



Patentdirektoratet
TAASTRUP

(21) Patentsøgning nr.: 6345/86

(51) Int.Cl.5

G 01 B 11/04

(22) Indleveringsdag: 30 dec 1986

(24) Løbedag: 30 apr 1986

(41) Alm. tilgængelig: 30 dec 1986

(44) Fremlagt: 11 jan 1993

(86) International ansøgning nr.: PCT/NO86/00034

(86) International indleveringsdag: 30 apr 1986

(85) Videreførelsesdag: 30 dec 1986

(30) Prioritet: 30 apr 1985 NO 851718

(71) Ansøger: *Cargoscan A/S; Gjerdrums vei 10 A; N-0486 Oslo 4, NO

(72) Opfinder: JON *CLAESSON; NO, JACK ROALD *HØIFØDT; NO, EINAR *SØRENSEN; NO

(74) Fuldmægtig: Lehmann & Ree A/S

(54) Fremgangsmåde ved tredimensional måling af genstande

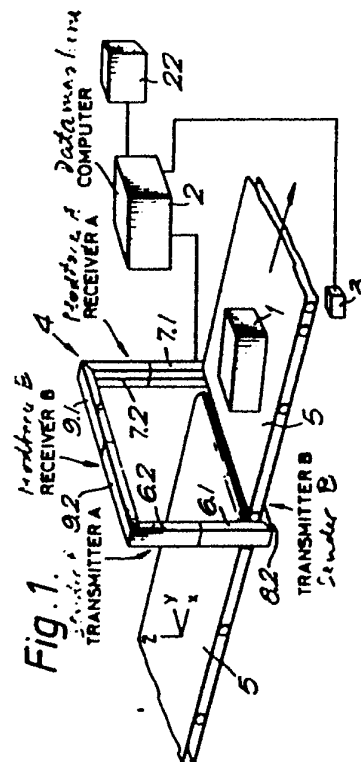
6345-86

(56) Fremdragne publikationer

(57) Sammendrag:

6345 / 86

En fremgangsmåde til tredimensional dimensionsmåling af genstande (1), som transporteres gennem eller bevæges i forhold til en måleramme (4) for ved inkrementelle målinger af højde, bredde og længde af genstanden at beregne genstandens kubiske og omskrevne volumen. Hvert sender/modtagerpar i målerammen (4) kalibreres ved at regulere den udsendte lysmængde fra senderen og tærskelniveauet fra modtageren, således at signal/støjforholdet for modtageren ligger over en bestemt grænse, samtidig med at belysningstiden holdes så kort som muligt. Ved de inkrementelle målinger bliver mindst et senderelement og et lige overfor beliggende modtagerelement bestående par i målerammen (4) aktiveret ad gangen, og et eksternt signal som en funktion af genstandens bevægelse i forhold til målerammen sammenlignes med de registrerede signaler fra modtagerelementerne til beregning af de nævnte volumener. Målerammen er opbygget i form af horisontale og vertikale sender- modtagermoduler (6.1,6.2;8.1,8.2;7.1,7.2;9.1,9.2), som består af de nævnte senderelementer henholdsvis modtagerelementer. Til målerammen er knyttet en datamaskine (2) til kalibrering af de respektive sender- og modtagerelementer i målerammen (4) og til beregning af de nævnte volumener, der udledes som følge af skyggebilleder af genstanden på modtagerelementerne. Et display (22) er knyttet til datamaskinen til visning af genstandens volumenstørrelse. Fremgangsmåden anvendes f.eks. til fragtpåregning af genstande.



Den foreliggende opfindelse angår en fremgangsmåde ved tre-dimensional måling af genstande, som transporteres gennem en måleramme for at beregne genstandens volumen ved inkrementelle målinger af højde, bredde og længde af genstanden. Med volumen forstås her
5 både kubisk volumen og omskrevet volumen.

Fra US patentskrift nr. 3.513.444 kendes et system til volumenbestemmelse af et hvilket som helst objekt, som bevæger sig langs en given bane. Volumenberegningen sker ved, at højde og bredde måles for hver inkrementelle distance, som genstanden bevæger sig i
10 transportretningen. Ved hver måling beregnes således et inkrementelt volumen. Et signal om, at genstanden har bevæget sig den nævnte inkrementelle distance i transportretningen gives, når en impulsgiver, som kan være koblet til transportørens drivsystem, har sendt et bestemt antal impulser, som tælles af en tællerkreds. Det samlede
15 volumen vil således være givet ved summen af de inkrementelle volumenmålinger. Dette kendte system gør brug af et antal parallelle lysstråler i horisontal og vertikal retning. Tilsammen danner lysstrålerne en retvinklet matrice. Overfor de horisontale henholdsvis vertikale lyskilder er placeret det samme antal fotoceller.
20 Det antal fotoceller i lysmatricen, som ikke modtager lys, vil derved bestemme genstandens højde og bredde på det aktuelle sted. Det beregnede volumen er ifølge det nævnte patentskrift det virkelige volumen, medens man i transportterminologien opererer med kubisk volumen defineret som produktet af største højde, længde og
25 bredde. Den skitserede løsning muliggør ikke lagring af et tilstrækkeligt antal data, således at det bliver muligt at beregne det kubiske volumen af genstanden i en hvilken som helst orientering. Den ifølge US patentskriftet skitserede løsning har endvidere som en væsentlig begrænsning, at en dimension af den genstand, som skal måles, hele tiden skal bevæges parallelt med transportretningen.
30 Dette medfører væsentlige begrænsninger med hensyn til anvendelsen.

US patentskrift nr. 3.588.480 og US patentskrift nr. 3.436.968 omhandler et system til indsamling af data, som er repræsentative for volumenet af en genstand, som bevæger sig langs en bestemt
35 retning. Til måling af genstandens dimensioner på tværs af bevægelsesretningen benyttes et større antal lysgivere, som er monteret således, at de danner en matrice af parallelle lysstråler. Genstandens dimension i bevægelsesretningen bestemmes ved at måle dens hastighed samt den tid, den befinder sig indenfor lysmatricen. Fra

lysmatricen udsendes hele tiden konstant lys. Ifølge de nævnte patentskrifter kan de deri beskrevne systemer måle både det virkelige og det kubiske volumen af genstanden. Det kubiske volumen fremkommer ved at multiplicere de maksimale lineære dimensioner i hver retning af genstanden. For at muliggøre dette på en simpel måde med den beskrevne elektronik kræves det, at genstanden orienteres med den største længde/bredde parallelt/på tværs af bevægelsesretningen. Det er angivet, at genstandens orientering på transportbåndet i og for sig er ligegyldig, men uden at det er angivet, hvorledes de nævnte volumener i så fald beregnes.

Svensk patentskrift nr. 425.126 omhandler en fremgangsmåde til detektering af en genstands tilstedeværelse indenfor et måleområde samt måling af dens tværsnit i måleplanet. Til nøjagtig måling af dimensionerne forudsættes det, at genstandens tværsnit er tilnærmet cirkulært, eksempelvis en tømmerstok. Som måleapparat beskrives en anordning bestående af to rækker, som hver har et antal sendere og modtagere. Måleområdet er defineret som planet mellem de to rækker. Hver række består af et antal sendere og et mindre antal modtagere. Hvis afstanden mellem modtagerne er D , og der mellem hver to modtagere findes et antal s af sendere, vil man kunne opnå en målenøjagtighed på $\pm D/2 s$. Ved hjælp af en beskrevet dobbeltmodtager kan præcisionen angiveligt forøges til $\pm D/4 s$. Den beskrevne geometri med større afstand mellem modtagerne end mellem senderne bevirker, at målesystemet er helt uegnet for genstande med et tværsnit, som afviger væsentligt fra et cirkeltværsnit.

Formålet med den foreliggende opfindelse er at tilvejebringe en forbedret fremgangsmåde ved tredimensional måling, som gør det muligt at beregne både det kubiske volumen og det omskrevne volumen uanset genstandens orientering på transportbåndet. I særdeleshed tilsigter den foreliggende opfindelse at tilvejebringe en løsning, hvorved der muliggøres en automatisk adaptiv kalibrering af målesystemet, automatisk fejldetektering og signalbehandling med forbedret målenøjagtighed. Desuden tilsigter opfindelsen anvendelse af systemkomponenter, som stiller relativt beskedne krav til toleranceværdier.

Som et yderligere formål med opfindelsen tilsigtes det at tilvejebringe modulær opbygning af målerammen, således at den foreliggende opfindelse muliggør enkle "skræddersyede" løsninger til dimensionsmåling af genstande indenfor de forskellige

volumenområder. En sådan modulær opbygning vil også lette fejlsøgning og reparationer.

Det ovennævnte formål opnås ved en fremgangsmåde af den i krav 1's indledning angivne art, og som er ejendommelig ved det i samme
5 kravs kendetegnende del angivne. Yderligere formål og fordele opnås med de i de efterfølgende patentkrav angivne særlige foranstaltninger.

Det skal som nævnt bestemmes, om lysvejen mellem et senderelement og et modtagerelement er blokeret eller ikke. På modtagerelementerne vil der altid afgives et signal, selv om lysvejen fra
10 senderelementet er blokeret. Dette signal kommer dels fra baggrundsbelysningen og dels fra støj i modtagerelementet og de efterfølgende forstærkertrin. Desuden kan der komme indirekte lys, som når frem til modtagerelementet fra senderelementet via spejling i
15 transportbånd eller andre omkringliggende strukturer, selv om den direkte lysvej er blokeret. Dette "støj"-signalniveau skal adskilles fra det signal, som kommer fra modtagerelementet, når lysvejen fra senderelementet ikke er blokeret. Indenfor den kendte teknik gøres dette ved, at der anvendes linser i lysvejen fra sender- til
20 modtagerelementet, som fokuserer senderlyset, således at det lys, som når modtagerelementet via den direkte strålevej, er tilstrækkeligt kraftigt til klart at adskille sig fra støjsignalet. Anvendt i en måleramme som den her beskrevne har denne fremgangsmåde to problemer. En typisk måleramme har f.eks. 400 hundrede sender- og
25 modtagerpar. På grund af dårlig mekanisk nøjagtighed i de lyselementer, som benyttes, vil hver enkelt linse skulle justeres og tilpasses, for at lyset fra senderelementet skal ramme modtagerelementet. Dette er ikke praktisk i produktionssammenhæng. Endvidere vil bredden af strålebundtet mellem sender- og
30 modtagerelementet få samme diameter som linsen, og dette vil begrænse opløsningen. I en typisk måleramme er afstanden mellem elementerne typisk kun 5 mm. Ved at fjerne linserne mellem sender- og modtagerparrene bliver tykkelsen af lysbundtet bestemt af diameteren af sender/modtagerfladerne typisk 1-3 mm. Desuden behøves der
35 ingen opjustering. Der modtages imidlertid så lidt lys, at det er problematisk at adskille signalet fra det ovenfor beskrevne støjsignal. Dernæst vil signalniveauet fra hver af sender-modtagerparrene variere meget fra par til par afhængigt af kvaliteten af sender- og modtagerelementerne, variation i retning af

udsendt lys fra senderelementet og variation i tilstøvning.

Støj fra baggrund og forstærkere er statistisk og varierer fra gang til gang. Spejlende lys varierer også afhængigt af strukturerne i omgivelserne, deres tilstøvning osv. Der skal derfor for hvert sender- og modtagerpar udsendes så meget lys, at signalet overstiger denne værdi, f.eks. to gange, dersom detekteringen skal blive sikker. Dette betyder, at margenen fra den fastsatte tærskelværdi til lys-signalniveauet og til mørkeniveauet (når lysvejen er blokeret) hver for sig skal være mindst lige så stor som den maksimale statistiske variation i støjlyset.

Ved fremgangsmåden ifølge den foreliggende opfindelse gøres dette ved, at tærskelniveauet justeres til at overstige støjen i hver forstærker med tilstrækkelig margin. Endvidere justeres lysniveauet i hvert senderelement, således at lyset overstiger tærskelniveauet tilstrækkeligt til at opnå en sikker detektering. Lysmængden må imidlertid ikke forøges så meget, at det indirekte (spejlende) lys i sig selv er nok til at give en falsk detektering. Det spejlende lys udgør normalt mindre end halvdelen af det direkte lys.

I den foretrukne udførelsesform af opfindelsen varieres lysstyrken til et senderelement ved, at antallet af lysimpulser fra elementet forøges og dermed også integrationstiden i detektoren. Dette har den ekstra effekt, at filtreringen (integrationen) i en faselåst detektor ved midling fjerner mere af støjen og derfor forbedrer signal/støjforholdet til et dårligt sender/modtagerpar. For et godt sender/modtagerpar gøres tiden tilsvarende kortere, og hastighedspotentialet til elementerne udnyttes således maksimalt.

En anden effekt er, at systemet bliver immunt for spejling, fordi den udsendte lysmængde ikke overstiger tærskelværdien mere end, at det indirekte lys alene ikke er nok til at overstige tærskelniveauet. Systemet kalibrerer denne lysmængde jævnlige for at tilpasse sig variation i tilstøvning og ældning af sender- og modtagerelementerne. Der opnås således sikker detektering af blokering af lysvejen mellem sender- og modtagerelementerne uden brug af linser eller anden optik med de problemer, som disse ifølge det ovenfor anførte har.

Den benyttede detektorelektronik muliggør detektering af de svage signaler, som modtages i mangel af ekstra linser mellem sender- og modtagerelementerne (bortset fra de plastlinser, som er indbygget i elementerne af producenten), og støj fra distribueringen

af modulationsfrekvensen i systemet og anden støj filtreres bort. Detektoren består af en fase-låsforstærker og en efterfølgende integrator. Integratoren sikrer netop den egenskab, som er beskrevet ovenfor, nemlig at signalstyrken vokser med den tid, som benyttes til hvert sender- og modtagerelement, og støjen reduceres tilsvarende.

Opfindelsen skal herefter forklares nærmere under henvisning til tegningen, hvor

- 10 fig. 1 skematisk viser en udførelsesform for måleanordningen ifølge opfindelsen med måleramme og transportbånd,
- fig. 2 en første kalibreringsmåde for måleanordningen,
- fig. 3 som et ikke begrænsende eksempel målerammen opbygget af ialt 8 moduler,
- 15 fig. 4 delvis i blokdiagramform, delvis i kredsløbsform anordningen ifølge den foreliggende opfindelse,
- fig. 5a og 5b mere detaljeret sender- og modtagerdelen af målerammen i fig. 4,
- fig. 6 i forenklet blokdiagram en alternativ løsning for sender- og modtagerdelen i målerammen ifølge
- 20 opfindelsen til nærmere belysning af selvkonfigureringsprincippet for målerammen,
- fig. 7,8, 9,10 og 11 kredsløbsdetaljer i tilknytning til forklaringen af selvkonfigureringsprincippet for målerammen,
- 25 fig. 12 kontrolenheden i fig. 6 mere detaljeret,
- fig. 13 i blokdiagramform et modtagermodul i målerammen til udførelse af synkron modulering og demodulering,
- fig. 14 og 15 filterkarakteristikkerne for kredsløbet vist i fig. 13, idet fig. 14 viser
- 30 frekvenskarakteristikken og fig. 15 fasekarakteristikken,
- fig. 16 i forenklet blokdiagramform fordeling af modulationsfrekvensen,
- fig. 17 i fig. 17a og b henholdsvis strøm-karakteristikken og lyskarakteristikken for en senderdiode og i fig. 17c og d henholdsvis modulationssignal og lyssignal,
- 35 fig. 18a og 18b signal/støjforholdet i forbindelse med henholdsvis en god og dårlig modtagerdiode, hvor modtagerdioden måler den absolutte værdi af lysniveauet

på modtagerstedet,

fig. 19a og 19b for henholdsvis en god og dårlig modtager-
diode den foretrukne løsning, hvor integreret energi
af modtaget signal med given frekvens og fase bringes
til at ligge over en given fast tærskel,

fig. 20 et typisk modtagermodul ifølge opfindelsen og

fig. 21 og 22 henholdsvis i planbillede og tværsnit et in-
krement af det volumen, som skal måles.

Den foreliggende opfindelse tilsigter at tilvejebringe en
fremgangsmåde ved volumenmåling af alle typer af stykgods, hvor
samtlige tre dimensioner kan måles med tilstrækkelig grad af præci-
sion, således at værdierne kan anvendes som grundlag for eksempelvis
fragtprisberegning. Teknologien kræver, at der under måling sker en
relativ bevægelse mellem genstand og målesystem, enten ved at
genstanden er i bevægelse, eller at målesystemet bevæger sig.

I princippet er den anordning, som anvendes til udførelse af
fremgangsmåden udformet som en ramme, hvor genstandene, som skal
måles, bringes igennem denne med en i forhold til rammen målelig
hastighed. Et eksempel på dette er et delt transportbånd 5 som
antydnet i fig. 1. Rammen har to sender- og to modtagersider hen-
holdsvis 6,8 og 7,9. Ifølge fig. 1 vil en sender/modtagerenhed,
f.eks. 6,7, være i stand til at måle en dimension af den genstand 1,
som skal føres gennem målerammen. Ifølge fig. 1 bliver genstanden
1's dimension i z-retning målt af sender/modtagerpar A, medens
dimensionen i y-retning bliver målt af sender/modtagerparret B. Den
tredie dimension x-retningen bliver målt samtidig med, at sen-
der/modtagerparret A henholdsvis B aflæses for hver bevægelse Δx ,
som genstanden har flyttet sig i x-retningen. Detektorparrene A og B
vil således registrere, hvor genstanden begynder, og hvor den
slutter. Differencen giver genstandens dimension i x-retningen.
Fremgangsmåden nødvendiggør, at der monteres en hastighedsmåler
(takometer) 3, som giver signal, når genstanden 1 har bevæget sig en
længde Δx i forhold til målesystemet.

Selv om det i fig. 1 er vist, at genstanden 1, som skal måles,
bevæger sig i forhold til målerammen 4 ved hjælp af transportøren 5,
vil det for en fagmand umiddelbart forstås, at genstanden 1 eventu-
elt kan være stationær, medens målerammen 4 i stedet bevæger sig i
forhold til genstanden.

Ved den foreliggende opfindelse er det et væsentligt træk, at

anordningen til udførelse af fremgangsmåden kan opbygges modulært, således at målerammens totale størrelse let kan tilpasses til forskellige krav med hensyn til dimensionerne af de genstande, som skal måles. I det i fig. 1 viste eksempel består senderen A af to moduler 6.1, 6.2, modtageren A af to moduler 7.1, 7.2, senderen B af to moduler 8.1, 8.2, hvoraf kun det sidstnævnte er vist i fig. 1, og modtageren B af to moduler 9.1, 9.2.

Hver sender og den modstående modtager består således at et eller flere moduler, hvor hvert modul har en længde L . Dette betyder således, at hver senders totale længde er $n \times L$, hvor n er et vilkårligt helt tal lig med eller større end 1. De nævnte moduler kan være identiske for henholdsvis sender og modtager og kobles til hinanden i det antal, som er nødvendigt for de måleopgaver, der skal udføres. En datamaskine 2, som behandler måledataene, behøver ikke at være programmeret til at håndtere et fast antal moduler. Datamaskinen 2 kan udsende testimpulser, og baseret på returnerede signaler registreres det, hvor mange moduler hver sender og modtager er sammensat af. Dette muliggør en enkel og omkostningseffektiv konstruktion, hvor forskellige krav til måleområder opfyldes ved ganske enkelt at sammensætte det nødvendige antal moduler for de respektive modtagere og sendere.

Opfindelsen skal nu forklares yderligere i forbindelse med fig. 3. I sendermodulerne 6.1,6.2; 8.1,8.2 er der monteret diskrete lysgivere, f.eks. IR-dioder, som har en indbyrdes afstand d . I modtagermodulerne 7.1,7.2; 9.1,9.2 er der monteret et tilsvarende antal lysdetektorer, f.eks. fototransistorer eller fotodioder, ligeledes med en indbyrdes afstand d .

Ved kun at lade én sender i og en tilsvarende modtager i være aktive samtidigt, er det tilsikret, at målinger sker langs parallelle linier. I fig. 3 er der som eksempel valgt senderen 6.2.4 og den tilsvarende modtager 7.2.4.

Der udsendes således lysenergi 10 fra sendersiden, som detekteres på modtagersiden. Genstande, som passerer gennem målerammen, vil skygge delvis for denne stråling, og inkrementelle skygebilleder vil således blive detekteret på modtagersiden. En modtager er kun følsom for lysenergi fra den lige overfor beliggende sender, ved at de respektive lysdetektorer eller modtagere aktiveres på forskellige tidspunkter, f.eks. successive, og samtidig med den overfor liggende sender- eller lysdiode.

Ved den foreliggende opfindelse tilsigtes signalbehandling med forbedret målenøjagtighed.

Det er væsentligt, at den lyskontakt, som findes mellem en enkelt lysgiver og en enkelt lysdetektor, bliver entydig. Dette kan
5 løses på to måder, hvoraf den første er vist i fig. 2. Man baserer sig her på, at modtagerdetektoren måler absolutværdien af lysniveauet på modtagerstedet. Dersom lysniveauet c ligger højere end en for hver lysdiode individuelt kalibreret tærskel b , foreligger der lyskontakt mellem sender og modtager. Imidlertid kan man her opleve
10 således som vist, at signal/støjforholdet kan være yderst forskelligt afhængigt af kvaliteten af den enkelte lysgiver og den tilsvarende lysdetektor, i det viste eksempel antydte for tre dioder n , $n+1$ og $n+2$.

På basis af målt lysintensitet ved fuld afskærmning og målt
15 lysintensitet uden afskærmning kan der bestemmes et diskrimineringsniveau IT for lysgiver/lysdetektorparret. Ved måling af absolutværdien tilsigtes det at opnå en automatisk adaptiv kalibrering af målesystemet. Dette kræver også, at der er en vis mindsteafstand mellem en genstand og en påfølgende genstand, som skal passere gennem målerammen 4. Så snart en genstand 1 har passeret gennem målerammen 4, vil systemet indføres i en adaptiv kalibreringsfunktion, således at hver lysgiver/lysdetektor i det respektive sender/modtagerpar A, B bliver kontrolleret og kalibreret.
20

På basis af denne måling kan der ved hjælp af datamaskinen 2
25 beregnes et diskrimineringsniveau, som under normal drift benyttes til at bestemme, om en modtager er afskygget eller ikke er afskygget. Diskrimineringsniveauet IT vil således være bestemt af ligningen:

$$30 \quad IT = ID + k (IL - ID),$$

hvor k er en valgt konstant med en værdi $0 < k < 1$, ID er lig med målt intensitet med fuld afskærmning, og IL er lig med målt lysintensitet uden afskærmning.

35 Denne løsning kan, selv om den giver udmærkede resultater, imidlertid som nævnt medføre, at signal/støjforholdet bliver dårligt, hvorved der i ugunstige tilfælde kan foreligge mulighed for fejlmålinger.

For derved at kalibrere de respektive sender/modtagerpar

individuet eller i grupper foretrækkes ifølge opfindelsen imidlertid den nedenfor beskrevne løsning. Målet med at kalibrere lysgiver/lysdetektorpar er naturligvis optimalt at styre signal/støjforholdet og den totale detekteringstid for lysdetektoren (modtager), således at signal/støjforholdet holdes størst muligt, medens detekteringstiden tilsigtes holdt så kort som muligt.

Som styreparametre benyttes tærskelværdien på modtagerdelens komparator kredsløb og den totale belysningstid (integrationstid) fra den respektive lysgiver (sender). Belysningstiden for hvert lysgiver-/lysmodtagerpar adderes op til en total tid T for hele målerammen, hvor

$$T = \sum_{i=1}^N t(i)$$

hvor $t(i)$ er belysningstiden for lysmodtager nr. i , og N er det totale antal lysgiver-/lysmodtagerpar i målerammen. Jo lavere tiden T er, desto oftere vil målerammen kunne afsøges, og desto hurtigere vil målegenstanden kunne passere gennem målerammen. Typisk vil det kræves, at $t(i)$ gennemsnitligt bør være mindre end 20 mikrosekunder.

For at forbedre signal/støjforholdet anvendes der ifølge opfindelsen moduleret lys fra senderdioderne. De nævnte senderdioder kan eksempelvis være IR-dioder. Modulationsfrekvensen betegnes F_m . Modulationen og den tilhørende elektronik medvirker til at reducere såvel optisk som elektrisk støj for modtagermodulerne.

Uønsket lys (optisk støj) fra andre lyskilder, såsom sollys, rumbelysning eller lignende, elimineres, idet lysdetektorerne i modtagermodulerne er kun lidt følsomme for lys med andre modulationsfrekvenser end F_m . Principielt vil modulationen generere elektrisk støj i rammen dels på grund af fordeling af højfrekvent modulationsfrekvens over lange linier, typisk 1-3 meter, dels fordi store strømstyrker i enkelte senderelementer eller lysgivere, typisk 0,5-1,0 A, slås fra og til med den samme frekvens.

For at spare tid er der tilvejebragt synkron modulering og demulering af henholdsvis lysgiverne og lysmodtagerne. Modulationsfrekvensen fordeles i princippet i målerammen 4 til samtlige lysgivere og lysmodtagere. På modtagersiden benyttes en styret ensretter og integrator således som angivet i fig. 13. Disse har

fire gode egenskaber, nemlig:

at indfasningstiden for demodulatoren elimineres, idet modulations-
frekvensen er distribueret,

at det detekterede signal i modtagerelementerne vokser lineært med
5 tiden,

at det detekterede signal i modtagerelementerne vokser lineært med
lysintensiteten af det modulerede lys, og

at støj med andre frekvenser og faseforhold end modulationssignalet
undertrykkes i henhold til demodulatorens filterkarakteristikker.

10 Filterkarakteristikkerne for demodulatoren er angivet i fig. 14
og fig. 15. Ud fra disse filterkarakteristikker kan det udledes, at
filtret gør modtageren ufølsom for støj med en frekvens, som er den
dobbelte af modulationsfrekvensen F_m . Desuden gør filtret modtageren
ufølsom for støj med en frekvens lig med F_m , men med en fasefor-
15 skydning 90° .

Begge disse egenskaber bliver benyttet til at forbedre sig-
nal/støjforholdet for de respektive lysmodtagere i modtagermoduler-
ne.

I stedet for at distribuere modulationsfrekvensen F_m over lange
20 linier rundt i målerammen distribueres den dobbelte frekvens $2 \times F_m$.
Som vist i fig. 16 bliver denne frekvens ($2 \times F_m$) delt med 2 geo-
grafisk set så nær demodulatoren (fig. 13) som muligt for at opnå
den kortest mulige ledningsføring for signalfrekvensen F_m .
Senderdioderne, som anvendes, kan have en stigetid og faldetid på
25 typisk 1,5 mikrosekunder for lysemission. Dette er vist i fig. 17b i
tilknytning til strøm-karakteristikken for senderdioden. Ved at
påtrykke en modulationsfrekvens $F_m = 312,5$ kHz, vil lysemissionen
fra dioderne blive 90° forsinket i forhold til det elektriske
modulationssignal, således som det tydeligt fremgår af fig. 17c og
30 d. Demodulatoren (fig. 13) indstilles til maksimal følsomhed for
lyssignalet. Dette medfører i henhold til ovenstående, at
demodulatoren bliver ufølsom for støj, som skyldes kobling af store
strømstyrker til senderdioderne.

Målerammen registrerer lyskontakt mellem et lysgi-
35 ver/lydmodtagerpar ved at sammenligne signalet fra en lysmodtager
med et tærskelniveau. Dette niveau kan indstilles individuelt for
hvert modtagerelement, eller det kan være fælles for en gruppe af
disse.

Under kalibreringen er der tre variable størrelser, som indgår:

1. Intensiteten af udsendt moduleret lys.
2. Integrationstiden.
3. Tærskelniveauet i modtagerelektronikken.

Af disse tre vil den variable (1) være forskellig fra diode til diode, men for en og samme diode vil lysintensiteten være tilnærmet konstant. Imidlertid kan ældning og tilstøvning i tidens løb reducere intensiteten, men dette vil kalibreringen automatisk kompensere for.

Under kalibreringen vælges indledningsvis et tærskelniveau, som sikrer tilstrækkeligt højt signal/støjforhold for modtagerelementet. Derefter aktiveres senderelementet, indtil modtagerelementet detekterer signal, som når tærskelværdien. Der henvises i denne forbindelse til fig. 19a og 19b, som viser signal/støjforhold i forhold til tærskel for henholdsvis en god og en dårlig diode. Tærskelniveauet nås efter $N(i)$ lysimpulser fra senderelement nr. i . Til normal anvendelse af rammen vælges en integrationstid $t(i)$, hvor:

$$t(i) = (N(i) + K)/F_m,$$

hvor K er et sikkerhedstillæg, således at modtaget signal vil ligge et godt stykke over tærskelværdien, når lysvejen ikke er skygget for. Dersom $\sum t(i) > T_{MAX}$ for en gruppe af sender/modtagerelementpar, vil kontrolenheden 20 (se fig. 4 og 6) automatisk reducere tærskelniveauet og derefter foretage ny tidskalibrering. Dette gentages, indtil $\sum t(i) < T_{MAX}$. Denne fremgangsmåde indebærer, at gode sender/modtagerelementpar bruger kort belysningstid, se fig. 19a, medens mindre gode sender/modtagerelementpar (se fig. 19b) benytter længere belysningstid for at opnå den samme integrerede signalstyrke. Totalt tidsforbrug holdes under en fastsat grænse T_{MAX} ved, at tærskelniveauet også reguleres. De af modtagerelementerne, som ikke detekterer signal over tærskelniveauet efter en maksimal tilladelig integrationstid t_{LIM} , bliver defineret som defekte. Der henvises i denne forbindelse generelt til det kredsløb, som er vist i fig. 20, hvor en matrixdetektor 12 i tilknytning til en analog multiplexer 13 henter signaler fra modtagerelementerne successive, idet signalerne fra de respektive lysdetektorer tilføres en styret ensretter 14 derfra til en integrator 15 (se fig. 13), hvor det detekterede signal fremkommer ved en sammenligning med signaler fra en buffer-

og grænsefladeenhed 17 over en D/A-kreds 18 i en komparator 16.

Af fig. 18a og 18b, som repræsenterer henholdsvis signal/støjforholdet i forhold til tærskel for henholdsvis godt og dårligt diodepar i forbindelse med udførelsesformen i fig. 4 og 5, vil man tydeligt se, at signal/støjforholdet for dårlig diode er forringet i forhold til, hvad der opnås ved den foretrukne udførelsesform som vist i fig. 19b, der refererer til udførelsesformen vist generelt i fig. 6.

For at udnytte hele den tid, som er til rådighed, summeres signalet i integratoren 15 over den tilgængelige tidsperiode. Som det vil fremgå af fig. 19a og 19b vokser signalet lineært med tiden, dvs. med en gradient, som afhænger af signalstyrken. Ved denne skitserede løsning tilfredsstilles de hastighedskrav, som er sat op ved, at indlåsningstiden i modulerede systemer undgås. Endvidere tilvejebringes et signal, som vokser lineært med signalstyrke og tid. Desuden reduceres bidraget fra støj med andre frekvens- og faseforhold i henhold til demodulatorens filterkarakteristikker. Ved den foreliggende løsning vil et svagt diodepar således kompenseres ved at forøge integrationstiden, hvormed udsendt lysenergi forøges. Et svagt diodepar vil derfor kunne detekteres med samme signal/støjafstand som et godt diodepar.

Den ovenfor angivne automatiske kalibrering muliggør, at systemet ifølge opfindelsen uden indgreb fra en operatør vil kunne tilpasse sig følgende ikke-ideelle forhold:

Variationer i lysintensitet fra senderelementerne, f.eks. som følge af komponenttolerance eller forskel i komponenttype, variationer i følsomhed hos modtagerelementerne ligeledes på grund af komponenttolerancer eller komponenttype, forskelligt response fra modtagerelementerne som følge af, at lysstrålen fra et senderelement ikke er rettet med intensitetsmaksimum nøjagtigt mod det tilsvarende modtagerelement, benyttelse af senderelementer og modtagerelementer af forskelligt fabrikat og forskellig kvalitet indenfor et og samme målesystem, effekten af varierende baggrundsbelysning som følge af sollys, kunstig belysning eller andre forhold, som opstår mellem målingerne, og effekten af tilstøvning eller andre forhold, som reducerer den mængde af lys, som når frem til modtagerelementerne.

Eftersom kalibreringen udføres hyppigt, dvs. mellem målingen af hver genstand, vil alle de forhold, som kan ændre transmissionen af

lys fra lysgiver til lysmodtager (eksempelvis tilstøvning), kunne iagttages af datamaskinen. Endvidere vil produktvariationer i de respektive sender/modtagerelementpar automatisk blive taget hensyn til.

5 Den adaptive tilpasning bevirker også, at præcis retningsindstilling af hvert sender/modtagerpar i modulet ikke er nødvendig, så længe modtaget lysmængde fra senderelementerne ikke bliver for lille, dvs. ligger indenfor tærskelniveauet.

Et yderligere særligt træk ved opfindelsen er, at det om
10 ønskeligt kan bestemmes, hvorvidt det er senderelementet eller modtagerelementet, som er defekt, og denne bestemmelse kan ligeledes foretages i forbindelse med den adaptive tilpasning, ved at man udover den normale kalibreringsafsøgning (hvor modtagerelement nr. i detekterer lys fra senderelement nr. i) foretager en afsøgning, hvor
15 modtagerelementerne og senderelementerne er indbyrdes faseforskudt, eksempelvis hvor modtagerelement nr. $i+1$ eller $i-1$ detekterer lys fra senderelement i .

Denne automatiske fejldetektering, som kan indgå i den adaptive tilpasning af målesystemet, initieres af en separat algoritme i
20 tilknytning til datamaskinen 2, som kontrollerer, at samtlige senderelementer/modtagerelementer fungerer tilfredsstillende. Eventuelle fejl kan lokaliseres nøjagtigt til det aktuelle sender- eller modtagerelement.

Under kontrolmåling tændes et senderelement i , og det modstående modtagerelement j aflæses. Dette foretages med samtlige sender/modtagerelementpar i de tilsvarende moduler.

Dersom den første kontrolmåling som resultat giver, at et eller flere modtagerelementer ikke detekterer tilstrækkeligt lys, indikerer dette følgelig fejl enten på et senderelement i eller et
30 tilsvarende modtagerelement j .

For at bestemme om fejlen skyldes defekt sender- eller modtagerelement foretages en ny kontrolmåling. Når senderelement i aktiveres, aflæses modtagerelement j , hvor modtagerelement j er den nærmeste modtager, som med sikkerhed fungerede under den første
35 kontrolmåling. På grund af lysspredning vil modtagerelement j også modtage lys fra senderelement i , dersom dette lyser, således som det er antydnet med henvisningstallet 11 i fig. 3. I det valgte eksempel kan j således betegne modtageelement $i-1$ eller $i+1$.

Hvis modtagerelement j detekterer tilstrækkeligt lys, vil

systemet således kunne rapportere, at modtagerelement i er defekt. Hvis imidlertid modtagerelement j ikke detekterer tilstrækkeligt lys, når sendeelement i angiveligt skal lyse, vil systemet følgelig rapportere, at senderelement i er defekt.

5 Denne selvtestfunktion vil følgelig være af stor værdi med hensyn til en simpel reparation og vedligeholdelse af målesystemet.

Ved den adaptive tilpasning bliver problemerne, som er en følge af varierende baggrundsbelysning, elimineret.

10 Den foreliggende anordning skal nu nærmere forklares under henvisning til fig. 4 og fig. 5a og 5b, idet fig. 5a og 5b skal betragtes sammen for en fuldstændig forståelse af virkemåden af målerammen.

15 Som i de tidligere eksempler består de horisontale sendere af to moduler 8.1 og 8.2, de vertikale sendere af moduler 6.1 og 6.2, de horisontale modtagere af moduler 9.1 og 9.2 og de vertikale modtagere af moduler 7.1 og 7.2.

20 Datamaskinen 2, som angivet i fig. 1, består af en hoveddatamaskine 19, en kontrol-datamaskine 20 og en kontrolgrænseflade 21. Et display 22 er forbundet med datamaskinen 2 via kontrol-datamaskinen 20.

25 En senderdatabus 23 og en modtagerdatabus 24 strækker sig ud fra kontrolgrænsefladen 21. Til kontrolgrænsefladen 21 er desuden tilført et indgangssignal fra takogeneratoren 3 (se fig. 1). Som tidligere nævnt kan målesystemet sammensættes af 1 til n moduler horisontalt og/eller vertikalt. Systemet vil selv beregne antallet af moduler og opløsningen indenfor hvert modul og definere, hvor stor måleaksen er i henholdsvis horisontal og vertikal retning. Selv om der i det foreliggende eksempel for simpelhedens skyld er valgt to moduler for hver akse, vil der naturligvis kunne være et forskelligt antal moduler i de to akser, men det er en forudsætning, at der er et ens antal sender-og modtagermoduler i hver akseretning.

30 Den nedenstående beskrivelse vil bedst kunne forstås i forbindelse med de forstørrede kredsløbsdiagrammer i fig. 5a og 5b.

35 Virkemåden af sendermodulerne skal første forklares. Sendermodulerne har følgende kontrollinier: Reset, Shclk, Pxst, Pxout, Modst, Lm.

Signalet Reset anvendes til at standse al udsendelse af lys i samtlige moduler samt til at nulstille alle tælleværker og kontrollogikken i modulet.

Signalet Shclk (Shiftclock) anvendes til at flytte et eller flere lyspunkter ned langs måleaksen.

5 Signalet Pxst (Pixel start) markerer startpunktet for udsendelse af et nyt lyspunkt fra toppen af målesystemet. Efter at signalet "Pxst" bliver aktivt, vil et nyt lyspunkt tændes ved et første "Shclk".

Signalet Pxout (Pixel out) markerer, at sidste lyspunkt i et modul lyser. Det benyttes derfor til startangivelse i det næste modul ved næste "Shclk".

10 Signalet Modst (Module strobe) er aktivt, hver gang der er en kobling af lyspunkter mellem modulerne. Ved hjælp af dette kan en enkelt tæller i kontrollogikken i modulet beregne antallet af lyspunkter i hvert individuelt modul.

15 Niveaueet Lm (Last module) testes af hvert modul for at få at vide, om der er flere moduler tilkoblet ovenfor. Dersom modulet Lm er aktivt, vil "Pxst" blive anvendt som startsynkronisering, hver gang det indtræffer. Signalet holdes inaktivt af hvert ovenfor liggende modul, således at det kun er det øverste modul i kæden, som bevirker, at signalet er aktivt.

20 Kontakt P1 til modulet kommer fra kontrolgrænsefladen 21 eller fra et underliggende modul. Kontakten P2 er forbundet med det næste modul, såfremt et sådant findes.

25 Blokken 25 i sendermodulerne betegner et skifteregister, f.eks. et 8 bit skifteregister samt strømforstærkere til lysdioder. D1-D6 betegner moduler af lysdioder. Pxst kommer fra kontrolgrænsefladen 21 for at starte et lyspunkt fra toppen af systemet. Hvis kontakten P2-Lmin er høj, betyder det, at modulet er det øverste i kæden, og Pxst går til indgangen A på skifteregistret 25. Ved næste Shclk-signal fra kontrolgrænsefladen 21 vil den øverste diode i lysdiodemodulet D1 lyse. For hver Shclk-impuls vil lyspunktet flytte sig nedad, indtil den sidste diode i diodemodulet D6 er tændt. Dette sker samtidig med, at Pxout overføres til det næste underliggende modul, således at næste Shclk vil bringe den første diode der til at tænde. Samtidig vil Modst være aktiv, så at kontrolgrænsefladen 21 kan beregne, hvor mange lyspunkter modulet indeholder.

35 Det vil således forstås, at det primært testes, hvor mange sendermoduler systemet har ialt, hvorefter lysdioderne tændes i rækkefølge fra det sidste (logisk første) modul i rækken og i retning mod det første (logisk sidste) modul i rækken, dvs. det som

er koblingsmæssigt nærmest kontrolgrænsefladen 21.

I det efterfølgende skal virkemåden af modtagermodulerne beskrives nærmere.

5 Signalet Reset bruges til at standse al måling af lys i alle moduler og til at nulstille alle tællerværker og kontrollogik.

Signalet Shclk (Shiftclock) bruges til at flytte et eller flere målepunkter ned langs måleaksen.

10 Signalet Pxst (Pixel start) betegner startpunktet for måling af et nyt lyspunkt fra toppen af målesystemet. Efter at "Pxst" bliver aktivt, vil et nyt lyspunkt tændes ved det første "Shclk".

Signalet Pxout (Pixel out) markerer, at det sidste lyspunkt i et modul bliver målt. Det anvendes derfor som en startindikator til det næste modul ved det næste "Shclk".

15 Signalet Modst (Module strobe) er aktivt, hver gang der er en kobling af målepunkter mellem moduler. Ved hjælp af dette kan en enkelt tæller i kontrollogikken beregne antallet af målepunkter i hvert individuelt modul.

20 Niveauet Lm (Last module) testes af hvert modul for at få kendskab til, om der er flere moduler tilkoblet ovenfor i rækken. Dersom signalet er højt, dvs. aktivt, vil "Pxst" blive benyttet som startsynkronisering, hver gang det indtræffer. Signalet holdes inaktivt af hvert ovenfor liggende modul, således at det kun er det øverste modul i kæden, som vil bringe det nævnte signal til at blive aktivt.

25 Signalet Cbar1 (Change bar 1) benyttes til at koble Pxout fra det sidste vertikale modtagermodul til starten af det første horisontale målepunkt. Signalet krydskobles ved overgangen mellem horisontale og vertikale moduler, som det tydeligt fremgår af fig. 4 og 5a,b. Signalet benyttes også af kontrolgrænsefladen til at
30 definere afslutningen af vertikal måleakse. "bar" betegner her og nedenfor en modulerække i en dimension, f.eks. horisontal eller vertikal retning.

35 Signalet Cbar2 (Change bar 2) benyttes til at koble "Pxout" fra det sidste horisontale modtagermodul tilbage til kontrolgrænsefladen for at definere antallet af moduler, som er anbragt i horisontal retning. Signalet krydskobles ved overgangen mellem horisontale og vertikale moduler.

Frekvensen 10 MHz benyttes af modtagermodulets interne enhed 26, hvori der befinder sig styrelogik og en intern tæller til at

bestemme aflæsningstidspunkterne for den til lysmodtagerelementerne forbundne A/D-omsætter.

5 Databusdel 27 af databussen 24 (D0-D7) anvendes til overføring af digitaliserede måleværdier fra modtagermodulerne til kontrolgrænsefladen 21 og kontrol-datamaskinen 20.

Signalet Cc (Conversion Complete) indikerer, at måling af lyspunkt er klar til at læses af kontrolgrænsefladen 21, dvs. at A/D-omformerer har samlet lysmodtagerelementerne. Hvis flere moduler har aktiv digitalisering samtidigt, vil modtagermodulets styrelogik 10 26 tidsmultiplexe måleværdien til databussen i prioritet fra toppen af modtagerrækken og nedad.

Kontakten P1 på modtagermodulerne modtager sine indgangssignaler fra kontrolgrænsefladen 21 eller fra underliggende moduler. Kontakten P2 går som vist til det næste modul, hvis et sådant 15 eksisterer. Det vil være hensigtsmæssigt at anbringe buffertrin tilknyttet hvert modul, således at samtlige signaler, som går ind og ud af hvert modul, bliver forstærket. En datamultiplexer, som indgår i den nævnte enhed 26, vil vælge udgang til databussen 24 enten fra interne data eller fra ovenfor beliggende moduler. A/D-omsætteren, 20 som indgår i enheden 26, omsætter målingen af lyspunkterne til digital aflæsning. I denne forbindelse er det hensigtsmæssigt at have en forstærker og impedanstilpasning til de analoge målepunkter i forbindelse med A/D-omsætningen. I den nævnte enhed 26 indgår endvidere en fotosensormultiplexer, som kan dirigere et målepunkt ad 25 gangen til A/D-omsætteren. Modulets styrelogik, som endvidere indgår i den nævnte enhed 26, både styrer og synkroniserer al intern logik og initierer det nedenfor i modtagerrækken beliggende modul.

I fig. 6 er vist en alternativ version af systemet i fig. 4 til 30 yderligere belysning af selvkonfigureringsprincippet af målerammen ifølge opfindelsen. Der henvises i denne forbindelse også til fig. 7-12.

I fig. 6 er der i den udstrækning, det er muligt, anvendt de 35 samme betegnelser som i fig. 4 og 5. Kontrol-datamaskinen 20 skal ved passende manipulering af sender/modtagermodul (er) kunne bestemme antallet af dioder pr. modul, antallet af moduler pr. modulrække (bar) og det samlede antal modulrækker pr. ramme.

I denne forbindelse anvendes der en diodetæller som vist i fig. 7, hvor CE betegner tællerklargøringsindgangen (Counter enable), CLEAR betegner nulstil-tællerindgangen, og 0-m angiver de m+1

tællerudgange.

Alle sender- og modtagermoduler er forsynet med en sådan diodetæller. Denne vælger successive en og en diode. Tælleren inkrementeres af signalet "Shclk", som er fælles for alle sender- og modtagermoduler. Efter at have selekteret k (lig med 2^m) dioder, vil tælleren aktivere den næste tællerbit (bit m), som låser tælleren og aktiverer tælleren på det næste modul.

Signalet $Txst_n$ i aktiv tilstand starter diodetælleren på dette modul, og signalet $Txst_{n+1}$ i aktiv tilstand starter diodetælleren på det næste modul i retning bort fra kontrolenheden 20. Når signalet $Txst_n$ er inaktivt, sættes tælleren til nul og deaktiverer derved signalet $Txst_{n+1}$. Derved nulstilles også samtlige påfølgende moduler ($n+1, n+2$). Signalerne Shclk og det første Txst-signal, nemlig $Txst_0$ genereres af kontrolenheden 20.

Signalet Ccstr bliver aktivt, hver gang den første diode på et modul begyndende med det andet modul er aktiv. Kontrolenheden 20 bestemmer antallet af dioder pr. modul ved at tælle antallet af Shclk-perioder, indtil det næste Ccstr. Signalet fremkommer, som det er angivet i fig. 8, for sendermodul n .

$Ccard_{n+1}$ er Ccard-signal fra modul $n+1$ i retning bort fra kontrolenheden 20. Ccard betyder "ændre modul" (Change card).

Når $Txst_{n+1}$ bliver aktivt, eller $Ccard_{n+1}$ ændrer niveau, vil $Ccard_n$ ændre niveau.

Hos styreenheden sker der følgende, idet der i denne forbindelse henvises til fig. 9 med signalbetegnelsen a. Når Ccard ændrer niveau, vil Ccstr (som betegner Change card strobe, dvs. modul-bytte-puls) være aktivt i en Shclk-periode (medens en diode er aktiv).

Signalet Cbstr (som betegner Change bar strobe, dvs. modulrækkebytteimpuls, med andre ord f.eks. at gå fra horisontal sender til vertikal sender) bliver aktivt, hver gang den første diode på en ny sender, i fig. 6 betegnet med modulrække 2 (BAR 2), er aktivt. Kontrolenheden bestemmer antallet af moduler i hver modulrække ved at tælle antallet af Ccstr-impulser til og med næste Cbstr-signal. Signalet fremkommer som angivet i fig. 10 for sendermodul n .

Signalet $Cbar_{n+1}$ er signal Cbar (hvor Cbar betegner Change bar (ændre modulrække), dvs. ændrer senderorientering fra eksempelvis horisontal til vertikal, fra modul $n+1$ i retning bort fra kontrolenheden 20.

Det sidste modul i den respektive modulrække (bar) forsynes med

en bøjlekontakt (strap), som tilvejebringes i det viste eksempel ved hjælp af en afbryder Sw i stilling B. Når signalet $Txst_{n+1}$ bliver aktivt, eller $Cbar_{n+1}$ ændrer niveau, vil $Cbar_n$ ændre niveau på modul med afbryder i stilling B.

5 Ved kontrolenheden vil det følgende ske som angivet i fig. 9 ved signal b. Når $Cbar$ ændrer niveau, vil $Cbstr$ være aktivt i en Shclk-periode. Idet der nu endvidere henvises til fig. 11, går signalet $Lmod$ (Last module, dvs. sidste modul) aktivt, efter at den sidste diode på det sidste modul i rammen har været aktiv. Kontrol-

10 enheden 20 bestemmer antallet af modullrækker pr. ramme ved at tælle antallet af $Cbstr$ -impulser, indtil signalet $Lmod$ modtages. $Lmod_{n+1}$ er $Lmod$ fra modul nr. $n+1$ i retning bort fra kontrolenheden. Det modul, som er monteret længst borte fra kontrolenheden 20, i det viste tilfælde i fig. 6, modul 6.2., har ikke tilkoblet en aktiv

15 drivenhed til indgangen $Lmod_{n+1}$, og porten vil her se et højt niveau på $Lmod_{n+1}$ på grund af modstanden R til 5V. Når dette modul får aktivt $Txst_{n+1}$, har alle andre moduler aktive $Txst_{n+1}$. Signalet $Lmod$ aktivt vil derfor gå igennem alle moduler tilbage til kontrolen-

20 heden. De respektive afbryderstillinger for afbryderne A og B er vist i fig. 6. For et normalt modul står afbryderen i stilling A, medens afbryderen for et endemodul står i stilling B.

Ved den foreliggende opfindelse er der således tilvejebragt et system, som henholdsvis i senderdelen og modtagerdelen består af identiske moduler, hvorved sender- og modtagerdelen let kan tilpasses de aktuelle målebehov.

25

Ved den løsning, som er vist i fig. 6, vil signalet $Txst-Jmpl$ (som betegner senderstartsignal med hop til modullrække 1) bevirke, at tælling starter fra og med modul nr. 3 (6.1) til og med modul nr. 4 (6.2), hvorefter signalet $Txst-Jmp2$ bevirker, at modullrække 2 afsøges fra og med modul 1 til og med modul 2. For modtagerdelen vil afsøgning gå successive gennem modullrække 1 og 2, dvs. 7.1, 7.2, 9.1 og 9.2. I fig. 5 skete afsøgningen i det viste eksempel på sender-

30 delen fra det sidste senderelement i modullrække nr. 1 til det første senderelement i modullrække nr. 2, og i modtagerdelen fra det sidste til det første modtagerelement i modtagermodullrække nr. 1 og derefter fra det sidste til det første modtagerelement i modullrække nr. 2.

35

Fælles for begge udførelsesformer er derved, at senderdelens horisontale og vertikale sendermoduler signalmæssigt er koblet i

serie på en sådan måde, at afsøgningssignalet føres direkte til det logisk første sendermodul, hvorefter senderelementerne i hvert sendermodul selektivt aktiveres modul for modul fra logisk første senderelement til logisk sidste senderelement i modulrækken, idet
5 kun et senderelement og et direkte overfor beliggende modtagerelement i målerammen aktiveres ad gangen, og at modtagerdelens vertikale modtagermoduler og horisontale modtagermoduler ligeledes er anbragt i serie, men signalmæssigt således, at den første modulrække først afsøges fra logisk første til logisk sidste modul i sættet,
10 hvorefter den yderst beliggende modulrække afsøges fra det logisk første modul til det logisk sidste modul i rækken.

Med "identiske" moduler i henholdsvis sender- og modtagerdelen forstås, at respektive moduler er principielt ens opbygget, men derefter kan være forsynet med interne omkoblingsmuligheder, som
15 f.eks. vist ved str. 1-5 i fig. 6.

Ved den viste løsning er det afhængigt af applikationen muligt at konfigurere målesystemet uden begrænsninger ved at samle et antal ens/ikke-ens standardmoduler. Målesystemets materiel er i stand til at registrere, hvor mange sensorer, der findes i de forskellige
20 moduler i den aktuelle konfiguration og vil kunne operere, selv om et sender/modtagermodulpar ikke skulle have det samme antal senderelementer og modtagerelementer. Systemet vil således registrere den totale længde og opløsning både i horisontal og vertikal del af målesystemet, idet disse dele som nævnt gerne kan være forskellige.

I målesystemet af den her omhandlede dimension kan det være
25 ønskeligt at lade flere par af senderelementer/modtagerelementer være aktive samtidigt, og dette kan gøres, hvis lysstrålen 10 fra et senderelement ikke dækker mere end et af de aktive modtagerelementer.

30 Det er vigtigt at bemærke, at ved kontinuerlig overvågning af genstandens hastighed og position må hastigheden gerne ændres, medens målingen foregår, uden at dette vil forringe målenøjagtigheden. Desuden er genstandens orientering under målingen uden betydning for måleresultatet.

35 Ved den foreliggende opfindelse muliggøres måling af både det kubiske volumen og det omskrevne volumen. Når genstanden passerer måleplanet, således som vist i fig. 21 og 22, vil det højeste punkt (HMAX) blive målt ved hver aflæsning baseret på afskygningen af de horisontale lysstråler. Når genstanden passerer måleplanet, vil det

ydre højre punkt (se fig. 22) på genstanden (BMAX) og det ydre venstre punkt på genstanden (BMIN) blive målt afhængigt af afskygningen af de vertikale lysstråler. Værdierne af HMAX, BMAX, BMIN bliver målt og lagret for hvert inkrement Δx , som genstanden bevæges i transportretningen, se fig. 21.

Det kubiske volumen VK defineres som volumenet af det mindste retvinklede parallellepipedum, som omslutter genstanden. Generelt vil det kubiske volumen være større end det virkelige volumen. Det kubiske volumen VK beregnes ved at lagre konturpositionerne BMAX, BMIN, HMAX for samtlige aflæsninger over genstandens udstrækning i transportretningen. Når samtlige data foreligger, vil det være muligt ved hjælp af en hensigtsmæssig algoritme at læse sig frem til fire punkter blandt mængden af punkter BMAX og BMIN, således at hvert af de fire punkter ligger på hver sin sidekant af det mindste rektangel, som omslutter genstandens vertikale projektion. Arealet af dette rektangel betegnes med AR. Genstandens kubiske volumen er da givet ved $VK = AR \times HMAX$, hvor HMAX som nævnt er genstandens største højde. Det omskrevne volumen VO defineres som summen af delvolumener vd beregnet over genstandens udstrækning i bevægelsesretningen. Det omskrevne volumen bliver således:

$$V_0 = \sum_{i=1}^M v_d(i)$$

hvor M er det samlede antal målinger af genstanden. Delvolumenet $v_d(i)$ i et måleplan "i" er defineret ved:

$$v_d(i) = h(i) \cdot b(i) \cdot \Delta x$$

hvor $h(i)$ er genstandens højde i måleplanet, $b(i)$ er genstandens bredde, og Δx er den inkrementelle afstand mellem hvert måleplan, se fig. 21 og 22. V_0 er generelt større end det virkelige volumen, men de bliver ens, dersom tværsnittet af genstanden er rektangulært over hele dens længde.

Da afsøgning af senderelementet og modtagerelementet i hvert modul er synkron, vil der stilles relativt små krav til præcisionen af lysgiverne i sendermodulerne, så at billige komponenter kan anvendes, da det principielt kun er det direkte lys fra lysgiveren i

sendermodulet til lysdetektoren i modtagermodulet, som er detekter-
bart. Med det foreliggende målesystem forestiller man sig, at der
kan opnås en opløsningsnøjagtighed på ca. ± 5 mm ved anvendelse af
en transporthastighed mindre end ca. 30 m pr. minut. Imidlertid skal
5 denne angivelse af opløsningsnøjagtigheden på ingen måde betragtes
som begrænsende for den foreliggende opfindelse, men kun angive et
typisk eksempel.

10

15

20

25

30

35

P a t e n t k r a v.

1. Fremgangsmåde ved tredimensional måling af genstande (1), som skal transporteres gennem eller bevæges i forhold til en måleramme (4) for ved inkrementelle målinger af højde, bredde og længde af genstanden at beregne genstandens kubiske og/eller omskrevne volumen, idet målerammen har flere senderelementer og tilsvarende modtagerelementer, som er modstående disse, hvor hvert af de respektive modtagerelementer er virksomt til kun at detektere lys i en tidsperiode, hvor det tilsvarende senderelement er aktivt, idet sender- og modtagerelementerne er monteret på moduler (6.1,6.2,8.1,8.2;7.1,7.2,9.1,9.2), som hvert har et antal elementer, og som danner rækker langs to måleakser (y,z), der er vinkelrette på den relative bevægelsesretning (x), således at der er en senderrække (6.1,6.2;8.1,8.2) modstående en tilsvarende modtagerrække (7.1,7.2;9.1,9.2) langs hver af de nævnte akser, hvor hver af rækkerne omfatter et eller flere sammenkoblede moduler, og hvor et externt signal, som er en funktion af genstandens (1) bevægelse i forhold til målerammen (4), anvendes i forbindelse med de datasignaler, som udledes fra modtagerelementerne for at beregne det nævnte kubiske og/eller omskrevne volumen af genstanden, idet datasignalerne udledes på basis af skygebilleder på modtagerelementerne forårsaget af genstanden, k e n d e t e g n e t ved:

at der for hvert individuelt modtagerelement (7.2.4) eller grupper af modtagerelementer bestemmes et tærskelniveau, som danner kriterium for at bestemme, hvorvidt modtagerelementet er belyst eller ikke, at rækkerne af sendermoduler og rækkerne af modtagermoduler er seriekoblet og aktiveres ved tilførslen af et startsignal (Pxst) i et første af de til hinanden svarende sender- og modtagermoduler, hvilket signal bringes til at blive forskudt langs de sammenkoblede sendermoduler og tilsvarende sammenkoblede modtagermoduler, således at mindst et, men ikke alle af senderelementerne og af de respektive modtagerelementer, som er modstående disse i de to serier af moduler, aktiveres samtidigt, idet startsignalet bevirker registrering (Pxout) på en datamaskine (2) af én modulende, når det når enden af hvert modul, bevirker registreringen på datamaskinen af en ende af hver modulrække, når det når enden af hver modulrække langs den respektive måleakse og bevirker registrering på datamaskinen af fraværet af påfølgende moduler i form af et "sidste modul"-signal

(Lm), når det når enden af de sammenkoblede modulrækker, og at styre- og datasignaler for senderdelen og for modtagerdelen føres fra et modul til et næste (6.1,6.2,8.1,8.2 og 7.1,7.2,9.1,9.2) af henholdsvis sendermodulerne og modtagermodulerne, og at senderdelen og modtagerdelen kontrolleres fra datamaskinen, i hvilken det nævnte volumen også beregnes.

2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at hvert sender/modtagerelementpar kalibreres ved at regulere den udsendte lysmængde fra senderelementet og tærskelniveauet på modtagerelementet, således at signal/støjforholdet for modtagerelementet ligger over en bestemt grænse, samtidig med at belysningstiden er så kort som muligt.

3. Fremgangsmåde ifølge krav 1 eller 2, k e n d e t e g n e t ved, at den udsendte lysmængde fra hvert senderelement (i) bestemmes ved at regulere intensiteten eller varigheden af det lys, som udsendes under senderelementets og dets tilsvarende modtagerelements (i) aktive periode.

4. Fremgangsmåde ifølge krav 1,2 eller 3, k e n d e t e g n e t ved, at lyset fra hvert senderelement moduleres, og at modtagerelementerne er følsomme kun for sådant moduleret lys.

5. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at den indbyrdes hastighed af genstanden (1) og målerammen (4) ændres, medens målingen skrider frem.

6. Fremgangsmåde ifølge et eller flere af de foregående krav, k e n d e t e g n e t ved, at målerammens (4) sender/modtagerelementer gør brug af synligt eller ikke-synligt lys.

7. Fremgangsmåde ifølge et eller flere af de foregående krav, k e n d e t e g n e t ved, at to eller flere, men ikke alle, sender/modtagerelementpar aktiveres samtidigt.

8. Fremgangsmåde ifølge et eller flere af de foregående krav, k e n d e t e g n e t ved, at sender/modtagermodulerne som følge af det nævnte startsignal udsender elektriske kontrolsignaler, som angiver de respektive modulers placering i målesystemet og karakteristiske træk ved modulerne, at senderne er virksomme i rækkefølge fra et logisk første senderelement i et første sendermodul (6.1) til et logisk sidste senderelement i et sidste sendermodul (8.2), idet et første kontrolsignal sendes til datamaskinen, når startsignalet når enden af modulet, et andet kontrolsignal sendes til datamaskinen, når startsignalet når enden af hver modulrække for hver

respektiv måleakse, og et tredje kontrolsignal sendes til datamaskinen, når startsignalet når enden af hver af de sammenkoblede modulrækker, idet kontrolsignalerne, som kommer fra modulerne, er karakteristiske for målesystemets sammensætning, form og størrelse, og datamaskinen, som styrer modulerne, ikke behøver at blive programmeret til at kende målesystemets geometri.

9. Fremgangsmåde ifølge et eller flere af kravene 1-6 og 8, kendes det ved, at senderdelens horisontale og vertikale sendermoduler signalmæssigt er koblet i serie på en sådan måde, at afsøgningssignalet føres direkte til et logisk første sendermodul (6.1) i modulrækken, hvorefter senderelementerne i hvert sendermodul selektivt aktiveres modul efter modul (6.2-6.1-8.2) fra et logisk første senderelement til et logisk sidste senderelement i modulrækken, idet kun et senderelement (i) og et lige overfor beliggende modtagerelement (i) i målerammen (4) aktiveres ad gangen, og at de vertikale modtagermoduler (7.1,7.2) og horisontale modtagermoduler (9.1,9.2) ligeledes er anbragt i serie, men signalmæssigt således, at den første modulrække deri først afsøges fra det logisk første til det logisk sidste modul i rækken, hvorefter den yderst beliggende modulrække afsøges fra det logisk første modul til det logisk sidste modul i rækken.

10. Fremgangsmåde ifølge et eller flere af de foregående krav, kendes det ved, at det nævnte eksterne signal tilføres fra en takogenerator (3), og at den af datamaskinen (2) beregnede volumenværdi tilføres en displayanordning (22).

30

35

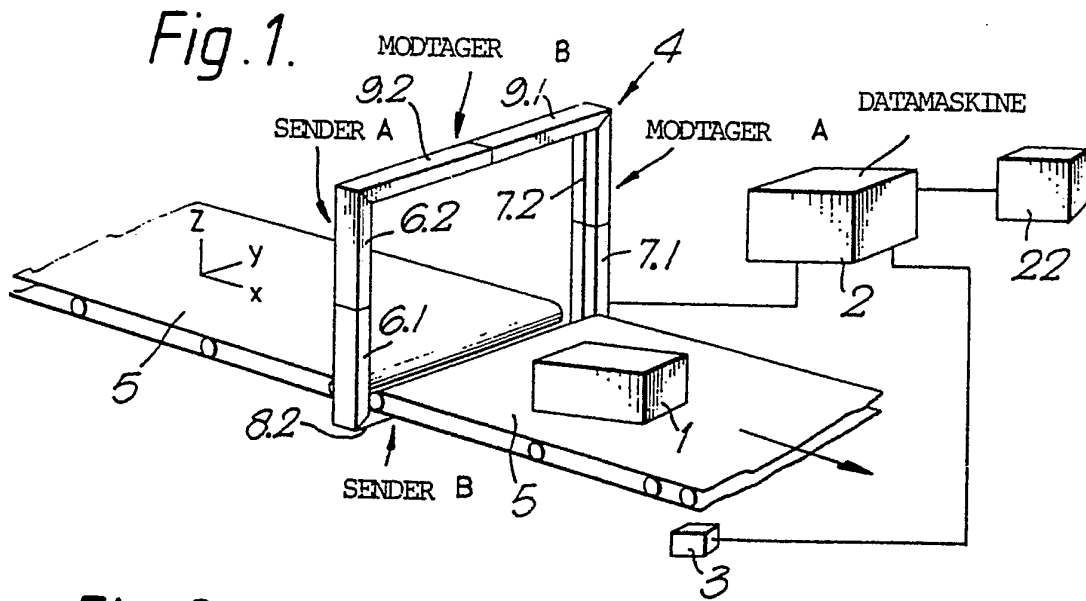


Fig. 2.

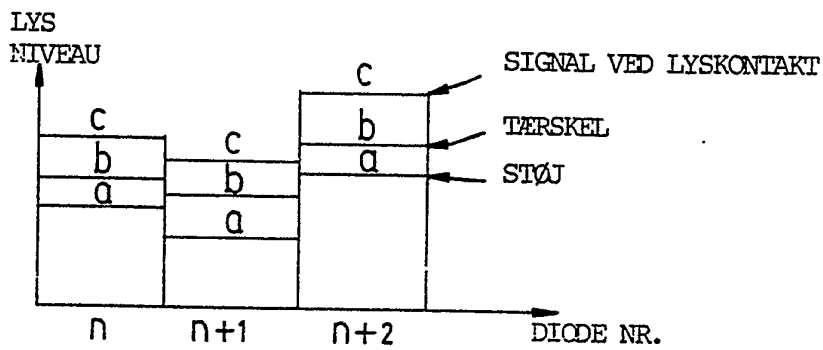
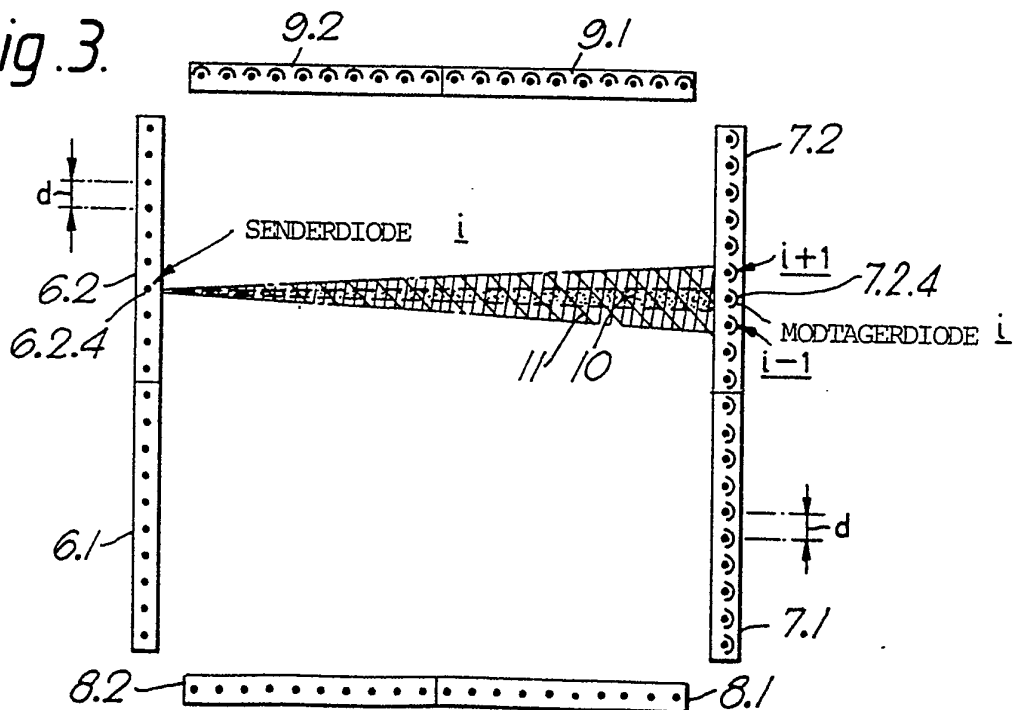


Fig. 3.



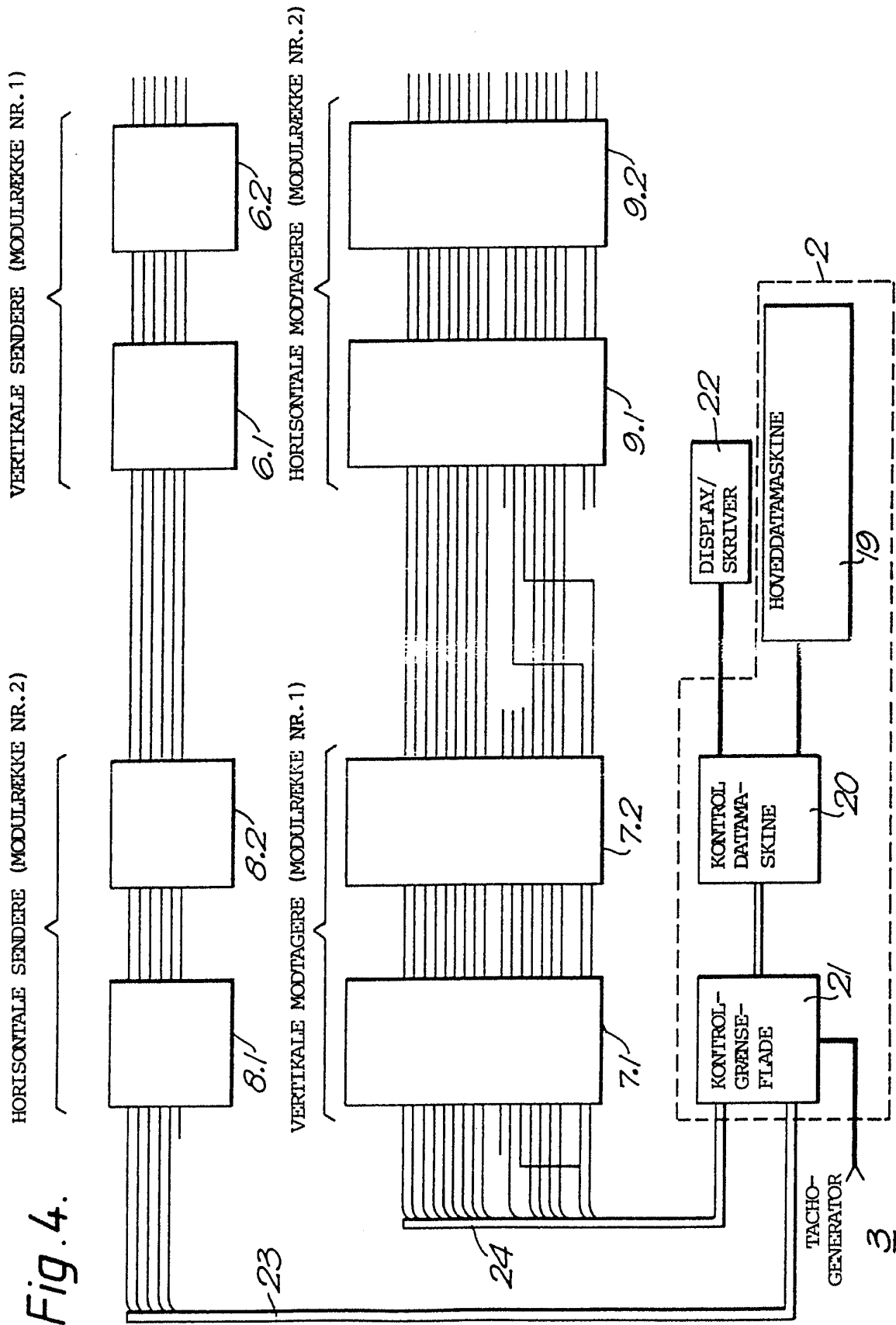


Fig. 5a.

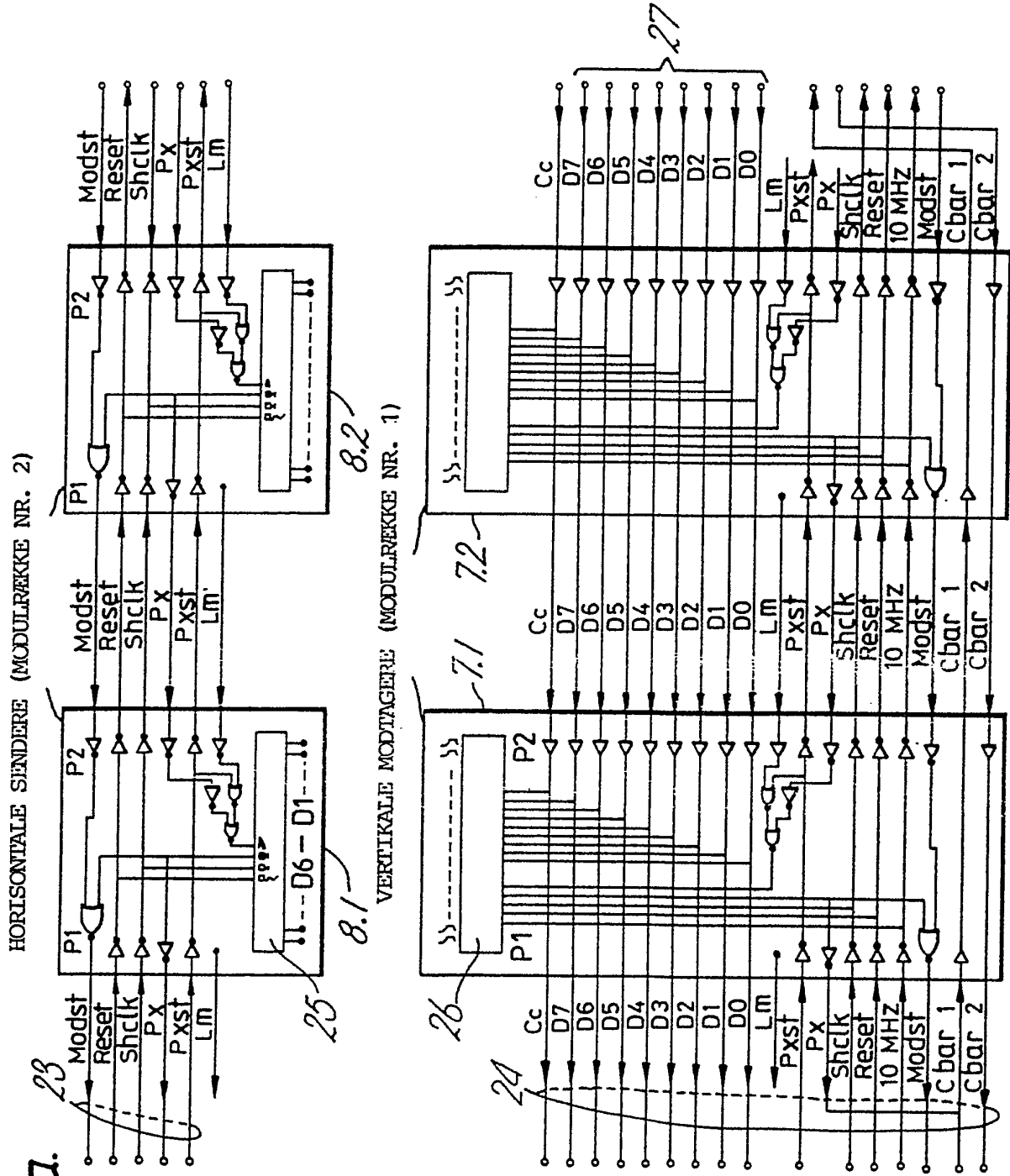


Fig. 5b.

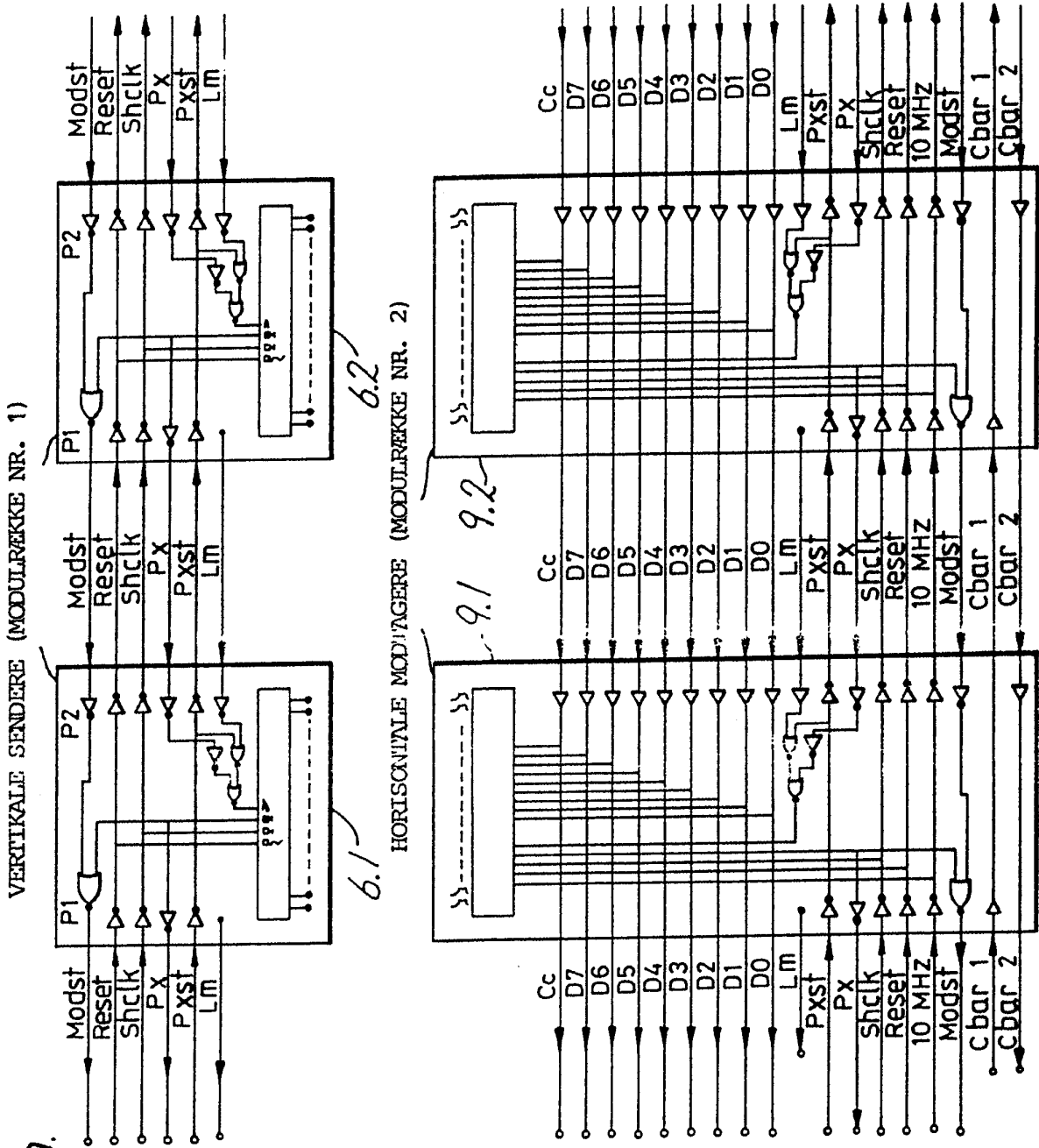


Fig. 6.

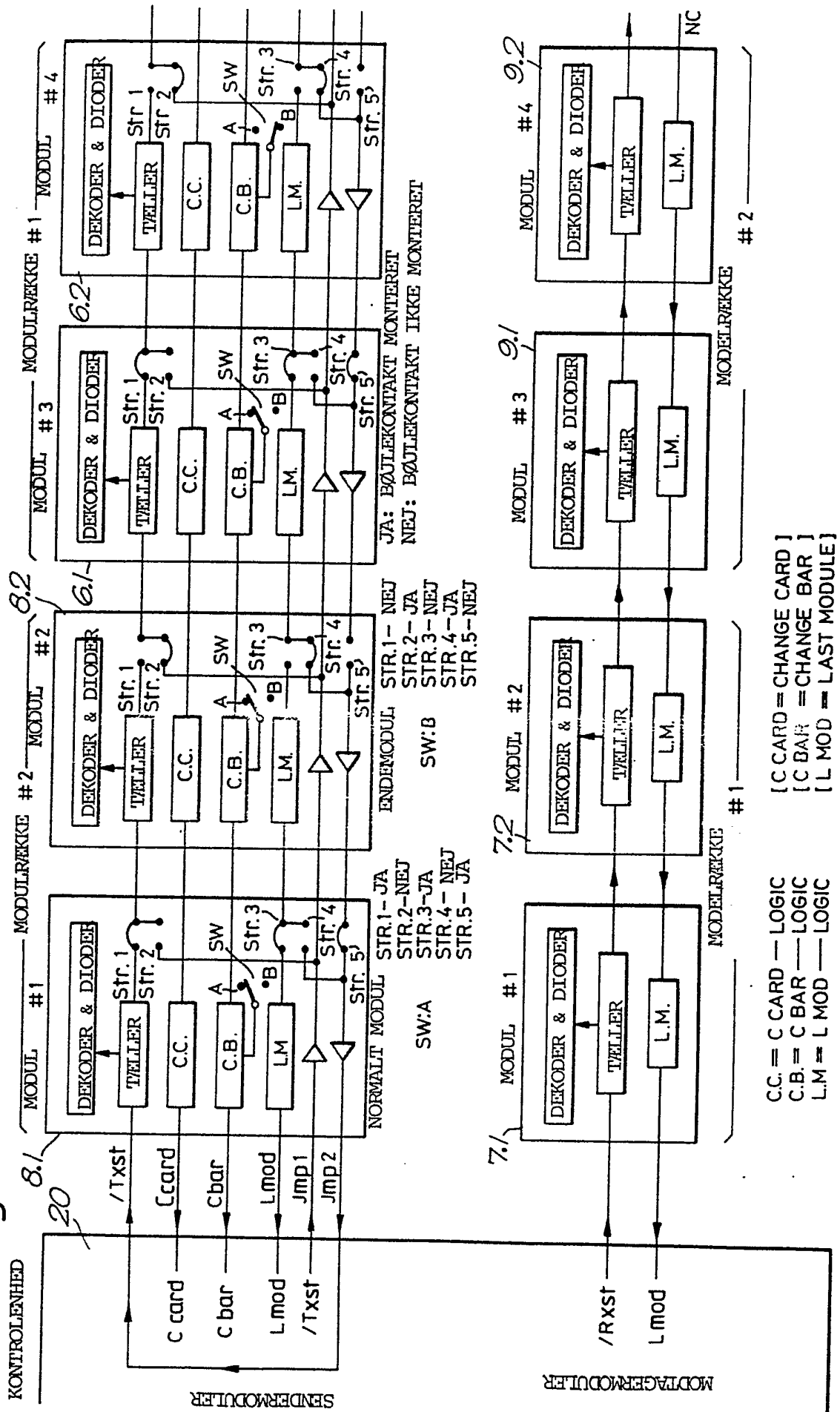


Fig. 7.

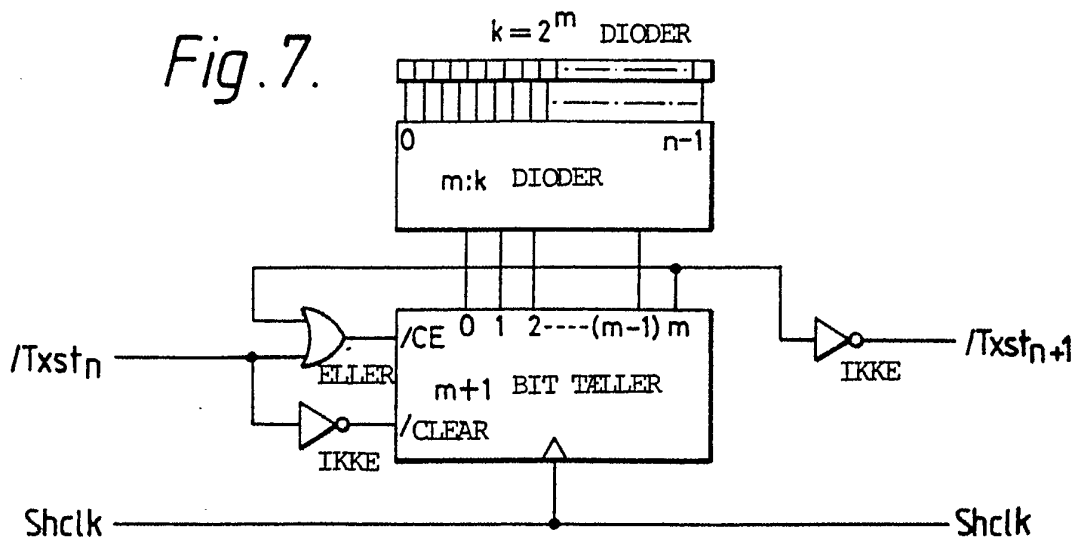


Fig. 8.

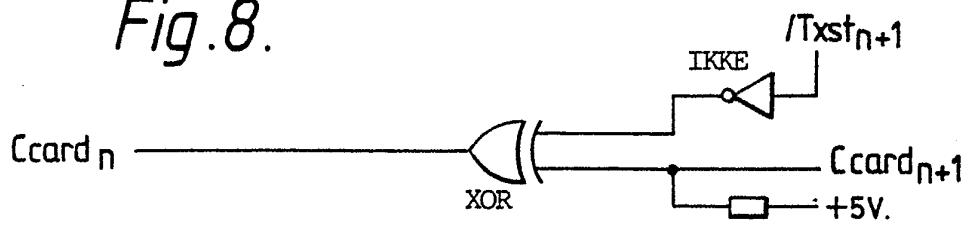


Fig. 9.

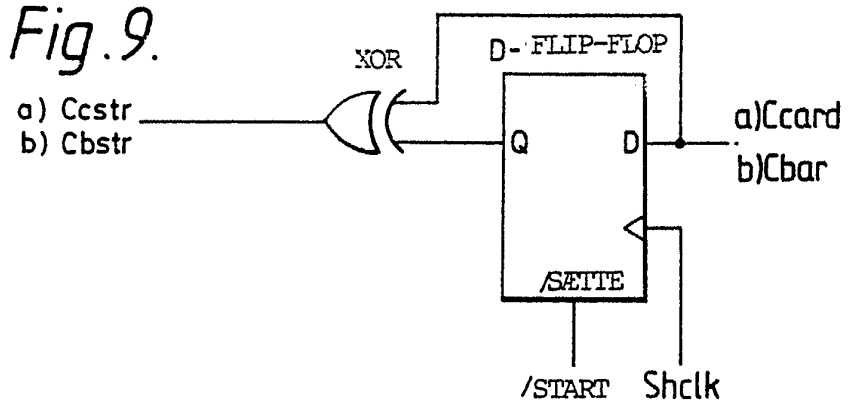


Fig. 10.

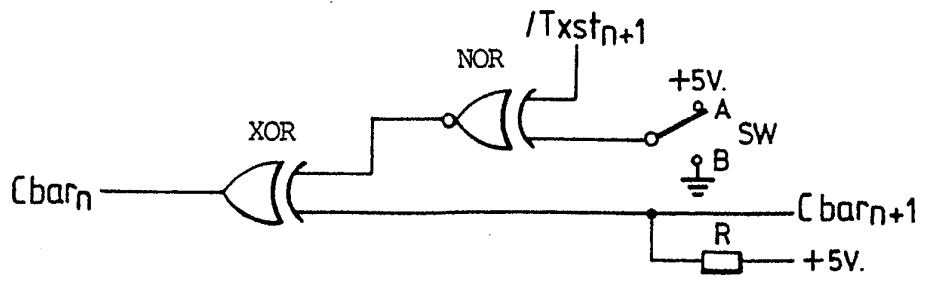


Fig. 11.

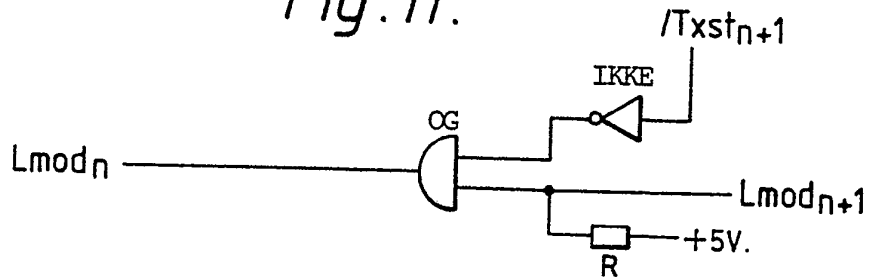


Fig. 12.

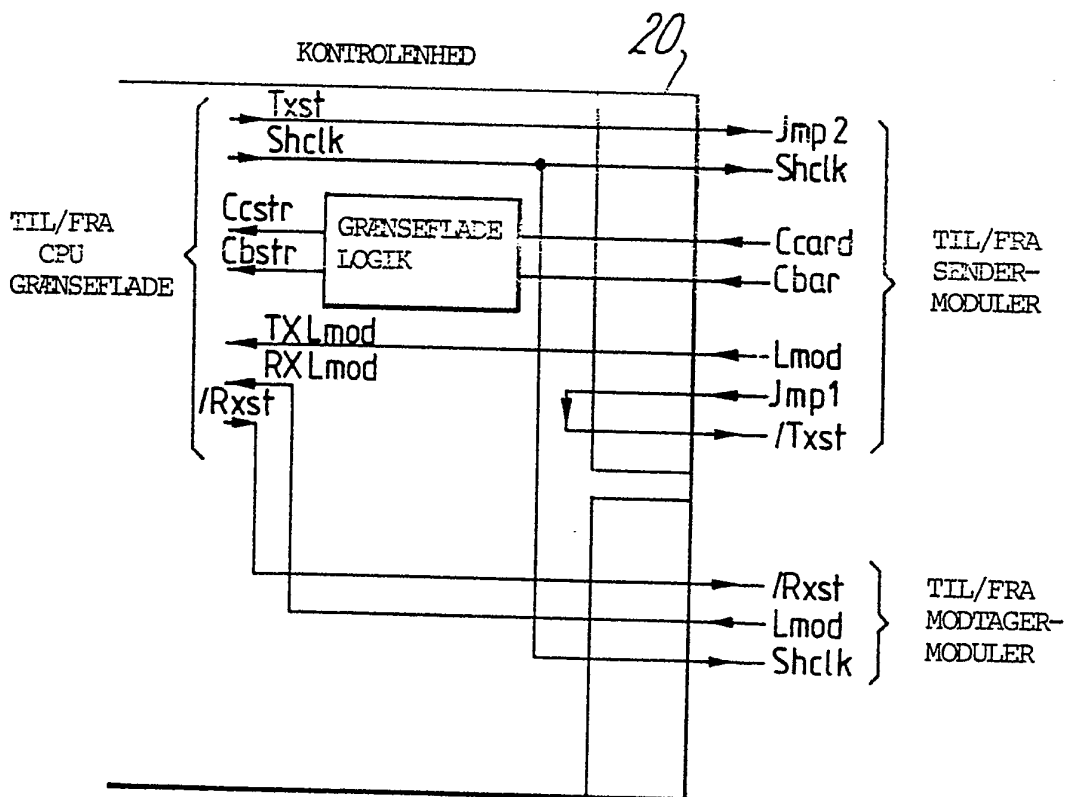


Fig. 13.

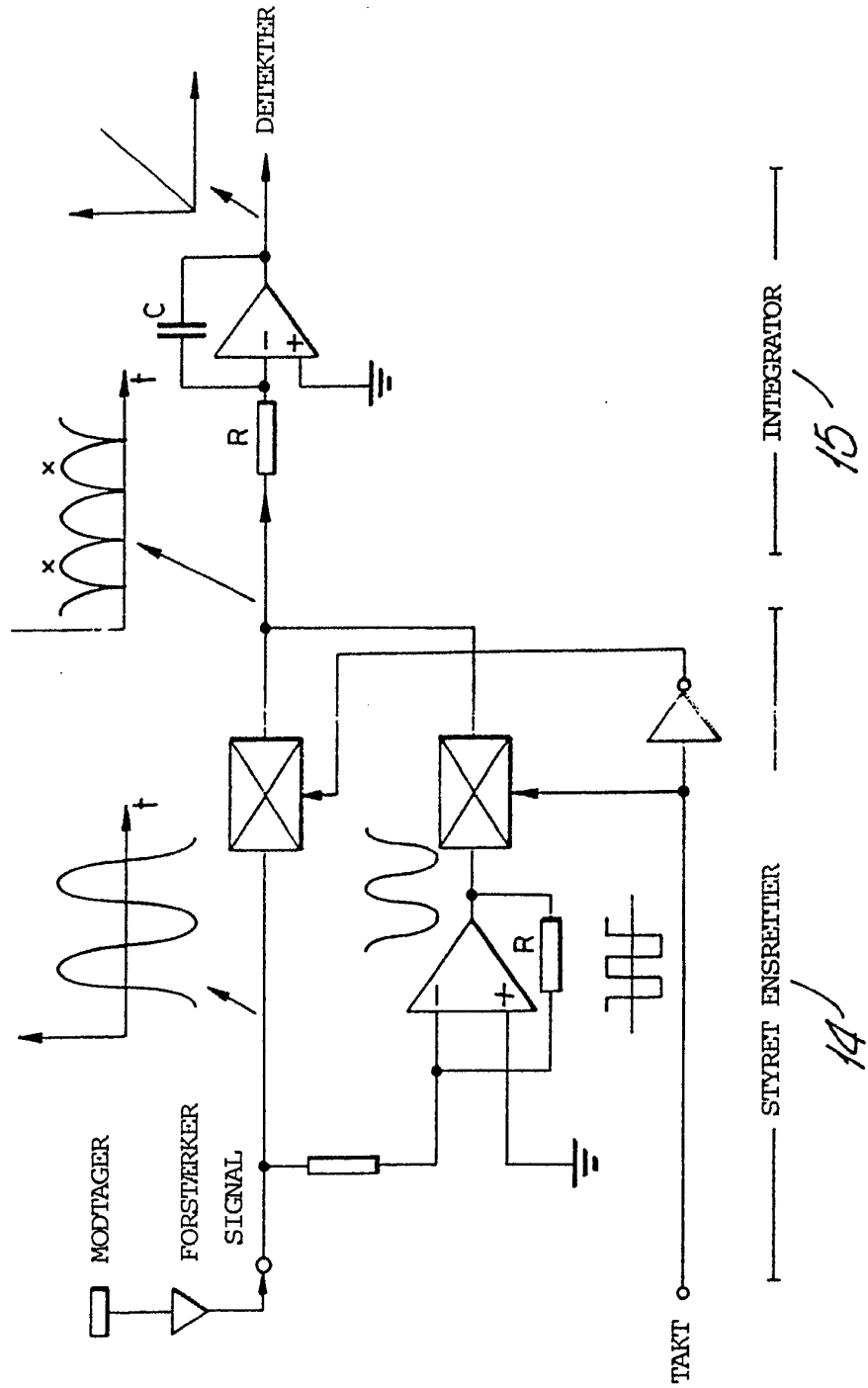


Fig. 14.

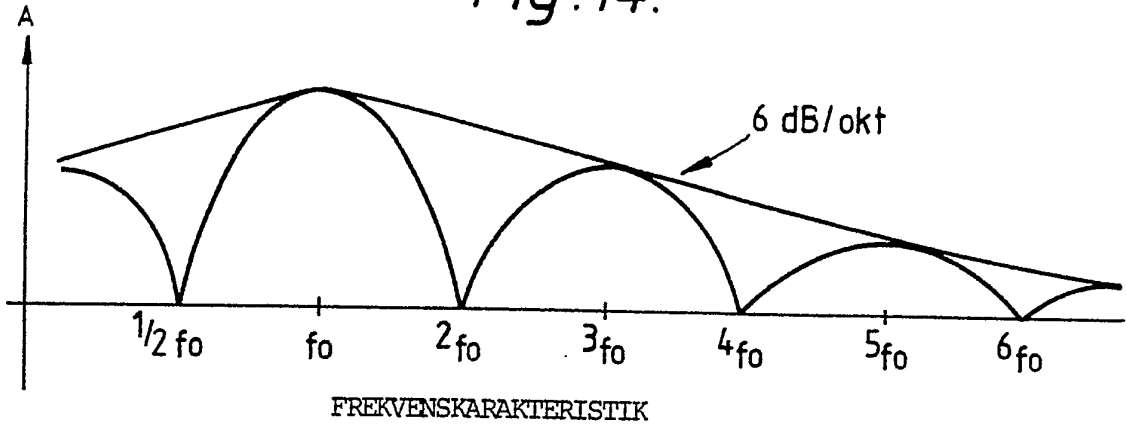


Fig. 15.

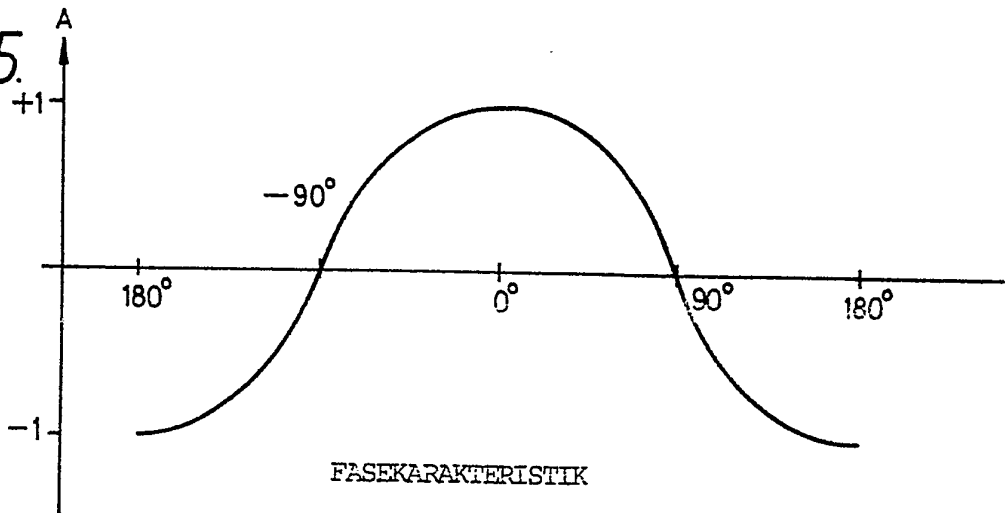


Fig. 16.

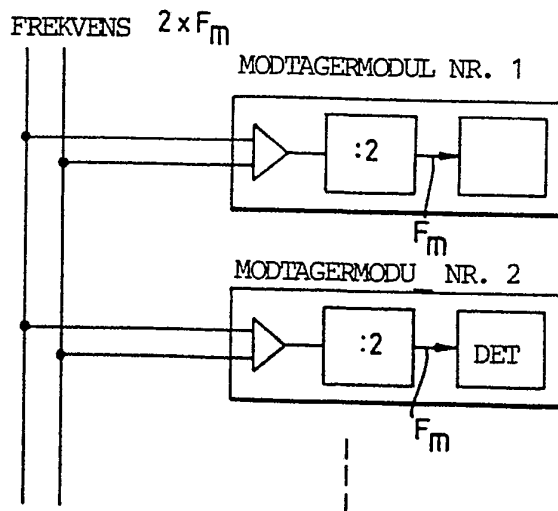


Fig. 17a.

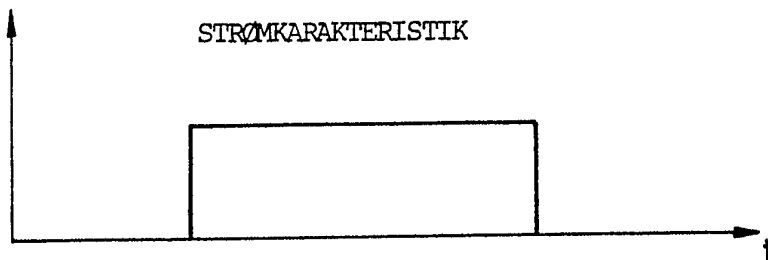


Fig. 17b.

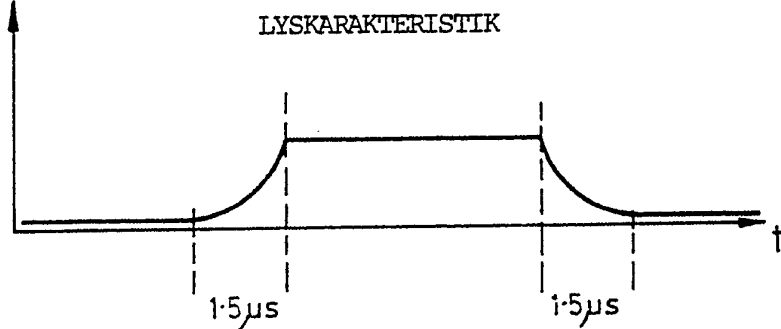


Fig. 17c.

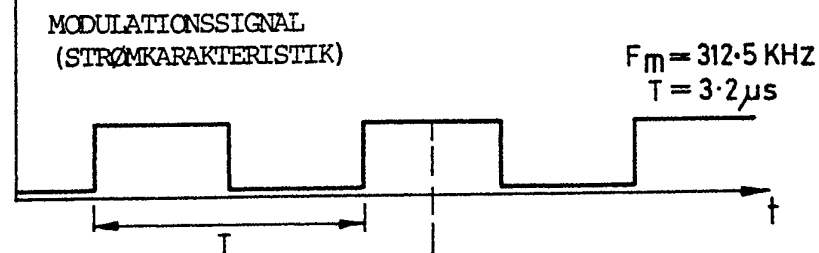


Fig. 17d.

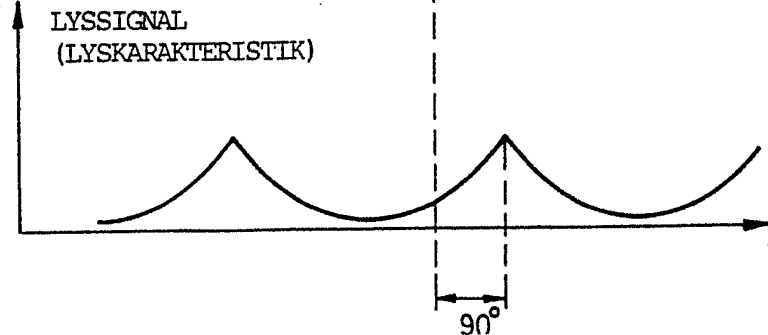


Fig. 18a.

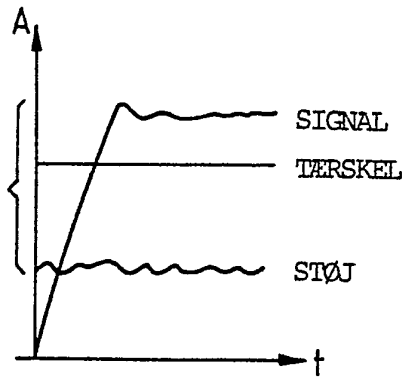


Fig. 18b.

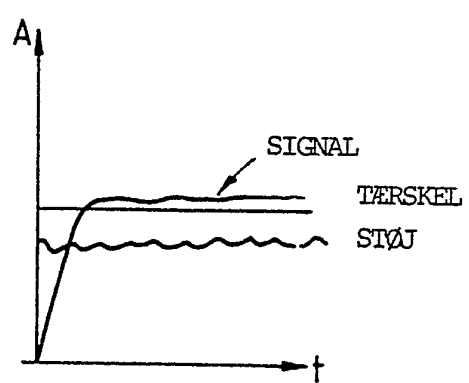


Fig. 19a.

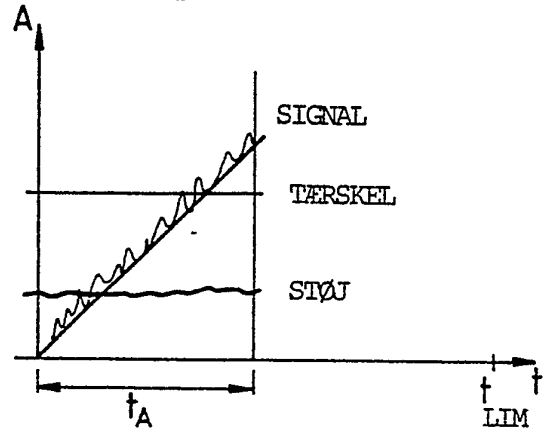


Fig. 19b.

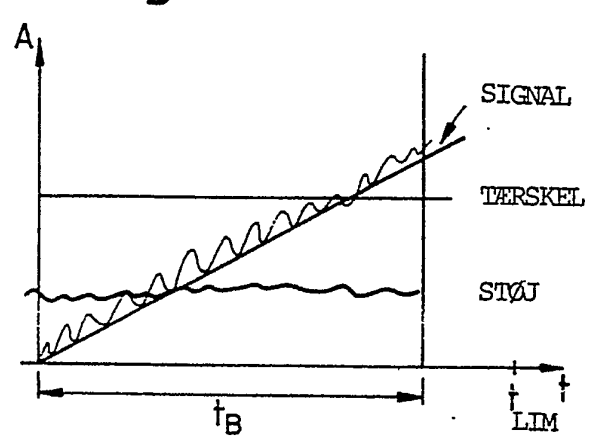


Fig. 20.

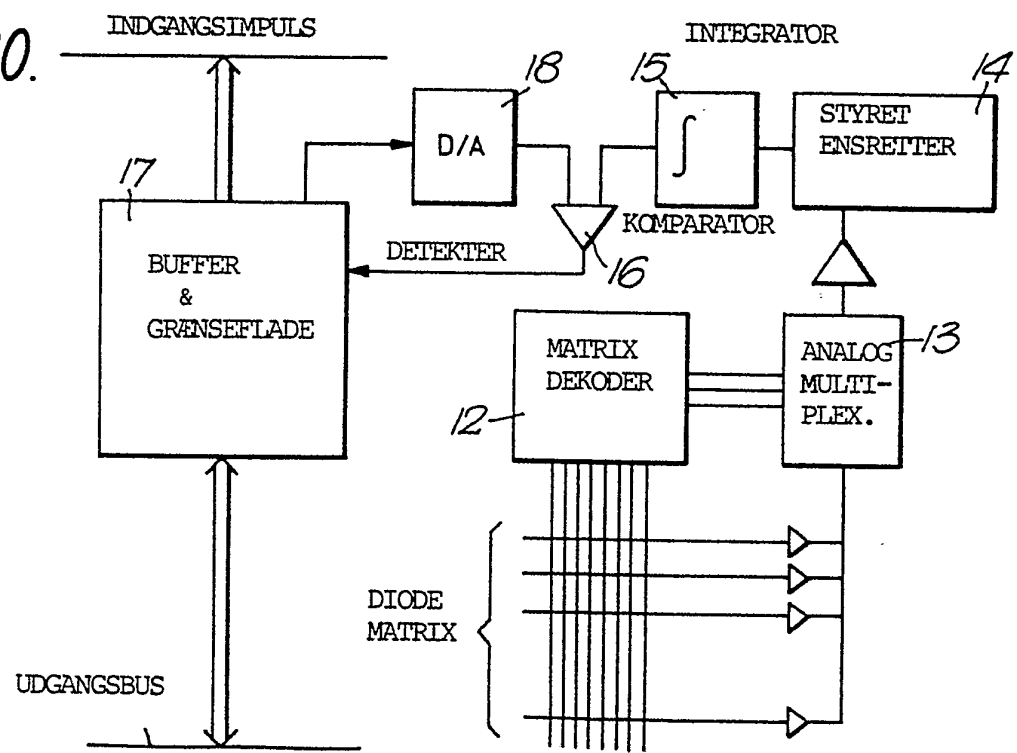


Fig.21.

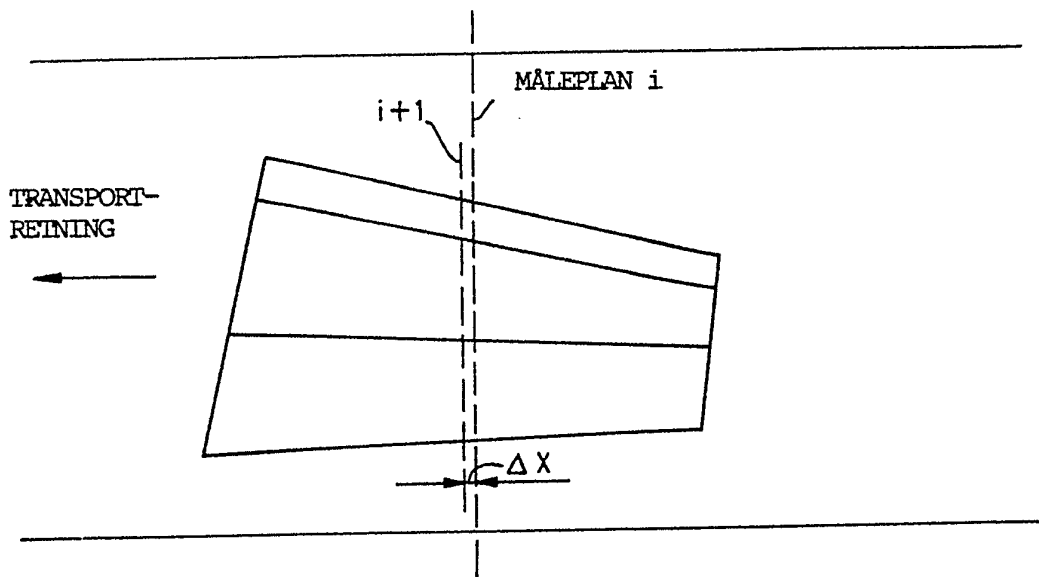


Fig.22.

