**Octrooiraad**

(12) A **Terinzagelegging** (11) **8401347**

**Nederland** (19) **NL**

(54) **Een FSK data ontvanger.**

(51) Int.Cl⁴.: H04L 27/14.

(71) Aanvrager: N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven.

(74) Gem.: Ir. P.J.P.G. Simons c.s.
Internationaal Octrooibureau B.V.
Prof. Holstlaan 6
5656 AA Eindhoven.

(21) Aanvrage Nr. 8401347.

(22) Ingediend 27 april 1984.

(32) - -

(33) - -

(31) - -

(62) - -

(43) Ter inzage gelegd 18 november 1985.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

N.V. Philips'Gloeilampenfabrieken te Eindhoven

"Een FSK data ontvanger"

De uitvinding heeft betrekking op een FSK data ontvanger bevattende een mengtrap voor het aan toevoeren van een ontvangen FSK signaal met een door een data signaal in frequentie gemoduleerd draaggolfsignaal $f_c$ met een gegeven frequentiezwaai $\Delta f$ en een door een spanningsgestuurde oscillator afgegeven lokaal oscillator signaal met een binnen de band van de ontvanger gelegen signaalfrequentie $f_L$, welke ten opzichte van de draaggolf signaalfrequentie $f_c$ over een gegeven waarde $\delta f$ in frequentie is verschoven, een op de mengtrap aangesloten banddoorlaatfilter, een op het banddoorlaatfilter aangesloten detectieschakeling voor het uit door de mengtrap afgegeven som- en verschilfrequentie signalen $\Delta f \pm \delta f$ terugwinnen van het datasignaal en een tussen de detectieschakeling en de spanningsgestuurde oscillator aangesloten AFC regellus.

Een dergelijke ontvanger is bekend uit de engelse octrooiaanvrage nr. 8132181 (PHB 32.819). Bij deze ontvanger worden de som- en verschilsignaalfrequenties na het passeren van het bandfilter in afzonderlijke filters gefilterd en aan een verschilversterker toegevoerd. Deze verschilversterker bepaalt of momentaan een hoog of laag signaalniveau van het overgedragen datasignaal ontvangen is.

De AFC regellus bevat een mengtrap waarop een afzonderlijke oscillator met een signaal frequentie gelijk aan de frequentiezwaai $\Delta f$ is aangesloten. De aan deze mengtrap toegevoerde som- en verschilsignaalfrequenties worden omlaag getransformeerd waarna met behulp van een laag doorlaatfilter de signaalcomponent met de gegeven frequentie waarde $\delta f$ wordt verkregen. Deze wordt met behulp van een frequentie-spanningsomzetter in een regelspanning voor de spanningsgestuurde oscillator omgezet.

Deze ontvanger heeft het bezwaar dat er tenminste drie scherpe filters worden toegepast hetgeen voor een realisatie in geïntegreerde vorm veel externe condensatoren en dienovereenkomstig veel aansluitingen vereist. Verder bevat de AFC lus een extra oscillator. In de ontvanger is een regelbare tussenfrequentieversterker met een

groot dynamisch bereik vereist, hetgeen veel stroom vraagt wat integratie bemoeilijkt. AM ruis wordt niet onderdrukt. Tenslotte werkt de toegepaste AFC lus niet goed bij kleine ingangssignalen welke evenwel nog een voldoend grote S/N verhouding bezitten om nog goed gedetecteerd te kunnen worden. Dit komt omdat de lus voor dergelijke kleine ingangssignalen op meerdere frequenties, in het bijzonder op ruissignalen, kan vergrendelen.

In bepaalde toepassingen zoals voor pagers worden zware eisen gesteld aan de gevoeligheid, de selectiviteit en het opgenomen vermogen. Zo wordt in Engeland voor een antenne met een lengte van 3 cm. in de frequentieband voor pagers van 148-152 MHz een gevoeligheid van 10 $\mu$V/m, een selectiviteit van -65 dB bij $\pm$ 25 kHz en een vermogensdissipatie kleiner dan 6 mW geëist.

De uitvinding beoogt een nieuw concept van de FSK data ontvanger te realiseren welke aan de genoemde bezwaren tegemoet komt en welke in het bijzonder een hoge selectiviteit heeft,gepaard met een groot invanggebied voor de AFC regellus en welke gemakkelijk integreerbaar is.

Overeenkomstig de uitvinding is de in de aanhef vermelde FSK data ontvanger daardoor gekenmerkt, dat de ontvanger middelen bevat voor het bevoordelen van de energieinhoud van signalen met frequenties gelegen nabij de uiteinden van de doorlaatband van de ontvanger ten opzichte van signalen met daartussen gelegen signaalfrequenties, en dat de AFC regellus een integrator bevat, gekoppeld met de middelen voor het bevoordelen van de energie-inhoud van signalen met frequenties gelegen nabij de uiteinden van de doorlaatband voor het opwekken van een stuursignaal voor de spanningsgestuurde oscillator.

Dit heeft het voordeel dat slechts één filter behoeft te worden toegepast welke zeer smalbandig mag zijn en de AFC lus toch een breed vanggebied heeft, een eenvoudige integratie geeft en een hoge signaal-ruisverhouding mogelijk maakt.

Volgens een verder uitvoeringsvoorbeeld is de FSK data ontvanger daardoor gekenmerkt, dat de middelen het banddoorlaatfilter en de detectieschakeling bevatten, dat het banddoorlaatfilter twee pieken bevat gelegen rondom de signalen met frequenties gelegen nabij de uiteinden van de doorlaatband, dat de detectieschakeling een begrenzer bevat aangesloten op het banddoorlaatfilter en een frequentie spanningsomzetter bevat met een zodanige karakteristiek dat de absolute

waarde van de uitgangsspanning voor de signalen met frequenties gelegen nabij de uiteinden van de doorlaatband van het banddoorlaatfilter groter is dan de uitgangsspanning voor de signalen met daartussen gelegen signaalfrequenties.

Hierdoor zijn genoemde middelen op eenvoudige wijze gerealiseerd.

Volgens een ander uitvoeringsvoorbeeld is de FSK data ontvanger daardoor gekenmerkt, dat de middelen de detectieschakeling en een in de AFC regellus aangebrachte niet lineaire detector bevatten, dat de detectieschakeling een frequentie-spanningsomzetter bevat met een zodanige karakteristiek dat de absolute waarde van de uitgangsspanning voor de signalen met frequenties gelegen nabij de uiteinden van de doorlaatband van het banddoorlaatfilter groter is dan de uitgangsspanning voor de signalen met daartussen gelegen signaalfrequenties.

Deze realisatie van genoemde middelen is tenminste even eenvoudig als de hiervoor genoemde realisatie.

Tenslotte is een ander uitvoeringsvoorbeeld van de genoemde middelen daardoor gekenmerkt, dat de middelen de detectieschakeling bevatten, dat deze detectieschakeling een frequentie spanningsomzetter bevat met een amplitude en fasekarakteristiek welke een niet-lineaire functie van de frequentie is, welke karakteristiek spiegelsymmetrisch is ten opzichte van een referentiepunt, en de AFC regellus een tussen de omzetter en de integrator gelegen gelijkrichter bevat.

De uitvinding en haar voordelen zullen aan de hand van de in de figuren weergegeven uitvoeringsvoorbeelden nader worden toegelicht; daarbij toont

figuur 1 een blokschema van de FSK data ontvanger volgens de uitvinding;

figuren 2a-2d karakteristieken van signalen in een ontvanger volgens figuur 1 indien daarin de uitvinding niet wordt toegepast;

figuren 3a-3d karakteristieken voor signalen in de ontvanger volgens figuur 1, wanneer een bijzonder bandfilter wordt toegepast;

figuren 4a-4d karakteristieken voor signalen in de ontvanger volgens figuur 1 indien een niet-lineaire gelijkrichter in

de AFC lus wordt toegepast;

figuren 5a-5d karakteristieken voor signalen in de ontvanger volgens figuur 1 indien zowel een speciaal bandfilter als een niet-lineaire gelijkrichtschakeling worden toegepast; en toont

figuur 6 een uitvoeringsvoorbeeld van de banddoorlaat karakteristiek van het speciale bandfilter volgens de uitvinding.

De in figuur 1 weergegven FSK data ontvanger is ingericht voor de ontvangst van een door een data signaal in frequentie gemoduleerd draaggolfsignaal. Bijvoorbeeld een datasignaal van 512 b/s dat een draaggolfsignaal met een frequentie $f_c$ van 150 MHz in frequentie moduleert met een frequentiezwaai $\Delta f$ van 4,5 kHz. Een dergelijk door de logische signaalwaarden van het data signaal bepaald FSK signaal met de frequenties $f_c \pm \Delta f$ wordt na ontvangst door de antenne 1 aan een mengschakeling 2 toegevoerd. Aan deze mengschakeling wordt tevens een door een locale oscillator 3 afgegeven signaal met een frequentie $f_L$ toegevoerd. De frequentie $f_L$ is zodanig gekozen dat deze over een gegeven kleine waarde $\delta f$ in frequentie verschoven is ten opzichte van de draaggolffrequentie $f_c$, zodat deze ruim binnen de band van de ontvanger ligt. Bijvoorbeeld heeft $\delta f$ een waarde gelijk aan 750 Hz.

In de mengschakeling 2 worden de som- en verschilfrequentie signalen $\Delta f + \delta f$ en $\Delta f - \delta f$ gevormd. Deze signalen zijn derhalve onderling over een frequentie van $2\delta f$ verschoven. Door deze frequentie verschuiving is het mogelijk de logische waarden van het datasignaal op eenvoudige wijze te reconstrueren.

Hiertoe worden deze signalen na in een band doorlaatfilter 4 te zijn gefilterd aan een detectieschakeling 5 toegevoerd. Deze detectieschakeling bevat een eerste begrenzer 6, een frequentie-spanningsomzetter 7 en een laag doorlaatfilter 8. De begrenzer 6 wordt onder andere toegepast voor het onderdrukken van AM ruis. De frequentiespanningsomzetter is bijvoorbeeld een Forter-Seeley discriminator zoals o.a. bekend uit het artikel "Forter-Seeley Discriminator" van C.G. Mayo en J.W. Head, gepubliceerd in Electron. Radio Engr. February 1958. Een dergelijke discriminator heeft een amplitude en een fase karakteristiek welke een lineaire functie van de frequentie is. Indien het referentiepunt op de karakteristiek bij de frequentie $\Delta f$ wordt gekozen, liggen de punten op de karakteristiek

voor de frequenties plus en min $\delta f$ symmetrisch ten opzichte van dit referentiepunt en worden bij deze frequenties + $\delta f$ en - $\delta f$ gelijke doch tegengestelde uitgangsspanningen ten opzichte van het door het referentiepunt bepaalde spanningsniveau afgegeven.

Deze uitgangsspanningen worden door het laagdoorlaatfilter 8, met een kantel frequentie van ongeveer 250 Hz voor een data signaal van 512 b/s, gefilterd. Het aldus geregenereerde data signaal wordt aan een uitgang 9 van de ontvanger toegevoerd.

De data ontvanger is verder van een AFC regellus 10 voorzien aangesloten tussen de uitgang 9 en een stuuringang 11 van de spanningsgestuurde oscillator 3, voor het met de frequentiedrift van het ingangssignaal laten meelopen van de spanningsgestuurde oscillator. Deze regellus 10 bevat een detector 12, een referentie spanningsbron 13, een verschilversterker 14, een integrator 16 en eventueel een tweede begrenzer 17. Een door de detector 12 afgegeven signaal wordt tesamen met de door de referentie spanningsbron 13 afgegeven referentiespanning toegevoerd aan de verschilversterker 14 welke van een stroomuitgang 15 is voorzien. In de verschilversterker wordt het spanningsverschil bepaald tussen de ingangssignalen en omgezet in een daarmede evenredige uitgangsstroom $I_{AFC}$. Deze uitgangsstroom $I_{AFC}$ wordt aan de integrator 16 toegevoerd. De uitgangsspanning van integrator 16 wordt eventueel via de tweede begrenzer 17 als stuursignaal aan de stuuringang 11 van de spanningsgestuurde oscillator 3 afgegeven.

In figuur 2a is de door de verschilversterker 14 afgegeven stroom $I_{AFC}$ als functie van het frequentieverschil tussen de frequentie van een ontvangen signaal en de door de spanningsgestuurde oscillator 3 afgegeven signaalfrequentie $f_L$ weergegeven. Hierbij is verondersteld dat het banddoorlaatfilter 4 een rechte doorlaat karakteristiek heeft zoals weergegeven in figuur 2b en dat de tweede detector 11 een gelijkrichter is met een lineaire gelijkrichtkarakteristiek aangeduidt met $|V^1|$ in figuur 2c. In deze figuur geldt de getrokken lijn voor kleine ingangssignalen en het gestreept weergegeven gedeelte geeft de afwijking van de getrokken lijn aan voor grote ingangssignalen.

Het nulpunt van de frequentie as is gelegen bij het door de frequentie spanningsomzetter bepaalde referentie frequentie $\Delta f$, zodat $\delta f$ langs de frequentie as uitstaat.

Het nulpunt van de stroom as wordt bepaald door de grootte van de gewenste waarde van de frequentie $\delta f$, waarop normaliter de spanningsgestuurde oscillator 3 (VCO) boven of onder de draaggolf-frequentie wordt afgestemd. In dit uitvoeringsvoorbeeld is gekozen voor een afstemming boven de draaggolffrequentie in het bijzonder van +750 Hz. Zoals uit deze figuur blijkt is voor mengfrequenties gelegen tussen -750 Hz en +750 Hz de afgegeven stroom $I_{AFC}$ negatief en is bij kleine signalen voor mengfrequenties gelegen tussen +750 Hz en ongeveer 1200 Hz de stroom $I_{AFC}$ positief. De tengevolge van deze stromen door de integrator 16 afgegeven spanning $V_{AFC}$ stuurt de spanningsgestuurde oscillator 3 zodanig dat voor een negatieve stuurspanning de frequentie van de oscillator omhoog wordt geregeld en voor een positieve stuurspanning omlaag. Hierdoor wordt de frequentie van de oscillator 3 altijd naar de gewenste waarde van $\delta f$ geregeld. De integrator 6 zorgt er daarbij voor dat geen restfout overblijft.

Voor het realiseren van een zo groot mogelijke signaal-ruis verhouding (S/N) en een zo groot mogelijke kanaalscheiding wordt de bandbreedte van het bandfilter 4 zo klein mogelijk gekozen. Dit heeft tot gevolg dat indien er geen te ontvangen signaal wordt uitgezonden en er dus uitsluitend ruis binnen de band wordt ontvangen, het ontvangstniveau zo laag is dat de aan de integrator 6 toegevoerde stroom $I_{AFC}$ beneden het referentie niveau is gelegen en derhalve negatief is, zoals in figuur 2d is weergegeven. Bovendien treedt dit in het in figuur 2a weergegeven voorbeeld onder andere op als $\delta f$ meer dan ongeveer 1250 Hz ten opzichte van $\Delta f$ in frequentie in positieve richting is verschoven. In beide gevallen wordt de frequentie van de VCO 3 naar grotere waarde van $\delta f$ geregeld en loopt de AFC regellus naar zijn hoogste waarde toe. De regellus kan dan ook niet meer op een uitgezonden signaal worden ingevangen omdat de lus buiten het invanggebied is gelegen.

Om hieraan tegemoet te komen, zonder het filter te verbreden, dus zonder dat de signaal-ruis verhouding wordt verlaagd, wordt een bandfilter 4 toegepast, waarvan de doorlaatkarakteristiek twee pieken heeft gelegen nabij de uiteinden van de doorlaatband van het filter zoals in figuur 3b is weergegeven. Tengevolge van deze twee pieken in de doorlaatband zijn de amplituden van signalen met frequenties gelegen nabij de uiteinden van de doorlaatband groter dan de amplituden van signalen met daartussen gelegen frequenties,

in het bijzonder ten opzichte van signalen met frequenties gelegen nabij $\delta f = 0$.

Deze signalen worden in de begrenzer 6 hard begrensd. Zoals bekend bezit een begrenzer de eigenschap om signalen met de grootste amplitude te bevoordelen ten opzichte van signalen met een kleinere amplitude. De verhouding waarin wordt de zogeheten "capture ratio" genoemd. Dit betekent dat na het passeren van de begrenzer 6 de verhouding van het aantal frequentie componenten gelegen aan de uiteinden van de doorlaatband ten opzichte van de frequentie componenten gelegen in het midden van de band ( $\delta f = 0$) is vergroot ten opzichte van de verhouding van de eraan toegevoerde signalen.

In de frequentie-spanningsomzetter 7 worden frequenties gelegen nabij het midden van de band in een spanning met een veel kleinere amplitude omgezet dan frequenties gelegen nabij de uiteinden. Na gelijkrichting in de detector 12 is door de gezamenlijke werking van het bijzondere bandfilter 4, de begrenzer 6 en de frequentie spanningsomzetter 7, de gemiddelde waarde van de aan de integrator 16 toegevoerde stroom $I_{AFC}$ toegenomen ten opzichte van de gemiddelde waarde bij een bandfilter met een vlakke doorlaatkarakteristiek.

Een voor dit doel geschikt bandfilter is gerealiseerd met behulp van de cascadeschakeling van twee verschillend ingestelde Sallen en Key filters, waarvan de doorlaatkarakteristiek in figuur 6 is weergegeven. Zoals deze figuur toont is het tussen de twee pieken gelegen laagste punt van de doorlaatkarakteristiek gelegen bij een gekozen $\Delta f$ van 4,5 kHz, en zijn de pieken voor een daarbij gekozen $\delta f$ van 750 Hz gelegen bij 3,75 en 5,25 kHz. Het verschil in niveau bij 4,5 kHz en bij 3,75 respectievelijk 5,25 kHz bedraagt $\approx$3 dB. De met behulp van dit filter verkregen hogere gemiddelde waarde van de aan de integrator 16 toegevoerde stroom $I_{AFC}$ is in de figuren 3a en 3d weergegeven, zowel voor als de oscillator frequentie een zodanige waarde heeft dat het mengsignaal met een ontvangen signaal buiten de band is gelegen, dus voor een $\delta f$ groter dan $\approx$ 1200 Hz, als voor het geval er geen ingangssignaal is en er slechts witte ruis wordt ontvangen.

Zoals uit deze figuren duidelijk blijkt, is de gemiddelde waarde van de signalen toegenomen en wel zoveel dat de aan de integrator 6 toegevoerde stroom $I_{AFC}$ voor beide genoemde gevallen boven het nulniveau gelegen is. De integrator 6 voert dientengevolge een positieve

stuurspanning $V_{AFC}$ aan de oscillator 3 toe, waardoor de frequentie van de oscillator omlaag wordt geregeld.

Indien er een ingangssignaal aanwezig is zal de oscillator naar de gewenste waarde van $\delta f$, in dit geval +750 Hz, worden geregeld en zonder restfout worden vastgehouden. Is er geen ingangssignaal aanwezig, dan wordt de frequentie van de oscillator zolang omlaag geregeld totdat de oscillator vastloopt, zodanig dat als er een offset ontstaat tussen de zendfrequentie en de frequentie van de VCO, bijvoorbeeld ten gevolge van drift, het gewenste signaal altijd binnen het filter is gelegen. Het vanggebied van de AFC-lus is door het toepassen van het speciale bandfilter 4 in principe naar boven toe tot oneindig uitgebreid, zonder dat het signaal-ruis-niveau van de ontvanger is verminderd.

Als de oscillator 3 een regelbereik heeft welke naar beneden toe de frequentie van het labiele instelpunt bij -750 Hz passeert is de in figuur 1 gestreept weergegeven begrenzer 17 noodzakelijk. Deze begrenzer begrenst de door de integrator 6 afgegeven stuurspanning $V_{AFC}$ op een zodanige waarde dat de maximale frequentie offset tussen de oscillator 3 en het te ontvangen signaal nooit groter dan -750 Hz, bijvoorbeeld -720 Hz, kan worden. Op deze wijze is zonder verlies aan gevoeligheid onder alle omstandigheden een perfecte werking van de AFC-lus verkregen.

De breedte van het vanggebied van de AFC-lus na toepassing van genoemde maatregelen is slechts in de figuren 5a en 5d weergegeven, aangeduid met de afstandsmaat L. Dit invanggebied geldt evenwel ook voor de figuren 3a, 3d, 4a en 4b.

In plaats van een speciaal bandfilter 4 kan een verhoging van de gemiddelde waarde van de aan de integrator 6 toegevoerde stroom $I_{AFC}$ bij ontvangst van ruis op een andere manier worden verkregen en wel door in de detector 12 een gelijkrichter met een niet-lineaire gelijkrichtkarakteristiek toe te passen, bijvoorbeeld met een kwadratische karakteristiek. Dit is in figuur 4c aangeduid met $|v^2|$.

Zoals eerder beschreven geeft de frequentie-spanningsomzetter 7 signalen af met een van $\delta f = 0$ lineair met de frequentie van het signaal toe en afnemende amplitude. Doordat deze signalen in de detector 12 kwadratisch worden gelijkgericht, worden de amplituden van signalen met grote ampltiuden bevoordeeld ten

opzichte van signalen met een kleine amplitude. De aan de integrator 6 toegevoerde stroom $I_{AFC}$ heeft daardoor de in figuur 4a weergegeven waarde als functie van de frequentie $\delta f$ als er een ingangssignaal ontvangen wordt en de in figuur 5d weergegeven karakteristiek als slechts witte ruis ontvangen wordt. Door de bevoordeling van de hogere signaalfrequenties door de gezamenlijke werking van de frequentie-spanningsomzetter 7 en de detector 12 is weer een vergroting van de gemiddelde waarde van de stroom $I_{AFC}$ gerealiseerd zonder de signaal-ruisverhouding te verslechteren. De signaalwaarde bij de ontvangst van witte ruis ligt daardoor weer boven het nulniveau en het invanggebied voor positieve $\delta f$ is weer in principe tot plus oneindig vergroot.

In plaats van een kwadratische gelijkrichtkarakteristiek kunnen ook detectoren met een hogere orde gelijkricht karakteristiek worden toegepast waardoor genoemd effekt nog verder wordt versterkt.

Het is evenwel ook mogelijk om een gelijkrichter met een lineaire karakteristiek toe te passen en een frequentie-spanningsomzetter 7 met een niet-lineaire, bijvoorbeeld een kwadratische, karakteristiek toe te passen gespiegeld om het referentie punt $\Delta f$ overigens tesamen met een banddoorlaatfilter 4 met een rechte doorlaat-karakteristiek. Bij een frequentie-spanningsomzetter 7 met een kwadratische karakteristiek worden eveneens de in de figuren 4a en 4d weergegeven resultaten verkregen.

Het zal duidelijk zijn dat alle combinaties uit de verzameling gegeven door een specifiek bandfilter, een niet-lineaire karakteristiek van de frequentie-spanningsomzetter en een niet-lineaire gelijkricht karakteristiek van de detector 12 kunnen worden toegepast. Zo is in figuur 5a en 5d het resultaat weergegeven van een ontvanger voorzien van het speciale banddoorlaatfilter 4 (fig. 5b) en een kwadratische gelijkrichtkarakteristiek (fig. 5c) van de detector 12. De door de gezamenlijke werking verkregen grotere gemiddelde waarde van de aan de integrator 6 toegevoerde stroom $I_{AFC}$ is duidelijk aan deze figuren te ontnemen, evenals de verhoging van het ruisniveau nabij $\delta f = 0$. Deze laatste verhoging is evenwel vanwege zijn relatief kleine waarde niet bezwaarlijk. Het voordeel van de grotere positieve stroomwaarde van $I_{AFC}$ voor ruis is o.a. een snellere inregeling van de AFC-lus na inschakeling van de ontvanger.

De extra verkregen ruimte kan evenwel ook benut worden

voor het vergroten van de selectiviteit van de ontvanger door de bandbreedte van het banddoorlaatfilter iets te verkleinen.

Vanwege het feit dat de ontvanger o.a. maar een enkel filter heeft is realisatie in geïntegreerde vorm gemakkelijk.

CONCLUSIES

1. Een FSK data ontvanger bevattende een mengtrap voor het aan toevoeren van een ontvanger FSK signaal met een door een data signaal in frequentie gemoduleerd draaggolfsignaal $f_c$ met een gegeven frequentiezwaai $\Delta f$ en een door een spanningsgestuurde oscillator afgegeven lokaal oscillator signaal met een binnen de band van de ontvanger gelegen signaalfrequentie $f_L$, welke ten opzichte van de draaggolf signaalfrequentie $f_c$ over een gegeven waarde $\delta f$ in frequentie is verschoven, een op de mengtrap aangesloten banddoorlaatfilter, een op het banddoorlaatfilter aangesloten detectieschakeling voor het uit door de mengtrap afgegeven som- en verschilfrequentie signalen $\Delta f \pm \delta f$ terugwinnen van het data signaal en een tussen de detectieschakeling en de spanningsgestuurde oscillator aangesloten AFC regellus, daardoor gekenmerkt, dat de ontvanger middelen bevat voor het bevoordelen van de energie-inhoud van signalen met frequenties gelegen nabij de uiteinden van de doorlaatband van de ontvanger ten opzichte van signalen met daartussen gelegen signaalfrequenties en dat de AFC regellus een integrator bevat gekoppeld met de middelen voor het bevoordelen van de energieinhoud van signalen met frequenties gelegen nabij de uiteinden van de doorlaatband voor het opwekken van een stuursignaal voor de spanningsgestuurde oscillator.

2. Een FSK data ontvanger volgens conclusie 1, daardoor gekenmerkt, dat de middelen het banddoorlaatfilter en de detectieschakeling bevatten, dat het banddoorlaatfilter twee pieken bevat gelegen rondom de signalen met frequenties gelegen nabij de uiteinden van de doorlaatband, dat de detectieschakeling een begrenzer bevat aangesloten op het banddoorlaatfilter en een frequentie-spanningsomzetter bevat met een zodanige karakteristiek dat de absolute waarde van de uitgangsspanning voor de signalen met frequenties gelegen nabij de uiteinden van de doorlaatband van het banddoorlaatfilter groter is dan de uitgangsspanning voor de signalen met daartussen gelegen signaalfrequenties.

3. Een FSK data ontvanger volgens conclusie 1, daardoor gekenmerkt, dat de middelen de detectieschakeling en een in de AFC regellus aangebrachte niet-lineaire detector bevatten, dat de detectieschakeling een frequentiespanningsomzetter bevat met een zodanige karakteristiek dat de absolute waarde van de uitgangsspanning voor de signalen met frequenties gelegen nabij de uiteinden van de doorlaatband van het banddoorlaatfilter groter is dan de uitgangsspanning

voor de signalen met daartussen gelegen signaalfrequenties.

4. Een FSK data ontvanger volgens conclusie 1, daardoor gekenmerkt, dat de middelen de detectieschakeling bevatten, dat deze detectieschakeling een frequentiespanningsomzetter bevat met een amplitude en fasekarakteristiek welke een niet-lineaire functie is van de frequentie, welke karakteristiek spiegelsymmetrisch is ten opzichte van een referentie punt, en de AFC regellus een tussen de omzetter en de integrator gelegen gelijkrichter bevat.

5. Een FSK data ontvanger volgens conclusie 2 of 3, daardoor gekenmerkt, dat de frequentie-spanningsomzetter een amplitude en fase karakteristiek heeft welke een lineaire functie van de frequentie is en waarvan het referentie bij de frequentie $\Delta f$ is gelegen en de AFC regellus een tussen de frequentie-spanningsomzetter en de integrator gelegen gelijkrichter bevat.

6. Een FSK data ontvanger volgens conclusie 5, daardoor gekenmerkt, dat de AFC regellus een referentie-spanningsbron en een verschilversterker met een stroomuitgang bevat, welke uitgang op de integrator is aangesloten, en dat de referentiespanningsbron en de gelijkrichter op ingangen van de verschilversterker zijn aangesloten.

7. Een FSK data ontvanger volgens conclusie 1, daardoor gekenmerkt, dat de AFC regellus een tussen de integrator en de spanningsgestuurde oscillator aangesloten tweede begrenzer bevat.

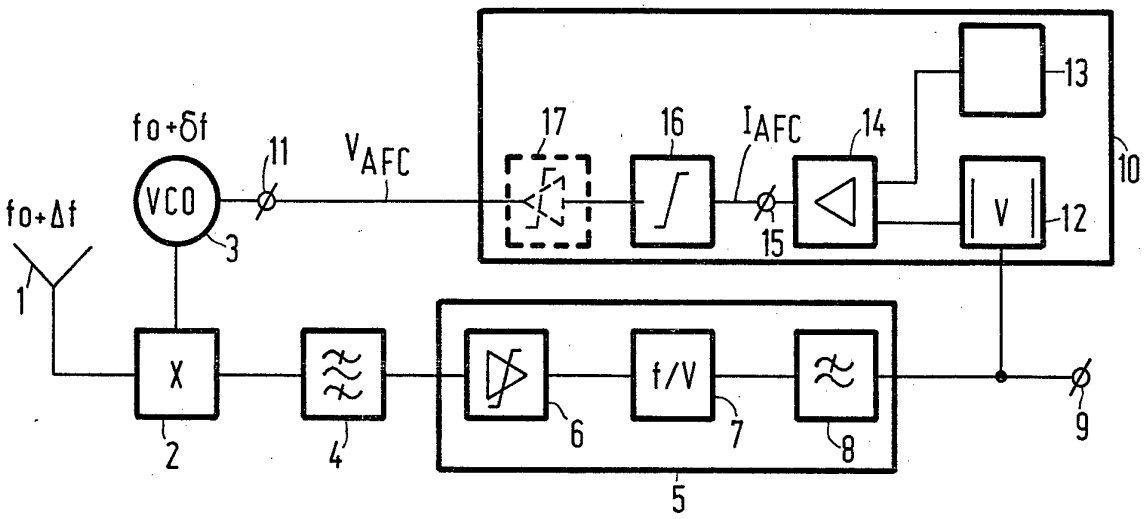

fo+δf
VCO
3
11
$V_{AFC}$
17
16
$I_{AFC}$
14
13
10
fo+Δf
1
X
2
4
6
f/V
7
8
5
V
12
15
9

FIG.1

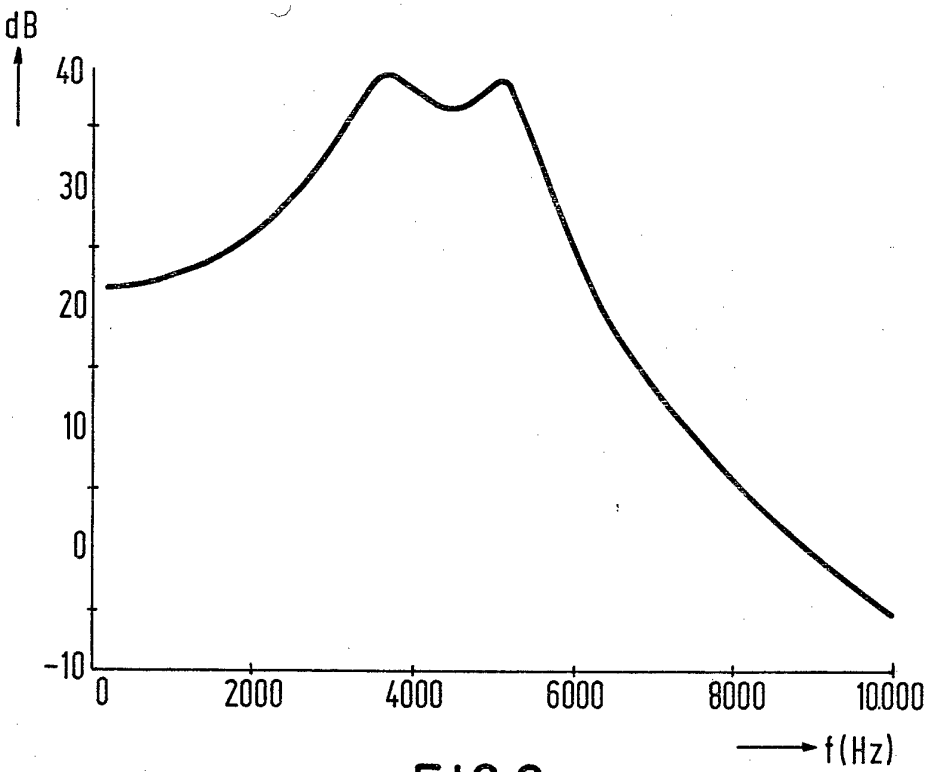

dB
40
30
20
10
0
-10
0
2000
4000
6000
8000
10000
f(Hz)

FIG.6

FIG.2




FIG.3




FIG.4




FIG.5