

(19) DANMARK



(12) FREMLÆGGELSESSKRIFT

(11) 162908 B

Patentdirektoratet
TAASTRUP

(21) Patentansøgning nr.: 2848/85

(51) Int.Cl.5

G 01 B 11/26

(22) Indleveringsdag: 24 jun 1985

(41) Alm. tilgængelig: 26 dec 1985

(44) Fremlagt: 23 dec 1991

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 25 jun 1984 US 624156

(71) Ansøger: *FREUND PRECISION INC.; 401 East Fift Street; Dayton; Ohio 45402, US, *MIAMI VALLEY DEVELOPMENT COMPANY; Courthouse Plaza Southwest; Dayton; Ohio 45402, US

(72) Opfinder: David E. *Burrowes; US, Alan W. *Holmes; US, Daniel R. *Valentine; US

(74) Fuldmægtig: Th. Ostenfeld Patentbureau A/S

(54) Berøringsfri akselvinkeldetektor og fremgangsmåde til fastlæggelse af vinkelstillingen af en aksel

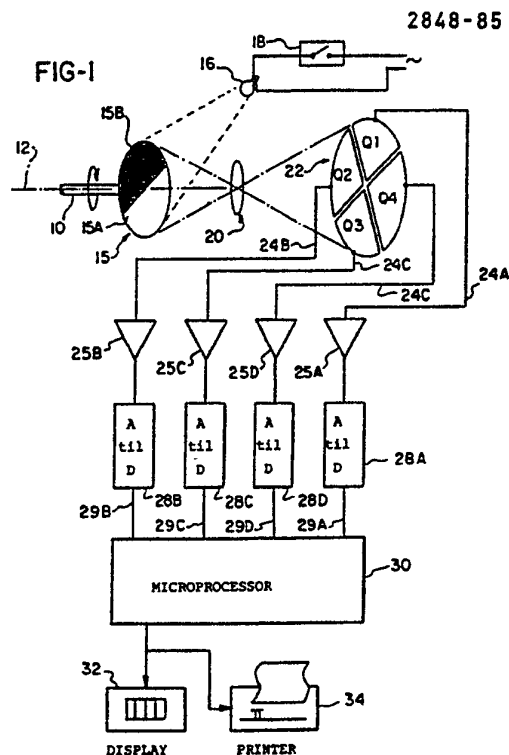
(56) Fremdragne publikationer

US pat. nr. 4327362

(57) Sammendrag

2848-85

Et apparat og en fremgangsmåde til berøringsfri bestemmelse af akselvinkel anvender en mønstret skive fastgjort på en aksel eller en rotor, der observeres. Skiven har sektorer med forskellige optiske egenskaber, hvorved strålingsenergi, som falder ind på skiven, moduleres af det sektoropdelte mønster. Et sæt detektorer, som hver svarer til en af sektorerne, tilvejebringer variable udgangssignaler i henhold til mængden af strålingsenergi, der er dampet af skiven og ledes ind på detektorerne. Disse signaler konverteres til et sæt digitale signaler, som bestemmer en entydig rotationsposition, og et beregningsorgan beregner vinkelstillingen ud fra disse signaler. Beregningsorganet vil om nødvendigt sammenligne de digitale udgangssignaler og derpå beregne vinkelstillingen på en måde, som ikke er følsom for små centerforskydninger (eller mangel på koncentricitet) i arrangementet af aksel, skive, detektorer og eventuelt tilhørende optisk system.



Den foreliggende opfindelse angår et apparat og en fremgangsmåde til berøringsfri optisk måling af vinkelstillingen af en aksel eller et tilsvarende element, ophængt til drejning om en forud fastlagt aksel. Forskellige former for mekanismer kendes til dette almindelige formål; 5 men de har begrænsninger hidrørende fra krav til koncentricitet og opløsning, kompleksitet, omkostninger eller pålidelighed.

Typisk for indretninger ifølge den kendte teknik er tromler eller skiver fastgjort til den pågældende aksel, som bærer magnetiske eller optiske "mærker", som definerer en vis deling af akselvinkel. Højere op- 10 løsning kræver et større antal mærker, og eftersom dette antal stiger, bliver det nødvendigt enten at øge radius af tromlen eller skiven for at opretholde en læsbar adskillelse mellem mærkerne eller at gøre mærkerne mindre og konstruktionen af de optiske eller magnetiske læsere mere nøjagtig. Visse indretninger bruger en enkelt cirkel af sådanne mærker sammen med en index- eller "0-vinkel"-indikator; detekteringsmekanismen 15 tæller simpelthen antallet af mærker, når akselen roterer fra nulstillingen for at bestemme akselens vinkel. Afbrydelsen af indretningens kraftforsyning kan få tællesystemet til at miste sammentællingen eller vinklen. En absolut vinkelindikering kan opnås, hvis hvert mærke erstattes med et unikt kodeord. Størrelsen af sådanne kodeord bestemmer imidlertid opløsningen og jo større ord, jo flere begrænsninger lægges der på byggetolerancer, hvilket fører til større kompleksitet, snævrere tolerancer og mere kostbare indretninger.

I US patentskrift nr. 4.327.362 beskrives et optisk rotordrejnings- 25 følesystem for udlæsning af kraftforbrugsværdier fra en watt-tidemåler. Dette system forsyner rotoren i måleren med en overflade, som er lysreflekterende over 180° og lysabsorberende over resten. Lys fra en LED, drevet af et vekselstrømssignal, ledes til denne overflade på rotoren gennem et optisk fiberkabel og reflekteret lys transmitteres gennem et 30 andet optisk fiberkabel til en fotodetektor. Et elektronisk kredsløb detekterer, når en overgang på rotoren mellem den reflekterende og ikke-reflekterende overflade passerer målefeltet, og afgiver en tilsvarende impuls. Der foretages ikke nogen bestemmelse af rotorens vinkelstilling. De resulterende pulser, som udtrykker antallet af tilbagelagte omdrejninger, tælles og oplagres i tælleren for senere overføring til et 35 fjernt beliggende overvågningssted.

I US patentskrift nr. 4.320.293 beskrives et vinkelpositionstransducersystem, som er direkte læsende og af analog-til-digital art. I det-

te system tilvejebringer en lyskilde en tynd streg af lys, fortrinsvis fra en laserkilde, som rettes på tværs mod en gennemskinnelig vinkelformet åbning anbragt omkring overfladen på en tromle, der sidder på akse-
len, der overvåges. En fotodetektor monteret på den modsatte side af
5 tromlen i forhold til lyskilden modtager en variabel lysmængde i henhold til akselens rotation, og det resulterende signal af variabel spænding konverteres til et digitalt signal, der anvendes til at drive en digital indikator.

US patentskrift nr. 3.918.814 beskriver en optisk positionsføler,
10 hvori en lysstråle kollimeres og rettes af et optisk fiberkabel gennem midten af en firkvadrant-fotodetektor (kvadrantdetektor) gennem en linse og ind på et målområde med en jævn måloverflade med ensartet reflekteringssevne. Reflekteret lys vender tilbage gennem linsen til kvadrantdetektoren, og den resulterende udgangsspænding fra hver kvadrant har et
15 direkte forhold til forskydningen af målbilledet langs med enten x- eller y-aksen, idet z-aksemålinger kan opnås med en mere kompliceret detektor med tilhørende kredsløb. Der er imidlertid ingen foranstaltninger til at bestemme forskydning under rotation, og den krævede ensartede refleksionsevne af målfladen vil umuliggøre en sådan måling.

20 Ifølge opfindelsen tilvejebringes en berøringsfri akselvinkeldetektor omfattende en akse monteret for rotation omkring sin akse, hvor der på enden af akslen eller på en skive fastgjort til og arrangeret radialt i forhold til akslen er påtrykt et sektordelt mønster omfattende to sektorer med forskellige optiske egenskaber, hvilken akselvinkeldetektor er
25 ejendommelig ved, at sektorerne er indrettet til samtidig belysning med stråling, som de udsættes for, at der er indrettet optiske midler til at lede strålingsenergi fra begge sektorer i mønsteret over på en sektordelt opstilling af detektorer, samt analog-til-digital konverteringsmidler indrettet til at generere et sæt af digitale udgangssignaler fra
30 analoge udgangssignaler fra de respektive detektorer, hvilke analoge udgangssignaler afhænger af de respektive mængder af strålingsenergi, som falder på detektorerne, hvorved den vinkel, som omfattes af hver mønstersektor, er mindst lige så stor som den vinkel, som omfattes af hver detektorsektor, hvorved sættet af separate digitale udgangssignaler en-
35 tydigt bestemmer vinkelstillingen af akslen.

Ifølge opfindelsen tilvejebringes endvidere en fremgangsmåde til fastlæggelse af vinkelstillingen af en akse, der er roterbar omkring en rotationsakse, omfattende trykning på enden af akslen eller fastgøring

til akslen af en skive med et sektordelt mønster omfattende to sektorer med forskellig stråledæmpningsevne, hvilken fremgangsmåde er ejendommelig ved, at den omfatter retning af strålingsenergi af en forud fastlagt bølgelængde ind mod mønsteret på en sådan måde, at begge sektorer modtager strålingsenergi samtidigt, afføling af den dæmpede stråling fra hver sektor i mønsteret over flere diskrete sektorer og generering af analoge signaler proportionalt med den dæmpede strålingsenergi, der falder ind på hver affølingssektor, konvertering af hvert af de analoge signaler til digitale signaler og beregning af akslens vinkelstilling ud fra de digitale signaler, hvorved den vinkel, som omfattes af hver sektor på skiven, er mindst lige så stor som den vinkel, som omfattes af hver affølingssektor, hvorved akslens vinkelstilling entydigt bestemmes af de digitale signaler.

Mønsteret kan belyses enten ved omgivende lys eller ved en bestrålingskilde, indeholdt i indretningen. Mønsteret kan bestå af områder med forskellig optisk transmissionsevne og være belyst bagfra.

En enkel udførelsesform af opfindelsen anvender et cirkulært mønster, der er delt i lige store halvcirkulære områder med høj og lav refleksionsevne samt en "kvadrant-detektor", der består af fire lige store kvadranter af en cirkel. Følsomheden af detektorkvadranterne kan justeres i forskellige bølgelængdeområder for at forbedre målområdet kontrast eller for at holde forstyrrende strålingskilder væk.

I visse anvendelser kan f.eks. synlig stråling fra solen eller flimrende lysstofrør forstyrre detektorlæsningerne. I disse tilfælde vil et infrarødt filter foran detektoren eliminere det meste af denne forstyrrende stråling, men stadig slippe den stråling, der er frembragt af en infrarød LED igennem. LED-udgangen kan pulseres for yderligere at adskille dens stråling fra naturlige kilder.

I opbygningen af et apparat i henhold til opfindelsen, kan koncentricitet af skiven og centeret af kvadrant-detektoren let kontrolleres, og akseforskuet aflæsning behøver ikke frembyde noget særligt problem. I sådanne anvendelser, hvor en sådan koncentricitet er vanskelig at styre, omfatter opfindelsen imidlertid en ejendommelighed, som reducerer den fejl, der indføres ved sådan mangel på koncentricitet. Denne ejendommelighed beskrives i forbindelse med udlæsningen og analysen af signaler fra kvadrant-detektorens segmenter.

Strålingsenergi dæmpet af forskellige dele af skiven rettes eller fokuseres på de fire elementer i kvadrant-detektoren ved et simpelt op-

tisk system. Foruden at gøre det billede, detektoren ser, skarpt og opsamle mere stråling, muliggør dette også forstørrelse eller reduktion af billedet for anvendelser, hvor en meget lille eller meget stor skive kan være nødvendig p.g.a. størrelses- eller pladsbegrænsninger. Hvert segment i kvadrant-detektoren er en uafhængig fotodetektor med et udgangssignal, som er proportionalt med mængden af strålingsenergi, som den er udsat for inden for det bølgelængdeområde, hvor den er følsom. Hvert af disse udgangssignaler ledes til en egnet elektronisk forstærker, og forstærkerudgangene føres til analog-til-digital-konvertere.

10 På konverterudgangene er der i henhold hertil et sæt separate digitale udgangssignaler, som fastlægger vinkelstillingen af skiven og derfor af akselen, som skiven sidder fast på. Disse digitale udgangssignaler føres til en behandlingsenhed, fortrinsvis en mikroprocessor. Mikroprocessoren beregner derpå akselvinklen, der svarer til det pågældende
15 sæt digitale signaler.

I det tilfælde at nøjagtig koncentricitet af akselens akse, skiven, det optiske system og kvadrantdetektorens center ikke umiddelbart kan opnås, kan mikroprocessorens vinkelberegningsalgoritme kompensere for begrænsede størrelser af centerfejl. Denne evne er særlig værdifuld i
20 situationer, hvor beliggenheden af akselens akse kan forskydes under rotationen, eller hvor det er kostbart at opnå koncentricitet af skiven på akselen eller af akse/skive-aggregatet i forhold til kvadrant-detektoren og det optiske system.

Yderligere formål og fordele ved opfindelsen vil fremgå af den følgende beskrivelse, den ledsagende tegning og de vedføjede krav. På tegningen viser

figur 1 skematisk tegning af et apparat ifølge opfindelsen; og
figur 2 kredsløbsdiagram med detaljer for et segment i kvadrant-detektoren, dens kraftforsyning og dens udgangsforstærker samt en styrbar
30 LED-strålingsenergikilde.

I figur 1 er et drejeligt element repræsenteret af akselen 10, der er ophængt til drejning om en akse 12. Det ønskes at bestemme vinkelstillingen af denne akse nøjagtigt. Ifølge opfindelsen er en lille skive 15 fastgjort på akselen 10. Skivens mønster er delt i halve, som vist, ved at have to separate områder 15A og 15B med forskellige optiske egenskaber, således at hvert vil dæmpe strålingsenergi, som ledes derpå

(eller derigennem) på en distinkt forskellig måde. Dette kan opnås på enhver egnet måde såsom ved at opbygge skiven af forskellige halvdele eller ved passende belægning af dens overflade for at opnå det ønskede resultat. I en fordelagtig udførelsesform ifølge opfindelsen er skiven
5 forsynet med egnet belægning, som gør den ene halvdel af overfladen reflekterende og den anden halvdel absorberende. Det skal bemærkes, at hver af de forskellige halvdele af skiven dækker to kvadranter af skivens overflade.

Skiven betegnes som "fastgjort" til elementet eller akselen, der
10 observeres; men det skal forstås, at denne fastgøring kan være af midlertidig karakter, f.eks. når opfindelsen anvendes til afprøvning eller til samleoperationer. Fastgøring af skiven til akselen er dog, selv om den er midlertidig, fast nok til at de to roterer sammen. Skivens overflade bestryges jævnt med strålingsenergi af ønsket bølgelængde. Til
15 visse anvendelser kan dette simpelthen være det omgivende lys (dagslys eller kunstlys), hvis sådanne bølgelængder er tilfredsstillende. Når det ønskes at minimere optisk forstyrrelse fra omgivende lys, er det nyttigt at anvende en strålingsenergikilde uden for den synlige del af spektret, f.eks. infrarødt lys, og dette illustreres i figur 1 som en infrarød LED
20 (lysemitterende diode) 16, der er forbundet til en egnet kraftkilde via en elektronisk afbryder 18. Detaljer af et egnet kredsløb vises i figur 2. Omstillingssignalet til afbryderen 18 tilvejebringer en måde til styring eller pulsering af lysudgangen fra LED'en til tidsfastlæggelsesformål og til at adskille LED-udgangssignalet fra langsomt varierende naturlige strålingskilder.
25

Den udstrålede energi fra LED-lyskilden reflekteres forskelligt af de to forskellige dele 15A og 15B på skiven, og den modulerede energi føres gennem et simpelt linsesystem 20, som fokuserer et billede (inverteret og omvendt) på kvadrant-detektoren 22. Dette er en indretning, som
30 er til rådighed i handelen med forskellige følsomhedskarakteristikker, i dette tilfælde følsom for et område af intensitet af infrarødt lys, såsom udsendt fra LED'en. Detektoren 22 er opbygget af fire fotodetektorelementer Q1, Q2, Q3 og Q4, som har hver sin særskilte udgangssignallinie 24A, 24B, 24C og 24D, der fører til individuelle elektroniske forstærkere 25A, 25B, 25C og 25D. Kraftforsyningen og forstærkerkredsløbet
35 for et element Q4 vises i figur 2. De forstærkede udgangssignaler er således en analog fremstilling af mængden af strålingsenergi, som er ledet til de tilsvarende kvadrantelementer af sensoren 22.

Udgangene fra hver forstærker føres til indgangene på sædvanlige analog-til-digital (A til D) konverterkredsløb 28A, 28B, 28C og 28D, som frembringer fire digitale udgangssignaler på deres udgange 29A, 29B, 29C og 29D. Denne gruppe eller dette sæt af digitale ord bestemmer en be-

5 stemt vinkelstilling af skiven 15 og dermed akselen 10 i forhold til den faste stilling af sensoren 22. Sagt på en anden måde er vinklen 0° i illustrationen en vektor fra detektorens center og forløbende imellem segmenterne Q1 og Q4, og den tilsvarende akselvinkel 0° placerer skiven med linien mellem sektionerne 15A og 15B forløbende horisontalt og sektionen

10 15B opad, hvorved der opnås maksimal belysning af segmenterne Q1 og Q2 og minimal belysning af segmenterne Q3 og Q4.

Et sæt digitale ord overføres således for hver udlæsning til apparater for konvertering af denne information til en vinkelfremstilling eller et udtryk. Et foretrukket apparat til dette formål er en mikrocomputer 30. I en fordelagtig udførelsesform anvendes en mikrocomputer med handelsnavnet Commodore 64, der indeholder en mikroprocessor af typen 6502. Vinkelfremstillingen, som den beregner, kan anvendes til at drive en sædvanlig display-indretning 32 og/eller fremstillingen kan skrives ud på en egnet printer 34.

20 Antages stillingen med vinkel 0° som ovenfor forklaret vil udgangssignalerne fra segmenterne Q1 og Q2 være maksimale, d.v.s. svarende til fuld strålingsenergi derpå og udgangssignalerne fra segmenterne Q3 og Q4 vil være minimale, d.v.s. den mindst mulige mængde stråling; bemærk at dette går ud fra en invertering og en side-til-side-omvending af lys-

25 strålebilledet gennem linsen. Gås der frem i urets retning, som sensoren er vist i figur 1, følger det, at vinklen 90° vil have Q1 og Q4 på fuldt eller maksimalt signal, vinklen 180° vil have Q4 og Q3 på fuldt signal og vinklen 270° vil have Q3 og Q2 på fuldt signal.

Signaludgangene S1, S2, S3 og S4 fra de fire kvadranter i detektoren kan omregnes til en vinkel ved at bruge den følgende sekvens af matematiske operationer (der antages ensartet belysning af mønsteret og identisk følsomhed af hver detektorkvadrant for enkelheds skyld).

For det første beregnes mellemsummerne:

35

$$\begin{aligned} A1 &= S1 + S4 \\ A2 &= S2 + S1 \\ A3 &= S3 + S2 \\ A4 &= S4 + S3 \end{aligned}$$

$$\text{Sum} = 2(S1 + S2 + S3 + S4)$$

Derpå lokaliseres kvadranten Q, som rummer en linie, der halverer billedet af mønsteret i to lige store halvdele, og som er en belyst

5 kvadrant:

Hvis $A2 \geq A4$ og $A3 < A1$, så $Q = 1$

Hvis $A2 \geq A4$ og $A3 \geq A1$, så $Q = 2$

Hvis $A2 < A4$ og $A3 \geq A1$, så $Q = 3$

10 Hvis $A2 < A4$ og $A3 < A1$, så $Q = 4$

Endelig bestemmes vinklen ved at bruge den korrekte ligning for den rigtige kvadrant:

15 Kvadrant 1 ($Q = 1$)

$$\text{Vinkel} = \frac{(\text{Sum}/4 - S2 - S1)}{(S3 - S1)} \cdot 90^\circ$$

$Q = 2$

$$\text{Vinkel} = \frac{(\text{Sum}/4 - S3 - S2)}{(S4 - S2)} \cdot 90^\circ + 90^\circ$$

20

$Q = 3$

$$\text{Vinkel} = \frac{(\text{Sum}/4 - S4 - S3)}{(S1 - S3)} \cdot 90^\circ + 180^\circ$$

$Q = 4$

$$\text{Vinkel} = \frac{(\text{Sum}/4 - S1 - S4)}{(S2 - S4)} \cdot 90^\circ + 270^\circ$$

For eksempel hvis:

$$S1 = 70 \quad S2 = 100 \quad S3 = 30 \quad S4 = 0$$

så er:

$$30 \quad A1 = 70 \quad A2 = 170 \quad A3 = 130 \quad A4 = 30$$

$$\text{Sum} = 400$$

Da $A2 > A4$ og $A3 > A1$, så er $Q = 2$ og halveringslinien er placeret i den anden kvadrant.

Vinklen er derfor:

$$35 \quad \text{Vinkel} = \frac{(100 - 30 - 100)}{-100} \cdot 90 + 90^\circ$$

$$= 117^\circ$$

Denne analysefremgangsmåde er ikke følsom for små centerfor-

skydninger af mønsterbilledet på kvadrantdetektoren, idet den finder halveringsretningen for energifordelingen.

I det følgende gives programudskriften i Microsoft Basic for Commodore 64 mikrocomputeren til fastlæggelse af omdrejningsstillingen for

5 skiven:

```

4010 REM * READ ENCODER *
4020 REM
4025 FOR J=1 TO 2: RR=0: FOR P=1 TO 4 STEP 1
10 4030 POKE EN+P-1,0: Q(P) = PEEK(EN): NEXT
4045 FOR P = 1TO4: IF ABS(QW(P) - Q(P)) > SR THEN RR=1
4055 NEXT: FOR P=1TO4: QW(P) = Q(P): NEXT
4060 NEXT J: IF RR=1 THEN 4025: REM WAIT FOR STABLE READING
4070 FORP = 1TO4: Q(P) = (MO-Q(P))/H(P): NEXT
15 4080 GOSUB4500: AN = 360 - AN
4100: IF WRK <>0 THEN AI = AN: RO = 0: RETURN: REM STORE INIT
ON ODD PASS
4110 RO = AN - AI: IF RO<0 THEN RO = RO + 360
4120: IF RO < 70 THEN RO = RO + 360
20 4200 RETURN
4500 REM
4510 REM * CALC. ANGLE *
4530
M(1) = Q(1)+Q(4):M(2)=Q(2)+Q(1):M(3)=Q(3)+Q(2):M(4)=Q(4)+Q(3)
25 4540 SUM = (Q(1) + Q(2) + Q(3) + Q(4))/2
4550: IF M(4) > M(2) THEN 4580
4560: IF M(3) > =M(1) THEN Q=2: GOTO4600
4570 Q = 1: GOTO 4600
4580: IF M(3) > = M(1) THEN Q = 3: GOTO4600
30 4590 Q = 4
4600 ON Q GOTO 4900, 4910, 4920, 4930
4900 AN = (SUM - Q(2) - Q(1))/(Q(3) - Q(1)) *90: RETURN
4910 AN = (SUM - Q(3) - Q(2))/(Q(4) - Q(2)) *90 + 90: RETURN
4920 AN = (SUM - Q(4) - Q(3))/(Q(1) - Q(3)) *90 + 180: RETURN
35 4930 AN = (SUM - Q(1) - Q(4))/(Q(2) - Q(4)) *90 + 270: RETURN
5000 REM

```

Linierne 4000 til 4500 læser A/D-udgangssignalerne, udfører sammen-

ligninger for stabilitetsformål og udfører centreringsberegninger. Hvis disse ikke er nødvendige i en bestemt installation, kan de udelades. Linierne 4510 til 5000 beregner vinkelfremstillingerne.

5

PATENTKRAV

1. Berøringsfri akselvinkeldetektor omfattende en aksel (10) monteret for rotation omkring sin akse (12), hvor der på enden af akslen eller på en skive fastgjort til og arrangeret radialt i forhold til akslen er påtrykt et sektordelt mønster (15) omfattende to sektorer (15A,15B) med forskellige optiske egenskaber, **KENDETEGNET** ved, at sektorerne er indrettet til samtidig belysning med stråling, som de udsættes for, at der er indrettet optiske midler (20) til at lede strålingsenergi fra begge sektorer i mønsteret over på en sektordelt opstilling af detektorer (22), samt analog-til-digital konverteringsmidler (28A-D) indrettet til at generere et sæt af digitale udgangssignaler fra analoge udgangssignaler fra de respektive detektorer (Q1,Q2,Q3,Q4), hvilke analoge udgangssignaler afhænger af de respektive mængder af strålingsenergi, som falder på detektorerne, hvorved den vinkel, som omfattes af hver mønstersektor, er mindst lige så stor som den vinkel, som omfattes af hver detektorsektor, hvorved sættet af separate digitale udgangssignaler entydigt bestemmer vinkelstillingen af akslen.

2. Akselvinkeldetektor ifølge krav 1, **KENDETEGNET** ved, at den omfatter beregningsmidler (30), der på grundlag af de digitale udgangssignaler fra de nævnte konverteringsmidler beregner vinkelstillingen af akslen (10) ved sammenlignende analyse af størrelsen af hvert digitalt udgangssignal inden for et sæt.

3. Akselvinkeldetektor ifølge krav 1 eller 2, **KENDETEGNET** ved, at mønsteret omfatter reflekterende overfladeområder med forskellige refleksionsegenskaber, at detektoren omfatter en selektivt aktivérbar strålekilde (16), placeret til at rette bestråling ind mod hele mønstrets areal, samt midler (18) indrettet til at aktivere strålskilden, når akslens position ønskes læst.

4. Akselvinkeldetektor ifølge krav 3, **KENDETEGNET** ved, at strålekilden (18) tilvejebringer strålingsenergi i et forud fastlagt, ikke

synligt, spektralbånd.

5. Fremgangsmåde til fastlæggelse af vinkelstillingen af en aksel (10), der er roterbar omkring en rotationsakse (12), omfattende trykning på enden af akslen eller fastgøring til akslen af en skive (15) med et sektordelt mønster omfattende to sektorer (15) med forskellig stråledæmpningsevne, **KENDETEGNET** ved, at den omfatter
- retning af strålingsenergi af en forud fastlagt bølgelængde ind mod mønsteret på en sådan måde, at begge sektorer modtager strålingsenergi
- samtidigt,
- afføling af den dæmpede stråling fra hver sektor i mønsteret over flere diskrete sektorer (Q1,Q2,Q3,Q4) og generering af analoge signaler proportionalt med den dæmpede strålingsenergi, der falder ind på hver affølingssektor,
- konvertering af hvert af de analoge signaler til digitale signaler og
- beregning af akslens vinkelstilling ud fra de digitale signaler, hvorved den vinkel, som omfattes af hver sektor på skiven, er mindst lige så stor som den vinkel, som omfattes af hver affølingssektor, hvorved akslens vinkelstilling entydigt bestemmes af de digitale signaler.

25

30

35

FIG-1

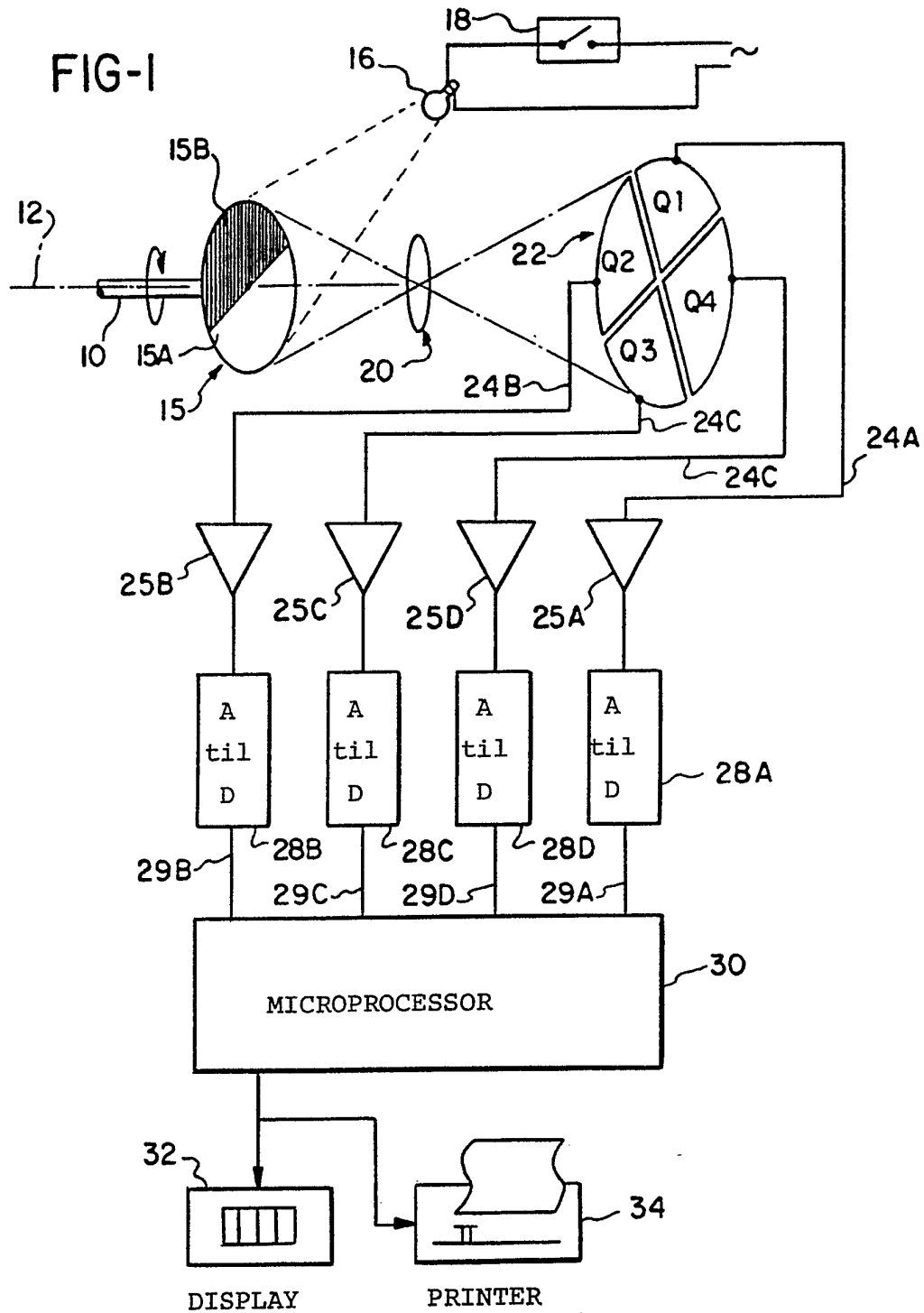


FIG-2

