

Bejelentés napja: 1977. V. 23.

(VE—834)

Elsőbbsége: Szovjetunió: 1976. V. 24. (2 364 897)

Közzététel napja: 1980. IV. 28.

Megjelent: 1981. VI. 30.

Nemzetközi osztályozás:

H 03 D 3/18

H 03 K 7/06

Feltaláló:

Konev Kuzma Afanasievich elektromérnök, Moszkva,  
Szovjetunió

Szabadalmas:

Vsesojuzny nauchno-issledovatelsky  
institut prirodnykh gazov „VNII-  
GAZ”, Moskovskaya oblast, Le-  
ninsky raion, Vidnoe, Szovjetunió

## Frekvenciadiszkriminátor

1

A találmány az adás- és vételtechnika területére vonatkozik, különösen pedig frekvenciadiszkriminátorra, amely elektronikus hírközlő berendezésekben, az adatátviteli és távközlési technika területén frekvenciamodulált jel detektoraként, valamint küszöbértékképző elemként alkalmazható és a bemenetéhez vezetett villamos rezgések frekvenciaváltozására érzékeny, továbbá automatikus szabályozó rendszerekben is alkalmazható.

Ismert már olyan frekvenciadiszkriminátor, amelynek bemenete frekvenciamodulált jeleket négyszögimpulzusokká átalakító impulzusformálóval van összekötve. Ezen impulzusformáló kimenete olyan egység bemenetével van összekötve, amely a frekvenciamodulált jel minden egyes négyszögimpulzusának időtartamát összehasonlítja egy vonatkoztatási jel tartamával, és ezen egység kimenetei két ÉS-kapun keresztül statikus flip-flop megfelelő bemeneteivel villamos összeköttetésben állnak, ahol az egység invertert tartalmaz, és a flip-flop egyik állapota a diszkriminátor bemenetén megjelenő első frekvenciának, míg az ezzel ellentétes állapota a diszkriminátor bemenetére kapcsolt frekvenciamodulált jel második frekvenciájának felel meg.

Az az egység, amely a frekvenciamodulált jel minden egyes négyszögimpulzusának tartamát a vonatkoztatási jel tartamával hasonlítja össze, első monostabil multivibrátort is tartalmaz, amelynek bemenete a négyszögjeleket keltő impulzusformáló kimenetével van összekötve, kimenete pedig második monostabil multivibrátoron keresztül az első ÉS-kapu első bemenetével és egy harmadik multivibrátor bemenetével van össze-

2

kötve, és a harmadik multivibrátor kimenete a második ÉS-kapu első bemenetéhez csatlakozik. Az említett ÉS-kapuk második bemeneteivel negyedik monostabil multivibrátor kimenete van összekötve. A négyszögimpulzusokat létrehozó impulzusformáló kimenete inverteren át a negyedik monostabil multivibrátor bemenetével van összekötve (lásd például a 3 233 181 sz. amerikai egyesült államokbeli szabadalmi leírást).

A monostabil multivibrátoroknál az előállított impulzusok időtartamának stabilitása széles hőmérséklet-tartományon belül, például  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  és  $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$  között történő alkalmazásnál ismert módon nem nagy, és referencia impulzusok létrehozására való alkalmazásuk ezért a diszkriminátor középső frekvenciájának a kisebb stabilitását eredményezi.

Ebből következik, hogy az ismert frekvenciadiszkriminátort az olyan adatátviteli rendszerekben nem lehet alkalmazni, ahol viszonylag kis frekvencialökettel renpelkező frekvenciamodulált jeleket alkalmaznak.

Az ismert frekvenciadiszkriminátornak az alacsony és infra-alacsony üzemi frekvenciákon (néhányszor 10 Hz-től néhány Hz-ig terjedő értéke között) való felhasználásánál nagy késleltetési idejű monostabil multivibrátorokat kell alkalmazni, amelynek megvalósításához nagy kapacitású kondenzátorokra (néhányszor 10 és 100 mikrofara) van szükség.

Az időparaméterek szükséges stabilitásának biztosítása céljából a monostabil multivibrátorokban stabil műanyagfólia kondenzátorokat kell alkalmazni, és az

ilyen kondenzátoroknál a nagyobb kapacitásértékűek helyszükséglete és ára nagy.

Az ismert diszkriminátoroknak az ebben a frekvenciatartományban való alkalmazása tehát költséges és nagy fizikai méreteket von maga után.

A névleges frekvenciára való lehangoláskor, vagy az ismert frekvenciadiszkriminátorok egy új üzemi frekvenciára való áthangolásánál mind a négy monostabil multivibrátor le- vagy áthangolását el kell végezni, és ez a diszkriminátor üzemet bonyolulttá teszi.

Ezenkívül a multivibrátorokban levő viszonylag nagy kapacitású kondenzátorok alkalmazása miatt az ismert frekvenciadiszkriminátort gyakorlatilag nem lehet mikrointegrált kivitelben elkészíteni.

A találmány célja frekvenciadiszkriminátor létrehozása keskenysávú hírközlő csatornában történő üzemelésre és diszkrét információk átvitelére beleértve az alacsony és az infra-alacsony frekvenciatartományokat is.

A találmány feladata olyan frekvenciadiszkriminátor létrehozása, amelynél a frekvenciamodulált jel minden egyes négyszögimpulzusának a tartamát a vonatkoztatási jel tartamával összehasonlító egység új kapcsolástechnikai kialakítása lehetővé teszi a diszkriminátor közepes frekvenciája stabilitásának megnövelését, az üzemi frekvenciatartománynak az alacsony és az infra-alacsony frekvenciák irányába történő kiterjesztését, valamint a felhasználási hőmérséklettartomány megnövelését, ahol a diszkriminátor le- és behangolása egyszerűbb, és a frekvenciadiszkriminátor mikrointegrált kivitelben is elkészíthető.

A kitűzött feladatot azáltal oldjuk meg, hogy a frekvenciadiszkriminátor a frekvencia-modulált jelből négyszögimpulzusokat előállító impulzusformálót tartalmaz, amelynek kimenete a frekvenciamodulált jel minden egyes négyszögimpulzusának a tartamát egy vonatkoztatási jel tartamával összehasonlító egység bemenetével van összekötve, és ennek kimenetei két ÉS-kapun keresztül egy statikus flip-flop megfelelő bemeneteivel vannak összekötve, és ez az egység invertert is tartalmaz, ahol a statikus flip-flop egyik bemenete a diszkriminátor bemeneténél az alacsony üzemi frekvencia jelenlétének, és ezzel ellentétes állapota pedig a diszkriminátor bemenetén levő frekvenciamodulált jel felső üzemi frekvenciájának felel meg, és a frekvenciamodulált jel minden egyes négyszögimpulzusának a tartamát egy vonatkoztatási jel tartamával összehasonlító egység a találmány szerint óragerátort, harmadik ÉS-kaput tartalmaz, a harmadik ÉS-kapu bemeneteinek egyike a négyszögimpulzusokat létrehozó impulzusformáló kimenetével, másik bemenete pedig az óragerátor kimenetével van összekötve, tartalmaz ezenkívül törlőimpulzusokat keltő átalakítót, amelynek bemenete a négyszögimpulzusokat létrehozó impulzusformáló kimenetéhez csatlakozik, és ide csatlakozik az inverter bemenete is, és egy számláló, amellyel a flip-flopok számának megfelelően a diszkriminátor szükséges kioldása van megoldva, és a számláló két utolsó flip-flopjának a kimenetei az első és a második ÉS-kapuk bemeneteivel vannak összekötve, amikor is az utolsó flip-flop Q-kimenete és a számláló utolsó előtti flip-flopjának a Q kimenete az első ÉS-kapu két bemenetéhez, a számláló utolsó flip-flopjának a Q kimenete és a Q kimenete a második ÉS-kapu két bemenetéhez és ezen ÉS-kapuk harmadik bemenetei az inverter kimenetéhez, a számláló egyik

bemenete a törlőimpulzusokat létrehozó átalakító kimenetéhez és a számláló többi bemenete a harmadik ÉS-kapu kimenetéhez, továbbá a négyszögimpulzusokat létrehozó impulzusátalakító kimenete az óragerátor bemenetéhez csatlakozik, ahol az óragerátor impulzusainak követési frekvenciája a frekvenciamodulált jel felső és alsó üzemi frekvenciái geometriai középértékének kétszerese szorozva a számláló utolsó flip-flopjának törléséhez szükséges impulzusok számának kétszeres értékénél eggyel nagyobb számmal.

A találmányt a továbbiakban egy példakénti kiviteli alak kapcsán, a rajz alapján ismertetjük részletesebben. A rajzon az

1. ábra a találmány szerinti frekvenciadiszkriminátor tömbvázlata, és a

2. ábra a találmány szerinti frekvenciadiszkriminátor egységei kimeneti jeleinek az *a), b), c), d), e), f), g), h), i), j), k), l), m)* pozíciójú idődiagramjai.

A frekvenciadiszkriminátor az 1. ábrán vázolt módon a frekvenciamodulált jelekből négyszögimpulzusokat létrehozó 1 impulzusformálót tartalmaz, amelynek kimenete a frekvenciamodulált jel minden egyes négyszögimpulzusának a tartamát egy vonatkoztatási jel tartamával összehasonlító 2 egység bemenetével van összekötve.

A 2 egységben 4 ÉS-kapu van, továbbá vezérelhető frekvenciaosztású 3 óragerátor, amelynek bemenete a négyszögimpulzusokat létrehozó 1 impulzusformáló kimenetével van összekötve.

A 2 egységben levő 4 ÉS-kapu egyik bemenete a 3 óragerátor kimenetével, második bemenete pedig az 1 impulzusformáló kimenetével van összekötve. A 2 egységben 5 inverter is van, amelynek bemenete az 1 impulzusformáló bemenetével van összekötve. A 2 egység tartalmaz még törlőimpulzusokat előállító 6 átalakítót, amelynek bemenete az 1 impulzusformáló említett kimenetéhez csatlakozik, valamint 8, 9, 10, 11 és 12 flip-flopokból felépített bináris 7 számlálót.

A 7 számlálóban levő flip-flopok minimálisan szükséges számát (amely kettőnél kevesebb nem lehet) a frekvenciadiszkriminátor szükséges felbontóképességének a követelménye alapján az alábbi összefüggésből határozhatjuk meg:

$$p \cong 3,4 \lg \frac{F_0}{\Delta F} \quad (1)$$

ahol:

*p* — a 7 számlálóban levő flip-flopok száma,

*lg* — a 10-es alapú logaritmus szimbóluma,

*F*<sub>0</sub> — a frekvenciamodulált jel közepes frekvenciája,

$\Delta F$  — a frekvenciamodulált jel frekvencialekete.

A 3 óragerátor óraimpulzusainak a követési frekvenciáját az alábbi összefüggésből határozzuk meg:

$$F = 2\sqrt{F_1 \cdot F_2} \cdot (2n - 1) \quad (2)$$

ahol:

*F* — a 3 óragerátor óraimpulzusainak a követési frekvenciája,

*F*<sub>1</sub> és *F*<sub>2</sub> — a frekvenciamodulált jel alsó, illetve felső üzemi frekvenciája,

*n* = 2<sup>*p*</sup> — a 7 számláló utolsó 12 flip-flopjának a törléséhez szükséges impulzusok száma,

*p* — a 7 számláló flip-flopjainak az (1) összefüggés szerint meghatározott száma.

A 7 számláló 8 flip-flopjának a számláló bemenetéhez a 4 ÉS-kapu kimenete csatlakozik, és a 7 számláló összes 8, 9, 10, 11 flip-flopjának a beállítási *S* bemenete,

ahonnan a 7 számláló ezen flip-flopjait a kezdeti állapotba lehet állítani, a törlőimpulzusokat előállító 6 átalakító kimenetével van összekötve.

A frekvenciadiszkriminátor ezenkívül egyenként három bemenettel rendelkező 13 és 14 ÉS-kapukat, valamint kétbemenetű statikus 15 flip-flopot tartalmaz.

A 7 számláló utolsó előtti 11 flip-flopjának a 16 Q kimenete a 14 ÉS-kapu bemeneteinek egyikével, és ugyanezen 11 flip-flop 17 Q kimenete a 13 ÉS-kapu egyik bemenetével van összekötve.

Az utolsó 12 flip-flop 18 Q kimenete a 13 ÉS-kapu másik bemenetével, ugyanezen 12 flip-flop 19 Q kimenete a 14 ÉS-kapu másik bemenetével van összekötve.

A 13 és 14 ÉS-kapuk harmadik bemenetei az 5 inverter kimenetével, a 13 és 14 ÉS-kapu kimenetei pedig a statikus 15 flip-flop megfelelő bemeneteivel vannak összekötve, és a statikus 15 flip-flop 20 és 21 kimenetei képezik a frekvenciadiszkriminátor kimeneteit.

A második ábra az alábbi helyeken megjelenő kimeneti jelek idődiagramjait szemlélteti.

- a) a 3 óragenerátor kimenetén,
- b) a négyszögimpulzusokat létrehozó 1 impulzusformálón,
- c) a négy 4 ÉS-kapun,
- d) az 5 inverteren,
- e) a törlőimpulzusok 6 átalakítóján,
- f) a 11 flip-flop 16 Q kimenetén,
- g) a 11 flip-flop 17 Q kimenetén,
- h) a 12 flip-flop 19 Q kimenetén,
- i) a 12 flip-flop 18 Q kimenetén,
- j) a 14 ÉS-kapun,
- k) a 13 ÉS-kapun,
- l) a 15 flip-flop 20 kimenetén,
- m) a 15 flip-flop 21 kimenetén.

A frekvenciadiszkriminátor működése a következő.

A négyszögimpulzusokat létrehozó 1 impulzusformáló bemenetén a hírközlő csatorna felől frekvenciamodulált jel érkezik, és az 1 impulzusformáló kimenete olyan 22 négyszögimpulzusok sorozatát képezi (2. ábra *b*) diagram), amelyek az alsó üzemi  $F_1$  frekvenciájúak, és ugyanitt jelennek meg a felső üzemi  $F_2$  frekvenciájú 23 négyszögimpulzusok is.

Miután az első 22 négyszögimpulzus a törlőimpulzusok 6 átalakítójának a bemenetére érkezik (1. ábra), ennek kimenetéről a 7 számláló 8, 9, 10, 11 és 12 flip-flopjainak az S bemeneteire a kezdeti állapot beállítása céljából rövid idejű 24 törlőimpulzus (2. ábra *e*) diagram) érkezik, amely a 22 négyszögimpulzusok (2. ábra *b*) diagram) felfutó éle képez. Ezzel egyidejűleg ezen 22 négyszögimpulzus a 4 ÉS-kapu (1. ábra) egyik bemenetére is eljut, ahol a másik bemenetre a 3 óragenerátor 25 óraimpulzusok (2. ábra *a*) diagram) sorozatát küldi. A 4 ÉS-kapu bekapcsol és a 22 négyszögimpulzus (2. ábra *b*) diagram) tartama alatt a 7 számláló 8 flip-flopjának a számláló bemenetére a 25 óraimpulzusokból (2. ábra *c*) diagram) egy vonatkoztatási sorozatot továbbít.

Ugyanebben az időpontban az 5 inverter (1. ábra) kimenetén invertált 26 impulzus (2. ábra *d*) diagram) keletkezik, amely a 13 és 14 ÉS-kapukat (1. ábra) a 22 négyszögimpulzus (2. ábra *b*) diagram) tartamára lezárja.

A 22 négyszögimpulzus tartama alatt a 7 számlálót (1. ábra) a 25 óraimpulzusok (2. ábra *c*) diagram) megtöltik, amikor is a vonatkoztatási sorozatban levő 26

óraimpulzusok száma elegendő a 7 számláló utolsó 12 flip-flopjának (1. ábra) a törlésére.

Ekkor a 12 flip-flop 19 Q kimenetén és a 11 flip-flop 16 Q kimenetén 27, illetve 28 törlőjelek (2. ábra *h*) ill. *j*) diagram) keletkeznek, amelyek eljutnak a 14 ÉS-kapu (1. ábra) bemeneteire.

A 22 négyszögimpulzus (2. ábra *b*) diagram) lecsengése után a 4 ÉS-kapu (1. ábra) lezár, és az 5 inverter kimenetén 29 nyitóimpulzus (2. ábra *d*) diagram) jelenik meg, amely a 14 ÉS-kapu kinyitását engedélyezi.

A 14 ÉS-kapu kimenetéről a 30 jel (2. ábra *j*) diagram) a statikus 15 flip-flop (1. ábra) beállítja, mégpedig olyan állapotba, amely a frekvencia modulált jel alsó üzemi  $F_1$  frekvenciája jelenlétének felel meg. Ekkor a statikus 15 flip-flop 20 kimenetén 31 jel mérhető (2. ábra *l*) diagram).

A 22 négyszögimpulzusok tartamának (2. ábra *b*) diagram) a 25 óraimpulzusok számával (2. ábra *c*) diagram) történő összehasonlítása a 7 számláló bemenetére érkező vonatkoztatási impulzuscsoomagként a 22 négyszögimpulzusok beérkezését követően mindaddig bekövetkezik, ameddig a frekvencia modulált jel az alsó üzemi  $F_1$  frekvenciának felel meg.

A 15 flip-flop (1. ábra) állapota ekkor változatlan marad.

Mihelyt az 1 impulzusformáló bemenetén olyan 23 négyszögimpulzus jelenik meg (2. ábra *b*) diagram), amely a frekvenciamodulált jel felső üzemi  $F_2$  frekvenciájának felel meg, a 7 számláló elkezd a 25 óraimpulzusok (2. ábra *c*) diagram) számlálását, azonban a 25 négyszögimpulzusoknak a vonatkoztatási impulzuscsoomagban levő száma most csupán a 7 számláló utolsó előtti 11 flip-flopjának (1. ábra) a törléséhez elegendő.

A 11 flip-flop 17 Q kimenetén és a 18 Q kimenetén (amely a 12 flip-flophoz tartozik) 32 illetve 33 törlő jelek keletkeznek (2. ábra *g*) illetve *i*) diagramok) amelyek a 13 ÉS-kapu (1. ábra) bemeneteihez jutnak.

A 23 négyszögimpulzus (2. ábra *b*) diagram) lecsengése után a 4 ÉS-kapu (1. ábra) lezár, és az 5 inverter kimenetén olyan 29 nyitóimpulzus (2. ábra *d*) diagram) jelenik meg, amely a 13 ÉS-kaput (1. ábra) kinyitja.

A 13 ÉS-kapu kimenetéről továbbított 34 jel (2. ábra *k*) diagram) a statikus 15 flip-flop, amelynek bemenetére jut, az előzővel ellentétes állapotba billenti, és ez a frekvenciamodulált jel felső üzemi  $F_2$  frekvenciája jelenlétének felel meg. A statikus 15 flip-flop 21 kimenetén ekkor a frekvencia modulált jel felső üzemi  $F_2$  frekvenciája jelenlétére utaló jel jelenik meg.

A 23 impulzusok tartamának (2. ábra *b*) diagram) a 25 óraimpulzusok (2. ábra *c*) diagram) számával való összehasonlítási folyamata a 7 számláló (1. ábra) bemenetére továbbított vonatkoztatási impulzuscsoomagként a 23 négyszögimpulzus (2. ábra *b*) diagram) beérkezése után mindaddig bekövetkezik, ameddig a frekvenciamodulált jel a felső üzemi  $F_2$  frekvenciának megfelelő értékű.

A 15 flip-flop állapota (1. ábra) ekkor változatlan marad.

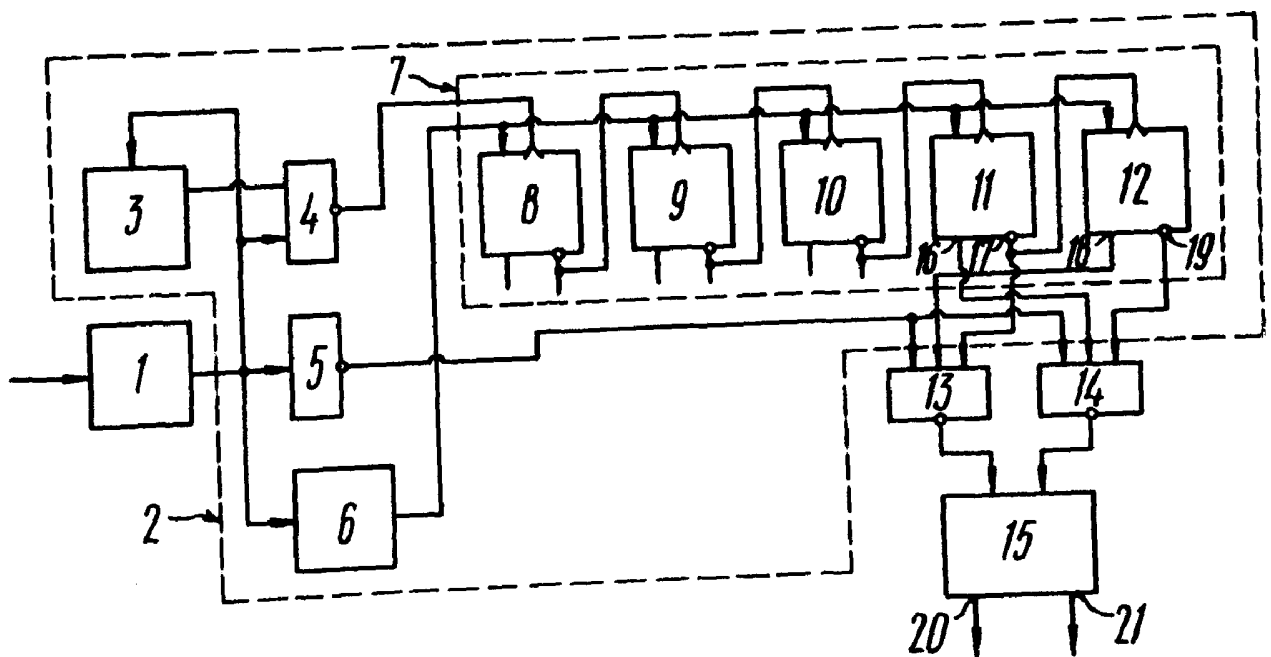
Ha a frekvencia diszkriminátor bemenetére olyan frekvenciamodulált jelet vezetünk, amelynek két üzemi  $F_1$ ,  $F_2$  frekvenciája van, akkor a statikus 15 flip-flop állapotát ezen jel üzemi  $F_1$  és  $F_2$  frekvenciáinak minden változásakor megváltoztatja, azaz a frekvencia diszkriminátor a frekvenciamodulált jel detektoraként működik.

*Szabadalmi igénypontok*

Frekvenciadiszkriminátor, amely frekvenciamodulált jel négyszögimpulzusait átalakító impulzusformálót tartalmaz, amelynek kimenete a frekvenciamodulált jel minden egyes négyszögimpulzusának tartamát egy vonatkoztatási jel tartamával összehasonlító egység bemenetéhez csatlakozik, és ezen egység invertert tartalmaz, kimenete pedig két ÉS-kapun keresztül statikus flip-flop megfelelő bemeneteivel van összekötve, és a statikus flip-flop egyik állapota a diszkriminátor bemenetén levő alsó üzemi frekvenciának, ellentétes állapota pedig a diszkriminátor bemenetére kapcsolt frekvenciamodulált jel felső üzemi frekvenciájának felel meg, azzal jellemezve, hogy a frekvenciamodulált jel minden egyes négyszögimpulzusának tartamát egy vonatkoztatási jel tartamával összehasonlító egység (2) óragerátort (3), valamint egy harmadik ÉS-kaput (4) tartalmaz, az ÉS-kapu (4) bemeneteinek egyike a négyszögimpulzusokat létrehozó impulzusátalakító (1) kimenetével, másik bemenete pedig az óragerátor (3) kimenetével van összekötve, tartalmaz továbbá törlőimpulzusokat előállító átalakítót (6), amelynek bemenete a négyszögimpulzusokat előállító impulzusformáló (1) kimenetével van összekötve, és ide csatlakozik az inverter (5) be-

menete is, az egységben (2) számláló (7) van, amelyben az alkalmazott flip-flopok (8, 9, 10, 11 és 12) száma a diszkriminátor felbontásának felel meg, és a számláló (7) két utolsó flip-flopjának (11 és 12) a kimenete az első ÉS-kapu (13) és a második ÉS-kapu (14) bemeneteivel van összekötve, továbbá a számláló (7) utolsó flip-flopjának (12) a Q kimenete (18) és az utolsó előtti flip-flop (11) Q kimenete (17) az első ÉS-kapu (13) két bemenetéhez csatlakozik, a számláló (7) utolsó flip-flopjának (12) a Q kimenete (19) és az utolsó előtti flip-flopjának (11) a Q kimenete (16) a második ÉS-kapu (14) két bemenetével van összekötve, és ezen ÉS-kapuk (13 és 14) harmadik bemenetei az inverter (5) kimenetéhez csatlakoznak, a számláló (7) egyik bemenete a törlőimpulzusok átalakítójának (6) kimenetével, a számláló (7) másik bemenete pedig a harmadik ÉS-kapu (4) kimenetével van összekötve és a négyszögimpulzusokat átalakító impulzusformáló (1) kimenete az óragerátor (3) bemenetéhez csatlakozik, ahol az óragerátor (3) impulzusainak a követési frekvenciája a frekvenciamodulált jel felső és alsó üzemi frekvenciái mértani középértéke kétszeresének és a számláló (7) utolsó flip-flopjának (12) törléséhez szükséges impulzusok kétszeresénél eggyel kisebb érték szorzatával azonos.

2 db rajz, 2 ábra



**FIG. 1**

176039  
 Nemzetközi osztályozás:  
 H 03 D 3/18  
 H 03 K 7/06

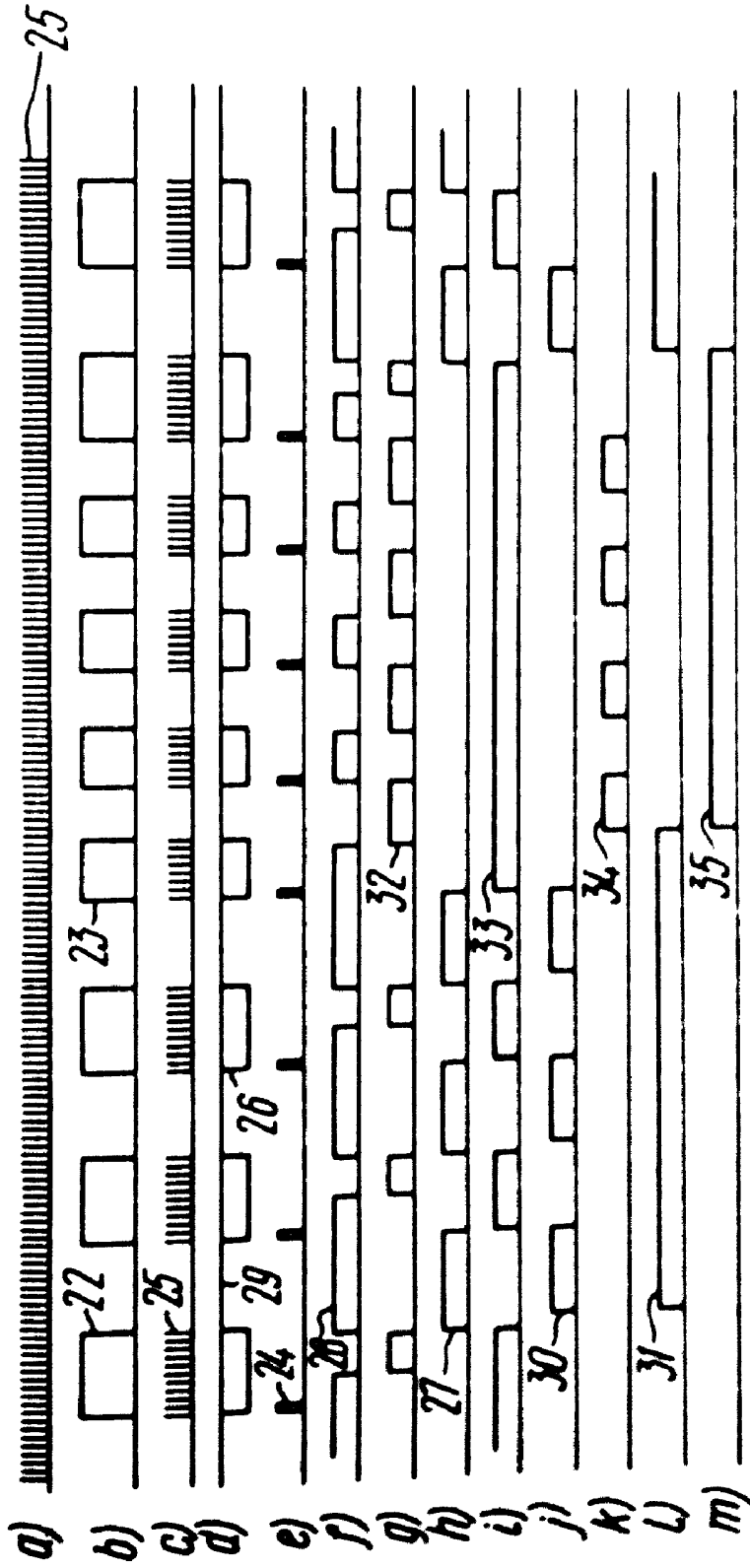


FIG. 2

176039  
 NETWORK AND CONTROL SYSTEMS  
 H. O. D. J. H.  
 H. O. K. T. O. S.