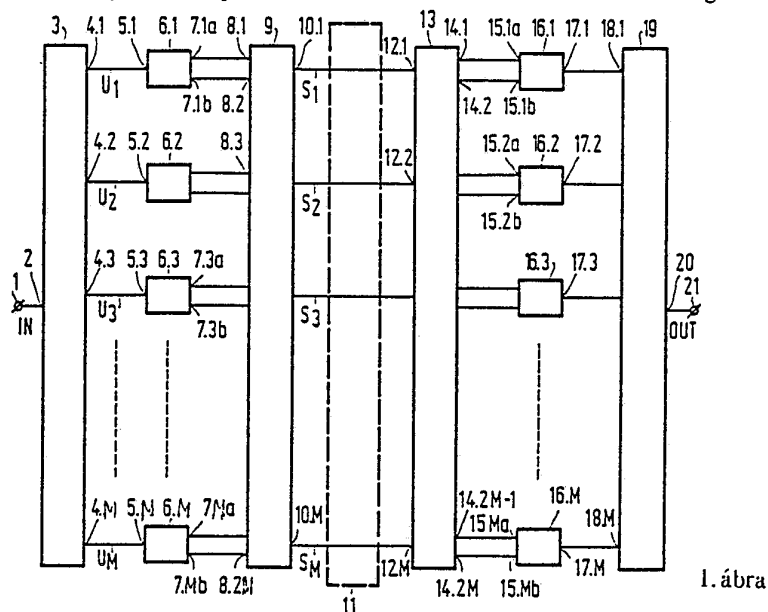
N.V. Philips Gloeilampenfabrieken,
Eindhoven (NL)
État Français, Représenté par le Ministère
Des Postes Des Télécommunications et De
L'Espace, Issy Les Moulineaux (FR)
Télédiffusion De France S.A., Párizs (FR)

(54) **Digitális hírközlési átviteli rendszer a digitális jel alsávonkénti kódolásával**

(57) KIVONAT

A jelen találmány egy olyan digitális hírközlési átviteli rendszer, amelyben adó és vevő van, az adó kódolót, a vevő dekódolót tartalmaz, amelyek adott F_s mintavéte-

li frekvenciájú digitális jeleket – pl. digitalizált hang-frekvenciás jeleket –, alsávosan kódoló, illetve dekódoló kivitelűek, a kódoló a digitális jelből az F_s minta-



1. ábra

A leírás terjedelme: 28 oldal (ezen belül 16 lap ábra)

HU 206 572 B

vételi frekvencia csökkentésével M számú alsáv-jelet generál a digitális jel-sáv m számú ($1 \leq m \leq M$) egymást követő alsávra való felosztásával, ahol az m a frekvenciával növekszik, a dekódoló az M alsáv-jelet visszaalakítja a digitális jellé, az alsávokat az F_s mintavételi frekvencia növelésével egységes digitális jel-sávra egyesítve. A kódoló analízis-szűrő eszközt és jelfeldolgozó egységet (9) tartalmaz, az analízis-szűrő eszköz egy első egységet (3), és egy bemenettel (5.M) és két kimenettel (7.Ma, 7.Mb) rendelkező M analízis-szűrőt (6.M) tartalmaz, az analízis-szűrők (6.M) $2M$ kimenete (7.Ma, 7.Mb) egyben az F_s/M mintavételi frekvenciájú $2M$ kimenő jelet szolgáltató analízis-szűrő eszköz $2M$ kimenete (7.Ma, 7.Mb), minden egyes analízis-szűrő (6.M) a bemenetére (5.M) adott jelet két különböző módon szűrő, és a két kimenetén (7.Ma, 7.Mb) a bemenő jel két különbözően szűrt változatát szolgáltató, a $2M$ analízis-szűrő kimenet (7.Ma, 7.Mb) mindegyike egy jelfeldolgozó egység (9) $2M$ megfelelő bemenetéhez (8,1–8,2M) van kötve, a jelfeldolgozó egység (9) M kimenete (10.M) mindegyikén a kimenő jel a $2M$ bemenetére (8,1–8,2M) adott bemenő jelek egy kombinációja, a jelfeldolgozó egység (9) M kimenete (10.M) pedig az M alsáv-jelet szolgáltató kódoló M kimenete. A dekódoló egy másik jelfeldolgozó egységet (13) és szintézis-szűrő eszközt tartalmaz, az M alsáv-jelet vevő jelfeldolgozó egységnek (13) M bemenete (12.M) és két M kimenete (14,1–14,2M) van, a

szintézis-szűrő eszköz M szintézis-szűrőt (16.M) és egy második egységet (19) tartalmaz, a szintézis-szűrők (16.M) mindegyikének két bemenete (15.Ma, 15.Mb) és 1, a második egységen (19) keresztül a dekódoló kimenetére (21) kötött kimenete (17.M) van, a jelfeldolgozó egység (13) $2M$ kimenetének (14,1–14,2M) mindegyikén az M bemenetére (12.M) adott bemenő jelek egy kombinációja van, a jelfeldolgozó egységnek (13) minden egyes kimenete (14,1–14,2M) páronként az M közül a megfelelő szintézis-szűrő (16.M) két bemenetéhez (15.Ma, 15.Mb) van kötve, minden egyes szintézis-szűrőnek (16.M) egy kimenete (17.M) van, minden egyes szintézis-szűrő (16.M) a két bemenetére (15.Ma, 15.Mb) adott két jelet különbözően szűrő, és a kimenetén (17.M) a két különbözően szűrt jel egy kombinációját szolgáltató, valamint minden egyes kimenet (17.M) jele a második egységen (19) keresztül a bemeneten (1) levő F_s mintavételi frekvenciájú eredeti digitális jellel megegyező jelet szolgáltató szintézis-szűrő eszköz kimenetére (21) juttatható. A kódoló a digitális jel-sávot közel azonos sáv szélességű, egymást követő alsávokra osztja.

A megoldás lényege szerint és az analízis-szűrők (6.M) és a szintézis-szűrők (16.M) h együtthatói az alsávok sáv szélességének felével egyenlő sáv szélességű, $H(f)$ aluláteresztő szűrő-karakterisztikájú, páratlan számú együtthatót tartalmazó szokásos szűrő együtthatóival megegyezők.

A találmány tárgya egy digitális hírközlési átviteli rendszer, amely egy adóból és egy vevőből áll, az adó egy kódolót, a vevő egy dekódolót tartalmaz, amely adott f_s mintavételi frekvenciájú digitális jelek (például digitális hangjelek) alsávok kódolására szolgál, a kódoló a digitális jelből a mintavételi frekvencia csökkentésével M számú alsáv-jelet generál úgy, hogy a digitális jel-sávot felosztja m számú – ahol $1 \leq m \leq M$ – egymást követő alsávra, ahol m a frekvenciával növekszik, a dekódoló az M alsáv-jelet visszaalakítja a digitális jellé úgy, hogy az alsávokat a mintavételi frekvencia növelésével digitális jel-sávra egyesíti.

A tárgy szerinti rendszernek a kódoló analízis-szűrő eszközt és jelfeldolgozó egységet tartalmaz, az analízis-szűrő eszköz M darab, egy bemenettel és két kimenettel rendelkező analízis-szűrőt tartalmaz, a szűrők $2M$ kimenetét az analízis-szűrő eszköz $2M$ kimenetébe kötjük, amely F_s/M mintavételi frekvenciájú $2M$ kimenő jelet szolgáltat. Minden egyes analízis-szűrő alkalmas a bemenetére adott jel két különböző szűrésére és a két kimenetén a bemenő jel két különböző szűrt változatával a $2M$ szűrő kimenet mindegyikét egy jelfeldolgozó egység $2M$ megfelelő bemenetéhez, a jelfeldolgozó egység M kimenetét pedig az M alsáv-jelet szolgáltató kódoló M kimenetéhez kötjük. A jelfeldolgozó egység alkalmas az M kimenet mindegyikén kimenő jel szolgáltatására, egy ilyen kimenő jel a $2M$ bemenetre adott bemenő jelek egy kombinációja, a dekódoló egy másik jelfeldolgozó egységet és szintézis-szűrő eszközt tartalmaz, az M alsáv-jelet vevő jel-

feldolgozó egységnek M bemenete és $2M$ kimenete van, a szintézis-szűrő eszköz M szintézis-szűrőt tartalmaz, mely szűrők mindegyikének két bemenete és 1, a dekódoló kimenetéhez kötött kimenete van. Ez a jelfeldolgozó egység alkalmas a $2M$ kimenetének mindegyikén egy kimenő jel generálására. Egy ilyen kimenő jel az M bemenetre adott bemenő jelek egy kombinációja, ennek a jelfeldolgozó egységnek minden egyes kimenetét páronként az M szintézis-szűrő közül a megfelelő szűrő két bemenetéhez kötjük, minden egyes szintézis-szűrőnek egy kimenete van, minden egyes szintézis-szűrő alkalmas a két bemenetére adott két jel különböző szűrésére és a kimenetén a két szűrt jel egy kombinációjának szolgáltatására, minden egyes kimenet összeköthető az F_s mintavételi frekvenciájú digitális jellel megegyező jelet szolgáltató szintézis-szűrő eszköz kimenetével, továbbá a kódoló alkalmas a digitális jel-sáv közel azonos sáv szélességű, egymást követő alsávokra osztására.

A találmány vonatkozik továbbá az átviteli rendszerben használt adóra és vevőre, az adóban használt kódolóra, a vevőben használt dekódolóra, a kódolóban használt analízis-szűrőre, a dekódolóban használt szintézis-szűrőre, valamint az adóban és a vevőben használt digitális jelfelvevő, ill. jelvisszaalakító berendezésre.

M. E. Krasner ismertet egy rendszert az alsávok kódolására a „The critical Band Coder – Digital encoding of speech signals based on the perceptual requirements of the auditory system” (Proc. IEEE ICASSP80, Vol. 1, pp 327–311. April 9–11. 1980), című cikkében.

Ebben a rendszerben a hangjelet felosztják több alsávra, melyek sávszélessége körülbelül megfelel az emberi hallórendszer frekvencia tartományába eső kritikus sávok sávszélességének (lásd a 2. ábrát Krasner cikkében). Ezt a felosztást azért választották, mert a pszichikus akusztikus kísérletek alapján elvárható, hogy egy ilyen alsávban a sávon belüli jelek akkor fogják optimálisan lefedni a kvantálási zajt, amikor a kvantálás számításba veszi az emberi hallórendszer zaj-maszkoló görbáját [ez a görbe egy kritikus sávban az adott sáv közepén meglévő elkülönülő hangszínnel jelzi a zaj-maszkoláshoz szükséges küszöböt (lásd a 3. ábrát Krasner említett cikkében)].

Az EP-O-190 796 lajstromszámú európai szabadalmi leírás és az ICASP 84 konferenciaanyag (IEEE akusztikai konferencia, San Diego, 1984.) 1. kötet, 11.3 fejezete a technika állásához sorolható, a tárgykörbe tartozó műszaki eredményeket ismerteti az olvasóval. Az ezekben az iratokban feldolgozott esetekben megtalálhatunk olyan szűrőcsoportokat, amelyek a bevezetőben elmondott célokat szolgálják. Mindamellet az egyes szűrőcsoportok, illetve alcsoportok együtthatóiról, azok számosságáról nem esik szó. Nem tesznek egyik dokumentum szerzői sem különbséget a páros és páratlan számú együttható megválasztása között sem kitanítás, sem akár csak közvetett utalás szintjén sem.

Megjegyzendő, hogy a „Digitális szűrés többfázisú hálózatokkal: mintavételi frekvencia módosítás és szűrők alkalmazása” (M. E. Bellenger, IEEE Trans., on ASSP, Vol. 24, No. 2, April 1976, pp. 109–114.) című cikk ismerteti egy rendszert, amelyben a digitális jelet több szűrő segítségével osztják fel alsávokra, s az említett szűrőket egy mintavételi frekvencia csökkentő előzi meg. Egy ilyen elrendezés egyszerűsíti a számításokat a szűrőben, mivel ezen szűrőben a jelfeldolgozás csökkentett mintavételi frekvencia mellett történhet. A torzításokat, mint később látni fogjuk, ez a rendszer nem küszöböli ki teljesen.

A találmány célja egy olyan digitális hírközlési átviteli rendszer, amelyben az adó és a vevő közötti közegen átvitt információt közel azonos sávszélességű alsávokra osztva és gyakorlatilag torzítás nélkül lehet a vevő oldalon visszanyerni, s amelyben a kódoló és a dekódoló a számítási idő és az áramköri bonyolultság szempontjából igen hatékony.

A találmány szerinti megoldások azon a felismerésen alapszanak, hogy a számítás nagy mértékben egyszerűsíthető az adóban az analízis-szűrők előtt első egységként elhelyezett mintavételi frekvencia csökkentővel és a vevőben a szintézisszűrők után második egységként elhelyezett mintavételi frekvencia növelővel, mert a számítások így alacsonyabb mintavételi frekvencia mellett végezhetők. További felismerés az, hogy az együtthatók száma páratlan legyen, ami azért fontos, mert további lényeges számítási igény csökkenésre vezet.

A találmány szerinti digitális hírközlési átviteli rendszerben az analízis- és szintézisszűrők együtthatói az alsávok sávszélességének felével jellemzett aluláteresztő karakterisztikájú, és páratlan számú együtthatót tartalmazó szabványos szűrő együtthatóiból származnak.

Ez a választás számítási igény lényeges csökkenéséhez vezet a dekódoló feldolgozó egységében, mert az együtthatókban nagymértékű szimmetria van.

A már hivatkozott „Digitális szűrés többfázisú hálózatokkal: mintavételi frekvencia módosítás és szűrők alkalmazása” (M. E. Bellenger, IEEE Trans., on ASSP, Vol. 24, No. 2, April 1976, pp. 109–114.) című cikk szerinti rendszerben azonban az adó nem generál lényegében azonos sávszélességű alsávokat, a legkisebb frekvenciájú alsáv sávszélessége fele a többi alsávnak. Továbbá az ismertett rendszer szűrői és a feldolgozó egysége különbözik a találmány szerinti szűrőtől és feldolgozó egységtől abban a vonatkozásban, hogy a szűrők a bemenetekre adott bemenő jelen az ismertett rendszerrel ellentétben, egy helyett két különböző szűrést végeznek. Ennek hatására a találmány szerinti szűrők és feldolgozó egység között átvitt információ mennyisége 2-szer akkora, mint az ismertett rendszerben. Ez lehetővé teszi, a szűrőkben a szűrőparaméterek helyes megválasztása, valamint az adó és a vevő oldali feldolgozó egység megfelelő kiválasztása esetén, a vevő oldalon a jelek gyakorlatilag torzításoktól mentes visszaállítását. Ezzel ellentétben, a korábbi rendszerben a visszaállított jel, még a szűrők és a feldolgozó egységek optimális összeállítása esetén is, mindig tartalmaz torzításokat.

A találmányunk szerinti rendszerben az analízis- és szintézisszűrőknek különböző kivitelei lehetségesek.

Egy ilyen kiviteli alakjában az adó oldali rendszer olyan kialakítású, hogy minden egyes analízis-szűrő egy késleltetősort tartalmaz, amely azonos T késleltetésű elemekből áll, a szűrő bemenetét az első késleltető elem bemenetéhez, a késleltető-sor páratlan sorszámu elemeinek kimenetét egy első jelösszeadó egység megfelelő bemenetéhez kötik, a késleltető-sor páros sorszámu elemeinek kimenetét egy második jelösszeadó egység megfelelő bemenetéhez kötik, és az első és második jelösszeadó egység kimenetét a szűrő első, ill. második kimenetéhez kötik. Lehetőség szerint a páratlan sorszámu késleltető elemek kimenetét csak az első jelösszeadó egység bemeneteihez, a páros sorszámu késleltető elemek kimenetét pedig csak a második jelösszeadó egység bemeneteihez kötik. Egy másik megvalósításban az adó oldali rendszer azzal jellemezhető, hogy minden egyes analízis-szűrő két késleltető-sort tartalmaz, amelyek azonos 2T késleltetésű elemekből állnak, a szűrő bemenetét az első és mindkét késleltető-sor további elemeinek bemenetéhez kötik, a két késleltető-sor kimenetét a szűrő első, ill. második kimenetéhez kötik, egy további T késleltetésű elemet (ahol a T késleltetés fele a késleltető-sorok elemei késleltetésének) kötnék a szűrő bemenete és a második kimenete közé, amelyhez hasonló késleltető elem a szűrő bemenete és az első kimenete közötti jel-út mentén nincs.

A vevő oldalon a rendszer azzal jellemezhető, hogy minden egyes szintézis-szűrő két késleltető-sort tartalmaz, amelyek azonos 2T késleltetésű elemekből állnak, a szűrő első és második bemenetét az első, ill. a második késleltető-sor első elemének bemenetéhez kötik, az első késleltető-sor elemeinek kimenetét egy jel-

összeadó egység megfelelő bemenetéhez kötik, a második késleltető-sor elemeinek kimenetét szintén a jelösszeadó egység megfelelő bemenetéhez kötik, a jelösszeadó egység kimenetét a szűrő kimenetéhez kötik, egy további T késleltetési elemet (ahol a T késleltetés fele a késleltető-sorok elemei késleltetésének) kötnék a szűrő második bemenete és a kimenete közé, amelyhez hasonló késleltető elem a szűrő első bemenete és a kimenete közötti jel-út mentén nincs.

Egy másik kiviteli alakjában a rendszer azzal jellemezhető, hogy minden egyes szintézis-szűrő egy késleltető-sort tartalmaz, amely azonos T késleltetési elemekből áll, a szűrő első bemenetét a késleltető-sor páratlan sorszámú elemeinek bemenetéhez kötik, a szűrő második bemenetét a késleltető-sor páros sorszámú elemeinek bemenetéhez kötik, és az utolsó késleltető elem kimenetét a szűrő kimenetéhez kötik. Lehetőség szerint az első szűrő bemenetét csak a páratlan sorszámú késleltető elemek bemenetéhez, a második szűrő bemenetét pedig csak a páros sorszámú késleltető elemek bemenetéhez kötik.

Az adó és a vevő oldali jelfeldolgozó egységnek is különböző megvalósításai lehetségesek. Egy ilyen megvalósításban az adó oldali jelfeldolgozó egység M jelösszeadó egységet tartalmaz, melyek mindegyikének egy, a jelfeldolgozó egység M kimenete közül a megfelelő kimenethez kötött kimenete van, és amelyek megfelelő bemenetéhez egy, az adott bemenethez tartozó szorzó egységen keresztül a jelfeldolgozó egység 2M bemenetét kötik. A vevő oldalon a megfelelő másik jelfeldolgozó egység 2M jelösszeadó egységet tartalmaz, melyek mindegyikének egy, a jelfeldolgozó egység 2M kimenete közül a megfelelő kimenethez kötött kimenete van, és amelyek megfelelő bemenetéhez egy, m adott bemenethez tartozó szorzó egységen keresztül a jelfeldolgozó egység M bemenetét kötik.

Az adó oldalon a rendszer azzal jellemezhető továbbá, hogy minden egyes analízis-szűrő két kimenetét a jelfeldolgozó egység megfelelő bemenetéhez egy hozzá tartozó jelerősítő egységen keresztül kötik, mely két jelerősítő egység alkalmas a bemenetére adott jel azonos komplex értékkel történő erősítésére, lehetőség szerint a komplex értékek különböznek egymástól a különböző analízis-szűrőkhöz tartozó erősítő egységekben. Továbbá a jelfeldolgozó egység minden egyes kimenete a kódoló megfelelő kimenetéhez jelerősítő egységek és valós értékű determinátorokon keresztül köthető, a jelerősítő egység alkalmas a bemenetére adott jel egy komplex értékkel történő erősítésére.

A vevő oldalon a rendszer azzal jellemezhető továbbá, hogy a másik jelfeldolgozó egység kimeneteit páronként egy szintézisszűrő megfelelő bemenetéhez egy hozzá tartozó jelerősítő egységen keresztül kötik, mely két jelerősítő egység alkalmas a bemenetére adott jel azonos komplex értékkel történő erősítésére, a komplex értékek lehetőség szerint különböznek egymástól a különböző szintézis-szűrőkhöz tartozó erősítő egységekben.

Továbbá a dekódoló M bemenete a másik jelfeldolgozó egység M bemenete közül a megfelelő bemenet-

hez egy jelerősítő egységen keresztül köthető, a jelerősítő egység alkalmas a bemenetére adott jel egy másik komplex értékkel történő erősítésére.

A találmányt az alábbi ábrákra való hivatkozással tovább magyarázzuk.

Az 1. ábra blokk-diagram formában a találmány szerinti hírközlési átviteli rendszer egy megvalósítását, a 2. ábra az első egység segítségével történő mintavételi frekvenciacsökkenés realizálását,

a 3. és a 4. ábra a rendszerben található analízis-szűrők két lehetséges megvalósítását,

az 5. és a 6. ábra a rendszerben található szintézis-szűrők két lehetséges megvalósítását,

a 7. ábra az adó oldali vagy a vevő oldali jelfeldolgozó egység egy megvalósítását,

a 8. ábra a rendszerben lévő adó egy másik megvalósítását,

a 9. ábra a rendszerben lévő vevő egy másik megvalósítását,

a 10. ábra az analízis-szűrő együtthatók származtatását mutatja, valamint

a 11. ábra az adó oldali vagy a vevő oldali jelfeldolgozó egységre egy másik példát,

a 12. ábra egy digitális jel-felvevő berendezést, és

a 13. ábra egy digitális jel-visszaalakító berendezést mutat,

míg az utolsó nyolc lap rajzmelléklet a Tab I-VI táblázatokat tartalmazza.

Az 1. ábra a digitális hírközlési átviteli rendszer blokk-diagramját mutatja. A rendszernek egy 3 első egység két bemenetéhez kötött 1 bemenete van, amely adott F_s mintavételi frekvenciájú IN digitális jel vételére szolgál. A 3 első egységnek M számú, 4.1–4.M kimenete van, amelyeken a V_1 – V_M kimenő jelek jelennek meg. A 3 első egység alkalmas a két bemenetére adott IN digitális jel F_s mintavételi frekvenciájának M tényezővel való csökkentésére. A 3 első egység működését a 2. ábrán később magyarázzuk meg. Az M számú, 6.1–6.M analízis-szűrő közül minden egyes 6.m analízis-szűrőnek egy, a 3 első egység M kimenetének megfelelő részéhez (4.m) kötött 5.m bemenete van. Az m számérték 1-től M-ig változik. Minden egyes 6.m analízis-szűrőnek két, 7.ma és 7mb kimenete van, a V_m bemenő jel két különböző módon szűrt változatának a szolgáltatására. A 6.m analízis-szűrők felépítését és működését a 3., 4. és 10. ábrán később magyarázzuk meg. A 2M szűrő kimenet (7.1a, 7.1b, 7.2a, 7.2b, ..., 7.ma, 7.mb, ..., 7.Ma, 7.Mb) mindegyikét egy 9 jelfeldolgozó egység 2M bemenetének (8.1, 8.2, ..., 8.M, 8.M+1, ..., 8.2M) megfelelő részéhez kötik. A 9 jelfeldolgozó egységnek M 10.1–10.M kimenete van. A feldolgozó egység alkalmas az M kimenetének mindegyikén kimenő jel szolgáltatására, ahol egy kimenő jel a 2M bemenetére adott bemenő jelek egy kombinációja. A 9 jelfeldolgozó egység felépítését és működését a 7. és 8. ábrán később magyarázzuk meg. Ha a 10.1–10.M kimenetek azonosak a szűrő eszköz M kimenetével, akkor ez azt jelenti, hogy a 9 feldolgozó egység M darab S_1 – S_M alsávjelet szolgáltat, és minden egyes S_m alsáv-jel a 9 feldolgozó egység M kimenetének megfelelő 10.M részén jelenik meg.

Az 1 bemenetre adott F_s mintavételi frekvenciájú IN bemenő jel $F_s/2$ sávszélességet foglal le. A sávszélesség M tényezővel való osztása azt jelenti, hogy a B_1 – B_M alsávok sávszélessége mind egyenlő a $F_s/2M$ értékkel, ld. 10c ábrát. Az 1. ábrán S_1 a B_1 alsávban jelen levő jel alul-mintavételezett változata, S_2 a B_2 alsávban jelen levő jel alul-mintavételezett változata stb.

Szükség esetén az M alsáv-jelet tovább lehet feldolgozni, például egy további kvantáló egységben (nincs jelölve), amelyben a jeleken egy adaptív kvantálást végzünk azért, hogy lényeges csökkenést érjünk el az információegységekre eső bit-sűrűségben. Ilyen kvantáló egységekre példák az EP 289 080 számon közzétett európai szabadalmi bejelentésben találhatók.

A fentiekben részletezett jelfeldolgozás az átviteli rendszer adó oldalán működik. A rendszer adója ezért legalább a 3 első egységet, a 6.1–6.M analízis-szűrőket, és a 9 jelfeldolgozó egység elemeket, s ha van, akkor a kvantáló egységet tartalmazza.

Az adó által generált jelek az 1. ábrán a vázlatosan jelölt 11 átviteli közegen keresztül jutnak el a vevőig. Ez szükségessé teheti további csatorna kódolás alkalmazását azért, hogy a vevő oldalon lehetséges legyen a hiba korrigálása. A 11 átviteli közegen keresztüli átvitel lehet vezeték nélküli átvitel (mint például rádiócsatorna), azonban más átviteli közegek is lehetségesek. Optikai szálakon vagy optikai diszkeken történő átvitelre, vagy mágneses lemez hordozón történő átvitelre is lehet gondolni.

Az M alsávban jelen lévő információ az átviteli közegen keresztül vagy párhuzamosan, ahogy az 1. ábra mutatja, vagy sorosan vihető át. Ez utóbbi esetben az adó oldalon időtömörítési technikák szükségessé a párhuzamos adatfolyam soros adatfolyammá történő átalakításához, és a vevő oldalon megfelelő technikák szükségessé a soros adatfolyam párhuzamos adatfolyammá történő visszaalakításához úgy, hogy az M S_1 – S_M alsáv-jel egy másik 13 jelfeldolgozó egység M 12.1–12.M bemenetének megfelelő részéhez kerülhessen. A 13 jelfeldolgozó egységnek 2M 14.1–14.2M kimenete van. A vevő oldali 13 jelfeldolgozó egység alkalmas a 2M kimenetének mindegyikén kimeneti jel generálására, ahol egy kimeneti jel az M bemenetre adott jelek egy lineáris kombinációja.

A vevő oldali 13 jelfeldolgozó egység felépítését és működését a 7. és 9. ábrán később magyarázzuk meg. A vevő oldali 13 jelfeldolgozó egység kimeneteit páronként (mint például 14.1 és 14.2) az M 16.1–16.M szintézis-szűrő egyikének két bemenetéhez (mint például 15.1a és 15.1b) kötjük. Minden egyes 16.m szintézis-szűrőnek egy 17.m kimenete van. A szintézis-szűrők alkalmazása a két bemenetükre adott két bemenő jel különböző szűrésére, és a kimenetükön a két szűrt jel egy lineáris kombinációjának szolgáltatására. Szintézis-szűrők felépítését és működését az 5., 6. és 10. ábrán később magyarázzuk meg. Minden egyes 16.m szintézis-szűrő 17.m kimenetét egy 19 második egység M 18.1–18.M bemenetének megfelelő 18.m részéhez kötjük. A második egység 20 kimenetét az átviteli

rendszer 21 kimenetéhez kötjük. A 19 második egység működését a 2. ábrán később magyarázzuk meg.

A rendszer vevője legalább a 13 a jelfeldolgozó egységet, a 17.1–17.M szintézis-szűrőket, és a 19 második egységet tartalmazza.

Ha az alsáv-jelek az adó oldalon kvantáltak, akkor a vevőben megfelelő dekvantáló egység szükséges. Egy ilyen dekvantáló egységet a vevő oldali 13 jelfeldolgozó egység elé kell kötni. Ilyen dekvantáló egységre szintén találhatók példák a korábban említett EP 289 080 európai szabadalmi bejelentésben. A vevő oldalon a jelfeldolgozásnak olyannak kell lennie, hogy a 16.1–16.M szintézis-szűrők kimenetein u_1 – u_M jelek jelenjenek meg és ideális esetben a kimenő 21 végponton megjelenő visszaállított jel azonos legyen az 1 bemenetre adott IN bemenő jellel.

A 2. ábra a 3 első egység, illetve 19 második egység működését mutatja. Az 1 bemenet termináljára adott IN jel az idő függvényében vázlatosan a 2a ábrán látható.

A 2a ábra mintavételeket mutat, amelyből az IN bemenő jel felépül. Az ábra csak a mintavételek időbeli előfordulását mutatja, a minták nagyságát nem. A mintavételek periódusideje T_1 , amely egyenlő $1/F_s$ -sel. A bemenő jel mintavételi frekvenciája ezért F_s . A 2. ábra példájában feltételezzük, hogy $M=8$. A 2b–2i ábrák a 3 első egység megfelelő 4.1–4.8 kimenetén megjelenő u_1 – u_8 jeleket ábrázolják (ismét csak az idő függvényében, a nagyság elhanyagolásával). A 3 első egység valójában egy kommutátorként működik, amely a teljes időt a nyolc kimenetére ciklikusan szétosztja nyolc egymást követő mintavételeként, ld. a 8. ábrán a 3 első egységet, mint kommutátort.

A 2. ábra alapján nyilvánvaló, hogy a 3 első egység M kimenetén megjelenő kimenő jelek mintavételi frekvenciája F_s/M . A kimenő jelben a mintavételek T időközönként helyezkednek el, ahol T egyenlő $M \cdot T_1$ -gyel.

A továbbiakban a kimenő jel visszaállítását magyarázzuk meg a 19 második egységben. A 19 második egységet is tekinthetjük egy kommutátornak, amely az M 18.1–18.M bemenetet ciklikusan összekapcsolja a 21 kimenettel. Ebben az esetben, a mintavételek a 18.1–18.M bemeneteknél azok sorrendjében egymás után következnek, és a mintavételeket a 19 második egység mint kommutátor a 20 kimenetre kapcsolja. A 9. ábra ezt mutatja.

Az első egység különböző módon építhető fel, nevezetesen egy késleltető sor alkalmazásával, amelynek megcsapolási pontjai vannak a megfelelő helyein (az említett késleltető-sor mentén). Ezután ezeket a megcsapolási pontokat összekapcsoljuk egy decimális-osztó bemeneteivel, amely a mintavételi frekvenciát a helyes értékre csökkenti.

Az első egység és az analízis-szűrők egyesítése is lehetséges, ha az első egységben használt késleltető-sor (részben) megegyezik az analízis-szűrőkben használt késleltető-sorral (sorokkal), amely megoldás a szakirodalomban jól ismert. Ugyanezek a megállapítások valószínűleg érvényesek a 19 második egységre is. Ebben az esetben interpoláló egységekre van szükség a mintavételi frekvencia növekedés megvalósításához.

A 3. ábra egy 6.m analízis-szűrő egyik megvalósítását mutatja. Az analízis-szűrő 30 bemenetét, amely megegyezik az 1. ábrán az 5.m bemenettel, egy 31 késleltető-sorhoz kötjük, amely azonos T késleltetésű elemekből áll. A páratlan sorszámu 32.1, 32.3,..., 32.n késleltető elemek kimenetét egy első 33 jelösszeadó egység bemeneteihez kötjük. A páros sorszámu 32.2, 32.4,... késleltető elemek kimenetét egy második 34 jelösszeadó egység bemeneteihez kötjük. Az első 33 jelösszeadó és a második 34 jelösszeadó egység kimenete a 6.m analízis-szűrő első 35.1 és második 35.2 kimeneteként jelenik meg. Ezek megegyeznek az 1. ábrán a 7.mb, illetve a 7.ma kimenettel. A 6.m szűrő 30 bemenetét a második 34 összeadó egység egy bemenetéhez egy 36.1 szorzó egységen keresztül kötjük. Ez a szorzó egység a bemenetére adott jeleket (mintavételeket) a_{0m} tényezővel szorozza meg. A páratlan sorszámu késleltető elemek kimenetét a 33 jelösszeadó egység bemeneteihez a 36.2, 36.4,..., 36.n-1 és a 36.n+1 szorzó egységeken keresztül kötjük. Ezek a szorzó egységek a bemenetükre adott jeleket (mintavételeket) a megfelelő $a_{1m}, a_{3m}, \dots, a_{nm}$ tényezővel szorozzák meg. A páros sorszámu késleltető elemek kimenetét a 34 jelösszeadó egység bemeneteihez a 36.3, 36.5,..., 36.n szorzó egységeken keresztül kötjük. Ezek a szorzó egységek a bemenetükre adott jeleket (mintavételeket) a megfelelő $a_{2m}, a_{4m}, \dots$ tényezővel szorozzák meg. A jelösszeadó egységek egy általánosabb meghatározásában ezek a szorzó egységek a jelösszeadó egységek részeként tekinthetők. Ebben az esetben, a jelösszeadó egységek a bemenetükre adott jeleket nem csak összegzik, hanem azok súlyozott kombinációját képezik. Nyilvánvaló, hogy amikor egy szorzó egység a_{im} tényezője 0-val egyenlő, akkor ezen szorzó egység mentén a késleltető elem és a jelösszeadó egység között szakadás van. Nyilvánvaló továbbá, hogy az 1-gyel egyenlő a_{im} tényezőjű szorzó egységek elhagyhatók, azaz az összeköttetés közvetlen.

A 4. ábra a 6.m analízis-szűrő egy másik megvalósítását mutatja. Bár a 4. ábrán a szűrő áramköri felépítése különbözik a 3. ábrán bemutatott áramköri felépítéstől, bizonyos feltételek teljesülése esetén ugyanazt a funkciót és szűrést valósítja meg, mint a 3. ábrán. A 4. ábrán a szűrő két 40 és 41 késleltető-sort tartalmaz, amelyek azonos 2T késleltetésű elemekből állnak. A szűrő 30 bemenetét a 41 késleltető-sor elemeinek bemenetéhez a 42.1-42.p-1 szorzó egységeken keresztül, valamint a szűrő 35.2 kimenetéhez a 42.p szorzó egységen keresztül kötjük. Ez azt jelenti, hogy a 40 késleltető-sor p-1 késleltető elemet (44.1-44.p-1) tartalmaz. A szűrő 30 bemenetét összekötjük továbbá a 43.1-43.q-1 szorzó egységeken keresztül a 41 késleltető-sor elemeinek bemenetével, valamint a 43.q szorzó egységen keresztül a szűrő 35.1 kimenetével. Ez azt jelenti, hogy a 41 késleltető-sor q-1 késleltető elemet (45.1-45.q-1) tartalmaz. A 42.1-42.p szorzó egységek a jelet $b_{1m}, b_{2m}, \dots$, illetve b_{pm} tényezővel szorozzák meg. A 43.1-43.q szorzó egységek a jelet $c_{1m}, c_{2m}, \dots$, illetve c_{qm} tényezővel szorozzák meg. A 46.1-46.p-1 jelösszeadó egységeket a

40 késleltető-sor elemeinek kimenetéhez kötjük. A 47.1-47.q-1 jelösszeadó egységeket a 41 késleltető-sor elemeinek kimenetéhez kötjük. A 47.q-1 jelösszeadó egység kimenetét a szűrő 35.1 kimenetéhez egy további T 48 késleltetésű elemen keresztül kötjük, mely T késleltetés fele a késleltető-sor elemei késleltetésének. A 38 késleltető elemet a 31 bemenet és a 35.1 kimenet közötti út mentén máshol is el lehetett volna helyezni úgy, hogy ez a késleltető elem ne essen a 30 bemenet és a 35.2 kimenet közötti útra.

A 3. ábrán az „1” vagy a „0” szorzótényezőjű szorzó egységekről elmondottak természetesen erre az esetre is érvényesek. Tételizzük fel, hogy b_{2m} egyenlő 0-val, amely azt is jelenti, hogy az egyébként a kérdéses 42.2 szorzó egység kimenetéhez kötött 46.1 jelösszeadó egység szintén elhagyható. Ez azt jelenti, hogy a 44.1 és a 44.2 késleltető elemek közvetlenül összeköthetők, azaz egy 4T késleltetésű elemmel helyettesíthetők.

Bizonyos feltételek mellett a 4. ábrán látható szűrő ugyanúgy működik és ugyanazt a szűrést hajtja végre, mint a 3. ábrán látható szűrő. Ennek feltételei az alábbiak:

$$p = q = (n+1)/2, \quad b_{pm} = a_{0m}, \quad c_{qm} = a_{1m}, \quad b_{p-1,m} = a_{2m}, \\ c_{q-1,m} = a_{3m}, \dots, b_{1m} = a_{n-1,m} \text{ és } c_{1m} = a_{nm}.$$

Ebben az esetben feltételezzük, hogy az n páratlan szám. Ha az n páros szám, akkor a 3. ábrán a 34 összeadó egységnek eggyel több bemenete van, mint a 33 összeadó egységnek. Ekkor a feltételek a következők:

$$q = p - 1 = n/2, \quad b_{pm} = a_{0m}, \quad c_{qm} = a_{1m}, \quad b_{p-1,m} = a_{2m}, \\ c_{q-1,m} = a_{3m}, \dots, b_{1m} = a_{nm} \text{ és } c_{1m} = a_{n-1,m}.$$

Megjegyzendő, hogy a 3. ábrán látható szűrőben a 36. n+1 szorzó egységen (ahol n páros) keresztüli összeköttetés azonos a 31 késleltető-sor kimenete és a 34 jelösszeadó egység közötti összeköttetéssel.

Az 5. ábra egy 16.m szintézis-szűrőt mutat, amelynek két 51.1 és 50.2 bemenete és egy 51 kimenete van. A bemenetek azonosak az 1. ábrán a 15.ma és a 15.mb bemenettel, és a kimenet azonos a 17.m kimenettel. A szintézis-szűrő két 52 és 53 késleltető-sort tartalmaz, amely azonos 2T késleltetésű elemekből áll. A 16.m szűrő továbbá tartalmaz egy 54 jelösszeadó egységet és egy további 55 késleltető elemet, amelynek a T késleltetése fele a késleltető-sorok elemei késleltetésének. Az 50.1 és 50.2 bemenet az 54 jelösszeadó egység bemenetéhez az 56.1, illetve a 57.1 szorzó egységen keresztül kötjük. Az 52 késleltető-sor p-1 darab 58.1-58.p-1 késleltető elemet tartalmaz. Ezen késleltető elemek kimenetét az 54 jelösszeadó egység megfelelő bemenetéhez megfelelő 56.2-56.p szorzó egységek továbbítják, a bemenetükre adott jelet $d_{1m}-d_{pm}$ tényezővel szorozzák meg. Az 53 késleltető-sor q-1 59.1-59.q-1 késleltető elemet tartalmaz. Ezen késleltető elemek kimenetét az 54 jelösszeadó egység megfelelő bemenetéhez megfelelő bemenetéhez megfelelő 57.2-57.q szorzó egységen keresztül kötjük. Az 57.1-57.q szorzó egységek a bemenetükre adott jelet $e_{1m}-e_{qm}$ tényezővel szorozzák meg. Az 54 jelösszeadó egység 60 kimenetét a szűrő 51 kimenetéhez kötjük. Az 55 késleltető elem az

50.2 bemenet és az 53 késleltető-sor bemenete között van. Általánosabban, az 55 késleltető elem lehet bárhol az 50.2 bemenet és az 51 kimenet közötti út mentén, ha ez nem esik az 50.1 bemenet és az 51 kimenet közötti útra.

Ha az adó oldalon az m -edik szűrő a 3. ábrán látható 6.m szűrő, akkor a vevő oldalon az 50.1 és 50.2 bemenetre adott két jel helyes szűréséhez a 16.m szűrőre az alábbi feltételeknek kell teljesülnie:

$p = q = (n+1)/2$, $d_{1m} = a_{0m}$, $e_{1m} = a_{1m}$, $d_{2m} = a_{2m}$, $e_{2m} = a_{3m}, \dots$, $d_{pm} = a_{n-1,m}$ és $e_{qm} = a_{nm}$. n -ről ismét feltételezzük, hogy páratlan szám. A korábbi magyarázathoz hasonlóan, ha n páros szám, akkor az alábbi feltételek szükségesek:

$q = p-1 = n/2$, $d_{1m} = a_{0m}$, $e_{1m} = a_{1m}$, $d_{2m} = a_{2m}$, $e_{2m} = a_{3m}, \dots$, $e_{qm} = a_{n-1,m}$ és $d_{pm} = a_{n,m}$.

A 6. ábra a 16.m szintézis-szűrő egy másik megvalósítását mutatja, amelyet jelöljünk 16.m'-vel. A szűrő egy 65 késleltető-sort tartalmaz, amely azonos Z késleltetésű 66.1–66.m elemekből áll. Az 50.1 bemenetet a páros sorszámu késleltető elem bemenetéhez a 67.2, 67.4, ..., 67.n+1 szorzó egységeken keresztül kötjük. Az n így páratlan számnak tekinthető. Az 50.2 bemenetet a páratlan sorszámu késleltető elem bemenetéhez a 67.1, 67.3, ..., 67.n szorzó egységeken keresztül kötjük. Ha az adó oldalon az m -edik szűrő a 3. ábrán látható 6.m szűrő, akkor hogy a vevő oldalon a 16.m' szűrő az 50.1–50.2 bemenetekre adott jelet helyesen szűrje, az együttthatókat, amelyekkel a 67.1–67.n+1 szorzó egységek a bemenő jelet megszorozzák, a 6. ábra alapján kell megadni. Ezek az együttthatók $a_n, a_{n-1,m}, \dots, a_{2m}, a_{1m}, a_{0m}$ tényezőkkel egyenlők.

A 3. ábrán látható 6.m szűrőhöz az $a_{0m} - a_{nm}$ együttthatók megválasztását a 10. ábrán tovább magyarázzuk.

A 10(c) ábra a digitális jel szűrő-sávját mutatja, amely $F_s/2$ Hz széles. A teljes szűrő-sávot $F_s/2M$ sávszélességű M darab $B_1 - B_M$ alsávra osztják. A 10(a) ábra egy képzetes vagy szabványos aluláteresztő szűrőt mutat, amelynek a szűrő-karakterisztikája $H(f)$ és az F_B sávszélessége fele az alsávok sávszélességének. A 10(b) ábra a $H(f)$ aluláteresztő szűrő súlyfüggvényét, az idő függvényében mutatja. Ez a súlyfüggvény $T_1 = 1/F_s$ időközönkénti impulzusok sorozata. A súlyfüggvény $h_0, h_1, h_2, \dots$ vektorokkal jellemezhető, amely az impulzusok nagyságát jelzi a $t=0, T_1, 2T_1, \dots$ időintervallumokban.

A 10(d)–(g) ábrák azt mutatják, hogy a 6.1–6.M szűrők szorzó egységeinek tényezői hogyan adódnak a $H(f)$ szabványos aluláteresztő szűrő súlyfüggvényének felhasználásával. Mint ahogy látható, a 6.1–6.M szűrők 36.1 szorzó egységének $a_{01} - a_{0M}$ szorzó tényezői (ld. 3. ábrát) egyenlők $h_0 - h_{M-1}$ -gyel. A 6.1–6.M szűrők 36.2 szorzó egységeinek $a_{11} - h_{1M}$ szorzó tényezői (ld. 3. ábrát) egyenlők $h_0 - h_{2M-1}$ -gyel, az $a_{21} - a_{2M}$ tényezők egyenlők $-h_{2M}, \dots, -h_{3M-1}$ -gyel, az $a_{31} - a_{3M}$ tényezők egyenlők $-h_{3M}, \dots, -h_{4M-1}$ -gyel, és így tovább, ld. különösen a 10d ábra szűrőjét, amely egy kicsit jobban részletezett. Lehetőség szerint, af $H(f)$ szabványos szűrőnek páratlan számú impulzusa van. Ez azt jelenti, hogy a szűrőnek páratlan számú $h_0, h_1, h_2, \dots$ együttthatója van. Ennek előnyét később világítjuk meg.

A 7. ábra a 9 feldolgozó egység egy megvalósítását mutatja. A 9 feldolgozó egység X 70.1–70.X jelösszeadó egységet tartalmaz. A 9 feldolgozó egység Y 71.1–71.Y bemenetét a 70.1 jelösszeadó egység megfelelő bemenetéhez megfelelő 72.11–72.1Y szorzó egységen keresztül kötjük. A feldolgozó egység Y bemenetét megfelelő 72.21–72.2Y szorzó egységen keresztül a 70.2 jelösszeadó egység bemenetéhez is kötjük. Ez érvényes az összes többi 70.x jelösszeadó egységre is, ahol x 1-től X -ig bezárólag változik. Ez azt jelenti, hogy az y -edik 71.y bemenetet az x -edik 70.x jelösszeadó egység megfelelő bemenetéhez egy 72.xy szorzó egységen keresztül kötjük, ahol y 1-től Y -ig változik. Nyilvánvaló, hogy Y egyenlő $2M$ -mel és X egyenlő M -mel.

A 71.1–71.2M bemenetek megfelelnek az 1. ábrán rendre a 8.1–8.2M bemeneteknek. A 74.1–74.M kimenetek megfelelnek az 1. ábrán rendre a 10.1–10.M kimeneteknek. A 72.11–72.1Y, 72.21–72.2Y, 72.31–72.3Y, ..., 72.X1–72.XY szorzó f egységek a bemenő jelet $\alpha_{11} - \alpha_{1Y}, \alpha_{21} - \alpha_{2Y}, \dots, \alpha_{X1} - \alpha_{XY}$ tényezővel szorozzák meg. Az α_{xy} tényező az alábbi összefüggés alapján számolható:

$\alpha_{xy} = \cos \Phi$, ha y páratlan szám,

$\sin \Phi$, ha y páros szám.

ahol $\Phi = (-1)^{x-1} \pi (x-1/2) (1/2 - (y-1)/\text{DIV}2/M)$

A továbbiakban feltételezzük, hogy a 10b ábrabeli $H(f)$ szabványos szűrő súlyfüggvényének páratlan számú impulzusa és így páratlan számú együttthatója van.

A 7. ábra a vevő oldali 13 jelfeldolgozó f egység felépítését és működését is magyarázza. Ebben az esetben Y egyenlő M -mel és X egyenlő $2M$ -mel. Ebben az esetben 71.1–71.M bemenetek megfelelnek az 1. ábrán rendre a 12.1–12.M bemeneteknek, a 74.1–74.2M kimenetek megfelelnek az 1. ábrán rendre a 14.1–14.2M kimeneteknek. Az α_{xy} tényező a 13 jelfeldolgozó egységhez az alábbi összefüggés alapján számolható:

$\alpha_{xy} = \sin \Phi$, ha x páros szám,

$-\cos \Phi$, ha x páros szám

ahol $\Phi = (-1)^{y-1} \pi (y-1/2) (1/2 - (x-1)\text{DIV}2/M)$,

feltételezve, hogy a 10. ábrabeli $H(f)$ súlyfüggvényben páratlan számú együtttható van. Az adó és a vevő oldali feldolgozó egységben ezeket az α_{xy} együttthatókat alkalmazva, az átviteli rendszer gyakorlatilag teljesen torzításmentes. Ez tulajdonképpen a szabványos szűrő frekvencia átviteli függvényének sávszélességére is korlátozást jelent. Lehetőség szerint, az említett szűrő átviteli sávszélessége nem haladhatja meg az $F_s/4M$ értéket. A 9 feldolgozó egység együttthatóira egy numerikus példa található az I. táblázatban, a 13 jelfeldolgozó egység együttthatóira pedig a II. táblázatban, ahol M egyenlő 8-cal, feltételezve, hogy a 10b ábrabeli $H(f)$ súlyfüggvénynek páratlan számú együttthatója van. A III. táblázat a nyolc 6.m analízis-szűrő megfelelő szűrőegységét tartalmazza. A megfelelő 16.m' szintézis-szűrő együttthatói a III. táblázat együttthatóiból származtathatók, az 5. és a 6. ábrával kapcsolatos magyarázathoz hasonló módon. A IV. és az V. táblázat a 9 feldolgozó egység és a vevő oldali 13 jelfeldolgozó

egység a α_{xy} együtthatóit, a VI. táblázat pedig a nyolc 6.m. analízis-szűrő együtthatóit adja meg abban az esetben, ha a $H(f)$ szabványos szűrő súlyfüggvénye páros számú együtthatót tartalmaz.

Az I. és II. táblázatból, ahol is a szabványos szűrőnek páratlan számú együtthatója van, kiderül, hogy a feldolgozó egységek együtthatóiban nagy mértékű szimmetria van. Egyazon táblázatban számos együttható egyenlő egymással, vagy csak előjelben különböznek egymástól. Ez a szorzási számításigény jelentős csökkenéséhez vezet. Ugyanez nem igaz a IV. és V. táblázatra, ahol is a szabványos szűrőnek páros számú együtthatója van. Itt az együtthatók lényegesen jobban különböznek egymástól. Mint korábban említettük, a III. táblázat egy olyan szabványos szűrőkről származtatott szűrő-együtthatókat tartalmaz, amelynek súlyfüggvénye páratlan számú impulzusból áll. Ez egy olyan szűrő, amely egy bemenő impulzusra 127 impulzust generál, és amely így 127 szűrő-együtthatót tartalmaz. A táblázat azonban 128 együtthatót tartalmaz. Ehhez az együtthatókat ki kell egészíteni egy 0-val, mint első h_0 együtthatóval, ld. a III. táblázatban az α_{01} értéket. A VI. táblázat egy olyan szabványos szűrőből nyerhető, amelynek páros számú (128) együtthatója van. Mindkét esetben a szűrő súlyfüggvénye szimmetrikus. Ez azt jelenti, hogy a középponttól szimmetrikusan elhelyezkedő két együttható az előjeltől eltekintve egyenlő. Páratlan számú együttható esetén ez a középpont a h_{64} impulzus időbeli előfordulásában van. Ez azt jelenti, hogy

$$\begin{aligned} h_1 (= \alpha_{0,2}) &= h_{127} (= \alpha_{16,8}), h_2 (= \alpha_{0,3}) = h_{126} (= \alpha_{16,7}), \\ h_3 (= \alpha_{0,4}) &= h_{125} (= \alpha_{16,6}), h_4 (= \alpha_{0,5}) = h_{124} (= \alpha_{16,5}), \\ h_5 (= \alpha_{0,6}) &= h_{123} (= \alpha_{16,4}), h_6 (= \alpha_{0,7}) = h_{122} (= \alpha_{16,3}), \\ h_7 (= \alpha_{0,8}) &= h_{121} (= \alpha_{16,2}), h_8 (= \alpha_{1,1}) = h_{120} (= \alpha_{16,1}), \\ h_9 (= \alpha_{1,2}) &= h_{119} (= \alpha_{15,8}) \text{ stb.} \end{aligned}$$

Az összes egyenlet az előjeltől eltekintve érvényes.

A h_{64} , amely azonos $\alpha_{8,1}$ -gyel, egyedül áll, ld. ezt az III. táblázatban. Páros számú együttható esetén ez a középpont pontosan a h_{63} és a h_{64} előfordulása közötti felezőpontban van. Ez azt jelenti, hogy

$$\begin{aligned} h_0 (= \alpha_{0,1}) &= h_{127} (= \alpha_{16,8}), h_1 (= \alpha_{0,2}) = h_{126} (= \alpha_{16,7}), \\ h_2 (= \alpha_{0,1}) &= h_{125} (= \alpha_{16,6}), h_3 (= \alpha_{0,4}) = h_{124} (= \alpha_{16,5}), \\ h_4 (= \alpha_{0,5}) &= h_{123} (= \alpha_{16,4}), h_5 (= \alpha_{0,6}) = h_{122} (= \alpha_{16,3}), \\ h_6 (= \alpha_{0,7}) &= h_{121} (= \alpha_{16,2}), h_7 (= \alpha_{0,8}) = h_{120} (= \alpha_{16,1}), \\ h_8 (= \alpha_{1,1}) &= h_{119} (= \alpha_{15,8}), \dots, h_{63} (= \alpha_{7,8}) = h_{64} (= \alpha_{8,1}). \end{aligned}$$

Az összes egyenlet az előjeltől eltekintve érvényes.

Mint ahogy korábban a páratlan számú együtthatót tartalmazó szabványos szűrőnél említettük, ha a szabványos szűrőben az együtthatók és az analízis-szűrőkhöz (és a szintézisszűrőkhöz) szükséges alfa együtthatók száma közötti eltérés 1-nél nagyobb, akkor kívülről befelé haladva az együtthatókat szimmetrikusan 0-ákkal kell kiegészíteni. Tétélezzük fel, hogy a szabványos szűrőnek 126 együtthatója van, így az $\alpha_{0,1}$, valamint az $\alpha_{16,8}$ együttható 0.

A 8. ábra az adó egy másik megvalósítását mutatja, amely a bemenő jelet 8 alsávjelre osztja. A 6.1 analízis-szűrő 7.1a és 7.1b kimenetét a hozzá tartozó 80.1 és 81.1 erősítő egység bemenetéhez kötjük. A 80.1 és a 81.1 erősítő egység a bemenetére adott jelet k_1 komp-

lex tényezővel erősíti, mely komplex tényező a két 80.1 és 81.1 egységre azonos. A 80.1 és a 81.1 egység kimenetét egy 82 feldolgozó egység 85.1, ill. 85.9 bemenetéhez kötjük. A 6.2 szűrő 7.2a és 7.2b kimenetét a hozzá tartozó 80.2 és 81.2 erősítő egység bemenetéhez kötjük. Mindkét erősítő egység a bemenő jelet k_2 komplex tényezővel erősíti. Kimenetüket a 82 jelfeldolgozó egység 85.2 és 85.10 bemenetéhez kötjük. Hasonló módon, az összes többi szűrő kimenetét a hozzá tartozó 80.3, 81.3, ..., 80.8, 81.8 erősítő egységen keresztül a 82 jelfeldolgozó egység 85.3, 85.11, 85.4, 85.12, ..., 85.8, 85.16 bemenetéhez kötjük. Azonos 6.m. szűrő kimeneteihez kötött erősítő egységek a bemenő jelei azonos k_m komplex értékkel szorozzák meg. A k_m komplex értékek az alábbi kifejezéssel egyenlők:

$$k_m = \exp(j(m-1)\pi/2M)$$

A 82 jelfeldolgozó egység a 85.1–85.16 bemenetekre adott 16 bemenő jele $2M (= 16)$ pontos IFFT-t (Inverz Gyors Fourier Transzformációt) végez. Egy ilyen jelfeldolgozó egység felépítése közismert a digitális jelfeldolgozás szakirodalmából, mint pl. A. W. M. van den Enden és N. A. M. Verhoeckx: „Discrete-time signal processing: an introduction” (Prentice Hall) című könyvből. Egy 16-pontos IFFT-nek 16 kimenete van. Csak az első $M (= 8)$ kimenetet használjuk. Ezek a kimenetek a 82 feldolgozó egységnek az alacsony frekvenciás kimenetei. Minden egyes ilyen 86.1–86.8 kimenetet egy hozzá tartozó 83.1–83.8 erősítő egységen és egy 84.1–84.8 valós értékű determinátor berendezésén keresztül a 10.1–10.8 kimenetekhez kötjük, amelyek a 11 átviteli közeghez kapcsolódnak. A 83.1–83.8 erősítő egységek a bemenő jelet egy V_1 – V_8 komplex értékkel erősítik. A V_m komplex értékek az alábbi kifejezéssel egyenlők:

$$V_m = \exp(j\beta_m),$$

ahol a β_m értékeket alkalmasan kell megválasztani, úgy, hogy a 9-cel jelölt, körülpontozott blokkon belüli áramkör viselkedése azonos legyen a 7. ábrán és az I. vagy IV. táblázatban leírt áramkör viselkedésével. A 8. ábrabeli jelfeldolgozó egység előnye az, hogy meg tudja valósítani a 7. ábrán ismertetett funkciót páros és páratlan számú együtthatót tartalmazó $H(f)$ függvényére is. Ebben az esetben csak a β_m értékeket kell különböző módon megválasztani. Általában különböző m értékekre a komplex értékek eltérnek egymástól.

A 9. ábra a vevő egy másik megvalósítását mutatja, amely együtt tud működni a 8. ábrabeli adóval. A 12.1–12.8 terminálpontokat alkalmas 90.1–90.8 erősítő egységeken egy 91 jelfeldolgozó egység első $M (= 8)$ 92.1–92.8 bemenetéhez kötjük. Ezek az erősítő egységek a bemenő jelet V_1 – V_8 tényezővel erősítik. A 91 jelfeldolgozó egység egy $2M (= 16)$ pontos FFT-t (Gyors Fourier Transzformációt) végez. Az ilyen egységek felépítése is megtalálható van den Enden korábban említett könyvében. Ezeknek az egységeknek 16 bemenete van. Ez azt jelenti, hogy a 91 jelfeldolgozó egység második $M (= 8)$ 92.9–92.16 bemenetére 0 értéket kell adni. A 93.1 és 93.9, 93.2 és 93.10, ..., 93.8 és 93.16 kimeneteket páronként alkalmas 94.1 és 95.1, 94.2 és 95.2, ..., 94.8 és 95.8 erősítő egységeken keresz-

túl a 16.1, 16.2, ..., 16.8 szűrők két bemenetéhez kötjük. A 94.m és 95.m erősítő egységek a bemenő jelet azonos k_m komplex értékkel erősítik.

A k_m komplex értékek az alábbi kifejezéssel egyenlők:

$$k_m = \exp(-j(m-1)\pi/2M)$$

A V_m komplex értékek az alábbi kifejezéssel egyenlők:

$$V_m = \exp(-j\beta_m),$$

ahol a β_m értékeket alkalmasan kell megválasztani úgy, hogy a szaggatott vonallal jelölt 13' blokkon belüli áramkör viselkedése azonos legyen a 7. ábrán és a II. vagy V. táblázatban leírt áramkör viselkedésével. A 9. ábrabeli vevőoldali jelfeldolgozó egység előnye az, hogy meg tudja valósítani a 7. ábrán ismertetett funkciót páros és páratlan számú együtthatót tartalmazó függvényére is. Ebben az esetben csak a β_m értékeket kell különböző módon megválasztani.

A 11. ábra az 1. ábrán látható 9 jelfeldolgozó egységnek egy újabb megvalósítását mutatja, amelyet jelöljünk 9"-cel. A 9" jelfeldolgozó egységnek van egy 100 kapcsolóeszköze, M jelösszeadó egysége, amelyből csak az első kettő látható az ábrán 102, ill. 103 számmal jelölve. A 9" jelfeldolgozó egység 8.1–8.2M bemeneteit a 100 kapcsoló eszköz 2M bemenetéhez kötjük. Ennek a 100 kapcsolóeszköznek egy 101 kimenete van, amelyet hozzákötnek az összes jelösszeadó egység bemenetéhez. Az ábrán csak a 102 és 103 jelösszeadó egység 104 és 105 bemenetéhez tartozó összeköttetés látható. Az M jelösszeadó egység kimenete azonos a 9" jelfeldolgozó egység 10.1–10.M kimenetével. Minden egyes jelösszeadó egységnek van egy 106 szorzó egysége, egy 2M tároló kapacitású memóriája, egy 108 összeadója és egy 109 akkumuláló regisztere.

A 100 kapcsolóeszköz képes átrendezni időben a 2M 8.1–8.2M bemeneten többé-kevésbé azonos időpillanatban előforduló 2M mintavételből álló blokkot (mindegyik bemeneten egy mintavételt) úgy, hogy azok a 101 kimeneten egy sorozat formájában jelenjenek meg. Az 11. ábrán látható a 107 memória tartalma a 102 és a 103 jelösszeadó egységben. Az említett memóriák által tartalmazott $\alpha_{11}-\alpha_{1,2M}$ és $\alpha_{21}-\alpha_{2,2M}$ szorzó tényezők azonosak a 7. ábrabeli 9 jelfeldolgozó egység megfelelő szorzó tényezőivel. A 9 és 9" jelfeldolgozó egységnek a bemenetre adott jelet természetesen azonosan kell feldolgoznia. A 107 memóriát úgy szerelik, hogy a 106 szorzó egység 111 bemenetére α_{11} tényezőt ad akkor, amikor a 100 kapcsoló-eszköz éppen a 8.1 bemenetén előforduló mintavételt adja ki a 106 szorzó egység 112 bemenetére. A 109 akkumuláló regiszter tartalma ekkor 0, így a szorzás után az eredmény a 109 regiszterben tárolódik. Ezután a 8.2 bemenetre adott mintavétel a 106 szorzó egység 112 bemenetére, az α_{12} tényező pedig a 111 bemenetére kerül, és ezek összeszorozódnak egymással.

A 108 összeadó segítségével, ennek a szorzásnak az eredménye, amely a 108 összeadó 113 bemenetére kerül, hozzáadódik a 109 regiszter tartalmához, amely a

108 összeadó 114 bemenetén van, és az eredmény a 109 regiszterben tárolódik.

Ez a folyamat ismétlődik a 107 memória által tartalmazott összes (2M) tényezővel való szorzásra. Továbbá ez a folyamat párhuzamosan végbemegy a többi jelösszeadó egységben is, mint pl. a 103 egységben.

A 2M-edik szorzás után, a szorzás eredménye hozzáadódik a 109 regiszter tartalmához. Az ezután kapott regiszter tartalom a 10.1 kimenetre kerül úgy, hogy egy további 110 puffer memóriában tárolódik. Ezután a 109 regiszter tartalma törlődik és a következő 2M szorzásból álló periódus elkezdődhet. Nyilvánvaló, hogy a vevő oldali 12 jelfeldolgozó egység hasonló módon építhető fel. Egy ilyen jelfeldolgozó egység 2M olyan jelösszeadó egységet tartalmaz, amilyen a 11. ábrán a 102 egység, azzal a különbséggel, hogy a 107 memória csak M tényezőt tartalmaz, pl. a 102, ill. a 103 egység 107 memóriája az $\alpha_{11}-\alpha_{1,M}$, ill. $\alpha_{21}-\alpha_{2,M}$ tényezőket. Továbbá különbözik a 100 kapcsoló-eszköz abban, hogy M 12.1–12.M bemenete van, és úgy rendezi át időben az M 12.1–12.M bemeneten többé-kevésbé azonos időpillanatban előforduló M mintavételből álló egymást követő blokkokat (mindegyik bemeneten egy mintavételt), hogy azok a 101 kimeneten egy sorozat formájában jelenjenek meg. Továbbá, a 109 regiszter az M-edik szorzás után törlődik.

A 12. és 13. ábra egy mágneses lemez-hordozón keresztüli átvitelt mutat. A 12. ábra egy digitális jelfelvevő berendezést mutat, amely az 1. ábrán bemutatott adót tartalmazza. A berendezés tartalmaz továbbá egy 120 felvevő-eszközt, amelynek M, a 9 jelfeldolgozó egység M kimenete közül a megfelelő kimenethez kötött, 121.1–121.M bemenete van.

A berendezés az 1 bemenetre adott digitális hangjelek 122 mágneses lemez-hordozón legalább egy 123 mágneses felvevőfejjel történő felvételére szolgál.

A 120 felvevő-eszköz lehet R DAT típusú felvevő-eszköz, amely az S_1-S_M jelek felvételéhez spirális letapogatású rögzítési elvet alkalmaz úgy, hogy a jelek a mágneses lemez-hordozón egymás melletti sávokba kerülnek, a mágnesszalagokhoz hasonlóan. Ebben az esetben szükség lehet arra, hogy a 120 felvevő-eszköz a 121.1–121.M bemenetére adott jelen párhuzamos-soros átalakítást végezzen el.

A 120 felvevő-eszköz ugyanúgy lehet S DAT típusú felvevő eszköz is, amelyben a felveendő S_1-S_M jeleket felosztják több, a mágneses lemez-hordozón hosszanti irányban, párhuzamosan elhelyezhető sávra úgy, hogy a sávok száma nem szükségszerűen egyenlő M-mel. Ebben az esetben is szükség lehet a jelek párhuzamos-soros átalakítására, pl. ha a sávok száma kevesebb M-nél.

Az R DAT és az S DAT típusú felvevő-eszközök jól ismertek a szakirodalomban, megtalálhatóak pl. J. Watkinson „The art of digital audio” (Focal press, London, 1988.) című könyvben. Ezért további magyarázat nem szükséges.

A 13. ábra egy digitális jelvisztaalakító berendezést mutat, amely az 1. ábrán bemutatott vevőt tartalmazza. A berendezés tartalmaz továbbá egy 124 visszaalakító-

eszközt, amelynek M, a másik 13 jelfeldolgozó egység 12.1–12.M bemenetének egyikéhez kötött 125.1–125.M kimenete van.

A berendezés digitális jelek visszaalakítására szolgál, amelyeket a 12. ábrabeli berendezéssel 122 mágneses lemezhordozón rögzítettek. Ezért a 124 visszaalakító eszköz tartalmaz legalább egy 126 olvasó fejet. A visszaalakító eszköz lehet RDAT vagy SDAT típusú. A visszaalakító eszközökről a korábban említett J. Watkinson könyvben találhatunk bővebbet.

A találmány nem korlátozódik az itt bemutatott kiviteli alakokra, hanem egyaránt vonatkozik azokra a megoldásokra is, amelyek a találmány szempontjából lényegtelen részekben térnek el a bemutatott kiviteli alakoktól. Például a találmány egyaránt vonatkozhat az NL 8 802 769 és az NL 8 901 032 lajstromszámú holland szabadalmakban leírt berendezésre, amelyben az adó oldalon legalább két jelet egyesítenek összetett jellé, és a vevő oldalon a jelet ismét szétválasztják legalább két jellé.

SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Digitális hírközlési átviteli rendszer, amelyben adó és vevő van, az adó kódolót, a vevő dekódolót tartalmaz, amelyek adott F_s mintavételi frekvenciájú digitális jeleket – pl. digitalizált hangfrekvenciás jeleket –, alsóvosan kódoló, illetve dekódoló kivitelűek, a kódoló a digitális jelből az F_s mintavételi frekvencia csökkentésével M számú alsáv-jelet generál a digitális jel-sáv m számú ($1 \leq m \leq M$) egymást követő alsávra való felosztásával, ahol az m a frekvenciával növekszik, a dekódoló az M alsáv-jelet visszaalakítja a digitális jellé az alsávokat az F_s mintavételi frekvencia növelésével egy-
 5
 10
 15
 20
 25
 30
 35
 40
 45
 50
 55
 60

nek két bemenete (15.ma, 15.mb) és 1, a második egységen (19) keresztül a dekódoló kimenetére (21) kötött kimenete (17.m) van, a jelfeldolgozó egység (13) 2M kimenetének (14.1–14.2M) mindegyikén az M bemenetére (12.m) adott bemenő jelek egy kombinációja van, a jelfeldolgozó egységnek (13) minden egyes kimenete (14.1–14.2M) páronként az M közül a megfelelő szintézis-szűrő (16.m) két bemenetéhez (15.ma, 15.mb) van kötve, minden egyes szintézis-szűrőnek (16.m) egy kimenete (17.m) van, minden egyes szintézis-szűrő (16.m) a két bemenetére (15.ma, 15.mb) adott két jelet különbözően szűrő, és a kimenetén (17.m) a két különbözően szűrt jel egy kombinációját szolgáltató, valamint minden egyes kimenet (17.m) jele a második egységen (19) keresztül a bemeneten (1) levő F_s mintavételi frekvenciájú eredeti digitális jellel megegyező jelet
 5
 10
 15
 20
 25
 30
 35
 40
 45
 50
 55
 60

szolgáltató szintézis-szűrő eszköz kimenetére (21) juttatható; továbbá a kódoló a digitális jel-sávot közel azonos sáv szélességű, egymást követő alsávokra osztó kivitelű, *azzal jellemezve*, hogy az analízis-szűrők (6.m) és a szintézis-szűrők (16.m) h együtthatói az alsávok sáv szélességének felével egyenlő sáv szélességű, $H(f)$ aluláteresztő szűrő-karakterisztikájú, páratlan számú együtthatót tartalmazó szabványos szűrő együtthatóival megegyezők.

2. Az 1. igénypont szerinti digitális hírközlési átviteli rendszer, *azzal jellemezve*, hogy az első egységnek (3) a mintavételezett, digitális jel vételéhez egy, a kódoló bemenetéhez (1) kötött bemenete (2) és F_s/M mintavételi frekvenciájú kimenő jelet szolgáltató M számú kimenete (4.1–4.M) van, mely kimeneteken (4.1–4.M) a digitalizált bemenő jel M mintavétele által meghatározott periódusonként M minta van úgy, hogy minden egyes periódus m-edik mintája az m-edik kimenetre kerül, az M kimenet mindegyike a megfelelő analízis-szűrő (6.m) megfelelő bemenetéhez van kötve, továbbá a második egységnek (19) M, az M szintézis-szűrő (16.m) M kimenetéhez (17.m) kötött bemenetbe (18.m), és egy, a szintézis-szűrő eszköz kimenetéhez (21) kötött kimenete (20) van, amelyen egymás utáni M mintából álló olyan sorozat van, amelynek m-edik pozíciójában az m-edik bemeneten (18.m) levő minta van.

3. Az 1. vagy 2. igénypont szerinti rendszer, *azzal jellemezve*, hogy minden egyes analízis-szűrő (6.m) egy késleltető-sort (31) tartalmaz, amely azonos T késleltetésű elemekből (32.1–32.n) áll, az analízis-szűrő (6.m) bemenete (5.m) az első késleltető elem (32.1) bemenetéhez, a késleltető-sor (31) páratlan sorszámú elemeinek kimenete egy első jelösszeadó egység (33) megfelelő bemenetéhez van kötve, a késleltető-sor (31) páros sorszámú elemeinek kimenete egy második jelösszeadó egység (34) megfelelő bemenetéhez van kötve, és az első és második jelösszeadó egység (33, 34) kimenete (35.1, 35.2) az analízis-szűrő (6.m) első, ill. második kimenetéhez (7.ma, 7.mb) van kötve.

4. Az 1. vagy 2. igénypont szerinti rendszer, *azzal jellemezve*, hogy minden egyes analízis-szűrő (6.m) két késleltető-sort (40, 41) tartalmaz, amelyek azonos 2T késleltetésű elemekből (44, 45) állnak, az analízis-szűrő (6.m) bemenete (30) mindkét késleltető-sor (40, 41)

első (44.1, 45.1), és legalább néhány további elemének (44.2, 45.2) bemenetéhez van kötve, a késleltető-sor kimenete a szűrő első, ill. második kimenetéhez (35.1, 35.2) van kötve, és egy további T késleltetésű elem (48) van a szűrő bemenete (30) és második kimenete (35.1) közötti jel-út mentén.

5. A 3. igénypont szerinti rendszer, *azzal jellemezve*, hogy a páratlan sorszámú késleltető elemek (44, 45) kimenete csak az első jelösszeadó egység (33) bemeneteihez, a páros sorszámú késleltető elemek (44, 45) kimenete pedig csak a második jelösszeadó egység (34) bemeneteihez vannak kötve.

6. A 3. vagy 5. igénypont szerinti rendszer, *azzal jellemezve*, hogy a késleltető elemek (32.1–32.n) kimenete az első vagy a második jelösszeadó egység (33, 34) megfelelő bemenetéhez szorzó egységeken (36) keresztül vannak kötve.

7. A 3., 5. vagy 6. igénypont szerinti rendszer, *azzal jellemezve*, hogy a szűrő bemenete (30) a második jelösszeadó egység (34) egy bemenetéhez egy szorzó egységen (36.1) keresztül van kötve.

8. A 4. igénypont szerinti rendszer, *azzal jellemezve*, hogy a szűrő bemenete (30) a késleltető elemek (44, 45) bemenetéhez szorzó egységeken (42, 43) keresztül van kötve.

9. A 8. igénypont szerinti rendszer, *azzal jellemezve*, hogy egy szorzó egység (42.2) kimenete egy jelösszeadó egység (46.1) első bemenetéhez van kötve, a jelösszeadó egység (46.1) második bemenete az egyik késleltető-sor (40) egy elemének (44.1) kimenetéhez van kötve, és a jelösszeadó egység (46.1) kimenete az adott késleltető-sor (40) következő elemének (44.2) bemenetéhez van kötve.

10. A 4., 8. vagy 9. igénypont szerinti rendszer, *azzal jellemezve*, hogy a szűrő bemenet (30) az első és a második kimenethez (35.1, 35.2) egy első, ill. második jel-út mentén kapcsolódik, mely első és második jel-út egy-egy szorzó egységet (42, 43) tartalmaz és az első és második késleltető-sorhoz (40, 41) párhuzamosan kapcsolódik.

11. Az 1. vagy 2. igénypont szerinti rendszer, *azzal jellemezve*, hogy minden egyes szintézis-szűrő (16.m) két késleltető-sort (52, 53) tartalmaz, amelyek azonos 2T késleltetésű elemekből (58, 59) állnak, a szűrő első és második bemenetét (50.1, 50.2) az első, ill. a második késleltető-sor (52, 53) első elemeinek (58.1, 59.1) bemeneteihez vannak kötve, az első késleltető-sor (52) elemeinek (58) kimenetei egy jelösszeadó egység (54) megfelelő bemeneteihez van kötve, a második késleltető-sor (53) elemeinek (59) kimenetei szintén a jelösszeadó egység (54) megfelelő bemeneteihez vannak kötve, a jelösszeadó egység (54) kimenete (60) a szűrő kimenetéhez (51) van kötve, és egy további, T késleltetésű elem (55) van a szűrő második bemenete (50.2) és kimenete (51) közötti jel-út mentén.

12. Az 1. vagy 2. igénypont szerinti rendszer, *azzal jellemezve*, hogy minden egyes szintézis-szűrő (16.m) egy késleltető-sort (65) tartalmaz, amely azonos T késleltetésű elemekből (66) áll, a szűrő első bemenete (50.2) a késleltető-sor (65) páratlan sorszámú elemeinek

(66) bemenetéhez van kötve, a szűrő második bemenete (50.1) a késleltető-sor (65) páros sorszámú elemeinek (66) bemenetéhez van kötve, és az utolsó késleltető elem (66.n) kimenete a szűrő kimenetéhez (51) van kötve.

13. A 12. igénypont szerinti rendszer, *azzal jellemezve*, hogy az első szűrő bemenet, (50.1) csak a páros sorszámú késleltető elemek (66) bemenetéhez, a második szűrő bemenet (50.2) pedig csak a páratlan sorszámú késleltető elemek (66) bemenetéhez van kötve.

14. A 11. igénypont szerinti rendszer, *azzal jellemezve*, hogy az első és a második késleltető-sor (52, 53) elemeinek (58, 59) kimenetei a jelösszeadó egység (54) megfelelő bemenetéhez szorzó egységeken (56, 57) keresztül vannak kötve.

15. A 11. vagy 14. igénypont szerinti rendszer, *azzal jellemezve*, hogy az első és a második szűrő bemenet (50.1, 50.2) is a jelösszeadó egység (54) megfelelő bemenetéhez szorzó egységeken (56.11, 57.1) keresztül van kötve.

16. A 12. vagy 13. igénypont szerinti rendszer, *azzal jellemezve*, hogy a szűrő bemenetek 50.1, 50.2) a késleltető elemek 58, 59) bemenetéhez szorzó egységeken keresztül vannak kötve.

17. A 16. igénypont szerinti rendszer, *azzal jellemezve*, hogy egy szorzó egység (67.3) egy kimenete egy jelösszeadó egység első bemenetéhez van kötve, a jelösszeadó egység második bemenete a késleltető-sor (66) egy elemének (66.2) a kimenetéhez van kötve, és a jelösszeadó egység kimenete a késleltető-sor (66) következő elemének (66.3) bemenetéhez van kötve.

18. A 12., 13., 16. vagy 17. igénypont szerinti rendszer, *azzal jellemezve*, hogy a második szűrő bemenet (50.1) a szűrő kimenethez (51) egy jel-út mentén kapcsolódik, mely jel-út egy szorzó egységet (67.i) tartalmaz, és a késleltető-sorhoz (65) párhuzamosan kapcsolódik.

19. Az 1. vagy 3. igénypont szerinti rendszer, *azzal jellemezve*, hogy a jelfeldolgozó egység (9) M jelösszeadó egységet (70) tartalmaz, melyek mindegyikének egy, a jelfeldolgozó egység (3) M kimenete (4) közül a megfelelőhöz kötött kimenete (74) van, és amelyek megfelelő bemenetéhez egy, az adott bemenethez tartozó szorzó egységen (72) keresztül a jelfeldolgozó egység (3) 2M bemenete van kötve.

20. Az 1. vagy 2. igénypont szerinti rendszer, *azzal jellemezve*, hogy a második jelfeldolgozó egység (13) 2M jelösszeadó egységet (72) tartalmaz, melyek mindegyikének egy, a jelfeldolgozó egység (13) 2M kimenete (14) közül a megfelelőhöz kötött kimenete (74) van, és amelyek megfelelő bemenetéhez (71) egy, az adott bemenethez (71) tartozó szorzó egységen (72) keresztül a jelfeldolgozó egység (13) M bemenete (12) van kötve.

21. Az 1. vagy 2. igénypont szerinti rendszer, *azzal jellemezve*, hogy minden egyes analízis-szűrő (6) két kimenete a jelfeldolgozó egység (9) megfelelő bemenetéhez (8) egy hozzá tartozó, a bemenetére adott jel azonos komplex értékkel történő erősítését végző jel-erősítő egységen (80, 81) keresztül van kötve.

22. A 21. igénypont szerinti rendszer, *azzal jellemez-*

ve, hogy a komplex értékek a különböző analízis-szűrőkhöz (6) tartozó erősítő egységekben különböznek egymástól.

23. A 21. vagy 22. igénypont szerinti rendszer, *azzal jellemezve*, hogy a jelfeldolgozó egység (9) egyes kimenetei (10) a kódoló megfelelő kimenetéhez jelerősítő egységek (83) és valós értékű determinátorok (84) sorozatán keresztül vannak kötve, és minden jelerősítő egység (83) alkalmas a bemenetére adott jel egy komplex értékkel történő erősítésére.

24. Az 1. vagy 2. igénypont szerinti rendszer, *azzal jellemezve*, hogy a másik jelfeldolgozó egység (13) kimenetei (93) páronként egy-egy szintézis-szűrő (16) megfelelő bemenetéhez egy hozzá tartozó, a bemenetére adott jel azonos komplex értékkel történő erősítését végző két jelerősítő egységen (94, 95) keresztül van kötve.

25. Az 24. igénypont szerinti rendszer, *azzal jellemezve*, hogy a komplex értékek a különböző szintézis-szűrőkhöz (16) tartozó jelerősítő egységekben (94, 95) különböznek egymástól.

26. Az 1. vagy 2. igénypont szerinti rendszer, *azzal jellemezve*, hogy a dekódoló M bemenete (12) a másik jelfeldolgozó egység (13) M bemenete (12) közül a megfelelőhöz egy, a bemenetére adott jel egy másik komplex értékkel történő erősítését végző jelerősítő egységen (90) keresztül van kötve.

27. A 23. vagy 26. igénypont szerinti rendszer, *azzal jellemezve*, hogy a komplex értékek különböznek egymástól.

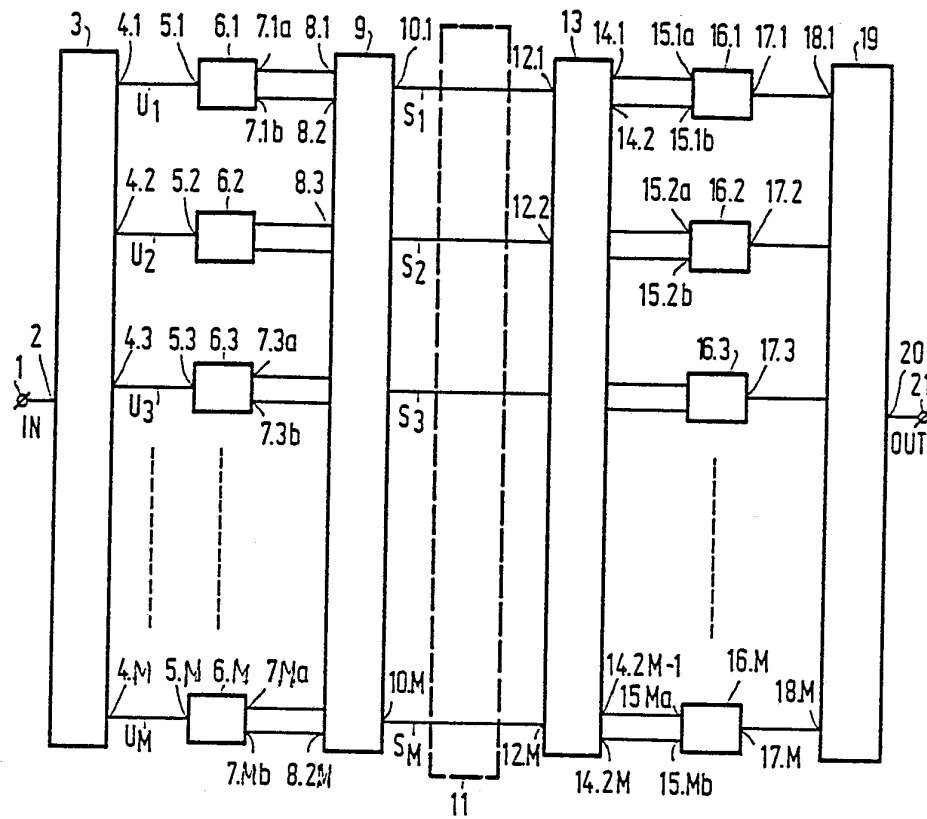
28. A 6–10. vagy a 14–20. igénypontok bármelyike szerinti rendszer, *azzal jellemezve*, hogy azok a bemenő jelet szorozó egységek, ahol a szorzó tényező 1-gyel egyenlő, el vannak hagyva.

29. A 6–10. vagy a 14–20. igénypontok bármelyike szerinti rendszer, *azzal jellemezve*, hogy azok a bemenő jelet szorozó egységek, ahol a szorzó tényező 0-val egyenlő, el vannak hagyva.

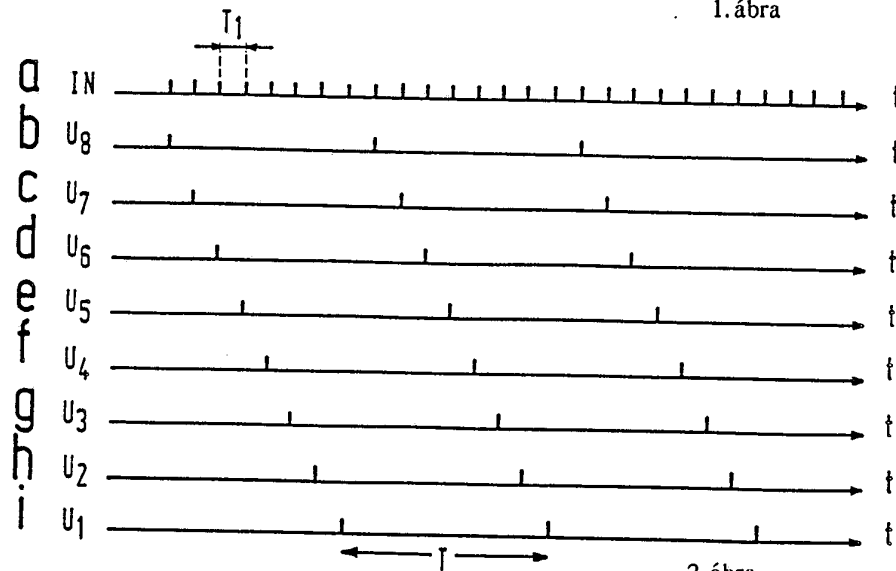
30. Az 1. vagy 2. igénypont szerinti rendszer, *azzal jellemezve*, hogy a jelfeldolgozó egység (9'') egy kapcsoló-eszközt (100) és M jelösszeadó egységet (102) tartalmaz, a jelfeldolgozó egység (9'') 2M bemenetének (8) mindegyike a kapcsoló-eszköz (100) 2M bemenete közül a megfelelőhöz van kötve, a kapcsoló-eszköznek (100) egy kimenete (101) van, amely az összes M jelösszeadó egység (102) bemenetéhez (104) hozzá van kötve, minden egyes jelösszeadó egység (102) egy szorzó egységet (106), egy 2M tároló kapacitású memóriát (107), egy összeadót (108), és egy akkumuláló regisztert (109) tartalmaz, a jelösszeadó egység (102) bemenete (104) és a memória (107) kimenete a szorzó egység (106) első, ill. második bemenetéhez (111, 112) van kötve, a szorzó egység (106) kimenete és az akkumuláló regiszter (109) kimenete az összeadó (108) első, ill. második bemenetéhez (113, 114) van kötve, az összeadónak (108) egy, az akkumuláló regiszter (109) bemenetéhez kötött kimenete van, az m-edik jelösszeadó egység (102) akkumuláló regiszterének (109) kimenete

a jelfeldolgozó egység (9'') m-edik kimenetéhez (10.m) van kötve, a kapcsoló-eszköz (100) alkalmas a 2M bemenetének (8) és a kimenetének (101) ciklikus összekapcsolására úgy, hogy a 2M bemeneten (8) megjelenő 2M egyidejű minta a kimeneten (101) sorosan jelenik meg, a memória (107) 2M szorzó tényezőt tartalmaz, és alkalmas a kimenetén a 2M szorzó tényező (α) ciklikus kiadására úgy, hogy a kimenetén az i-edik szorzó tényező (α_i) akkor jelenik meg, amikor a kapcsoló-eszköz (100) kimenetén (101) egy 2M mintából álló sorozatnak éppen az i-edik mintája van, ahol i megy 1-től 2M-ig, az összeadó (108) és az akkumuláló regiszter (109) alkalmas az i-edik szorzás eredményének és az akkumuláló regiszter (109) tartalmának összeadására, az akkumuláló regiszter (109) továbbá alkalmas a 2M-edik szorzási művelet után kialakult tartalmának a jelösszeadó egység (102) kimenetén (10) való szolgáltatására, és ezután a tartalmának a törlésére.

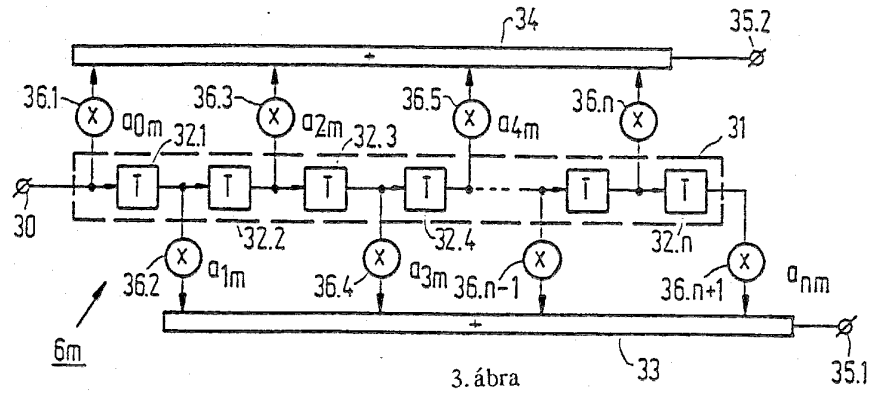
31. Az 1. vagy 2. igénypont szerinti rendszer, *azzal jellemezve*, hogy a másik jelfeldolgozó egység (13) egy kapcsoló-eszközt (100) és 2M jelösszeadó egységet (102) tartalmaz, a másik jelfeldolgozó egység (13) M bemenetének (12) mindegyike egy kapcsoló-eszköz (100) M bemenete (8) közül a megfelelőhöz van kötve, a kapcsoló-eszköznek (100) egy kimenete (101) van, mely az összes 2M jelösszeadó egység (102) bemenetéhez (104) hozzá van kötve, minden egyes jelösszeadó egység (102) egy szorzó egységet (106), egy M tároló kapacitású memóriát (107), egy összeadót (108) és egy akkumuláló regisztert (109) tartalmaz, a jelösszeadó egység (102) bemenete (104) és a memória (107) kimenete a szorzó egység (106) első, ill. második bemenetéhez (111, 112) van kötve, a szorzó egység (106) kimenete és az akkumuláló regiszter (109) kimenete az összeadó (108) első, ill. második bemenetéhez (113, 114) van kötve, az összeadónak (108) egy, az akkumuláló regiszter (109) bemenetéhez kötött kimenete van, az i-edik jelösszeadó egység (102) akkumuláló regiszterének (109) kimenete a másik jelfeldolgozó egység (13) i-edik kimenetéhez (14.i) van kötve, ahol i megy 1-től 2M-ig, a kapcsoló-eszköz (100) alkalmas az M bemenetének (8) és a kimenetének (101) ciklikus összekapcsolására úgy, hogy az M bemeneten (8) megjelenő M egyidejű minta a kimeneten (101) sorosan jelenik meg, a memória (107) M szorzó tényezőt tartalmaz, és alkalmas a kimenetén az M szorzó tényező (α) ciklikus kiadására úgy, hogy a kimenetén az m-edik szorzó tényező (α_m) akkor jelenik meg, amikor a kapcsoló-eszköz (100) kimenetén (101) egy M mintából álló sorozatnak éppen az m-edik mintája van, ahol m megy 1-től M-ig, az összeadó (108) és az akkumuláló regiszter (109) alkalmas az m-edik szorzás eredményének és az akkumuláló regiszter (109) tartalmának összeadására, az akkumuláló regiszter (109) továbbá alkalmas a M-edik szorzási művelet után kialakult tartalmának a jelösszeadó egység (102) kimenetén (10) való szolgáltatására, és ezután a tartalmának a törlésére.



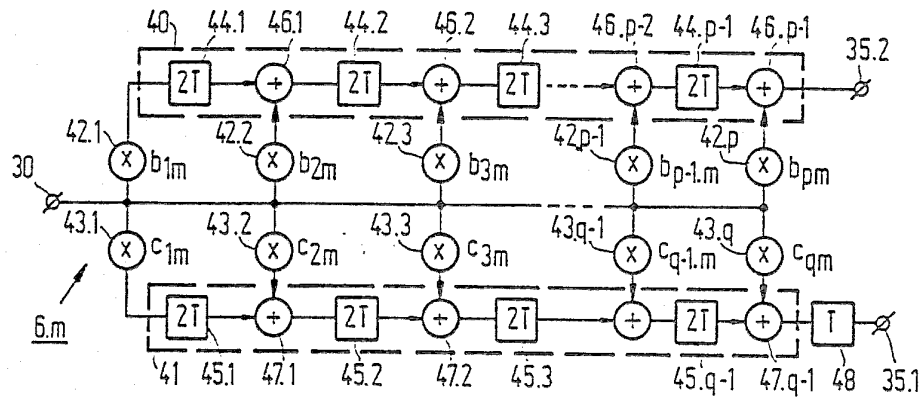
1. ábra



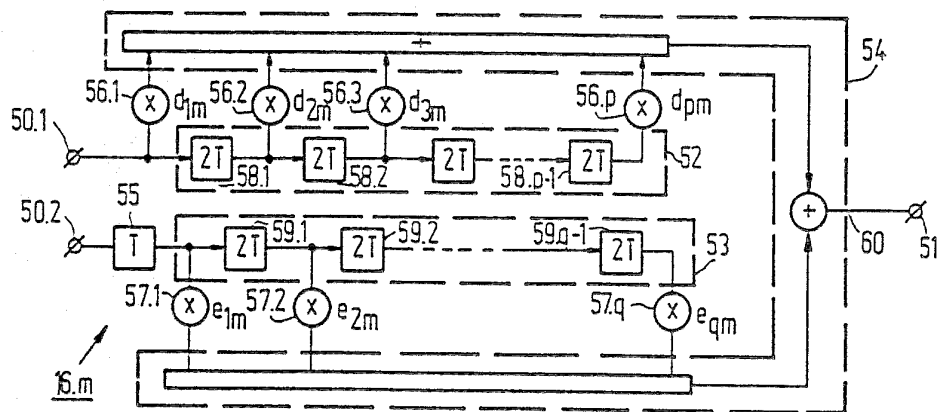
2. ábra



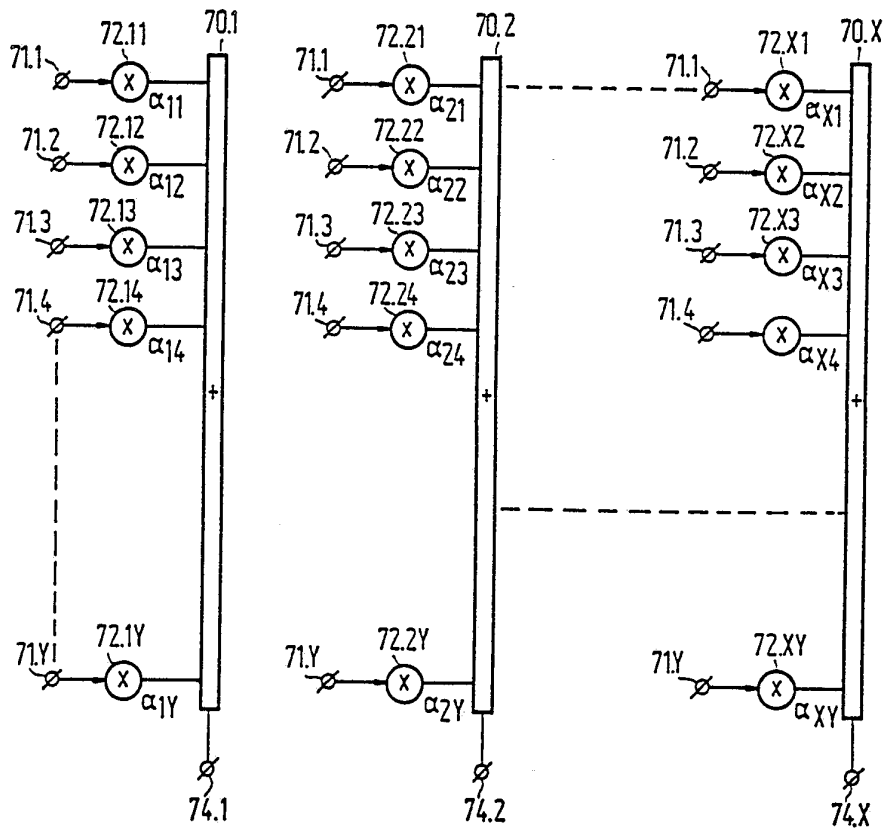
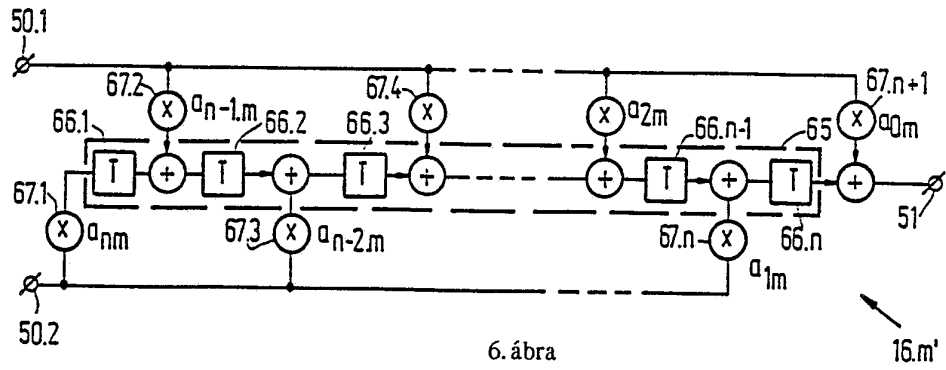
3. ábra

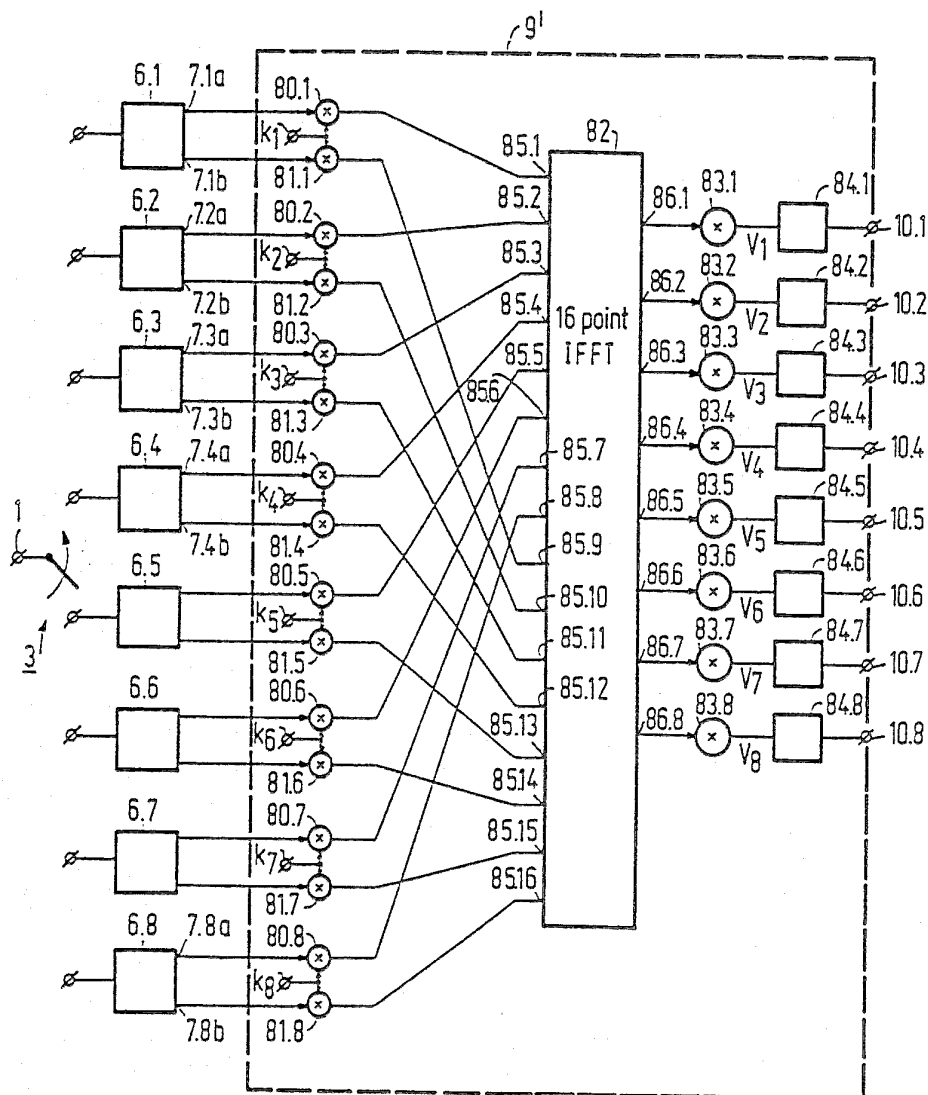


4. ábra

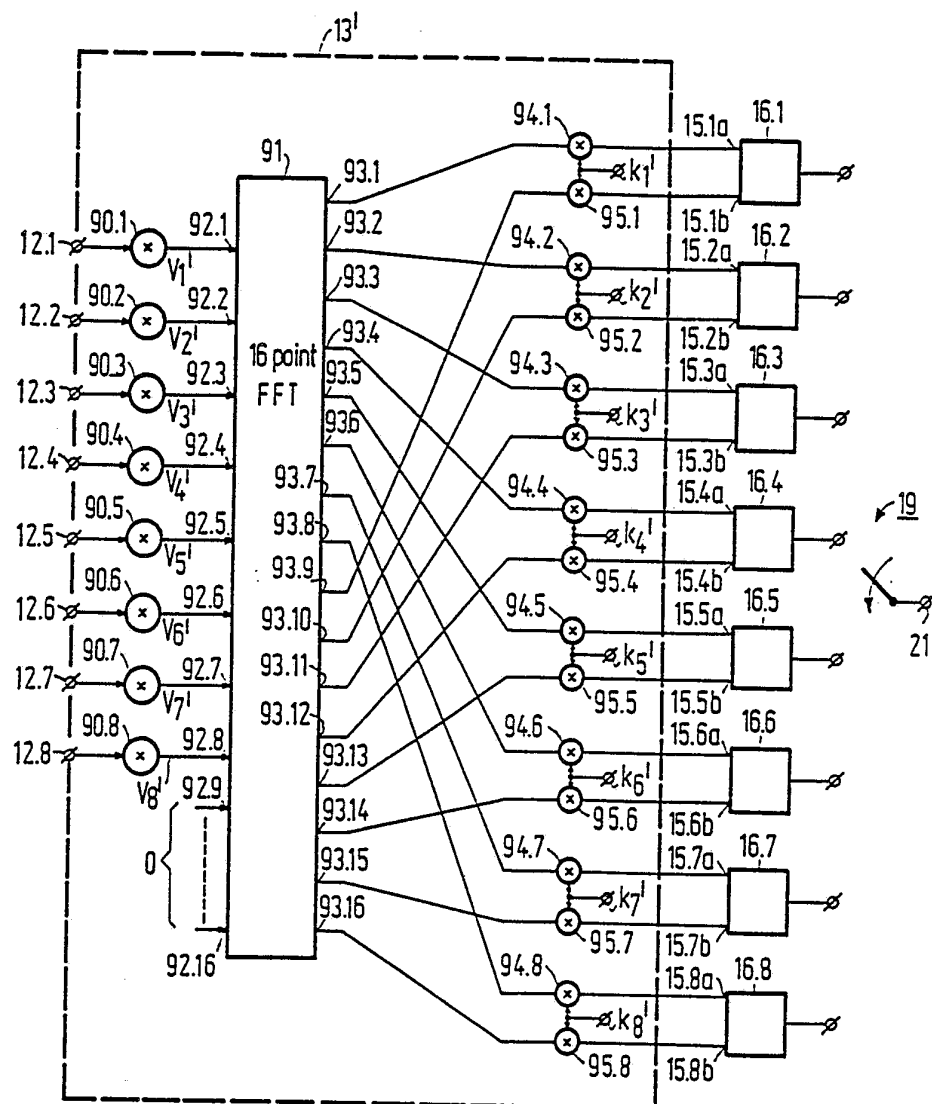


5. ábra

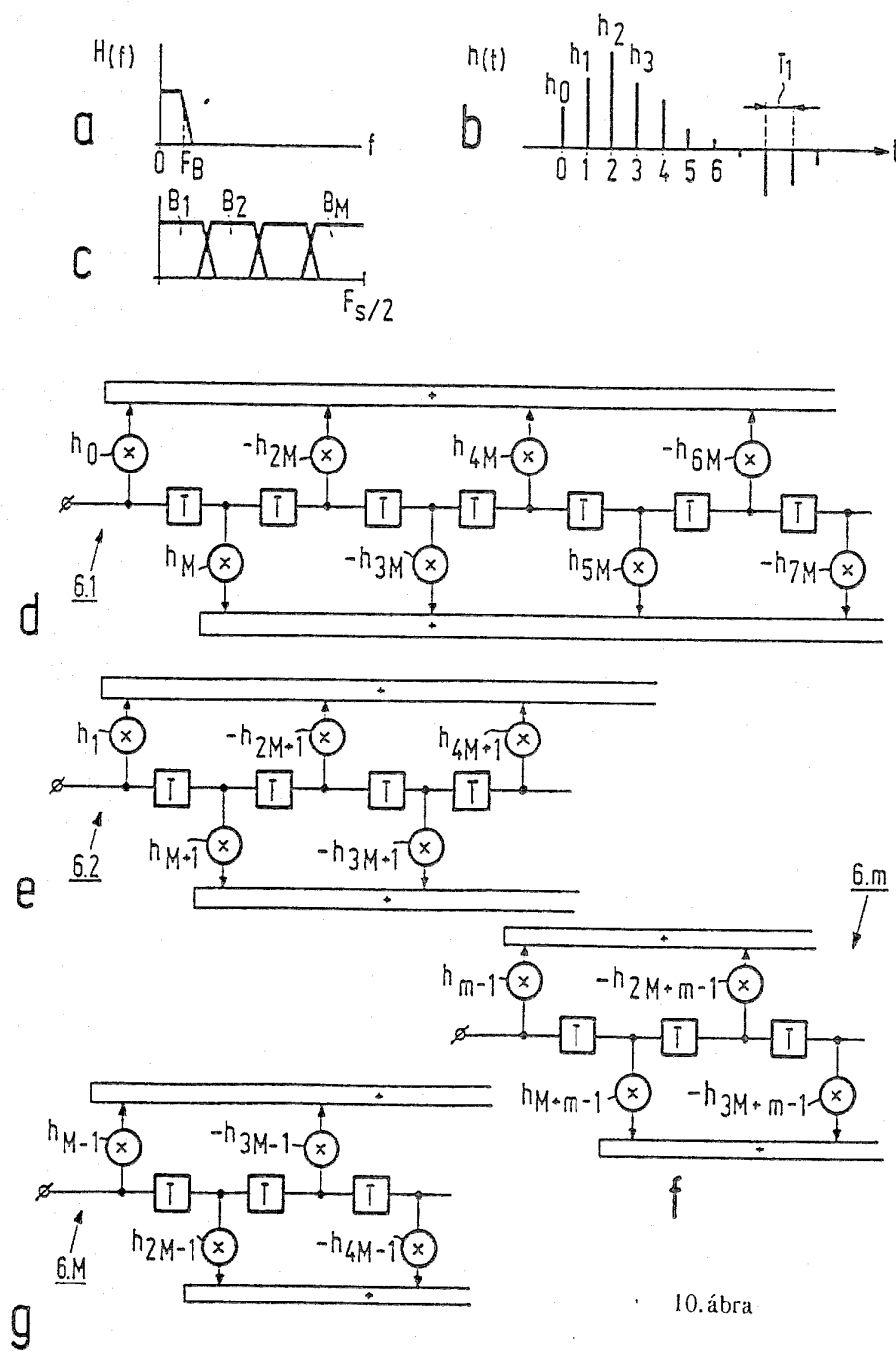


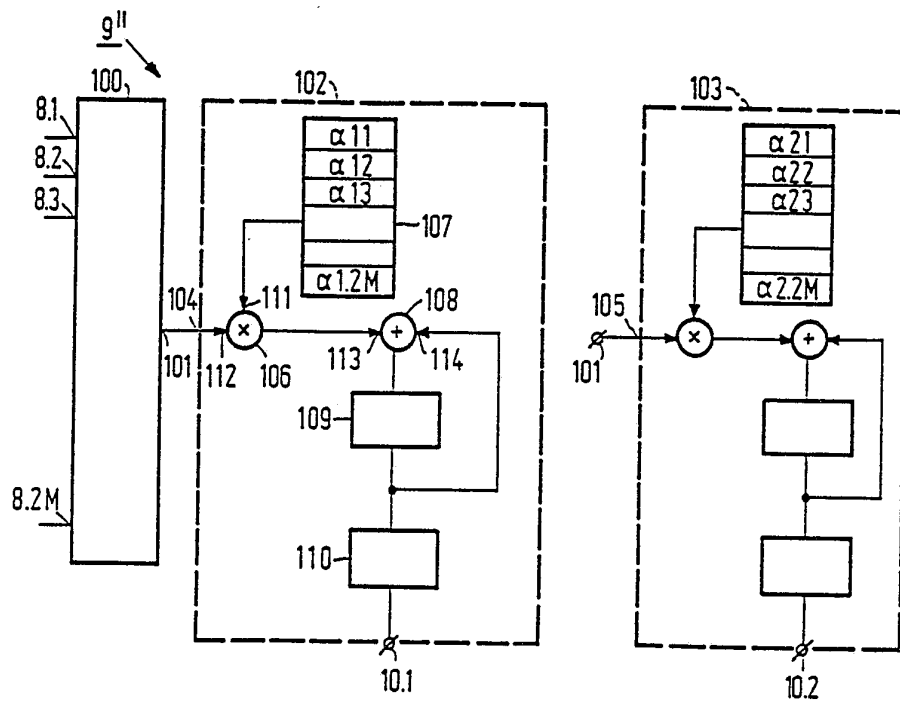


8. ábra

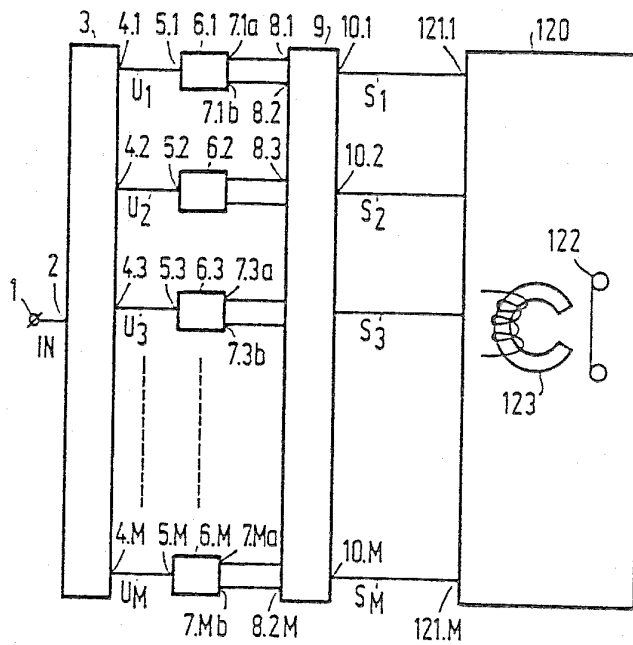


9. ábra

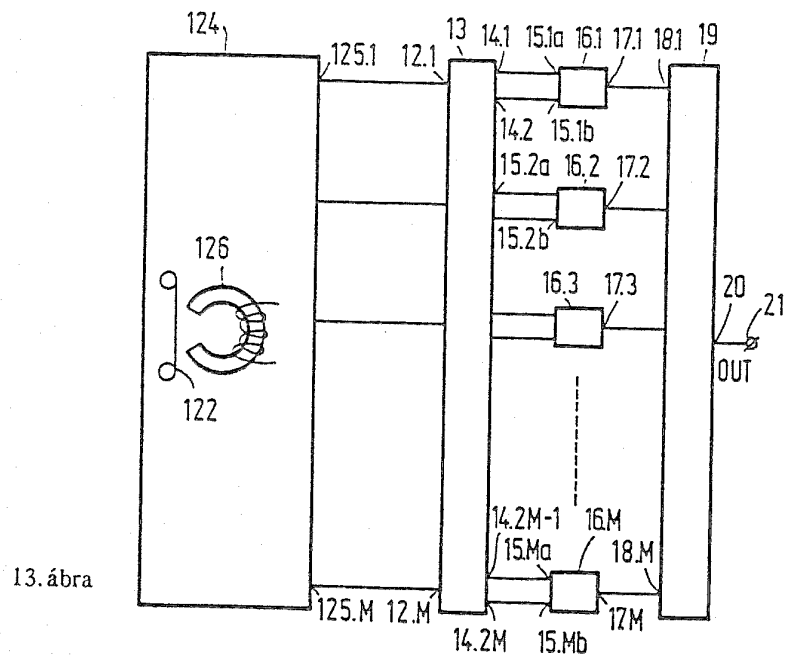




11. ábra



12. ábra



13. ábra

α_{0m}	m=5	m=6	m=7	m=8
	-0.000028872	-0.000032255	-0.000033287	-0.000031619
	-0.000009722	-0.000015035	-0.000027980	-0.000048905
	0.000134492	0.000085354	-0.000014811	-0.000177740
	-0.001958420	-0.002383966	-0.002738731	-0.002961552
	-0.000124915	-0.001880537	-0.004004989	-0.006422689
	-0.017347635	-0.017718595	-0.016886280	-0.014616596
	-0.022605254	-0.034972535	-0.048469218	-0.062700586
	-0.127664368	-0.135914256	-0.141616726	-0.144530152
	0.117212139	0.104986604	0.091476873	0.077205460
	0.011679944	0.002417056	-0.005059027	-0.010718051
	0.016032039	0.014037416	0.011620369	0.009015025
	-0.001226473	-0.002173260	-0.002743399	-0.002985591
	0.001513963	0.001091056	0.000718016	0.000411472
	-0.000145907	-0.000132695	-0.000106429	-0.000076330
	0.000010485	0.000015149	0.000021448	0.000027413
	0.000023822	0.000017945	0.000012066	0.000006864
$\alpha_{\eta m}$				

Tab.VI

α_m	$m=1$	$m=2$	$m=3$	$m=4$
	-0.000006864	-0.000012066	-0.000017945	-0.000023822
	-0.000027413	-0.000021448	-0.000015149	-0.000010485
	0.000076330	0.000106429	0.000132695	0.000145907
	-0.000411472	-0.000718016	-0.001091056	-0.001513963
	0.002985591	0.002743399	0.002173260	0.001226473
	-0.009015025	-0.011620369	-0.014037416	-0.016032039
	0.010718051	0.005059027	-0.002417056	-0.011679944
	-0.077205460	-0.091476873	-0.104986604	-0.117212139
	0.144530152	0.141616726	0.135914256	0.127664368
	0.062700586	0.048469218	0.034972535	0.022605254
	0.014616596	0.016886280	0.017718595	0.017347635
	0.006422689	0.004004989	0.001880537	0.000124915
	0.002961552	0.002738731	0.002383966	0.001958420
	0.000177740	0.000014811	-0.000085354	-0.000134492
	0.000048905	0.000027980	0.000015035	0.000009722
$\alpha_{\eta m}$	0.000031619	0.000033287	0.000032255	0.000028872

Tab.VI

α_{xy}

x =	y = 1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.773010	0.471397	0.956940	0.098017	0.995185	-0.290285	0.881921	-0.634393
2	0.634393	0.881921	0.290285	0.995185	-0.098017	0.956940	-0.471397	0.773010
3	0.881921	-0.098017	0.773010	-0.956940	-0.290285	-0.634393	-0.995185	0.471397
4	0.471397	0.995185	-0.634393	0.290285	-0.956940	-0.773010	-0.098017	-0.881921
5	0.956940	-0.634393	-0.098017	-0.471397	-0.881921	0.995185	0.773010	-0.290285
6	0.290285	0.773010	-0.995185	-0.881921	0.471397	-0.098017	0.634393	0.956940
7	0.995185	-0.956940	-0.881921	0.773010	0.634393	-0.471397	-0.290285	0.098017
8	0.098017	0.290285	-0.471397	-0.634393	0.773010	0.881921	-0.956940	-0.995185
9	0.995185	-0.956940	-0.881921	0.773010	0.634393	-0.471397	-0.290285	0.098017
10	-0.098017	-0.290285	0.471397	0.634393	-0.773010	-0.881921	0.956940	0.995185
11	0.956940	-0.634393	-0.098017	-0.471397	-0.881921	0.995185	0.773010	-0.290285
12	-0.290285	-0.773010	0.995185	0.881921	-0.471397	0.098017	-0.634393	-0.956940
13	0.881921	-0.098017	0.773010	-0.956940	-0.290285	-0.634393	-0.995185	0.471397
14	-0.471397	-0.995185	0.634393	-0.290285	0.956940	0.773010	0.098017	0.881921
15	0.773010	0.471397	0.956940	0.098017	0.995185	-0.290285	0.881921	-0.634393
16	-0.634393	-0.881921	-0.290285	-0.995185	0.098017	-0.956940	0.471397	-0.773010

Tab.V

α_{xy}

x =	y = 1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.634393	-0.773010	0.471397	-0.881921	0.290285	-0.956940	0.098017	-0.995185
2	0.881921	-0.471397	0.995185	0.098017	0.773010	0.634393	0.290285	0.956940
3	0.290285	-0.956940	-0.634393	-0.773010	-0.995185	0.098017	-0.471397	0.881921
4	0.995185	-0.098017	0.290285	0.956940	-0.881921	0.471397	-0.634393	-0.773010
5	-0.098017	-0.995185	-0.956940	0.290285	0.471397	0.881921	0.773010	-0.634393
6	0.956940	0.290285	-0.773010	0.634393	-0.098017	-0.995185	0.881921	0.471397
7	-0.471397	-0.881921	-0.098017	0.995185	0.634393	-0.773010	-0.956940	0.290285
8	0.773010	0.634393	-0.881921	-0.471397	0.956940	0.290285	-0.995185	-0.098017

x =	9	10	11	12	13	14	15	16
1	-0.098017	-0.995185	-0.290285	-0.956940	-0.471397	-0.881921	-0.634393	-0.773010
2	-0.290285	0.956940	-0.773010	0.634393	-0.995185	0.098017	-0.881921	-0.471397
3	0.471397	0.881921	0.995185	0.098017	0.634393	-0.773010	-0.290285	-0.956940
4	0.634393	-0.773010	0.881921	0.471397	-0.290285	0.956940	-0.995185	-0.098017
5	-0.773010	-0.634393	-0.471397	0.881921	0.956940	0.290285	0.098017	-0.995185
6	-0.881921	0.471397	0.098017	-0.995185	0.773010	0.634393	-0.956940	0.290285
7	0.956940	0.290285	-0.634393	-0.773010	0.098017	0.995185	0.471397	-0.881921
8	0.995185	-0.098017	-0.956940	0.290285	0.881921	-0.471397	-0.773010	0.634393

Tab.IV

12-~~XVI~~-PHQ 89-018

α_{0m}	$m=5$	$m=6$	$m=7$	$m=8$
α_{0m}	-7.911603287751E-006	-1.372963274719E-005	-2.2903022244771E-005	-3.669948159168E-005
	-2.159455868186E-004	-2.746734587784E-004	-3.359481906661E-004	-3.940215106503E-004
	2.9420158901097E-004	1.1110182844680E-004	-1.519314831047E-004	-4.992853443330E-004
	-3.108217659565E-003	-3.587707875914E-003	-3.934648779724E-003	-4.084194705100E-003
	-1.469947276883E-004	-2.192235058404E-003	-4.586939418819E-003	-7.241221420672E-003
	-1.871719572738E-002	-1.913446539358E-002	-1.837213863340E-002	-1.621948431702E-002
	-1.922275084523E-002	-3.102023058489E-002	-4.393432035872E-002	-5.761502139289E-002
	-1.220464497130E-001	-1.309130315252E-001	-1.375096567009E-001	-1.415758681357E-001
	1.2204644971303E-001	1.1125500482267E-001	9.8950327020276E-002	8.5589415856063E-002
	1.9222750845235E-002	8.8184406343208E-003	2.3739223544652E-006	-7.114924905726E-003
	1.8717195727383E-002	1.7355837932130E-002	1.5295661540271E-002	1.2777702326405E-002
	1.4699472768831E-004	-1.496289129570E-003	-2.719214046831E-003	-3.532623189115E-003
	3.1082176595649E-003	2.5559044893895E-003	1.9826830163279E-003	1.4299985558238E-003
	-2.942015890110E-004	-4.063934402510E-004	-4.595562681765E-004	-4.667627879054E-004
	2.1594558681868E-004	1.6345731982306E-004	1.1917161111580E-004	8.3656243750563E-005
	α_{7m} 7.9116032877609E-006	4.3753007680050E-006	2.3097780707847E-006	1.1257432798081E-006

Tab.III

α_{0m}	$m=1$	$m=2$	$m=3$	$m=4$
	0.0000000000000E+000	-1.125743279792E-006	-2.309770870709E-006	-4.375300760003E-006
	-5.651056006465E-005	-8.365624375053E-005	-1.1917161111159E-004	-1.634573198230E-004
	4.4097771833693E-004	4.6676270790530E-004	4.5955626017640E-004	4.0639344025097E-004
	-9.287922047996E-004	-1.429998555824E-003	-1.982683016328E-003	-2.555984489309E-003
	3.9706288624499E-003	3.5326231891154E-003	2.7192140468306E-003	1.4962891295696E-003
	-1.002667672173E-002	-1.277770232641E-002	-1.529566154027E-002	-1.735583793213E-002
	1.2505823684771E-002	7.1149249057260E-003	-2.373922354461E-006	-8.018440634321E-003
	-7.165157960042E-002	-8.558941585606E-002	-9.895032702828E-002	-1.112550048227E-001
	1.4294960225719E-001	1.4157586813574E-001	1.3750965670005E-001	1.30913031525516E-001
	7.1651579600422E-002	5.7615021392889E-002	4.3934320358719E-002	3.1020230504892E-002
	1.2505823684771E-002	1.6219484317021E-002	1.8372130633404E-002	1.9134465393578E-002
	1.0026676721731E-002	7.2412214206719E-003	4.5869394108187E-003	2.1922350584038E-003
	3.9706288624499E-003	4.0841947050998E-003	3.9346487797243E-003	3.5877078759142E-003
	9.2879220479961E-004	4.9928534433306E-004	1.5193148310472E-004	-1.111018284468E-004
	4.4097771833690E-004	3.9402151065032E-004	3.3594819066619E-004	2.7467345877845E-004
α_{nm}	5.6510560064671E-005	3.6699481591696E-005	2.2903822447726E-005	1.3729632747217E-005

Tab.III

		α_{xy}							
x=	y=	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.707107	-0.707107	-0.707107	0.707107	0.707107	-0.707107	-0.707107	-0.707107	0.707107
2	-0.707107	0.707107	0.707107	-0.707107	-0.707107	0.707107	0.707107	0.707107	-0.707107
3	0.555570	-0.980785	0.195090	0.831470	-0.831470	-0.195090	0.980785	-0.555570	0.831470
4	-0.831470	0.195090	0.980785	0.555570	-0.555570	-0.980785	-0.195090	0.831470	0.555570
5	0.382683	-0.923880	0.923880	-0.382683	-0.382683	0.923880	-0.923880	0.382683	-0.923880
6	-0.923880	-0.382683	0.382683	0.923880	0.923880	0.382683	-0.382683	-0.923880	0.923880
7	0.195090	-0.555570	0.831470	-0.980785	0.980785	-0.831470	0.555570	-0.195090	0.831470
8	-0.980785	-0.831470	-0.555570	-0.195090	0.195090	0.980785	0.831470	0.555570	-0.980785
9	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
10	-1.000000	-1.000000	-1.000000	-1.000000	-1.000000	-1.000000	-1.000000	-1.000000	-1.000000
11	-0.195090	0.555570	-0.831470	0.980785	-0.980785	0.831470	-0.555570	0.195090	-0.831470
12	-0.980785	-0.831470	-0.555570	-0.195090	0.195090	0.980785	0.831470	-0.555570	0.195090
13	-0.382683	0.923880	-0.923880	0.382683	0.382683	-0.923880	0.923880	-0.382683	0.382683
14	-0.923880	-0.382683	0.382683	0.923880	0.923880	0.382683	-0.382683	-0.923880	0.923880
15	-0.555570	0.980785	-0.195090	-0.831470	0.831470	-0.980785	0.195090	-0.831470	0.555570
16	-0.831470	0.195090	0.980785	0.555570	-0.555570	-0.980785	-0.195090	0.831470	-0.555570

Tab.II

α_{xy}

x =	y = 1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.707107	0.707107	0.831470	0.555570	0.923880	0.382683	0.980785	0.195090
2	-0.707107	0.707107	-0.195090	-0.980785	0.382683	-0.923880	0.831470	-0.555570
3	-0.707107	-0.707107	0.980785	0.195090	-0.382683	0.923880	0.555570	0.831470
4	0.707107	0.707107	-0.555570	0.831470	-0.923880	-0.382683	0.195090	-0.980785
5	0.707107	0.707107	0.555570	-0.831470	-0.923880	-0.382683	-0.195090	0.980785
6	-0.707107	-0.707107	0.980785	-0.195090	-0.382683	0.923880	-0.555570	-0.831470
7	-0.707107	-0.707107	0.195090	0.980785	0.382683	-0.923880	-0.831470	0.555570
8	0.707107	0.707107	-0.831470	-0.555570	0.923880	0.382683	-0.980785	-0.195090

x =	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1.000000	0.000000	0.980785	-0.195090	0.923880	-0.382683	0.831470	-0.555570
2	1.000000	0.000000	0.831470	0.555570	0.382683	0.923880	-0.195090	0.980785
3	1.000000	0.000000	0.555570	-0.831470	-0.382683	-0.923880	-0.980785	-0.195090
4	1.000000	0.000000	0.195090	0.980785	-0.923880	0.382683	-0.555570	-0.831470
5	1.000000	0.000000	-0.195090	-0.980785	-0.923880	0.382683	0.555570	0.831470
6	1.000000	0.000000	-0.555570	0.831470	-0.382683	-0.923880	0.980785	0.195090
7	1.000000	0.000000	-0.831470	-0.555570	0.382683	0.923880	0.195090	-0.980785
8	1.000000	0.000000	-0.980785	0.195090	0.923880	-0.382683	-0.831470	0.555570

Tab.I

16 - XVI - PHQ 89-018