



NORGE

[NO]

**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

[B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 132883

(51) Int. Cl.² G 01 V 3/16

(21) Patentsektnad nr. 4011/69

(22) Inngitt 08.10.69

(23) Løpedag 08.10.69

(41) Alment tilgjengelig fra 18.04.70

(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt 13.10.75

(30) Prioritet begjært 17.10.68, Frankrike, nr. 170279

(54) Oppfinnelsens benevnelse Anordning for kompensering av forstyrrende magnetfelter i et transportmiddel.

(71)(73) Søker/Patenthaver COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE,
29, rue de la Fédération,
Paris 15e, Frankrike.

(72) Oppfinner SALVI, Antoine,
Fontaine,
Frankrike.

(74) Fullmektig Bryns Patentkontor A/S, Oslo.

(56) Anførte publikasjoner Norsk patent nr. 115446, 115447, 110748
Fransk patent nr. 1485557.

Oppfinnelsen angår en anordning for kompensering av forstyrrende magnetfelter i et transportmiddel, særlig et fly, som er forsynt med et magnetometer for måling av feltstyrken av et ytre magnetfelt, f.eks. jordmagnetfeltet, omfattende to magnetometerhoder som er anordnet på to steder i innbyrdes avstand.

I det franske patent nr. 1.485.557 er det beskrevet en fremgangsmåte til kompensering eller opphevelse av parasittiske magnetfelt, særlig i et fly som har et magnetometer og den karakteriseres ved at man bestemmer forskjellen i totalt magnetfelt i

132883

to punkter hvori intensiteten for det ytre magnetfelt er vesentlig den samme mens intensitetene for det parasittiske magnetfelt er forskjellige og frembringer en størrelse for styring, særlig en strømintensitet som i det vesentlige er proporsjonal med denne forskjell og følgelig med det parasittiske magnetfelt, og man frembringer under kontroll av den nevnte størrelse et kompenserende magnetfelt som er dirigert i omvendt betydning av det parasittiske magnetfelt og av intensiteten som i det vesentlige er proporsjonal med denne størrelse for å annullere den nevnte forskjell og patentet beskriver videre en anordning for utøvelse av denne fremgangsmåte og den er karakterisert ved at den i kombinasjon omfatter anordninger for frembringelse av en elektrisk strøm hvis intensitet i det vesentlige er proporsjonal med forskjellen i magnetiske felt i to punkter hvori det ytre magnetfelts intensitet er vesentlig den samme, mens intensitetene for det parasittiske magnetfelt er forskjellige, spoler av ledningstråd og anordninger for matning av disse spoler med den nevnte strøm, idet anordningen av de nevnte spoler og koeffisienten for proporsjonaliteten mellom den nevnte strøm og den forskjell er slik at de nevnte spoler frembringer et kompenserende magnetfelt som annullerer den nevnte forskjell.

Denne tidligere anordning omfatter følgelig spoler som frembringer et magnetisk felt for kompensering og som kunne innvirke på de andre apparater ombord i flyet, hvilket krever at det tas visse forholdsregler.

I det amerikanske patent nr. 2.715.198 kompenseres de magnetiske forstyrrelser som skriver seg fra Foucault-strømmene i et fly idet man ved å gå ut fra indikasjonene på en spesiell type magnetometer og en differensiator samt en spole frembringer et korrigerende magnetfelt som er proporsjonalt og motsatt rettet Foucault-strømmene.

På den annen side er det i det amerikanske patent nr. 2.891.216 beskrevet en kompensasjon av et magnetisk påvisningssystem anbragt ombord i et fly omfattende en forstyrrelseskilde, idet det kompenserte system omfatter et første magnetometer som er anbragt i en bestemt avstand fra forstyrrelseskilden og et annet magnetometer som er anbragt i en avstand fra den nevnte kilde som er større enn den nevnte forutbestemte avstand, idet disse to magneto-

metere er elektrisk motsatt forbundet og idet det er anordnet dempningsledd for å kompensere for virkningene av forstyrrelsene i de to magnetometere.

Det første og det annet magnetometer ifølge det sistnevnte patent er anbragt ved to punkter i flyet hvor det totale magnetfelt på den ene side er $H + hk$, og på den annen side $H + h$, idet man kaller H det ytre magnetfelt som skal måles, h er det parasitiske magnetfelt ved det punktet hvor det annet magnetometer befinner seg og K er en konstant som er større enn 1, idet man forminsker utgangen av det første magnetometeret i forholdet k , og man utleder forskjellen mellom utgangen fra det annet magnetometer og den dempede utgang fra det første magnetometeret slik at det gis et signal som er proporsjonalt med $(H - h) - \frac{1}{k} (H + kh) = (1 - \frac{1}{k}) H$.

Et slikt system har den ulempe at det ikke har stor nøyaktighet og i virkeligheten hvis man for k tar en verdi som er meget over 1, spesielt lik 2, slik som angitt i eksemplet i patentet, er de to magnetometere innbyrdes fjernt fra hverandre da de skal befinne seg i avstander som er proporsjonale med 1 og $\sqrt[3]{k}$ fra kilden for de magnetiske forstyrrelser idet det er gitt at den magnetiske virkning varierer som omvendt med roten av avstanden (som antydnet i det nevnte patent nr. 2.891.216, spalte 1, linje 64 - 66), mens de to magnetometere er for fjerne til å være underkastet homotetiske parasitiske magnetfelt og kompensasjonen kan ikke være kraftig for alle posisjoner i flyet.

Hvis man for k tar en liten verdi meget nær 1, f.eks. $k = \frac{20}{19}$, er de to magnetometere tilstrekkelig nær til å underkastes magnetiske felt av forstyrrelser som i det vesentlige er homotetiske, men systemets presisjon er redusert da det bare måler en liten fraksjon av feltet H som skal bestemmes. For $k = \frac{20}{19}$ er det målte magnetiske felt nemlig $(1 - \frac{1}{k}) H$ lik $(1 - \frac{19}{20}) H = \frac{H}{20}$, og presisjonen er dividert med en faktor 20.

Man ledes således tilslutt til et kompromiss og man tar en verdi for k av en størrelsesorden på $\frac{10}{9}$ og man måler $\frac{H}{10}$ fra hvilket man får en presisjon dividert med 10.

Hensikten med foreliggende oppfinnelse er å redusere de ulemper som er nevnt i det foregående ved å tillate en presisjon som er minst lik presisjonen ifølge det franske patent nr. 1.485.557 idet det realiseres en elektronisk kompensasjon uten å frembringe

parasittisk magnetiske felt i den sone hvor apparatet befinner seg i flyet.

Dette oppnås ifølge oppfinnelsen ved at innretninger (3,5) for frembringelse av en første spenning som med en første proporsjonalitetskoeffisient er proporsjonal med styrken av det samlede magnetfelt på et første sted som ligger i en første avstand fra de forstyrrende magnetfelters Barysentrum, innretninger (3, 8, 11; 3, 3a, 31) for frembringelse av en andre spenning som med en andre proporsjonalitetskoeffisient er proporsjonal med differensen mellom styrken av det samlede magnetfelt på det første sted og et andre sted i en andre avstand fra Barysentret, innretninger (16) for multiplikasjon av den andre spenning med en faktor ϕ som er avhengig av den første avstand, for frembringelse av en tredje spenning (e_3) som med den første proporsjonalitetskoeffisient er proporsjonal med styrken av det forstyrrende magnetfelt på det første sted, innretninger (18) for å danne differansen mellom den første og tredje spenning, og innretninger (26,27) for å bestemme amplituden av en av differensen dannet fjerde spenning som er proporsjonal med styrken av det ytre, fra innvirkning av de forstyrrende magnetfelter befridde magnetfelt som skal måles på det første sted, hvorved den første avstand x , avstanden Δx mellom det første og andre sted, den første proporsjonalitetskoeffisient k_1 , den andre proporsjonalitetskoeffisient k_2 , faktoren ϕ og forholdet $\mathcal{F}$ mellom styrken av de forstyrrende magnetfelter på det andre og det første sted er innbyrdes avhengige i samsvar med formlene:

$$\Delta x = x (\sqrt[3]{\mathcal{F}} - 1) \text{ og } k_2 \cdot \phi k_1 = \frac{x}{3}$$

Ytterligere trekk ved oppfinnelsen fremgår av kravene

2-4.

Oppfinnelsen skal nedenfor forklares nærmere under henvisning til tegningene.

Fig. 1 viser et blokkskjema for en gradientmåler for å utføre den innledende kompensering av magnetometeret, nemlig bestemmelse av gradienten for de forstyrrende magnetfelt og posisjonen av disse felts Barysenter.

Fig. 2 tjener til å forklare funksjonen av et kjernefilter som omfatter gradientmåleren fra fig. 1.

Fig. 3 viser skjematisk strukturen og virkningen av en

fasemåler som likeledes omfatter gradientmåleren fra fig. 1.

Fig. 4 viser skjematisk anordningen som omfatter gradientmåleren fra fig. 1 anvendt for å bestemme posisjonen av Barysenteret i de forstyrrende felt.

Fig. 5 viser skjematisk en første utførelsesform for et kompensert magnetometer ifølge oppfinnelsen.

Fig. 6 viser skjematisk anordningene for kompenseringen ifølge den annen anvendelse av oppfinnelsen idet de magnetiske forstyrrelser fordeles av Foucault-strømmer.

Fig. 7 forklarer virkningen som fremkalles av de anordninger som er vist på fig. 6.

Fig. 8 viser endelig skjematisk en annen utførelsesform for et magnetometer som er kompensert ifølge oppfinnelsen.

Før to foretrukne utførelsesformer beskrives i detalj for et kompensert magnetometer ifølge oppfinnelsen, skal det under henvisning til figurene 1 og 3 forklares en preliminær fase som har til formål å studere Barysenteret for de forstyrrende felt, hvilke skriver seg fra ferromagnetiske masser, og bestemme posisjonen av dette Barysenter.

For dette formål anvendes en magnetisk gradientmåler av den type som er beskrevet i det franske patent nr. 1.485.556 med to sonder eller hoder for måling anordnet i en viss avstand (f.eks. en størrelsesorden på 1,50 meter), den ene fra den annen, idet gradientmåleren bestemmer avstanden (eller gradienten) mellom intensitetene for de totale magnetiske felt som de to hoder er underkastet.

Bestemmelsen av Barysentrene for de forstyrrende magnetiske felt er basert på det faktum at variasjonene i de ytre magnetfelt (som skriver seg fra det område som gjennomflys av flyet) tilkjennegis ved en magnetisk gradient på null mellom de to hoder mens derimot alle magnetiske forstyrrelser som frembringes av flyet tilkjennegis ved en magnetisk gradient som er forskjellig fra null.

Hvis Barysenteret for ferromagnetiske masser som er ekvivalente med flyets forstyrrelsesfelt forskyves under flyvningen til det indre av et volum med små dimensjoner sammenlignet med avstanden mellom hodene for den magnetiske gradientmåler, vil variasjonene i den magnetiske gradient bestemt av dette gradientmeter ha samme utvikling og samme fase som forstyrrelsene og dette gir

et konstant amplitudeforhold (det eksisterer en virkelig homotetisk tilstand mellom disse variasjoner og forstyrrelsene). Dette tillater som det forklares i det følgende, at det kompenseres meget nøyaktig ved hjelp av oppfinnelsen uten å deformere eller oppdele med noen faktor (slik som faktoren $(1 - \frac{1}{k})$ i det amerikanske patent nr. 2.891.216) det signal som er representativt for intensiteten for det ytre magnetfelt som man ønsker å måle.

Det skal her bemerkes at den nøyaktige bestemmelse av det eller de tidligere nevnte Barysentre og den automatiske selvkompensasjonen av de parasittiske magnetiske felt krever måling av den magnetiske gradient med en meget stor presisjon. I virkeligheten oppstår en forstyrrelse på 1 % på sonden eller hodet på måleren med en avstand på 1,50 meter og en feltdifferens på 0,2 % og det må følgelig oppnåes en presisjon i målingen på en størrelsesorden på 0,01 % og en konstant forskjell (dvs. en samme verdi for den magnetiske gradient) for hvilken som helst posisjon i flyet. Imidlertid tillater den magnetiske gradientmåler ifølge det franske patent nr. 1.485.556, at man kan måle variasjoner i intensitet for magnetisk felt mellom to punkter av en størrelsesorden på 0,001 % som blir 0,01 μ G. Disse variasjoner gir når de en gang er registrert den generelle utvikling av de magnetiske forstyrrelser.

På fig. 1 er det vist meget skjematisk strukturen for den magnetiske gradientmåler ifølge det franske patent nr. 1.485.556. Det omfatter i sin aktuelle versjon to sonder eller hoder L_1 og L_2 i en avstand fra hverandre på 1,50 meter ($D' = 1,50$ m) og er innelukket i et holderrør M av et stivt plastmateriale (for å holde fast den relative stilling mellom de to hoder L_1 og L_2) og som er gjennomtrengelig overfor magnetiske felt.

Hodet eller sonden L_1 som med fordel er av spinnkopplings-typen virker som en kjerneoscillator dvs. at det gir en spenning T_1 for den Larmor-frekvens for kjernespinnet som det inneholder, en frekvens som er nøyaktig proporsjonal med intensiteten av det totale magnetiske felt som er oppfanget ved punktet N_1 av sonden L_1 . Denne spenning T_1 forsterkes i en forsterker P_1 og dens frekvens måles generelt i en frekvensmåler Q som gir en spenning T_2 som er proporsjonal med den nevnte frekvens. Denne spenning T_2 filtreres i et filter R før den registreres på banen I i en registreringsanordning V.

Det annet hode eller sonde L_2 er et kjernefilter som mottar spenningen T_1 som er forsterket i forsterkeren P_1 med en vinkel- eller pulsfrekvens $\omega_1 = \gamma H_1$, idet man kaller γ det gyromagnetiske forhold for kjernespinnet og H_1 intensiteten for det totale magnetfelt i N_1 . Kjernefilteret L_2 er et båndpassfilter som er sentrert på vinkel- eller pulsfrekvensen $\omega_2 = \gamma H_2$, idet man kaller H_2 intensiteten for det totale magnetfelt i N_2 og idet en antar at kjernefilteret omfatter de samme kjernespinnet (det gyromagnetiske forhold γ) som kjerneoscillatoren L_1 som utgjør det første hode. Amplituden av frekvenskurven, dvs. spenningen T_3 som går ut av L_2 som funksjon av ω_2 er gitt av den øvre kurve på figuren 2.

Kjernefiltret har likeledes til formål å faseforskyve T_3 i forhold til T_1 når ω_2 er forskjellig fra ω_1 , som antydtes av den, nedre kurve på fig. 2 som gir variasjonen i fase $d\varphi$ mellom T_3 og T_1 som funksjon av ω_2 . Når $H_1 = H_2$, $\omega_1 = \omega_2$ er faseforskjellen $d\varphi$ innført av kjernefilteret L_2 null, men ettersom en gradient dH av det magnetiske felt opptrer mellom punktene N_1 og N_2 , er ω_2 forskjellig fra ω_1 og en faseforskjell $d\varphi$ er innført av filteret. Variasjonen i fase er meget steil: den er $\frac{\pi}{2}$ ($d\varphi$ går fra $-\frac{\pi}{4}$ til $+\frac{\pi}{4}$ for en variasjon av dH på 5γ , hvilket gir en meget stor følsomhet for gradientmåleren.

Spenningen T_3 som kommer ut av kjernefilteret L_2 blir forsterket i en forsterker P_2 og faseforskjellen mellom spenningene T_1 og T_3 forsterket i forsterkerne P_1 og P_2 bestemmes i et fasemeter X (med to innganger X_1 og X_2) som gir (ved utgangen X_3) en spenning T_4 som er proporsjonal med $d\varphi$, en spenning T_4 som registreres på kanalen II for registreringsanordningen V parallelt med spenningen T_2 , som etter filtrering ved hjelp av filtrene R , registreres på kanal I i samme registreringsanordning.

På fig. 3 gjengis oppbygningen og virkemåten av fasemåleren X fra fig. 1. Denne fasemåler omfatter to kanaler Y_1 og Y_2 hvorav kanalen Y_1 i serie omfatter en fasevender g , en formeenhet h_1 (av typen Schmitt-trigger og en enhet for differensiering og likeretting j_1 bestående av kondensatoren m_1 , dioder n_1 og p_1 og motstanden r_1).

132883

Den annen kanal Y_2 omfatter en formeenhet h_2 (av typen Schmitt-trigger) og en enhet for differensiering og likeretting j_2 med en kondensator m_2 , dioder n_2 og p_2 og motstand r_2 .

Signalet fra de to kanaler Y_1 og Y_2 påtrykkes de to innganger til en bistabil krets s av typen Eccles-Jordan hvis ene utgangssignal påtrykkes en integrator v hvis utgang utgjør utgangen X_3 i fasemåleren X .

Denne virker som følger:

Hvis man antar først at $d\varphi$ er null, blir de to spenninger T_1^1 (avledet av T_1 ved forsterkning i P_1 og inversjon av fasen i g) og T_2^1 (avledet fra T_2 ved forsterkning i P_2) nøyaktig i motsatt fase som vist, og det samme gjelder for impulsene T_1^2 og T_2^2 som formes i h_1 og h_2 respektive. De positive impulser T_2^3 svarende forreste flanke av pulsene T_2^2 kommer således til å stille seg nøyaktig midt mellom de positive impulser T_1^3 svarende forreste flanke av pulsene T_1 . Av denne grunn forblir kretsen s i like perioder i hver tilstand og avgir følgelig et signal T^0 som har like positive og negative bølger, og integratoren v avgir en nullspenning.

Derimot, etterat $d\varphi$ opphører å være null, vil impulsene T^3 ikke lenger anbringe seg nøyaktig midt mellom to impulser T_1^3 og bølgeene av T^0 blir usymmetriske om null-linjen. Integratoren v avgir en positiv eller negativ spenning (alt etter faseforskjellen $d\varphi$ og følgelig den magnetiske gradient), ikke null, disponibel i X_3 og registrert på kanalen II i registreringsanordningen V .

Som et eksempel har man kunnet oppnå en integrert spenning $T_4 \pm 5$ volt for en faseforskyvning på $\pm \frac{\pi}{4}$ for en gradient på $\pm 5\%$. Da elektronstøyen i enheten er mindre enn 1 millivolt, kan man følgelig godta 0,001%.

Endelig registrer registreringsanordningen V takket være presisjonen for fasemåleren X og presisjonen for frekvensmåleren Q som f.eks. kan være av den type som er beskrevet i tilleggset 88.663 til det franske patent nr. 1.430.874 - samtidig side ved side gradienten for det magnetiske felt (i virkeligheten halegradienten for flyet) og den absolutte verdi for det totale magnetfelt.

Enheten som gjengitt på fig. 1 gir følgelig med hensyn til de magnetiske forstyrrelser ved flyvning på den ene side ΔH_1

132883

magnetiske forstyrrelser i N_1 og på den annen side ($\Delta H_2 - \Delta H_1$), forskjellen mellom ΔH_2 , den magnetiske forstyrrelse i N_2 , og ΔH_1 som er nevnt ovenfor og dette med en stor nøyaktighet.

I det følgende skal under henvisning til fig. 4 vises at man med god nøyaktighet og takket være en enkel montasje kan utlede avstanden x i hvilken Barysenteret befinner seg (de ferromagnetiske masser) for sonden L_2 f.eks. Ved å foreta denne bestemmelse i hver hovedretning kan man vurdere stabiliteten av posisjonen av Barysenteret og for hver type fly eller annen bærer definere mulighetene for en selvkompensasjon.

På fig. 4 finnes de to hoder L_1 og L_2 fra fig. 1 idet hode L_2 er nærmest kilden S^0 for forstyrrelsene (tyngdesenteret for de magnetiske forstyrrelser) som gir en intensitet ΔH_1 for den magnetiske forstyrrelse i N_1 hvor hodet L_1 er anbragt og en intensitet ΔH_2 for magnetisk forstyrrelse i N_2 hvor hodet L_2 er anbragt i avstand Δx (i virkeligheten 1,50 meter) fra L_1 .

Det kompensasjonssystem som er angitt på fig. 4 omfatter: en kilde for kompensasjonsspenning V^0 , en spenningsdeler Z med en skyver Z_1 som fordeler spenningen V^0 mellom motstandene med verdiene R_1 og R_2 og to viklinger W_1 og W_2 som gjennomstrømmes respektive av strømmene I_1 og I_2 som er proporsjonale med R_1 , respektive R_2 , idet disse viklinger W_1 , W_2 frembringer respektive kompensasjonsmagnetfelt $\Delta H'_1$ og $\Delta H'_2$ som er proporsjonale respektive med I_1 og I_2 .

For en fullstendig kompensasjon har man

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{\Delta H'_2}{\Delta H'_1} = \frac{\Delta H_2}{\Delta H_1} = \rho$$

Betingelsen $\frac{\Delta H_2}{\Delta H_1} = \rho$ som nevnt i det foregående realiseres ved tre følgende ΔH_1 betingelser:

- hodene L_1 og L_2 har en høy presisjon, av en størrelsesorden på minst 0,01%, og uansett stillingen for hodene i magnetometerne i forhold til feltets retning,

- avstanden Δx er fullstendig kjent og litt foran x ($\frac{x}{\Delta x} > 10$),

- reguleringen av strømmene I_1 og I_2 sikrer kompensasjonen.

132883

Når de tre betingelser er oppfylt, kan man beregne x ved å gå ut fra kjent Δx og av p bestemt av skyveren Z . Ved å sette m som forstyrrelsesmassen i S^0 har man

$$\Delta H_2 = \frac{m}{2\pi x^3} \quad \text{og} \quad \Delta H_1 = \frac{m}{2\pi (x + \Delta x)^3}$$

$$\frac{\Delta H_2}{\Delta H_1} = \frac{(x + \Delta x)^3}{x^3} = 1 + \frac{3\Delta x}{x} + \frac{3(\Delta x)^2}{x^2} + \frac{(\Delta x)^3}{x^3} = p.$$

Idet X settes $= \frac{\Delta x}{x}$ har man

$$p = 1 + 3X + 3X^2 + X^3 \quad \text{eller}$$

$$p = (1 + X)^3, \quad \text{dvs.}$$

$$1 + X = \sqrt[3]{p} \quad \text{følgelig} \quad \frac{\Delta x}{x} = X = \sqrt[3]{p} - 1.$$

$$\text{Resultatet er } x = \frac{\Delta x}{\sqrt[3]{p} - 1}$$

Man kan følgelig beregne x ved å gå ut fra Δx og p .

I praksis utføres reguleringen av strømmene I_1 og I_2 i kompensasjonsspolene W_1 og W_2 under de bestemte bevegelser flyet har i hver ende eller hjørne (f.eks. en slingrebevegelse med en amplitude $\pm 10^\circ$ i perioder på 6 sekunder). Man innvirker på I_1 , I_2 og V^0 for å oppnå samtidig $\Delta H_1 - \Delta H'_1 = 0$ og $(\Delta H_2 - \Delta H'_2) - (\Delta H_1 - \Delta H'_1) = 0$. I dette øyeblikk gir forholdet mellom motstandene R_2/R_1 (som man kan avlese på deleren Z som kan være et potensiometer som er gradert for ti trinn $I_2/I_1 = p$).

Målingen av avstanden x fra tyngdesenteret som skal beskrives under henvisning til fig. 1 - 4, kan tillate å kompensere magnetiske forstyrrelser som skriver seg fra flyet ifølge fremgangsmåten og anordningen som er beskrevet i det franske patent nr. 1.485.557. Det er tilstrekkelig å påtrykke på kompensasjonsspolene 16 og 17 i dette patent den spenning som representerer forskjellen $(\Delta H_2 - \Delta H_1)$. Allikevel, den store presisjon med hvilken man ved hjelp av fremgangsmåten som nettopp er beskrevet oppnår målingen av gradienten for det magnetiske felt i nærheten av detektorsonden L_1 tillater en elektronisk kompensasjon direkte idet man fra spenningen T_2 som avgis av frekvensmåleren Q og proporsjonalt med intensi-

teten for det totale magnetiske felt ($H_1 + \Delta H_1$) i N_1 trekker en spenning som er proporsjonal med ΔH_1 oppstått ved å anvende hoveddisposisjonen ifølge oppfinnelsen slik som vist i det følgende i detalj under henvisning til fig. 5.

Idet forklaringene angående studiet av de første faser ved forstyrrende felt er avsluttet, skal det nå gåes over til å behandle anordningene ifølge oppfinnelsen for kompensering respektive av parasittiske felt som skriver seg fra ferromagnetiske masser i flyet (fig. 5) og Foucault-strømmer (fig. 6 og 7).

Den store følsomhet for målingen av gradienten tillater at de to hoder (kjerneoscillator og kjernefilter) ved anordningen ifølge oppfinnelsen og svarende til hodene L_1 og L_2 på fig. 4 kan nærme seg til en liten avstand seg imellom på f.eks. 1 meter.

Man kan så direkte skrive den klassiske ligning

$$x \cdot \frac{d(\Delta H_1)}{dx} = 3 \Delta H_1 \text{ på grunn av at } H \text{ varierer som } \frac{1}{x^3} \text{ (symbolet } \frac{d}{dx}$$

representerer den deriverte i forhold til x). Når Δx er liten, er forskjellen ($\Delta H_2 - \Delta H_1$), i det vesentlige $\frac{d(\Delta H_1)}{dx}$. Når den erholdte signalfase er kraftig, er det tilstrekkelig å realisere betingelsen $\Delta H_1 - \frac{x}{3} \cdot \frac{d(\Delta H_1)}{dx} = 0$ for å fullstendig annullere innvirkningen av de magnetiske masser i fly på nivået for hodet eller sonden L_1 .

Det er følgelig tilstrekkelig å multiplisere $\frac{d(\Delta H_1)}{dx}$ (dvs. $\Delta H_2 - \Delta H_1$) med en konstant faktor $\frac{x}{3}$ og utelate verdien av målingen som er utført med hodet L_1 for å annullere de forstyrrelser som fremkalles av de magnetiske masser i N_1 da ΔH_1 , som man vil kompensere nettopp er lik $\frac{x}{3} \cdot \frac{d(\Delta H_1)}{dx}$.

En anordning for å utføre de nevnte operasjoner er vist på fig. 5. Den omfatter i kombinasjon:

- Et magnetometerhode 3 (som f.eks. utgjøres av en kjerneoscillator av den type som er beskrevet i det franske patent nr. 1.485.556), anbragt i et første punkt 1 i en første avstand d_1 ($d_1 = x + \Delta x$) fra Barysenteret 4 for de forstyrrende magnetiske felt (pilen m viser de forstyrrende magnetiske masser) er egnet

til å fremkalle en første emk med en frekvens f_1 som er proporsjonal med intensiteten $H_0 + \Delta H_1$ at det totale magnetiske felt (idet man kaller H_0 det ytre magnetiske felt som skal måles og ΔH_1 det forstyrrende felt i punkt 1) i det første punkt 1.

- En frekvensmåler 5 (f.eks. av den type som er beskrevet i det franske tillegg nr. 88.663) forbundet med utgangen 6 for det nevnte magnetometerhode 1 - fortrinnsvis gjennom en forsterker 7 - for fra den nevnte første emk med frekvensen f_1 å utlede en første spenning e_1 som er proporsjonal med den nevnte frekvens og følgelig med den nevnte intensitet ($H_0 + \Delta H_1$) av det totale magnetiske felt.

- Et kjernefilter 8 (fortrinnsvis av den type som er beskrevet i det nevnte franske patent nr. 1.485.556), anbragt i et annet punkt 2 i en annen avstand d_2 ($d_2 = x$) fra det nevnte tyngdesenter 4 og som har sin inngang 9 forbundet med utgangen 6 idet nevnte hode 1 - fortrinnsvis gjennom en forsterker 7 - for derfra å få den første emk med frekvensen f_1 og for ved sin utgang 10 å avgi en annen emk med frekvensen f_2 som, med den nevnte første emk med frekvensen f_1 , gir en faseforskjell som er proporsjonal med forskjellen ($\Delta H_2 - \Delta H_1$) mellom intensitetene ($H_0 + \Delta H_2$) og ($H_0 + \Delta H_1$) for det totale magnetiske felt i dette annet punkt 2 og det første punkt 1 (idet man kaller ΔH_2 forstyrrelsesfeltet i punkt 2).

- En fasemåler 11 (f.eks. av den type som er beskrevet i det nevnte franske patent nr. 1.485.556 og vist på fig. 3 på tegningen) med to innganger 12, 13 som er forbundet, den første 12 med utgangen 6 for det nevnte magnetometerhode 1 - fortrinnsvis gjennom den nevnte forsterker 7 - for å motta den nevnte første emk med frekvensen f_1 og sonden 13 ved utgangen 10 i kjernefilteret 8 - fortrinnsvis gjennom en forsterker 14 - for å motta den nevnte annen emk med frekvensen f_2 , og en utgang 15 som gir en annen spenning e_2 som er proporsjonal med den nevnte forskjell ($\Delta H_2 - \Delta H_1$) mellom intensitetene for de totale magnetfelt.

- En forsterker 16 med regulerbart uttak hvis inngang 17 er forbundet med utgangen 15 for den nevnte fasemåler 11 for å motta nevnte annen spenning e_2 og derav utlede en tredje spenning e_3 .

- En substraksjonsenhet 18 med to innganger 19, 20 forbundet, den første 19 med utgangen 21 i den nevnte frekvensmåler 5 for å motta den nevnte første spenning e_1 og den annen 20, med utgangen

132883

22 i den nevnte forsterker 16 for der å motta den nevnte tredje spenning e_3 og en utgang 24 som gir en fjerde spenning e_4 som er proporsjonal med forskjellen mellom den nevnte første spenning e_1 påtrykket den første inngang 19 og den nevnte tredje spenning e_3 som er påtrykket den annen inngang 20, og

- Anordninger for måling av den nevnte fjerde spenning e_4 som er proporsjonal med intensiteten H_0 i det ytre magnetfelt som skal måles i det nevnte første punkt 1 for en hensiktsmessig regulering av utgangen fra forsterkeren 16, samt bestemte stillinger av det nevnte magnetometerhode 3 og det nevnte kjernefilter 8 i hovedsaklig flyets akse 25 eller annen bærer når dette er mulig, idet de nevnte anordninger omfatter f.eks. en filter 26 som filtrerer de ønskede komponenter fra e_4 og er etterfulgt av en registreringsanordning 27.

Virkningen av denne anordning er følgende:

Kjerneoscillatoren eller magnetometerhodet 3 gir en emk med frekvensen f_1 med frekvens f som er proporsjonal med $(H_0 + \Delta H_1)$. Denne emk med frekvensen f_1 som er forsterket i forsterkeren 7 tilføres

- til frekvensmåleren 5 for avgivelse av en spenning e_1 med en amplitude $a_1 = k_1 (H_0 + \Delta H_1)$, idet k_1 er en konstant,

- til kjernefilteret 8 som gir en emk med frekvensen f_2 hvis faseforskyvning φ i forhold til emk med frekvensen f_1 avgitt av oscillatoren 3, er proporsjonal med $(\Delta H_2 - \Delta H_1)$,

- til fasemåleren 11 som likeledes mottar emk med frekvensen f_2 avgitt av filter 8 og forsterket i forsterkeren 14 og gir en spenning e_2 med en amplitude $a_2 = k_2 (\Delta H_2 - \Delta H_1)$, idet k_2 er en konstant som kan være lik k_1 .

Spenningen e_2 multipliseres i forsterkeren 16 med en faktor φ som er funksjon av avstanden $d_1 = x$, slik at det oppnås en spenning e_3 med en amplitude $a_3 = \varphi(x) k_2 (\Delta H_2 - \Delta H_1)$. Man velger $\varphi(x)$ slik at man kan realisere betingelsen $k_2 \varphi/k_1 = x/3$, hvor $a_3 = k_1 \frac{x}{3} (\Delta H_2 - \Delta H_1)$.

Det skal bemerkes at hvis $k_2 = k_1$ er $\varphi = x/3$.

Subtraksjonsenheten 18 får således en spenning e_1 med en amplitude $a_1 = k_1 (H_0 + \Delta H_1)$ i sin inngang 19 og en spenning e_3 med en amplitude $a_3 = k_1 \frac{x}{3} (\Delta H_2 - \Delta H_1) \approx k_1 \frac{x}{3} \frac{d(\Delta H_1)}{dx} = k_1 \Delta H_1$

(som forklart ovenfor under henvisning til fig. 4) på sin inngang 20 og den avgir følgelig ved sin utgang 24 en spenning e_4 med en amplitude $a_4 = k_1 (H_0 + \Delta H_1) - k_1 \Delta H_1 = k_1 H_0$. Man ser således at amplituden a_4 for spenningen e_4 er nøyaktig proporsjonal med det felt H_0 som man ønsker å måle. Det skal bemerkes at koeffisienten k_1 slett ikke er en fraksjonskoeffisient i likhet med koeffisienten $(1 - \frac{1}{k})$ i det siterte amerikanske patent nr. 2.891.216, hvilket reduserer nøyaktigheten, men simpelthen er proporsjonalitetskoeffisienten som er et resultat av forsterkeren 7 og frekvensmåleren 5 som gir en emk med frekvensen f_1 som ikke er oppdelt med noen reduksjonsfaktor.

Spenningen e_4 representerer intensiteten for jordmagnetfeltet H_0 (som den er strengt proporsjonal med) og dens forstyrrelser uavhengig av flyets bevegelser og de magnetiske masser i dette (med unntagelse av hva som vil sies i det følgende for Foucaultstrømmer).

Båndfilteret 26 tillater en registrering på registreringsanordningen 27 av uregelmessighetene hvis frekvens svarer til frekvensen for de søkte uregelmessigheter og å eliminere mest mulig de naturlige forstyrrelser og gradientene (horisontalt og vertikalt) av jordmagnetfeltet.

Slik som det er beskrevet vil kompensasjonen av magnetiske felter som skriver seg fra fly eller annen bærer noen ganger bli ufullstendig, da flyets bevegelser i jordmagnetfeltet, i de ledende overflater på flyet, særlig i flykroppen fremkalles Foucaultstrømmer som fordeler parasittiske magnetfelt som er desto sterkere jo større flyhastigheten er.

Heldigvis tillater symmetrien i flykonstruksjonen, eller annen bærer, å kompensere for disse fenomener på samme måte som for de permanente eller induserte parasittiske magnetfelt. Bare posisjonen av Barysenteret for de magnetiske krefter som oppstår fra Foucaultstrømmene er forskjellige fra posisjonen av Barysenteret for de permanente eller induserte magnetfelt. Det er følgelig for å oppnå en eneste regulering av kompensasjonen (som tidligere antydnet) nødvendig å la disse to Barysentre falle sammen og følge med forandre retningen på gradienten for det magnetiske felt som fremkalles av Foucaultstrømmene. Det skal i det følgende forklares hvorledes man kan gå frem i denne henseende (fig. 6 og 7).

Ifølge en annen anordning ifølge oppfinnelsen fremkalles

for kompensering av de magnetiske forstyrrelser som fordeles av Foucaultstrømmene i et fly eller annen bærer (fra akse 25, fig. 6), - særlig ved hjelp av spoler 28 som er matet av spenning som er oppsamlet i et sett av genererende spoler 29 med trirektangulære akser og faste i flyet, idet denne spenning er regulerbar i amplituden takket være en regulerbar motstand 30 - i nærheten av det nevnte annet punkt 2 (hvor filteret 8 er anbragt idet oscillatoren 3 er anbragt ved punkt 1), foretas en magnetfeltkorreksjon Δh_3 i motsatt fase med forstyrrelsesfeltet Δh_2 som skriver seg fra Barysenteret for Foucault-strømmene, idet verdien for denne feltkorreksjon Δh_3 er regulert slik at den faller sammen med det nevnte Barysenter for de magnetiske forstyrrelser som fremkalles av Foucaultstrømmene med Barysenteret for de ferromagnetiske masser (Barysenteret for Foucaultstrømmene er ført sin reelle stilling Br i virtuelle stilling Bv av dette korreksjonsfeltet Δh_3).

På en meget nøyaktig måte kan man betrakte tilfellet for magnetiske felt som fremkalles ved bevegelser av flykroppen og som fremkommer i duvingene nord-syd og syd-nord. Det reelle Barysenter Br gir på hodet 3 og filteret 8 variasjoner i felt som er respektive Δh_1 og Δh_2 . Spolene 28 frembringer et felt - Δh_3 (motsatt fase med Δh_2). Gradienten som resulterer ($\Delta h_2 - \Delta h_3$) - Δh_1 for Δh_1 konstant gir et Barysenterbilde i forhold til hodet 3 som synes å være mere fjernet enn ($\Delta h_2 - \Delta h_3$) og nærmer seg Δh_1 : Barysenteret går mot uendelig når ($\Delta h_2 - \Delta h_3$) går mot Δh_1 (fig. 7). Ved at man ved hjelp av den regulerbare motstand 30 regulerer intensiteten for den strøm som går gjennom spolene 28 og følgelig intensiteten av feltet Δh_3 kan man forskyve Barysenteret for Foucaultstrømmene for å la dem falle sammen med Barysentrene for de ferromagnetiske masser (tyngdesentret for Foucaultstrømmene går fra sin reelle stilling Br til sin virtuelle stilling Bv som er stillingen for Barysenteret for de ferromagnetiske masser). På fig. 7 er det vist ved hjelp av kurvene 31 og 32 den gradient som skriver seg fra det virtuelle Barysenter og for det reelle Barysenter for Foucaultstrømmene.

Denne mulighet skriver seg fra den formel som er angitt i det foregående

$$x = \frac{x}{\sqrt[3]{P'} - 1} \quad \text{med } P' = \frac{\Delta h_2 - \Delta h_3}{\Delta h_1} \quad \text{hvis man for konstant } \Delta h_1 \text{ lar}$$

Δh_3 variere, vil P' variere og det oppstår derved en synlig variasjon i x (på fig. 7 er det anført i tillegg til verdien x verdien x' som svarer til det reelle tyngdesenter Br.).

Målingen av avstanden mellom Barysentrene for Foucaultstrømmene og de ferromagnetiske masser som skyldes Foucaultstrømmene idet den målte avstand for Barysentrene for Foucaultstrømmene og for de ferromagnetiske masser som frembringer Foucaultstrømmene gir en resultant av forstyrrelser som er nærmere punktene 1 og 2 enn for de ferromagnetiske masser, idet h_3 skal være negativ hvilket under reguleringen av motstanden 30 gir en tydelig forskyvning av Barysenteret fremkalt av Foucaultstrømmene fra Br til Bv som vist på fig. 7.

Man skal bemerke at spolene 28 eventuelt kan være matet ikke bare av de spoler som underkastes det magnetiske felt som generatorer for Foucaultstrømmer, men av alle andre anordninger som kan frembringe en strøm som kan sammenlignes med disse Foucaultstrømmer, f.eks. en regnemaskin.

Endelig er det på fig. 8 vist en annen utførelsesform for et magnetometer som er kompensert ifølge oppfinnelsen idet denne anordning på fig. 8 er en variant av anordningen ifølge fig. 5 (fig. 8 atskiller seg fra fig. 5 utelukkende i den del som befinner seg innrammet av strekede linjer på denne fig. 8).

Magnetometeret som er kompensert og vist på fig. 8 omfatter i kombinasjon:

- Et første magnetometerhode 3 av samme type som magnetometerhodet 3 på fig. 5 og anordnet i et første punkt 1 i en avstand d_1 fra Barysenteret 4 for de forstyrrende magnetfelt idet dette hode er egnet til å frembringe i sin utgang en første emk med frekvensen f_1 som er proporsjonal med intensiteten ($H_0 + \Delta H_1$) fra det totale magnetfelt i dette punkt 1.

- En frekvensmåler 5 av samme type som frekvensmåleren 5 på fig. 5 forbundet ved utgangen 6 i hodet på magnetometeret 1 - fortrinnsvis gjennom en forsterker 7 - og avgir som følge av emk med frekvensen f_1 en første spenning e_1 som er proporsjonal med

frekvensen for den elektromotoriske kraft med frekvensen f_1 og følgelig med $(H_0 + \Delta H_1)$.

- Et annet magnetometerhode 3a som er identisk med magnetometerhodet 3 anordnet i et annet punkt 2 i en annen avstand d_2 ($d_2 = x$) fra Barysenteret 4 og egnet til å frembringe en annen emk ved en frekvens f_3 som er proporsjonal med intensiteten $(H_0 + \Delta H_2)$ fra det totale magnetfelt i dette annet punkt 2.

- En differensfrekvensmåler 31 med to innganger 32 og 33 som er forbundet den første 32 til utgangen 6 på det nevnte magnetometerhode 1 fortrinnsvis gjennom en forsterker 7 for der å motta den første emk med frekvensen f_1 og den annen 33 til utgangen 6a fra det annet magnetometerhode 3a fortrinnsvis gjennom en forsterker 7a for å motta den annen emk med frekvensen f_3 og en utgang 35 som gir en annen spenning e_2 som er proporsjonal med forskjellen $(\Delta H_2 - \Delta H_1)$ mellom intensitetene for de totale magnetfelt i punktene 2 og 1.

- En forsterker 16 med regulerbar forsterkning, hvis inngang 17 er forbundet med utgangen 35 på den nevnte differensfrekvensmåler 31 for der å motta en annen spenning e_2 og utlede en tredje spenning e_3 .

- En subtraksjonsenhet 18 med to innganger 19 og 20 er forbundet respektive med utgangen 21 på frekvensmåleren 5 og til utgangen 22 på forsterkeren 16 for å motta respektive e_1 og e_3 , idet denne enhet 18 på utgangen 24 gir en fjerde spenning e_4 som er proporsjonal med forskjellen mellom e_1 og e_3 , og

- anordninger for å måle den nevnte fjerde spenning e_4 som er proporsjonal med intensiteten H_0 for det ytre magnetfelt som skal måles i det nevnte punkt 1 for en hensiktsmessig regulering av forsterkningsgraden fra forsterkeren 16 og bestemte stillinger for de nevnte magnetometerhoder 3 og 3a, idet de nevnte anordninger f.eks. omfatter et filter etterfulgt av en registreringsanordning 27.

Virkningen av magnetometeret på fig. 8 er følgende:

Kjerneoscillatorene eller magnetometerhodene 3 og 3a som gir respektive en emk med en frekvens f_1 som er proporsjonal med $(H_0 + \Delta H_1)$ og en emk med en frekvens f_3 som er proporsjonal med $(H_0 + \Delta H_2)$. Disse emk med frekvensene f_1 og f_3 er forsterket i forsterkerne 7 resp. 7a.

Differensfrekvensmåleren 31 bestemmer forskjellen mellom frekvensene for f_1 og f_3 og avgir ved utgangen 35 en spen-

132883

ning e_2 med en amplitude $a_2 = k_2 (\Delta H_2 - \Delta H_1)$, idet k_2 er en konstant som kan være lik k_1 , mens frekvensmåleren 5 måler frekvensen f_1 for den elektromotoriske kraft og gir tilsvarende en spenning e_1 med en amplitude $a_1 = k_1 (H_0 + \Delta H_1)$, idet k_1 er en konstant.

Ved den utførelse som er vist på fig. 8 er spenningen e_2 multiplisert i forsterkeren 16 med en faktor som er en funksjon av avstanden $d_1 = x$, slik at det oppnås en spenning e_3 med en amplitude $a_3 = \varphi(x) k_2 (\Delta H_2 - \Delta H_1)$. Man velger $\varphi(x)$ slik at man kan realisere betingelsen $k_2 \varphi/k_1 = x/3$, da $a_3 = k_1 \frac{x}{3} (\Delta H_2 - \Delta H_1)$.

Man skal bemerke at hvis $k_2 = k_1$ blir $\varphi = x/3$.

Som ved den utførelse som er vist på fig. 5 får subtraksjonseenheten 18 en spenning e_1 med en amplitude $a_1 = k_1 (H_0 + \Delta H_1)$ på inngangen 19 og en spenning e_3 med en amplitude $a_3 = \frac{x}{3} (\Delta H_2 - \Delta H_1) \approx k_1 \frac{x}{3} \frac{d(\Delta H_1)}{dx} = k_1 \Delta H_1$ (som forklart i det foregående under henvisning til fig. 4) på sin inngang 20 og den avgir således på sin utgang 24 et signal e_4 med en amplitude $a_4 = k_1 (H_0 + \Delta H_1) - k_1 \Delta H_1 = k_1 H_0$.

Man ser således at signalet e_4 med amplituden a_4 er nøyaktig proporsjonal med feltet H_0 som det er ønskelig å måle.

Anordningen ifølge fig. 8 viser de samme fordeler som anordningen på fig. 5, med den videre mulighet å virke i sann tid, med en reaksjon som er hurtigere, idet det er gitt at den ikke omfatter kjernefilter (i hvilke spinnene er underkastet magnetiske felt i punktet 2, mens dette filter ved sin inngang mottar en emk hvis frekvens er proporsjonal med det magnetiske felt i punktet 1).

Som følge av dette oppnås uansett hvilken fremgangsmåte som anvendes, alltid et kompensert magnetometer hvis virkning fremgår av det foregående i tilstrekkelig grad til at det skulle være unødvendig å fremheve fordelene særlig i forhold til allerede eksisterende kompenserte magnetometre, idet foreliggende oppfinnelse særlig har følgende fordeler:

Først og fremst er nøyaktigheten meget stor.

Man oppnår kompensasjonen automatisk ved alle parasittiske magnetfelt.

132883

Kompensasjonen gir hverken forstyrrende magnetiske felt i den sone hvor de øvrige apparater i flyet eller annen bærer befinner seg, slik som i det siterte franske patent nr. 1.485.557 og heller ingen reduksjon av signalet proporsjonalt med intensiteten for det magnetiske felt som skal måles, slik som det skjer ifølge det amerikanske patent nr. 2.891.216.

P a t e n t k r a v

1. Anordning for kompensering av forstyrrende magnetfelter i et transportmiddel, særlig et fly, som er forsynt med et magnetometer for måling av feltstyrken av et ytre magnetfelt, f.eks. jordmagnetfeltet, omfattende to magnetometerhoder som er anordnet på to steder i innbyrdes avstand, k a r a k t e r i s e r t v e d innretninger (3,5) for frembringelse av en første spenning som med en første proporsjonalitetskoeffisient er proporsjonal med styrken av det samlede magnetfelt på et første sted som ligger i en første avstand fra de forstyrrende magnetfelters Barysentrum, innretninger (3, 8, 11; 3,3a,31) for frembringelse av en andre spenning som med en andre proporsjonalitetskoeffisient er proporsjonal med differensen mellom styrken av det samlede magnetfelt på det første sted og et andre sted i en andre avstand fra Barysentret, innretninger (16) for multiplikasjon av den andre spenning med en faktor φ som er avhengig av den første avstand, for frembringelse av en tredje spenning (e_3) som med den første proporsjonalitetskoeffisient er proporsjonal med styrken av det forstyrrende magnetfelt på det første sted, innretninger (18) for å danne differensen mellom den første og tredje spenning, og innretninger (26,27) for å bestemme amplituden av en av differensen dannet fjerde spenning som er proporsjonal med styrken av det ytre, fra innvirkning av de forstyrrende magnetfelter befridde magnetfelt som skal måles på det første sted, hvorved den første avstand x , avstanden Δx mellom det første og andre sted, den første proporsjonalitetskoeffisient k_1 , den andre proporsjonalitetskoeffisient k_2 , faktoren φ og forholdet ρ mellom styrken av de forstyrrende magnetfelter på det andre og det første sted er innbyrdes avhengige i samsvar med formlene:

$$\Delta x = x \cdot (\sqrt[3]{\rho} - 1) \text{ og } k_2 \cdot \varphi \cdot k_1 = \frac{x}{3}$$

2. Anordning ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d et på det første sted (1) i en første avstand d_1 fra Barysentret (4) for støyfeltene anordnet magnetometerhode (3) som i sin utgang (6) leverer en EMK med en frekvens f_1 som er proporsjonal med styrken av det samlede magnetfelt ($H_0 + \Delta H_1$) på det første sted, et med utgangen av det første magnetometerhode (3) forbundet frekvensmeter (5) som av den mottatte EMK utleder en spenning e_1 som er proporsjonal med frekvensen f_1 og dermed med styrken av det samlede magnetfelt, et på det andre sted (2) i en andre avstand d_2 fra Barysentret anordnet andre magnetometerhode (8, 3a) som sammen med det første magnetometerhode (3) danner en magnetisk gradientmåler (3, 8, 11; 3, 3a, 31) som leverer en spenning e_2 som er proporsjonal med differensen mellom styrken av de samlede magnetfelter på det andre og første sted, en forsterker (16) med regulerbar forsterkningsfaktor, hvis inngang (17) er forbundet med utgangen (15; 35) av gradientmåleren, og som forsterker den andre spenning e_2 til en tredje spenning e_3 , en subtraksjonsenhet (18) med to innganger (19, 20) av hvilke den første (19) er forbundet med utgangen (21) fra frekvensmeteret (5) og den andre (20) er forbundet med utgangen (22) fra forsterkeren (16), og med en utgang (24) som leverer en fjerde spenning e_4 som er proporsjonal med differensen mellom den første e_1 og den tredje spenning e_3 , og innretninger (26, 27) for måling av den fjerde spenning e_4 som for en egnet innstilling av forsterkeren (16) forsterkning og en bestemt stilling av det første og andre magnetometerhode (3 resp. 8, 3a), er proporsjonal med styrken H_0 av det ytre magnetfelt som skal måles tilnærmet på lengdeaksen (25) av flyet eller et annet bæreorgan.

3. Anordning ifølge krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at det andre magnetometerhode (8) hovedsakelig er dannet av et på det andre sted (2) beliggende kjernefilter hvis inngang (9) er forbundet med utgangen (6) fra det første magnetometerhode (3) for fra denne å motta en EMK med en frekvens f_1 og fra sin utgang (10) å levere en andre EMK med en frekvens f_2 som i forhold til den første EMK har en faseforskyvning som er proporsjonal med differensen mellom styrken av de samlede magnetfelter på det andre sted ($H_0 + \Delta H_2$) og på det første sted ($H_0 + \Delta H_1$), og at en fasemåler (11) med to innganger er anordnet, av hvilke den første (12) er forbundet med utgangen fra det første magnetometerhode (3) og den andre (13)

er forbundet med utgangen fra kjernefilteret (8), og spenningen e_2 opptrer i utgangen (15) fra fasemåleren (11).

4. Anordning ifølge krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at det andre magnetometerhode (3a), likesom det første (3), i sin utgang (6a) leverer en andre EMK med en frekvens f_2 som er proporsjonal med styrken av magnetfeltet på den andre sted ($H_0 + \Delta H_2$), at det er anordnet en differensialfrekvensmåler (31) med to innganger (32,33), av hvilke den ene (32) er forbundet med utgangen (6) fra det første magnetometerhode (3) og den andre (33) er forbundet med utgangen fra det andre magnetometerhode (3a), og at den andre spenning e_2 opptrer i utgangen (35) fra differensialfrekvensmåleren.

132883

Fig. 1.

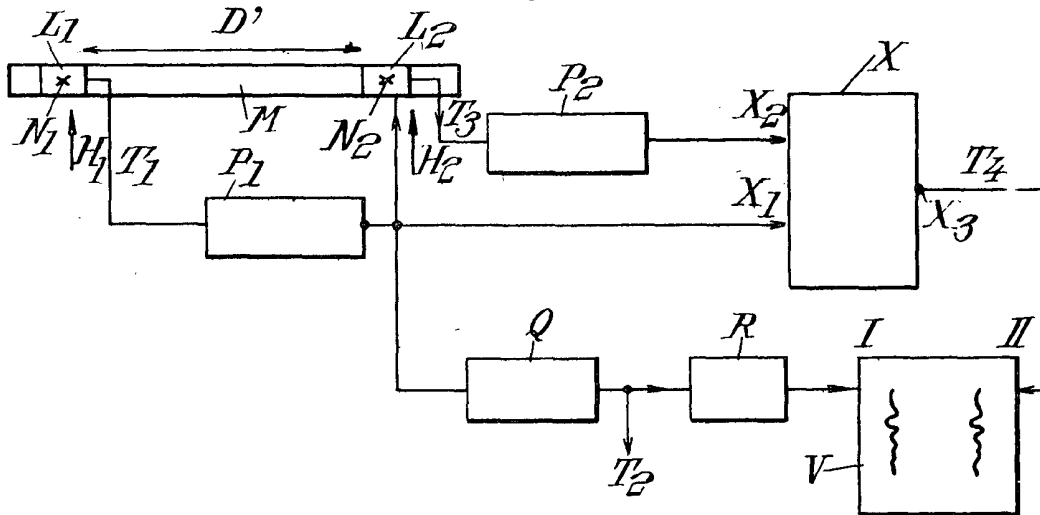
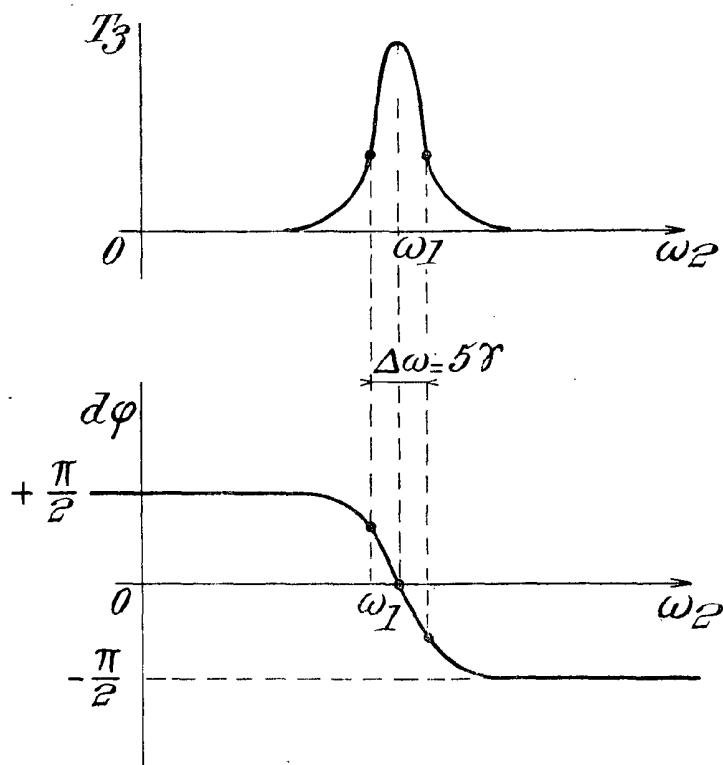
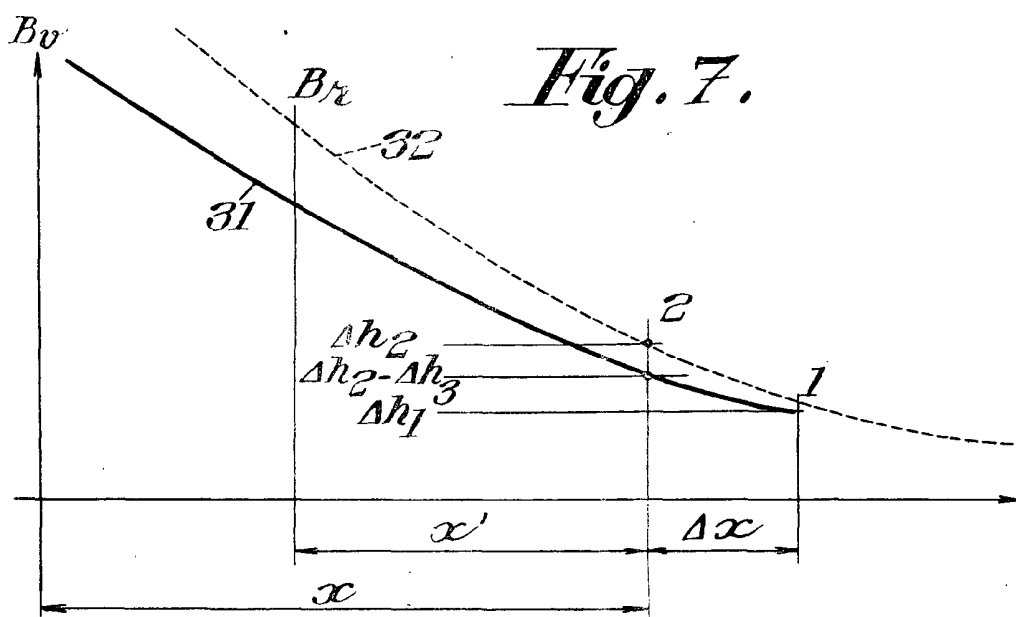
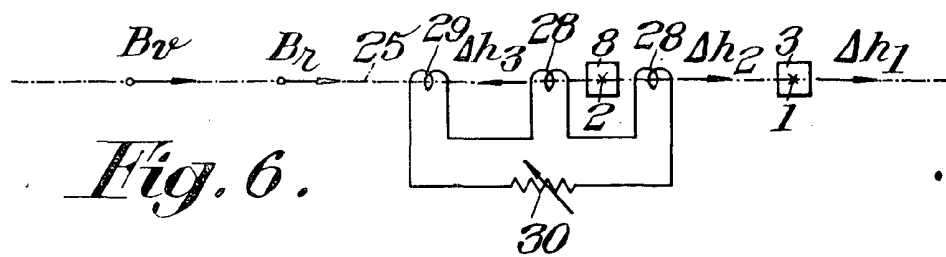
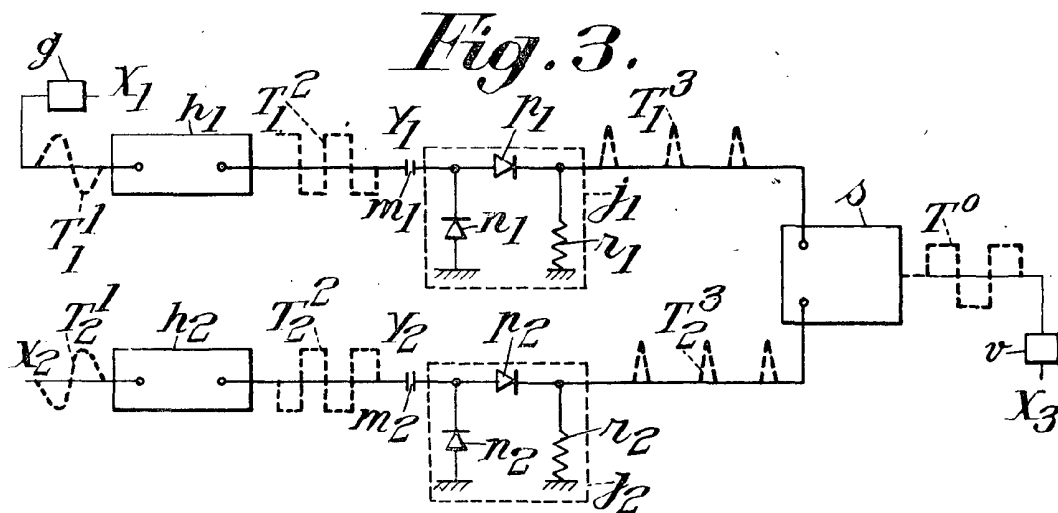


Fig. 2.





132883

Fig. 4.

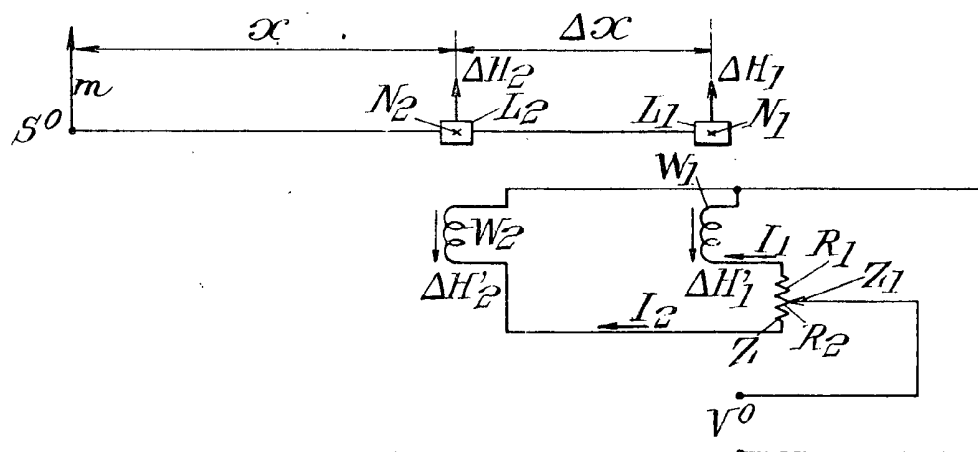


Fig. 5.

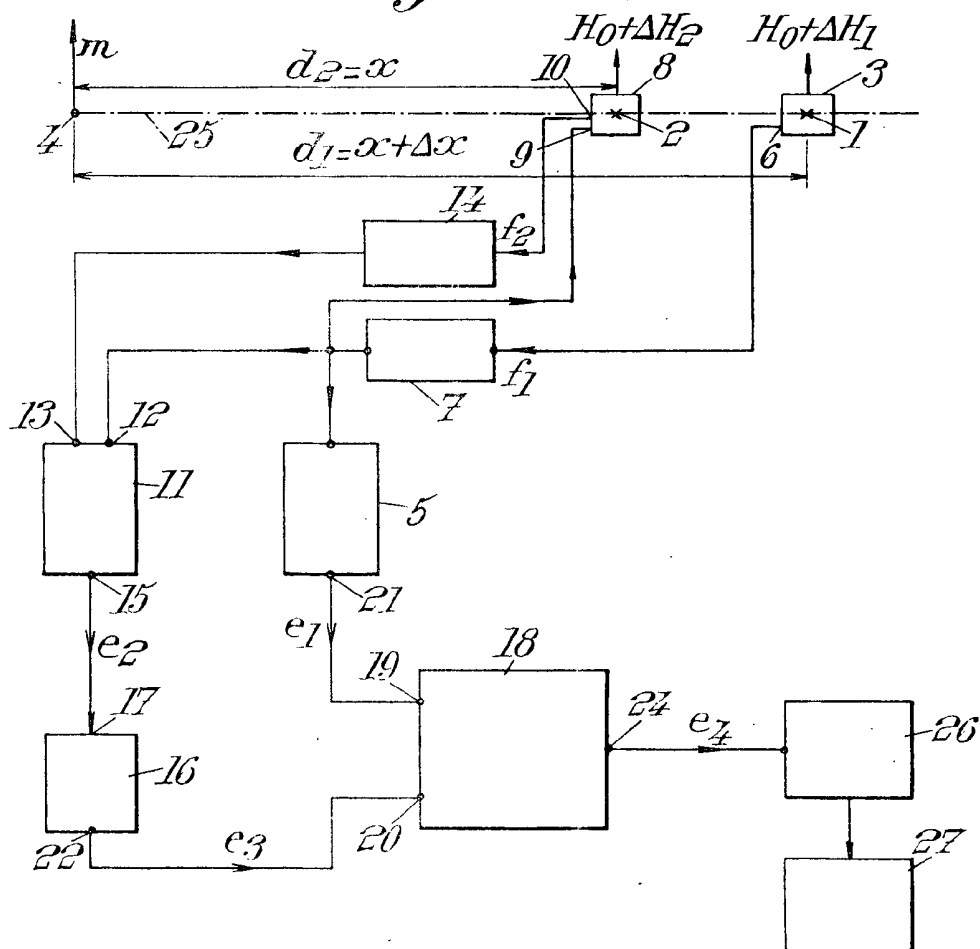


Fig. 8.

