

(19) DANMARK



(12) FREMLÆGGELSESSKRIFT

(11) 163076 B

Patentdirektoratet  
TAASTRUP

(21) Patentansøgning nr.: 2740/85

(51) Int.Cl.5

G 01 B 7/16

(22) Indleveringsdag: 18 jun 1985

(24) Løbedag: 31 okt 1984

(41) Alm. tilgængelig: 18 jun 1985

(44) Fremlagt: 13 jan 1992

(86) International ansøgning nr.: PCT/NL84/00037

(86) International indleveringsdag: 31 okt 1984

(85) Videreførelsesdag: 18 jun 1985

(30) Prioritet: 31 okt 1983 NL 8303745

(71) Ansøger: \*Techno-Diagnose B.V.; 2. Schiedamsedijk; NL-3134 KK Vlaardingen, NL

(72) Opfinder: Rombartus Willem Pieter \*Uitermarkt; NL

(74) Fuldmægtig: Kontor for Industriel Eneret

(54) Fremgangsmåde og apparat til måling af deformationen af en roterende aksel

2740-85

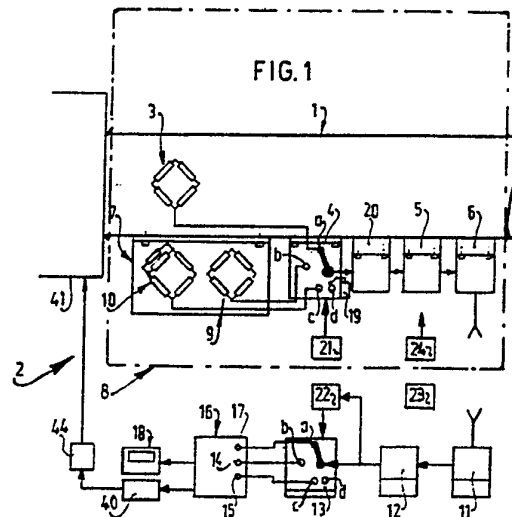
(56) Fremdragne publikationer

US pat. nr. 3797305

(57) Sammendrag

2740-85

Ved måling af deformationen af en aksel anvendes strain gauges til kalibrering af den målte værdi for deformationen. For ikke blot at kompensere for proportionalitetsfejl, men også for andre fejl i de målte signaler, overføres målesignaler såvel som kalibreringssignaler ved hjælp af de samme overførselsorganer fra den roterende aksel til presentationsorganerne for signalet.



DK 163076 B

Den foreliggende opfindelse angår en fremgangsmåde til måling af deformationen af en roterende aksel, hvilken fremgangsmåde er af den i indledningen til krav 1 angivne art.

5 En sådan fremgangsmåde er kendt fra beskrivelsen til USA-patent nr. 3.797.605, ifølge hvilken fremgangsmåde kalibreringsorganerne omfatter en resistor. Signalet, der angiver det målte moment, afbrydes periodisk, således at der kan opfanges et signal svarende til et forudbestemt kalibreringsmoment. Modstanden kan vælges med en kendt temperatur-  
10 koefficient.

Ulemperne ved den kendte fremgangsmåde er en forholdsvist ringe nøjagtighed specielt ved måling af små signalværdier.

15 Formålet med den foreliggende opfindelse er at opnå en forbedring af den kendte fremgangsmåde, hvilket opnås ved at fremgangsmåden er ejendommelig ved det i den kendetegnede del af krav 1 angivne.

Når kalibrerings- og nul-kalibreringsorganerne opfanger signaler ved hjælp af kalibrerings- og nul-kalibreringsbroer, der er placeret på et ringformet bæreorgan af metal placeret på akslen og med den samme temperatur som målebrosen, bliver måleværdierne, der stammer fra målebrosen, kompenseret for temperaturen, idet der opnås et kalibrerings-  
20 ringssignal af samme størrelsesorden som målesignalet. Desuden opnås der ved opfangningen af et nul-kalibrerings-signal ved hjælp af en nul-kalibreringsbro en tilfredsstillende interpolering mellem nul-kalibreringen og kalibreringsværdien. Endelig er det på grund af den nøjagtige nul-kalibrerings-  
25 værdi muligt i længderetningen af akslen at måle en fremdrivningsværdi, der kun afviger lidt fra nul-kalibreringsværdien, og som er et mål for fremdrivningskraften af f.eks. et skib. Fremdriften (fremdrivningstrykket) er en meget interessant værdi for et skib ved indstilling af de optimale  
30 driftsbetingelser for skibet. Antallet af omdrejninger og/eller bladene på justerbare propellere kan indstilles i afhængighed af det målte fremdrivningstryk ved forskellige sejladsbetingelser.

I britisk patentskrift nr. 2.077.537 er der beskrevet en bro med strain gauges og et kalibreringssignal med et "nul"-referenceniveau.

Beskrivelsen til USA-patent nr. 3.234.787 viser en belastningsmålebro og en kompensationsbro.

Opfindelsen angår tillige et apparat til måling af deformationen af en roterende aksel.

En videreudvikling af fremgangsmåden og et tilsvarende apparat er defineret i de uselvstændige krav.

Opfindelsen skal i det følgende beskrives nærmere under henvisning til tegningen, på hvilken:

Fig. 1 og fig. 4 skematisk viser en roterende aksel forsynet med indretninger til udøvelse af fremgangsmåden ifølge opfindelsen,

fig. 2 viser en graf af deformationen målt ved hjælp af indretningerne ifølge fig. 1 og fig. 4,

fig. 3 og fig. 5 viser kurver for signalforløbet for indretningerne ifølge henholdsvis fig. 1 og fig. 4, og

fig. 6 viser i perspektiv indretningen ifølge fig. 4.

Den roterende aksel 1 er forsynet med registreringsorganer 3 i form af en i og for sig kendt målebro af strain gauges. Endvidere er kalibreringsorganerne stift forbundet med akslen, således at de roterer sammen med denne, hvilke kalibreringsorganer 7 består af en bærer 8 med nulkalibreringsorganer 9, der ikke påvirkes af akslens deformation og proportionalitetskalibreringsorganer 10, der hver består af strain gauges placeret på et sådant sted på bæreren, at de har samme temperatur som akslen. Endelig er der på akslen stift monteret en første altemnerende omskifter 4, forstærkerorganer 20, moduleringsorganer 5, overførselsorganer 6, en oscillator 21 og en sekundær fødekreds 24, således at de roterer sammen med akslen 1.

Modtageorganer 11, demoduleringsorganer 12, en anden altemnerede omskifter 13, en synkron oscillator 22, et primært strømforsyningskredsløb 23, kalkulationsorganer 16 og udlæsningsorganer 18 er monteret stationært. De altemnerende omskiftere 4 og 13 er synkront justerbare mellem en målestilling a, en nulkalibreringsstilling b, en målestilling c

og en proportionalitetskalibreringsstilling  $\underline{d}$  ved hjælp af et i og for sig kendt kredsløbsarrangement. Dette kredsløbsarrangement kan omfatte en terminal 19 med konstant spænding  $S_s$ , der overstiger ethvert målesignal. Spændingskilden 19 er forbundet til et kontaktpunkt  $\underline{d}$  i den alternerende omskifter 4. Den alternerende omskifter 4 skifter kontinuerligt i rækkefølge mellem kontaktpunkterne 1, b, c, d, a etc. under styring af en synkron masteroscillator 21. Eftersom den synkrone slaveoscillator 22 opfanger det højspændte  $S_d$ -signal, følger den efter ved at forbinde til kontakterne d, a, b, c. Derefter skal slaveoscillatoren igen opfange det højspændte  $S_d$ -signal for igen at udføre forbindelserne gennem d, a, b, c. Omskifteren 4 skifter hver gang over fra positionen 2 til kontaktpunktet  $\underline{a}$ , når den opfanger et højspændt signal  $S_d$  (se fig. 3), eftersom omskifteren 13 er styret ved hjælp af den synkrone oscillator 22, der synkroniseres med oscillatoren 21 ved hjælp af signalet  $S_s$ .

I nul-kalibreringsstillingen  $\underline{b}$  af de alternerende omskifterorganer 4, 13 tilføres nulsignalet fra nul-kalibreringsorganerne 9 til forstærkerorganerne 20, der afgiver et forstærket signal til moduleringsorganerne 5. Det forstærkede og modulerede signal overføres ved hjælp af modtageorganerne 11, demoduleres i demoduleringsorganerne 12 og tilføres i nul-kalibreringsstillingen  $\underline{b}$  af den alternerende omskifter 13 til nul-kalibreringssignalindgangen 14. Nul-kalibreringssignalet, der overføres til kalkuleringsorganerne 16, lagres i kalkuleringsorganernes 16 hukommelse.

Når på et andet tidspunkt de alternerende omskiftere 4 og 13 ved hjælp af oscillatorerne 21, 22 har skiftet over til proportionalitetskalibreringsstillingen  $\underline{c}$ , tilføres proportionalitetssignalet fra proportionalitetskalibreringsorganerne 10 gennem den samme samling af forstærkerorganer 20, moduleringsorganer 5, demoduleringsorganer 6 via modtageorganerne 12 og de to alternerende omskiftere 4 og 13 i bearbejdet tilstand til kalkuleringsorganerne 16, som midlertidigt oplagrer dem i en tilsvarende hukommelse.

På et andet tidspunkt efter at de alternerende omskiftere 4 og 13 er skiftet til målestillingen  $\underline{a}$ , tilføres

et målesignal til den samme samling af forstærkerorganer 20, moduleringsorganer 5, demoduleringsorganer 12 via overførselsorganer 6 og modtagerorganerne 11 og de to alternerende omskiftere 4 og 13 i forstærket tilstand med den nyeste nul-  
 5 punktsfejl og den nyeste proportionalitetsfejl. Kalkulationen, som er programmeret i kalkulationsorganerne 16, skal forklares i det følgende med henvisning til fig. 2.

På fig. 2 er den øjeblikkelige beregningsadfærd af samlingen 20, 5, 21 afsat. Registrerede signaler i forbindelse med kalibreringsværdien  $V_c$  og nul-kalibreringsværdien  $V_b$  ankommer til kalkuleringsorganerne 16 som behandlede signaler med en signalstyrke af størrelsen henholdsvis  $S_c$  og  $S_b$ . Fra diagrammet på fig. 2 ses det, at deformationen  $V_a$ , som optræder på et givet tidspunkt i forhold til udgangsde-  
 15 formationen  $V_b$ , og som sædvanligvis er nul og derfor betegnes nul-kalibreringsværdien, kan beregnes ved formlen:

$$V_a - V_b = \frac{(S_a - S_b) \cdot (V_c - V_b)}{S_c - S_b}$$

20

Denne værdi, der beregnes i kalkuleringsorganerne 16, overføres til udvisningsorganerne 18, der for eksempel kan være et display og/eller en registreringsindretning såvel  
 25 som en reguleringsindretning 40, som automatisk regulerer en brændstofforforselsmekanisme 44 på en motor 41, der driver akslen 1.

Ved hjælp af indretningen 52 ifølge fig. 4 er det for eksempel muligt at måle den aksiale kompression af en aksel  
 30 1 forårsaget af fremdrivningen af et skib. Henvisningsbetegnelserne på fig. 4, der svarer til fig. 1, angiver de samme funktionelle midler. Som angivet i fig. 4 er der tilføjet en bro af krogformede strain gauges 26, 27 placeret på begge sider af akslen og to tilsvarende, ubelastede, krogformede  
 35 strain gauges 29, 29 på bæreringen 8. Broen 30 af krogformede strain gauges kan være forbundet med en kontakt  $e$  på den alternerende omskifter 4.

Den synkrone slaveoscillator 22 er synkroniseret for

eksempel ved hjælp af proportionalitetskalibreringssignalet  $S_c$  (fig. 5). Ved hjælp af kalibreringen og nulkalibreringen 10, 9 er det muligt nøjagtigt at skelne et fremdrivningssignal  $S_p$  svarende til sammentrykningen af asklen fra et nulkalibreringssignal  $S_b$ .

På fig. 4 regulerer styreindretningen 40 specielt brændstoftilførselsmekanismen 44 i afhængighed af momentsignalet  $S_a$  og styrer specielt en justeringsmekanisme 43 til indstilling af propellerbladens stigningsvinkel i afhængighed af fremdrivningssignalet  $S_p$  på propelleren 42, der drives af akslen 1. Styreindretningen 40 omfatter en computer til beregning og indstilling af den fordrede brændstofmængde pr. tidsenhed og den fordrede stigningsvinkel svarende til den mest effektive fremdrift af skibet.

Fig. 6 viser, at overførselsorganernes antenne i det væsentlige er placeret ved midten af det ringformede bæreorgan 8 og modsat antennen for modtageorganerne 11, der er placeret på en arm 33 i et hus 32. På begge sider af antennerne på overførsels- og modtageorganerne 6 og 11 er der anbragt primære strømforsyningsviklinger henholdsvis 24 og 23 til elektrisk strømforsyning af de på bæreringen 8 anbragte organer.

Det skal bemærkes, at broerne af strain gauges 30 strømforsynes med en vekselspænding for at undgå en termoelementeffekt. For at opnå en nøjagtig transmission anvendes et frekvensmoduleret signal ved overførslen og modtagningen.

På bæreringene 8 er der placeret en ring 31, som termisk er i god forbindelse med akslen 1, på hvilken ring 31 de ubelastede strain gauges såvel som broerne 9, 10 er placeret. En ringformet hulhed 34 er udformet i bæreorganet til de elektriske og elektroniske forstærknings-, modulerings- og overførselsorganer 20, 5 og 6, samt for den alternerende omskifter 21.

## P a t e n t k r a v

-----

1. Fremgangsmåde til måling af deformationen af en roterende aksel (1), ved hvilken fremgangsmåde et målesignal relateret til deformationen opfanges ved hjælp af roterende registreringsorganer (3), idet det opfangede signal moduleres ved hjælp af roterende forstærkerorganer til et signal, der kan overføres trådløst, og hvor det modulerede signal overføres ved hjælp af roterende overførselsorganer (6), det overførte signal modtages ved hjælp af statiske modtageorganer (11), det modtagne signal demoduleres ved hjælp af demoduleringsorganer (12), det demodulerede signal udvises, og ved hvilken fremgangsmåde der periodisk, hver gang et kalibreringssignal fra roterende kalibreringsorganer (7) med en kalibreringsværdi passerer gennem de samme forstærkerorganer (20), de samme moduleringsorganer (5) og de samme demoduleringsorganer (12) samt tilføres til kalkuleringsorganer (16), fastsættes en beregningsfejl for det forstærkede, modulerede og demodulerede kalibreringssignal i forhold til den kendte kalibreringsværdi, der er oplagret i kalkuleringsorganerne, og i hvilken målesignalet, der modtages på et andet tidspunkt gennem de samme forstærkerorganer (20), de samme moduleringsorganer (5) og de samme demoduleringsorganer (12) korrigeres for denne beregningsfejl,

k e n d e t v e d, at kalibreringssignalet frembringes ved hjælp af en bro (10) med modstande med kalibrerede modstandsværdier, samt ved at et nul-kalibreringssignal frembringes ved hjælp af en nul-kalibreringsbro (9) med modstandsværdier af kendte "nul"-værdier, idet nul-kalibreringssignalet føres gennem de samme moduleringsorganer (5), de samme demoduleringsorganer (12) og føres til kalkuleringsorganer(16) til fastsættelse af en nul-kalkuleringsfejl på det forstærkede, modulerede, demodulerede nul-kalibreringssignal ( $S_p$ ) i forhold til den kendte nulværdi, der er oplagret i kalkuleringsorganerne, samt hvor målesignalet korrigeres på basis af nul-kalibreringssignalet og kalibreringssignalet.

2. Fremgangsmåde ifølge krav 1,  
k e n d e t e g n e t ved, at kalibreringsorganerne omfat-  
ter en bro med strain gauges (3) der er uafhængige af aks-  
lens (1) deformation.
- 5 3. Fremgangsmåde ifølge krav 1 eller 2,  
k e n d e t e g n e t ved, at et fremdrivningsmålesignal  
opfanges ved hjælp af roterende fremdrivningsorganer (30).
4. Apparat til måling af deformationen af en roterende  
aksel (1) og omfattende
- 10 - roterende registreringsorganer (3) til opfangning  
af et målesignal relateret til deformationen,  
- roterende forstærkerorganer (2), der forstærker det  
modtagne målesignal,  
- roterende moduleringsorganer (5), der modulerer det  
15 modtagne signal til et signal, der kan overføres trådløst,  
- roterende overførselsorganer (6), der overfører det  
modulerede signal,  
- statiske modtageorganer (11), der modtager det  
overførte signal,
- 20 - statiske demoduleringsorganer (12), der demodulerer  
det modtagne signal, og  
- udvisningsorganer (18), der udviser det demodulere-  
de signal,
- k e n d e t e g n e t ved
- 25 - en bro (10) med kalibreringsmodstande med kalibre-  
rede modstandsværdier,  
- en nul-kalibreringsbro med modstandsværdier af  
kendt "nul"-værdi,  
- kalkuleringsorganer til korrigerig af et tilført  
30 processignal,  
- alternerende omskifterorganer (4, 13), der er ind-  
stillelige mellem en kalibreringsstilling og en målestil-  
ling, hvor målesignalet og kalibreringssignalet i henholds-  
vis målestillingen og kalibreringstillingen føres fra op-  
35 fangningsorganerne (3) og kalibreringsorganerne (20) gennem  
samlingen af forstærkerorganer (20), moduleringsorganer (5),  
demoduleringsorganer (12) og gennem kalkuleringsorganerne  
(16).



5.       Apparat ifølge krav 4,  
k e n d e t e g n e t ved, at omskifterorganerne (4, 13)  
omfatter en første, justerbar, alternerende omskifter (4),  
der er placeret på den roterende aksel (1) og i dens måle-  
5 stilling, dens nul-kalibreringsstilling og dens proportiona-  
litetskalibreringsstilling henholdsvis er forbundet til re-  
gistreringsorganerne (3), nul-kalibreringsorganerne (9) og  
proportionalitetskalibreringsorganerne (10), samt en anden  
statisk anbragt, alternerende omskifter (4), der i dens må-  
10 leposition (c) omskifteligt er koblet til signalindgangen,  
nulsignalindgangen (14) og proportionalitetssignalindgangen  
på kalkuleringsorganerne (16).

6.       Apparat ifølge krav 4 eller 5,  
k e n d e t e g n e t ved fremdrivningsmåleorganer til re-  
15 gistrering af et fremdrivningsmålesignal.

7.       Apparat ifølge krav 6,  
k e n d e t e g n e t ved, at fremdrivningsmåleorganerne  
omfatter en bro (3) af krogformede strain gauges (26, 27), i  
hvilke to krogformede. ikke serieforbundne strain gauges  
20 (26, 27) i broen (30) er monteret på hver sin side af den  
roterende aksel (1).

