

NORGE



**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

Utlegningskrift nr. 123973

Int. Cl. H 03 k 5/20 Kl. 21a¹-36/22

Patentsøknad nr. 166.937 Inngitt 20.2.1967

Løpedag -

Søknaden alment tilgjengelig fra 1.7.1968

Søknaden utlagt og utlegningskrift utgitt 7.2.1972

Prioritet begjært fra: 23.2.1966 og 7.2.1967 USA,
nr. 529452 og 614496

COULTER ELECTRONICS LTD.,
High Street, South Dunstable,
Bedfordshire, England.

Oppfinner: Walter Robert Hogg, 1784, West 65th Street,
Hialeah, Fla., USA.

Fullmektig: Ingeniør Fr. W. Münster.

Pulsanalyseringsapparat.

Foreliggende oppfinnelse vedrører et pulsanalyseringsapparat
for bestemmelse av en puls' amplitude ved dens midte.

Det formål som i særdeleshet skal tilfredsstilles med den
foreliggende oppfinnelse, er en forbedret linearitet hos det
utgående signal fra et apparat for omforming ad elektronisk vei
av bevegelser av suspenderte partikler til pulser ved å øke
varigheten av det proporsjonale forhold mellom størrelsen på
partikkelen og amplituden til den signalpuls som frembringes
av en pulsgeneratør som en følge av at en partikkel passerer
gjennom apparatet.

For å oppnå denne tilsiktede virkning er anordningen av en slik art at den undersøker hvilken del av pulsen og det tilsvarende signal som representerer den del av pulsgeneratorens detekteringsområde som har den mest likeverdige følsomhet, mens den resterende del av pulsen fjernes. Man kan si, som det vil fremgå av det følgende, at det midtre detekteringsområde for pulsgeneratoren og følgelig også amplituden i midten av pulsen kan antas å gi den nødvendige linearitet. Følgelig skjer analysen utelukkende ved at midtpartiet av pulsen ledes gjennom et apparat ifølge den foreliggende oppfinnelse, hvorved dette apparat vil gi en betraktelig mer pålitelig verdi av størrelsen som representeres av pulsen.

Oppfinnelsen er spesielt beregnet på å komme til anvendelse ved en såkalt Coulter-teller, dvs. et apparat som genererer pulser i avhengighet av størrelsen av partikler som passerer forbi et analysested, dels også størrelsen av disse. Hittil har man vært av den oppfatning at mindre feil ved måling av disse størrelser ikke vil være av vesentlig betydning. De fordeler som man har oppnådd ved anordningen ifølge oppfinnelsen, har imidlertid vist at de tidligere målinger har vært beheftet med alt for store muligheter for systematiske feil. Slike målinger er derfor temmelig verdiløse for adskillige formål. Hele denne teknikk er imidlertid meget ny, og nettopp under en slik utviklingsfase skjer utviklingen raskt. Denne raske utvikling har igjen medført krav om mer nøyaktige og pålitelige analyseresultater, og som en følge herav ligger det til grunn for den foreliggende oppfinnelse en lang rekke av forsøk for å fastslå hvilke feil som faktisk har forekommet, hvilke innvirkninger disse feil har fått på analyseresultatene og dels hva man kan gjøre for å unngå de nevnte feil.

Ifølge prinsippet for Coulter-telleren bringes en prøvesuspensjon av de partikler som skal analyseres, til å bevege seg i en bane med et meget lite tverrsnitt, gjennom hvilket også en elektrisk strøm ledes. Partiklene har en annen elektrisk ledningsevne enn suspensjonsvæsken, og følgelig endres de elektriske egenskapene i banen når partikler passerer gjennom

denne. Banen bør fortrinnsvis være av en slik form at det innen denne forefinnes et område i hvilket det elektriske feltet er homogent når suspensjonsmediet utgjøres av en væske med elektrisk ledende egenskaper. Man har derved kunnet fastslå at forandringen av banens elektriske egenskaper innen denne del av banen er meget nær proporsjonal med volumet av den passerende partikkel som forårsaker forandringen av de elektriske egenskapene.

Ved det kommersielt tilgjengelige Coulter-apparat tilveiebringes et konsentrert elektrisk felt i en fin måleåpning, utformet i en liten plate av isolerende materiale, hvilken plate er anbrakt slik at den deler målesuspensjonen i to adskilte mengder. Hver av suspensjonsmengdene er forbundet med en detektor over en i det nevnte suspensjonsapparatet anordnet elektrode. Elektrodene er anordnet for å frembringe det elektriske felt resp. den elektriske strøm. Ifølge en metode, som vil bli nærmere forklart nedenfor, vil suspensjonen gjennom den effektive delen av måleåpningen normalt ikke strömmen laminært, men snarere avbøyes utad ved endene av måleåpningen der ström-tettheten er temmelig høy.

Ved samvirkning mellom den elektriske strøm som flyter gjennom måleåpningen, og de partikler som beveger seg gjennom måleåpningen, genereres nå elektriske signaler hvis antall gir en riktig verdi for antall partikler. Ved å anvende en diskriminator kan man også klassifisere partiklene etter deres størrelse som er representert av amplituden av de resp. genererte pulser.

Det er allerede kjent at for å oppnå en slik elektrisk puls, er det fordelaktig at man holder strömstyrken gjennom måleåpningen konstant. Dette har man kunnet oppnå ved å anordne måleåpningen i en vegg som består av isolerende materiale, mellom to væskemengder av hvilke i det minste den væskemengde som ligger foran måleåpningen, sett i bevegelsesretningen, består av suspensjonsvæske, ved å senke ned elektroder i hver av de to væskemengder og ved å tilkoble elektrodene en hensiktsmessig strömkilde. Væsken bringes nå til å bevege seg fra den ene væskemengde gjennom måleåpningen til den andre væskemengde.

Under denne bevegelse av suspensjonsvæsken vil suspenderte partikler av væsken bevegges gjennom måleåpningen med høy hastighet. Den elektriske impedansen i måleåpningen endres derved, og impedansendringen detekteres i en detektor av en eller annen hensiktsmessig type og som er tilkoblet elektrodene. Ved de kommersielt forekommende Coulter-apparater telles de genererte elektriske signalpulser og klassifiseres i et antall faste eller innstillbare terskelverdikretser, hvorefter resultatet skrives opp på en eller annen hensiktsmessig måte eller eventuelt direkte avleses.

Prinsippet for Coulter-apparatet har i løpet av betydelige og langvarige undersøkelser vist seg å være riktig, og de personer som har drevet vitenskapelige studier ved hjelp av Coulter-apparater, er mange. De er enige om at et perfekt apparat bør kunne gi fullstendig riktige opplysninger, såkalte "representasjoner" av de forskjellige partikler som gir opphav til disse representasjoner. Men dessverre kan man ikke regne med å kunne tilveiebringe dette absolutt perfekte apparat, men man vet imidlertid at den grad i hvilken de tilveiebrakte representasjonene, i høy grad er avhengig av det felt i hvilket partiklene beveger seg. Man kan som en almen gyldig regel si at når apparatet anvendes til rene rutineundersøkelser innen medisin og biologi for telling og eventuelt også for størrelsesbestemmelse av partikler, er lineæriteten i reaksjonen på partiklenes størrelse ikke av like stor betydning som ved de spesialundersøkelser for forskningsformål innen medisin og biologi. I det sistnevnte tilfelle kan nemlig partikkelstørrelsens dynamiske område være meget stort, og det er vanligvis nødvendig at man studerer hele dette størrelsesspektrum.

Foreliggende oppfinnelse bygger på resultatet av et omsorgsfullt studium av hva som kan være foranledningen til de feilaktige resultater som har forekommet ved visse størrelsesbestemmelser ved hvilke man har kunnet fastslå at de størrelsesopplysninger som ble tilveiebrakt med et kommersielt Coulter-apparat, indikerte en større størrelse på partiklene enn de i virkeligheten kunne være i besittelse av. Dette fenomen ble

iakttatt ved undersøkelser på visse partikkelsystemer om hvilke man i forveien visste at det dynamiske størrelsesspektrum var eksepsjonelt smalt. Når man deretter stilte opp størrelsen på partiklene i tabellarisk form som en funksjon av deres antall i en typisk konsekutiv kurve, fikk man som resultat at partiklene var angitt større enn de i virkeligheten var. Under undersøkelser om hva foranledningen hertil kunne være, betraktet man spørsmålet hovedsakelig fra to forskjellige synspunkter. For det første tok man et stort antall fotografier av individuelle pulser som forekom på skjermen til en katodestråleoscillograf, hvorved disse pulser var tilveiebrakt ved detektering av individuelle partiklers passasje gjennom en typisk måleåpning. For det andre utførte man en studie av geometrien til en enkelt partikkelbane under spesiell hensyntagen til dennes gang gjennom ekvipotensialflatene i og i umiddelbar nærhet av måleåpningen. Ekvipotensialflatene ble bestemt ved måling av strømtettheten i de forskjellige punktene.

Resultatet av denne undersøkelse ble at selve sentrumsdelen av en puls er dens mest pålitelige del, i og med at falske pulstopper kan forekomme både ved begynnelsen og ved slutten av pulsen, foranlediget av spesielle fenomen for hvilke det skal redegjøres nedenfor. I de fleste tilfelle indikerer pulsens sentrum når partikkelen akkurat passerer gjennom det område i detekteringsåpningen der feltet er mest homogent fordelt.

Det gjaldt derfor å finne en anordning som automatisk søkte seg fram til et ensartet felt eller et pulssentrum og som fra verdien på pulsen i dette øyeblikk genererer en kunstig eller sekundær puls av en viss varighet. Av hensiktsmessige grunner bør denne kunstige puls ha en amplitude lik med amplituden på den virkelige pulsen i dennes midtpunkt, og den kunstige pulsen behandles deretter videre i apparatet.

Selvfølgelig kan man innen vide grenser variere detaljene og de elektroniske kretsene i et slikt apparat. Derfor er det i den følgende beskrivelse i det vesentlige henvist til tegninger som inneholder blokkdiagrammer. Fagmannen på det elektroniske

området vil ikke ha noen større vanskelighet med å konstruere funksjonsdyktige kretser når han gjennom den påfølgende beskrivelse har lært prinsippene for oppfinnelsen å kjenne.

De karakteristiske trekk ved pulsanalyseringsapparatet ifølge oppfinnelsen fremgår av de etterfølgende patentkrav.

Oppfinnelsen skal nærmere beskrives ved hjelp av foretrukne utførelseseksempler under henvisning til tegningene, hvorpå

fig. 1 viser i form av et diagram profilen på en måleåpning samt de baner, langs hvilke tre forskjellige partikler passerer gjennom nevnte måleåpning, og dessuten vises nedenfor det nevnte diagram de resulterende elektriske pulser som genereres ved de respektive partiklers passering gjennom måleåpningen.

Fig. 2 utgjør et blokkdiagram for apparatet for oppsporing av pulssentrum, nedenfor betegnet som "sentrumsfinneren".

Fig. 3 viser et antall forskjellige bølgeformer som representerer forskjellige signaler som opptrer i fig. 2.

Fig. 4 viser i forstørret skala et antall på hverandre lagte pulser, frembrakt av partiklene selv eller ved integrasjon av primærpulsene.

Fig. 5 viser et blokkdiagram, tilsvarende det ifølge fig. 2, men som tilsikter en noe avvikende utførelsesform av oppfinnelsen, og

fig. 6 viser i større målestokk et antall bølger, av hvilke en del er vist i fig. 4, men som imidlertid er modifisert med hensyn på forholdet ved anordningen ifølge fig. 5.

Som ovenfor nevnt, inneholder anordningen ifølge oppfinnelsen en sentrumsfinder for oppsporing av sentrum på en puls som er blitt frembrakt ved en partikkels passering gjennom en måle-

åpning, samt organ for generering av et kunstig signal hvis amplitude er lik amplituden i midten av den opprinnelige pulsen, men hvilken har en viss varighet. De således frembrakte kunstige signalpulsene måles deretter i størrelse og antall og gir derved mere pålitelige og riktige opplysninger enn om de opprinnelige pulsene var blitt anvendt direkte fra detektoren i partikkelanalysatoren.

De undersøkelser som ligger til grunn for den foreliggende oppfinnelse, har vist at de i partikkelanalysatoren frembrakte pulsene er meget forskjellige i form, også om de partikler som genererte pulsene, har nøyaktig samme størrelse. En forholdsvis stor andel, ved de utførte forsøk fastslått til omkring 15%, har små toppe som vanligvis foreligger i begynnelsen av pulsene, men som i visse tilfelle dessuten eller i stedet for opptrer på slutten av de nevnte pulser. I fig. 1 vises i vertikalprojeksjonen en snittprofil i meget sterkt forstørret målestokk av en del av en typisk målehullsskive 10 i et Coulter-apparat for telling og størrelsesbestemmelse av partikler med det deri anordnede målehull 12. Konstruksjonen er selvfølgelig vist i skjematiskert form, hvilket innebærer at målehullet er vist helt sylindrisk og med helt skarpe kanter 14 og 16 selv om ingen av disse forhold vil foreligge i den grad av nøyaktighet som det forstørrede bilde angir. Når strøm får anledning til å flyte gjennom apparatet, vil denne flyte gjennom målehullet fra den ene siden av dette hull til dennes andre side fordi hele volumet omkring målehullet er fullt med elektrolytt, hvilket imidlertid ikke er angitt i den skjematiskte avbildning i fig. 1. Når denne elektriske strøm passerer gjennom væsken, blir imidlertid strømtettheten i det indre av målehullet forskjellig i forhold til i andre deler av væskemengdene på hver side av dette gjennom hvilket strømmen passerer. I selve målehullet vil strømtettheten variere noe fra punkt til punkt, hvortil det skal bemerkes at strømtettheten ved hjørneste-dene 14 og 16 kommer til å være den høyeste som forekommer i hele apparatet.

For påvisning av dette er ekvipotensiallinjer inntegnet i

fig. 1. Disse ekvipotensiallinjer er inntegnet slik at de står normalt på målehullsplaten slik at de f.eks. løper vinkelrett mot målehullets akse i målehullets midte ved 18, men de er noe utadbøyet ved målehullets ender, som vist ved 20, og de får en sterk bueform for de ekvipotensiallinjers vedkommende som ligger helt utenfor målehullet, f.eks. ekvipotensiallinjer av type 22. Målehullsplaten er vanligvis utført av safir og må i ethvert tilfelle være utført av et elektrisk isolerende materiale. Man innser da at den elektriske strømtettheten i hvert enkelt punkt er proporsjonal med antallet ekvipotensiallinjer innen et visst volum av målevæsken omkring dette punktet. Også hvis den elektriske strømtettheten innen målehullet 12 stort sett er større enn utenfor målehullet, blir i ethvert tilfelle strømtettheten maksimal ved hjørnene 14 og 16 der de elektriske strømningslinjene så å si løper rundt hjørnet for å trenge inn i eller ut av det egentlige målehullet, og denne maksimalverdi er betydelig større enn verdien på strømtettheten i sentrum av målehullet 12.

Vi skal nå nærmere betrakte tre forskjellige partikler A, B og C i baner fra venstre til høyre langs de stiplede linjene i fig. 1. Den første partikkelen A gjennomløper hovedsakelig sentrum av måleåpningen sammen med suspensjonsvæskestrømmen ved passasje fra venstre til høyre under innvirkning av den økte strømtettheten og oppnår derfor maksimal innvirkning på motstanden i måleåpningen i nærheten av aksellinjens skjæring med midtplanet gjennom åpningen vinkelrett mot akse der ekvipotensiallinjene ligger tette og dessuten ligger i det minste tilnærmelsesvis innbyrdes parallelle. Den frembrakte pulsen som er generert ved hjelp av en til måleåpningen tilkoblet detektor, vises i den nedre delen av fig. 1 ved A. Dens maksimalamplitude forekommer når partikkelen passerer gjennom det nevnte midtplanet vinkelrett mot måleåpningens akse og er merket med "Amp. A" hvilket betegner pulsens A amplitude. Varigheten av denne puls tilsvarer den tid som det tar for partikkelen å passere gjennom hele målehullsområdet, hvormed forstås det område innen hvilket forandringen i motstandens målte verdi

mellom elektroden på grunn av partikkelens bevegelse er merkbar. Lengden av partikkelens bane innen dette målehulls-område er selvfølgelig betydelig meget større enn den fysiske lengden på selve målehullet etter som man av fig. 1 kan se at ekvipotensiallinjene, f.eks. 20 og 22, er sterkt utadbøyet og tross dette over alt ligger så tett at en stor strømtetthet foreligger også utenfor målehullets geometriske begrensning.

Hvis en anordning for størrelsesklassifisering er anordnet etter detektoren, hvilken påvirkes av amplituden på pulsene ved partiklenes passering gjennom målehullsområdet langs banen A, kommer den til å reagere på verdien Amp. A. Denne amplitude er dessuten proporsjonal mot partikkelens størrelse.

Hvis nå alle partikler ville følge baner som sammenfaller med eller ligger meget nær banen for partikkelen A, ville de frembrakte pulsene også få den samme vanlige form, og de ville kun skille seg fra hverandre med hensyn på amplituden. Det bør imidlertid bemerkes at de i fig. 1 angitte dimensjonene er overdrevne for tydeligere å anskueliggjøre oppfinnelsens prinsipp, og disse dimensjonene må derfor ikke tillegges noen betydning utover dette. Den totale varighet av en puls ligger vanligvis i størrelsesorden mellom 20 og 40 mikrosekunder, og de anordninger med hvilke man kan klassifisere pulsene med hensyn på amplituden og følgelig også partiklene med hensyn på størrelsen, må da være innstilt på å reagere tilsvarende hurtig.

Alle partikler passerer imidlertid ikke i virkeligheten gjennom måleåpningen 12 langs en og samme bane, nemlig den som er beskrevet for partikkelen A. Visse partikler beveger seg langs baner som er betydelig forskjøvet i forhold til målehullsaksen på grunn av at de suges inn i målehullet umiddelbart innen suspensjonsvæskestrømmen trenger inn i målehullet 12. Som eksempel på en slik bane kan nevnes banen for partikkelen C hvilken trenger inn i målehullet temmelig nær dettes kant, og i ennå høyere grad banen for partikkelen B hvilken etter en uregelmessig bevegelse innen området til venstre for målehullet 12 trenger inn i dette målehull meget nær dettes kant. Med det

formål å forenkle forklaringen av oppfinnelsen kan man nå anta at de tre med hverandre sammenlignede partiklene A, B og C er av nøyaktig samme størrelse. Det bør anføres at banene selvfølgelig ikke kunne iakttas direkte, men at man har fremstilt dem ved hjelp av det best kjente imitasjonsapparat som er det såkalte Kleynens apparat. Dette har tidligere blitt anvendt for å klarlegge elektroners bevegelse i lufttomt rom under påvirkning av potensialvariasjoner slik som det er redegjort for i Philips Technische Rundschau november 1937. Man vet at ioner beveger seg i elektrolytt på samme måte, og man har grunner til å anta at partikler i en suspensjon også beveger seg etter de samme lover.

La oss derfor først betrakte partikkelens B bane. Når denne partikkel beveger seg inn i målehullets 12 måleområde, forårsaker den at det genereres en puls med stigende flanke på en slik måte som kun uvesentlig adskiller seg fra de tilsvarende forhold for partikkelens A vedkommende, men når den passerer kanten 14 på måleåpningen der strømtettheten er maksimal, får man et utslag som om motstanden i måleåpningen 12 plutselig ble øket meget sterkt i akkurat dette punkt. Pulsen får derfor en topp ved 24 med amplitudeverdien Amp. B i begynnelsen av pulstiden. Etter som partikkelen beveger seg innover i måleåpningen 12, kommer den under påvirkning av de områder innen hvilke strømtettheten er stort sett konstant på grunn av at ekvipotensiallinjene løper vinkelrett på målehullsaksen. Optimum i dette henseende forekommer på midten av den av kantene 14 og 16 begrensede målehullsaksedel. Ekvipotensiallinjene 18 er her parallelle, men etter som fig. 1 representerer et snitt i todimensjonal retning, representerer disse parallelle ekvipotensiallinjer i virkeligheten parallelle ekvipotensialplan. Det er åpenbart at de slutninger som man kan trekke ut av den todimensjonale fremstillingen ifølge fig. 1, også nå gjelder for de i virkeligheten foreliggende tredimensjonale forhold.

Når den nå betraktete partikkelen B forlater målehullet 12, passerer den nærmere kanten 16 og derfor i et område med større strømtetthet enn hva forholdet var for partikkelen A ved

passering gjennom samme ekvipotensialflate. Derfor opptrer en andre topp ved 26 selv om denne er noe mindre sterkt utpreget enn toppen 24. Den representerer i hvert fall en høyere amplitude enn salamplituden ved punktet 28 midtveis i måleåpningen. Deretter nærmer partikkelens B bane seg måleåpningens akse, og pulsen nærmer seg derfor i form den puls som ble generert av partikkelen A. Siste delen av pulsen blir derfor tilnærmet den samme for begge partiklene. Den valgte partikkelen B representerer et ekstremt tilfelle, og denne partikkel er derfor ikke blitt omtalt her av den grunn at slike partikler skulle forekomme i stor utstrekning, men kun for å påvise de største feil som kan forekomme. I virkeligheten er det temmelig få partikler som følger en slik bane som partikkelen B. Man bør imidlertid legge merke til at salpunktet på pulsen til partikkelen B har en amplitude som er meget lik med Amp. A. Dette finner sin forklaring deri at ved tilveiebringelsen av salpunktet passerte partikkelen gjennom et tilnærmelsesvis homogent potensiaalfelt med tilnærmelsesvis den samme ström-tetthet som den som partikkelen A samtidig passerte gjennom.

Den tredje partikkelen C passerer langs en bane som danner en mellomting mellom begge banene A og B. Slike baner forekommer i stor utstrekning som det kunne påvises statistisk med Kleynens apparat. Den får en topp 30 ved innløpet i måleåpningen selv om denne topp ikke er like høy som toppen 24, men den er i hvert fall høyere enn Amp. A på tross av at partiklene ble antatt å være nøyaktig like store. Pulsens midtparti 32 har derimot amplituden Amp. A av den samme grunn som midtpartiet av partikkelens B puls fikk denne amplitude. Den siste del av partikkelens C puls buer oppad, men representerer ikke noen virkelig topp ved stedet 34. Den er imidlertid lavere enn Amp. A på dette sted.

Det fremgår av det ovenfor anførte at formen på en puls som oppstår ved at en partikkel passerer gjennom måleåpningen, er avhengig først og fremst av partikkelens størrelse men også av den del av måleåpningsområdet gjennom hvilken partikkelen beveger seg. Hvis alle partikler beveget seg langs målehulls-

aksen, ville ingen problemer foreligge i dette henseende, men utførte statistiske undersøkelser har vist at en påfallende stor andel av partiklene ikke løper langs aksen, og mange av dem gir falske toppverdier hvilke leder til feilaktig klassifisering av de av dem genererte pulsene. Undersøkelsen har imidlertid også vist at selve midtpartiet av hver slik primær puls har en amplitude av samme størrelse for partikler av samme størrelse.

Man har forsøkt flere forskjellige metoder for å undertrykke disse falske toppverdier, men de har vist seg upraktiske eller upålitelige i et eller annet henseende. Man har f.eks. forsøkt å runde av kantene på målehullet slik at strømtettheten innen målehullsområdet skulle bli mer ensartet. Men slike målehull er meget vanskelig å fremstille, og det har dessuten vist seg at de har en sterk tendens til å bli forstoppet og at det er vanskelig å rengjøre dem etter som forurensningene på grunn av kilevirkning komprimeres i dem. Et annet forsøk som er gjort i tilslutning til iakttagelsen av det foreliggende tekniske problemet, var å gjøre måleåpningen meget lang for deretter å la pulsen passere gjennom et lavpassfilter for på en slik måte å fjerne forekommende skarpe topper, men også en slik langstrakt måleåpning er meget vanskelig å fremstille, og til dette kommer at jo lengre måleåpningen er, desto større blir risikoen for at to partikler befinner seg samtidig i måleåpningen slik at pulssammensmeltninger kan finne sted. Det er ennu vanskeligere å rengjøre en slik langstrakt måleåpning for blokkeringer. Partiklenes bevegelseshastighet nedsettes på grunn av den økte strømmotstand for suspensjonsvæsken så lenge væsketrykket opprettholdes, og med større oppholdstid for hver andel av elektrolytten i måleåpningen stiger dennes temperatur på grunn av joulsk varme, hvorved joulsk støy (Meissnerstøy) kan oppstå hvilket igjen vanskeliggjør avlesningsmulighetene. Man har videre forsøkt ved hjelp av fysiske styreorgan å tvinge strømmen av suspensjonsvæsken inn til sentrum av måleåpningen, men slike fysiske styreorgan kunne ikke fremstilles på grunn av sine små dimensjoner. Man må huske at måleåpningens diameter vanligvis ligger mellom noen få mikrometer og opp til omtrent 200 mikrometer.

Alle disse ulemper ved de forskjellige metoder som oppfinneren har forsøkt innen han kom frem til den foreliggende oppfinnelse, er derfor upraktiske, og problemet har ikke kunnet bli løst på en praktisk utførbar måte for gjennom den foreliggende oppfinnelse. Ifølge oppfinnelsen anordner man nemlig en krets hvilken reagerer kun på midtpartiet av hver primærpuls, uavhengig av forekommende topper ved begynnelsen og ved slutten av pulsen.

Fig. 2 viser i blokkdiagram et apparat hvilket ved sin utgang genererer signaler hvis amplitude tilsvarende amplityden på de primære signalenes midtparti. Fig. 3 viser en serie diagram av signalformen på forskjellige steder i anordningen ifølge fig. 2, hvorved horisontalaksen gjennomgående er tidsakse.

Ved anordningen ifølge fig. 2 betegner blokk 40 det apparat som genererer primærpulsen, nedenfor benevnt primærpulsgeneratoren. Denne kan f.eks. være utført ifølge Coulter-prinsippet. I det samme inngår således et målerør i hvis sidevegg et ytterst fint målehull er anordnet. Målerøret fylles ved anvendelsen med en væske og senkes ned i et ytre kar som inneholder suspensjonen av de partikler som skal undersøkes, slik at måleåpningen befinner seg under væsknivået. Elektroder er anordnet i røret og i ytterkaret for å tilveiebringe en elektrisk strøm gjennom måleåpningen, samtidig som de er tilkoblet inngangskretsen til en forsterker og pulsdetektor. Videre finnes middel for å drive suspensjonsvæsken gjennom måleåpningen slik at typiske signalpulser genereres når en partikkel passerer gjennom denne. Det signal som på denne måte foreligger i primærpulsgeneratorens 40 utgangskrets 42, tilføres forskjellige deler av apparatet over kanalene 44, 46, 48 og 50. I fig. 4 er primærpulsen representert ved kurven 52. Denne kurve er typisk for den puls som fremkommer når en partikkel passerer aksialt gjennom måleåpningen uten at noen falske topper genereres hverken ved inngangen eller ved utgangen. Dette betyr selvfølgelig ikke at noen slike falske topper ikke kan forekomme, men hvis de forekommer, fører oppfinnelsen til at de ikke utøver noen innflytelse på sluttresultatet. Kurven 42 gjengis også i fig. 3 der de forskjellige tidspunkter under

pulsens forløp som skal diskuteres nærmere nedenfor, er merket t_1 , t_2 , t_3 , t_4 og t_5 . Pulsens sentrum ligger ved tidspunktet t_3 .

Pulsen 52 overføres via kanalen 50 til en terskelverdikrets med en lav terskelverdi 56. Terskelverdien ligger kun ubetydelig over null-linjen, men imidlertid på et slikt nivå at grunnstøy ikke genererer noen utgående signaler. Denne terskelverdi representeres i fig. 3 av den stiplede linjen 58 i diagrammet 42, hvilken linje skjærer pulskurven ved tidspunktene t_2 resp. t_4 . Hvis det skulle forekomme signaler hvis amplitude ikke overstiger verdien 58, elimineres disse signaler i terskelverdikretsen 56.

Terskelverdikretsen 56 er med sin utgangsside tilkoblet to kanaler 60 og 62. Utgangskretsens puls har derved form av en nesten rektangulær bølge 64, se diagram 60, med en varighet som strekker seg fra tiden t_2 til t_4 . En bistabil vibrator 66 reagerer på den møtende flanken på signalet 64 hvilken fra utgangslederen 62 overføres via en detektor 140 for den ledende flanken og en kanal 141. Når signalet går ut fra den bistabile vibrator 66, påvirker den over kanalen 70 en elektronisk strømbryter 68 hvorved den andel av pulsen 52 som overstiger en terskelverdi 58, tillates å passere via kanalen 72 til en integrator 74. Integratoren 74 begynner å generere en spenningsbølge hvilken har den sagtannsform som er vist ved 76 i diagrammet 78 i fig. 3. Den buede delen av bølgen begynner ved tiden t_2 og fortsetter forbi tiden t_3 . Hvis integrasjonen fullføres over hele pulsens 52 tidsforløp, vil signalet fra integratoren 74 hovedsakelig komme til å følge den prikkede linje hvilken utgjør en fortsettelse på den utbrudte linjen 76, men integratoren null-stilles allerede før pulsen 52 har fullbyrdet sin transformasjon i integratoren. Utgangspulsen fra integratoren tilføres kanalen 76 i fig. 2 og en justeringskrets 78 for skalakonstanten fra hvilken den frembrakte bølgen via kanalen 80 tilføres inngangen på differensialforsterkeren 82.

I det samme tidsintervall tilføres pulsen 52 via kanalen 46 til differensforsterkeren 82. Formålet med kretsen 78 for justering av skalakonstanten er å gjøre det mulig for inte-

gratoren 74 å anvendes som en anordning for tilveiebringelse av en tidsskala. Justeringskretsen 78 er slik valgt at integratoren får en utgangsspenning som er lik spenningen for en partikkelpuls i det øyeblikk når partikkelen befinner seg i sentrumsplanet vinkelrett på aksene i måleåpningen 12. Differensialforsterkeren mottar begge disse signaler og produserer av disse et minimalamplitydesignal, nedenfor benevnt nullverdisignal, derved at integralsignalet i kanalens 80 leder og det pulssignal 52 som forekommer i kanalen 46, har samme amplitude, noe som inntreffer i det øyeblikk når begge signalenes kurver skjærer hverandre, slik som det er vist i diagrammet ved punktene 80 og 46. Dette skal nærmere forklares i tilslutning til fig. 4, hvilken viser integralsignalet samt opprinnelsessignalet som tilhører samme puls fra en partikkel som passerer gjennom måleåpningen langs en av de baner som er nærmere diskutert for partiklene A og B.

I fig. 4 vises således fire kurver som er overlagret hverandre. Disse kurver utgjøres av begge pulsbølgene A og B fra fig. 1, imidlertid gjengitt i betydelig forstørret målestokk, og hvor dessuten den bakre toppen 26 er utelatt for forenkling av fremstillingen, samt videre av integralkurvene for de samme pulser. For forenkling av diskusjonen antas det at normalpulsene er den som er gjengitt i fig. 3. Normalpulsene genereres således av en partikkel som passerer gjennom måleåpningens midte langs dennes aksiallinje eller med andre ord langs pulsens A bane i fig. 1. Denne puls er i fig. 4 representert ved den ubrudte kurven 52 med sin spiss ved 54 og med amplitudeverdien Amp. A i spissen. Denne spiss inntreffer ved tidspunktet t_3 . Når den integreres og justeres slik at også den integrerte pulsen får verdien Amp. A i tidsøyeblikket t_3 tilsvarende spissverdien 54, vil den resulterende kurve utgjøres av den ubrudte kurven 76. Den puls som genereres av en partikkel B hvilken følger den for denne partikkel i fig. 1 angitte bane, vises med prikkstreket linje og er betegnet med 84. Den har en topp ved 24 med amplitudeverdien Amp. B hvilken er betydelig høyere enn verdien Amp. A. Når den integreres og justeres ifølge det som er beskrevet ovenfor, får man den ved den prikkstredede

123973

16

linje viste integralpulskurve 86. Man bör bemerke at selv om integralkurven 86 skjærer kurven for pulsen 84 noe før integralkurven 76 skjærer sin pulskurve 52, vil imidlertid den ubetydelige tidsfeil stort sett ligge innen det tidsintervall da partikkelen befinner seg meget nær målehullssentrum, og den momentane signalverdi vil ikke forandres merkbart. Det må også påpekes at begge signalpulsene 52 og 84 starter i tidsøyeblikket t_1 . Deres respektive integraler starter derimot først i tidsøyeblikket t_2 . Integralkurvene oppnås ved benyttelse av identisk samme skalakonstantinnstilling. De partikler som genererer partikkelpulsene, antas å være av nøyaktig samme størrelse, og tidsskalaen er den samme i samtlige tilfelle. Høydeforskjellen mellom integralen 86 og 76 avhenger følgelig av forskjellen i flate mellom pulsene 84 og 52. Selv om toppverdien 24 er betydelig meget høyere enn toppverdien 54, vil den tillagte flaten ikke tilveiebringe en så stor forskjell når det gjelder integralene, at måleresultatene ikke skal være av en viss verdi. På tegningen er det ikke vist noen vertikalskala ettersom samtlige pulser kommer til å ha samme proporsjoner, uavhengig av sin størrelse.

Det ansees at det herved er påvist at målingen er tilstrekkelig nøyaktig hvis den utføres i sentrum, uavhengig av pulsbølgens form.

Det skal nå fortsettes med beskrivelsen av blokkdiagrammet ifølge fig. 2 og de til det samme tilhørende bølgeformene ifølge fig. 3. Begge bølgene 80 og 46 består av to på hverandre lagte inngangspulser til differensialforsterkeren 82. Integralkurven er nå blitt justert med en slik valgt konstant at dennes amplitude har samme verdi som amplituden Amp. A ved tidspunktet t_3 . På tross av at integralkurven 90 starter ved tidspunktet t_1 , består det eneste tap, når det gjelder flaten, under kurven 52 av den del som ligger mellom tidspunktene t_1 og t_2 , og det faktum at terskelverdien 58 ligger så nær grunnlinjen, gjør at denne forskjell blir uten betydning. Den lave terskelverdi 58 er nemlig meget liten selv om den for tydelighetens skyld i fremstillingen er vist overdrevet stor.

Differensialforsterkeren 82 måler forskjellen mellom begge bølge-

amplitudene, og som et resultat vil den utgående spenning ved punktet 92 i fig. 2 ha den form som representeres ved kurven 92 i fig. 3. Denne kurve har en første del 96, hvilken passerer gjennom nullverdien ved punktet 98 og tidspunktet t_3 . Deretter danner kurven en tilbakestillingsgren 100 og fullbyrder deretter kurven 102 som følger sluttdelen av pulsen 52. Tilbakestillingslinjen 100 svarer til tilbakestillingslinjene i integralkurvene 76 og 90 i de foregående fremstillinger i fig. 3.

Inngangssignalene til en elektronisk strömbryter 104 kommer gjennom ledninger 92 og 60. Kun hvis det forekommer et utgangssignal fra lavterskelkretsen 56, vil den elektroniske strömbryter 104 la signaler passere. Derfor består dens utgangssignal ved 106 av den bølge som er vist i fremstillingen 92, men kun mellom t_2 og t_4 . Dette signal blir tilført en nullstillingskrets 108, som kun genererer et utgangssignal på en ledning 110, når dens inngangssignal er null. De såkalte NOR kretser virker på lignende måte. Da det ved tiden t_2 er en forskjell mellom integralspenningen 90 og pulsen 52, vil det først forekomme et utgangssignal ved 110 når det ikke er noen forskjell, som ved tiden t_3 , hvor et lite triggersignal 112 genereres. Som allerede bemerket er tidspunktet t_3 i pulsen 52. Dette lille triggersignal 112 aktiverer en enkelt-puls-multivibrator 114 og bevirker at denne ved sin utgang 118 genererer en kort rektangulær puls 116. Denne puls er av kort varighet, idet varigheten er av størrelsesordenen ett eller to mikrosekunder. Den er ikke desto mindre av tilstrekkelig varighet til å styre en pulsklassifiseringskrets 134, som følger etter det viste apparat.

Pulsen 116 blir tilført en koincidensstyrt elektronisk presjonsströmbryter 120, som gjennom ledningen 44 samtidig mottar partikkelpulsen 52. Følgelig tillater strömbryteren at kun et smalt stykke av pulsen 52 passerer til utgangen 122. Dette stykke resulterer i en smal puls 124 med samme varighet som den for multivibratorsignaler 116 og med en amplitude, som er lik amplituden av pulsen 52 i dennes midte, nemlig amplituden Amp. A.

Enhver puls som utgår gjennom kanalen 122 fra denne krets, vil som følge herav ha samme varighet som pulsen 116. Denne kan selvfølgelig innstilles på ønsket tidslengde, men varigheten blir imidlertid den samme under hele måleforløpet. Amplituden på hver puls som går ut gjennom kanalen 122, kommer til å bli så lik amplituden i midten av den ubearbeidede pulsen at for alle forekommende formål kan den ansees å være lik denne middelverdiampplitude.

Man kan nå fullføre den fortsatte behandlingen av den detekterte pulsen ved klassifisering av den samme etter størrelse med større nøyaktighet enn det var mulig hvis man gikk ut fra den ubearbeidede pulsen uten benyttelse av anordningen ifølge den foreliggende oppfinnelse.

Utgangsspenningen fra multivibratoren 114 ledes dessuten gjennom en kanal 126 til integratoren 74 og den bistabile anordningen 66 for å tilbakestille disse til deres utgangsstilling i påvente av at neste partikkelpuls skal skjære terskelverdilinjen 58 og derved foranledige et nytt pulseringsforløp. I kanalen 126 opptrer nemlig det samme signal 116 som også forekommer i kanalen 118. Dets avslutningsdel detekteres i anordningen 128 som betegnes som endedetektor, og deretter opptrer pulsen i form av en puls 130 i tilbakestillingskanalen 132. Sagtannpuls 130 kobler ut integratoren 74 ved den kant som tilsvarer kanten 100 i fig. 3 for pulsens 78 vedkommende.

I fig. 5 og 6 vises en annen utførelsesform av anordningen ifølge oppfinnelsen resp. av de i denne forekommende kurveformer. Også denne frembringer en puls i sin utgangskrets 122, hvilken kan anvendes for klassifisering av pulsene som angis i fig. 6 med pulsen 124', hvilken har den ønskede amplituden Amp. A, men den har betydelig lengre varighet. Dette fører til at man kan anvende en klassifiseringskrets 134' som er mer tregtvirkende enn den klassifiseringskrets 134 som tok imot pulsen 124 ifølge fig. 3, hvilken puls ble produsert i anordningen ifølge fig. 2.

Fordelen med denne sistnevnte utførelsesform av oppfinnelsen

oppstår på grunn av den modifikasjon som er foretatt med koblingskretsene for påvirkning av tidsbestemmelsen for deler av apparatet samt på grunn av at man unngår å benytte pulsen 52 som direkte amplitudeinngangsspenning i utgangskretsen for strömbryteren 120.

I det vesentlige er anordningene ifölge de to utförelses-eksemplene innbyrdes like, men forskjellen foreligger imidlertid i de henseender som representeres av organ, hvilke i fig. 5 og 6 er forsynt med samme henvisningsbetegnelser som i fig. 2 og 3, men med tillegg av et primtegn. Kanalen 44 utgår således i det sist beskrevne utförelseseksempel fra utgangssiden av justeringsanordningen 78 for skalakonstanten, og de pulsgenererende organer 40 er derfor ikke lengre direkte forbundet med den elektroniske strömbryteren 120. Tilbakestillingskanalen 132 er heller ikke tilsluttet den bistabile vibrator 66. En andre tilbakestillingskanal 136 er istedet anordnet for å sende tilbakestillingspulsen 138 fra nullstillingskretsen 108 tilbake til den bistabile vibrator 66.

I tillegg til den tilbakestillingsanordning som forefinnes i den sistnevnte utförelsesform, frembringer den bistabile vibrator tilbakestilling og stopper derved fortsatt funksjon av integratoren 74 allerede før denne er blitt tilbakestillt. Fölgelig kommer utgangsspenningen 90' fra integratoren til å holde amplituden på en konstant verdi Amp. A under hele signal-ets 116' varighet ved innvirkning av multivibratoren 114', og dette på en måte som uten videre fremgår av fig. 6.

For å frembringe den forlengede utgangspulsen 124', er varigheten av pulsen 116' fra multivibratoren 114' gjort betydelig lengre enn den tidligere beskrevne pulsen 116 ifölge fig. 3. Ved pulsens 116' opphör blir integratoren tilbakestillt ved hjelp av en tilbakerettet puls 130 på samme måte som ved anordningen ifölge fig. 2 og 3.

P a t e n t k r a v

1. Pulsanalyseringsapparat for bestemmelse av en puls' amplitude ved dens midte, k a r a k t e r i s e r t v e d e n første krets (74, 78, 82) for integrasjon av en opprinnelig generert puls og sammenligning av denne med dens eget integral, ved at denne krets (74, 78, 82) avgir en utgangsspenning når integralverdien er lik eller større enn amplitudeverdien for midten av den opprinnelige puls, og en første strömbryter (120) som over en leder (44, 44') mottar et signal (52, 90') med samme amplitude i midten som den opprinnelig frembrakte puls, samt strömbryter-regulerende organ (104, 108, 114; 114') som arbeider i overensstemmelse med utgangsspenningen fra den førstnevnte krets (74, 78, 82) og som er anordnet mellom nevnte første krets (74, 78, 82) og strömbryteren (120) for regulering av dennes funksjon, slik at den slipper frem signalet (52, 90') kun et gitt tidsintervall som begynner ved den opprinnelig frembrakte pulsens midte, slik at man får et signal (124, 124') med en amplitude som er proporsjonal med og fortrinnsvis lik den opprinnelige pulsens amplitude i dennes midte, og som er tidsbegrenset til en varighet som tilsvarer den gitte tid.
2. Pulsanalyseringsapparat som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d a t d e strömbryter-regulerende organ (104, 108, 114, 114') er koblet tilbake til nevnte første krets (74, 78, 82) for tilbakestilling av denne til utgangsstillingen etter fullbyrdet sammenligning mellom den opprinnelige pulsen og dens integral og etter avgivelse av nevnte signal.
3. Pulsanalyseringsapparat som angitt i krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t v e d a t d e t tidsbegrensede signalet (124) er anordnet for direkte å utledes fra den opprinnelig foreliggende pulsen (52).
4. Pulsanalyseringsapparat som angitt i krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t v e d a t d e t tidsbegrensede signal er anordnet til direkte å utledes fra den opprinnelige pulsens integral (90').

5. Pulsanalyseringsapparat som angitt i et av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d en terskelverdikrets (56) som hindrer at opprinnelige pulser som er mindre enn en viss nedre terskelverdi, ledes videre til nevnte første krets (74, 78, 82), mens derimot de pulser som overstiger denne terskelverdi, ledes videre i form av avkuttete pulser (64) som tilsvarende den opprinnelige puls (52), og ved at en andre strömbryter (68) er innkoblet mellom terskelverdikretsen (56) og nevnte første krets (74, 78, 82), slik at denne andre strömbryter (68) til den nevnte første krets (74, 78, 82) kun overfører de opprinnelige pulser (52) hvis amplitude ligger over den angitte terskelverdi.

6. Pulsanalyseringsapparat som angitt i ett eller flere av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d at en skalakonstantbestemmende anordning (78) er tilkoblet integratoren (74) for regulering av amplituden for dette signal til samme størrelse som pulsens amplitude ved inngangen til integratoren (74) og ved pulsens midte, og en anordning (82) forefinnes for detektering av spenningsforskjellen mellom pulsens egen amplitude og verdien av integratorens (74) signal for generering av et ytterligere signal (98) ved et gitt minimum for forskjell og for overføring av dette sistnevnte signal (98) til de mellom nevnte første krets (74, 78, 82) og strömbryteren (120) anordnede strömbryter-regulerende organ (104, 108, 114; 114').

7. Pulsanalyseringsapparat som angitt i krav 6, k a r a k t e r i s e r t v e d at den spenningsforskjelldetekterende anordning (82) er utført som en differensforsterker (82) og at nevnte strömbryter-regulerende organ (104, 108, 114; 114') inneholder et måleorgan (108) for å avgi et signal (112) når det fra nevnte første krets (74, 78, 82) utgående signal (98) får en bestemt minimumsverdi.

8. Pulsanalyseringsapparat som angitt i krav 7, k a r a k t e r i s e r t v e d at i de nevnte strömbryter-regulerende organ (104, 108, 114; 114') inngår en multivibrator (114; 114') som er koblet mellom måleorganet (108) og strömbryteren (120) for generering av et signal (116; 116') under den gitte tid, og

som påvirker strömbryteren (120).

9. Pulsanalyseringsapparat som angitt i krav 8, k a r a k - t e r i s e r t v e d at det signal (116; 116') som påvirker strömbryteren (120), er koblet tilbake til integratoren (74) for dennes tilbakestilling til utgangsstillingen.

10. Pulsanalyseringsapparat som angitt i kravene 7 - 9, k a r a k t e r i s e r t v e d at en tredje strömbryter (104) er koblet mellom differense-forsterkeren (82) og måleorganet (108) og tilkoblet slik at den tredje strömbryter (104) i løpet av tiden for pulsavgivelse fra terskelverdikretsen (56) slipper igjennom signalet.

11. Pulsanalyseringsapparat som angitt i ett eller flere av kravene 5 - 10, k a r a k t e r i s e r t v e d at et bistabilt organ (66) er innkoblet mellom terskelverdikretsen (56) og den andre strömbryter (68) på en slik måte at den andre strömbryter (68) overføres til strömgjennomtrengelig tilstand kun av den forreste enden av den fra terskelverdikretsen (56) utgående pulsen (64).

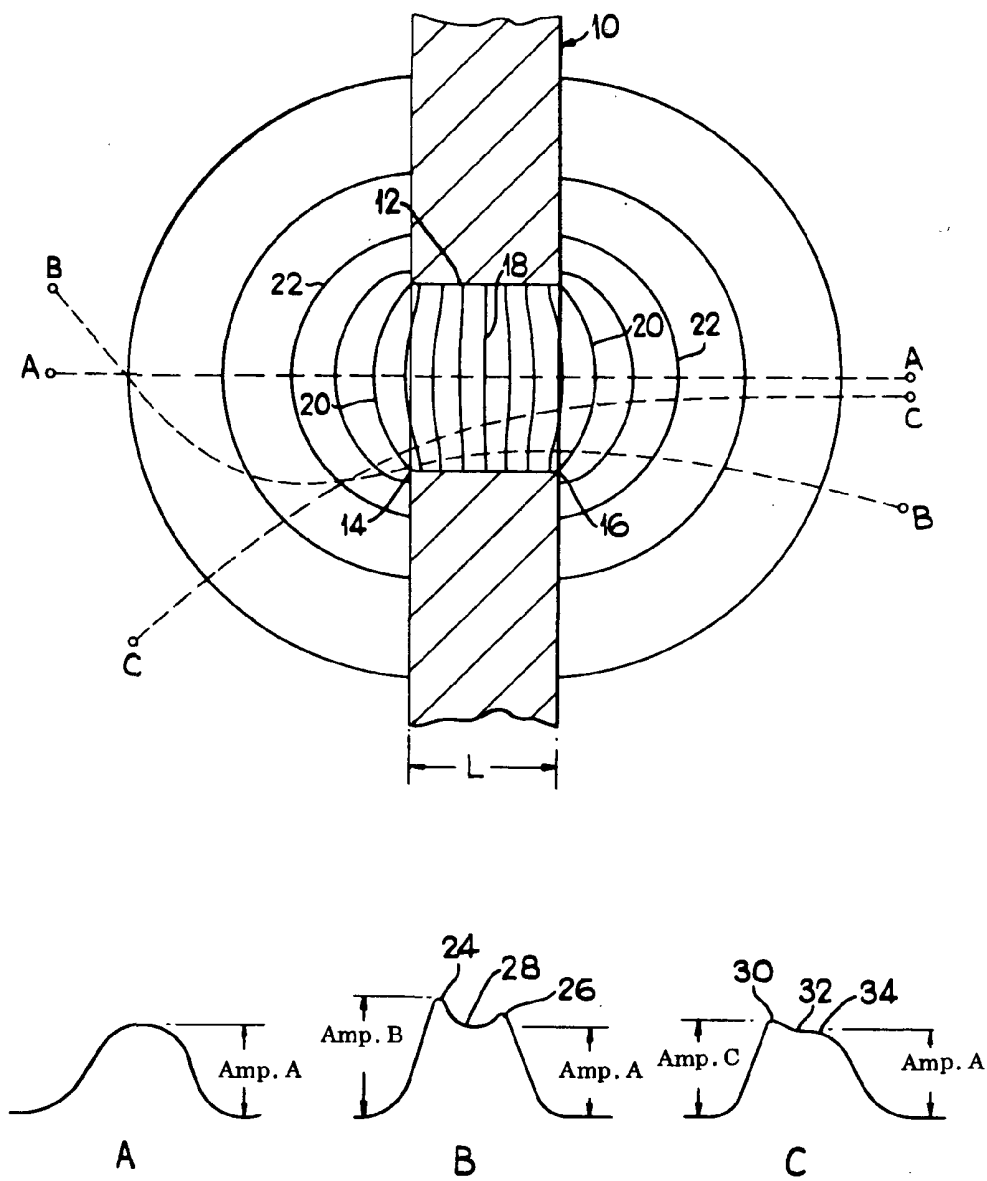
12. Pulsanalyseringsapparat som angitt i krav 11, k a r a k - t e r i s e r t v e d at det fra multivibratoren (114; 114') utgående signal (116) er koblet tilbake til integratoren (74) og det bistabile organet (66) for tilbakestilling til utgangsstillingen av integratoren og det bistabile organet.

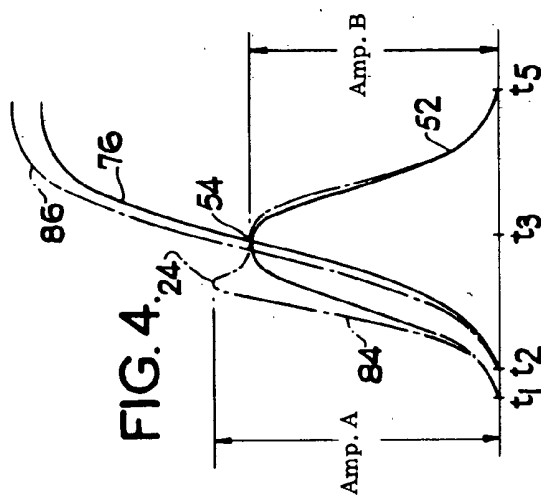
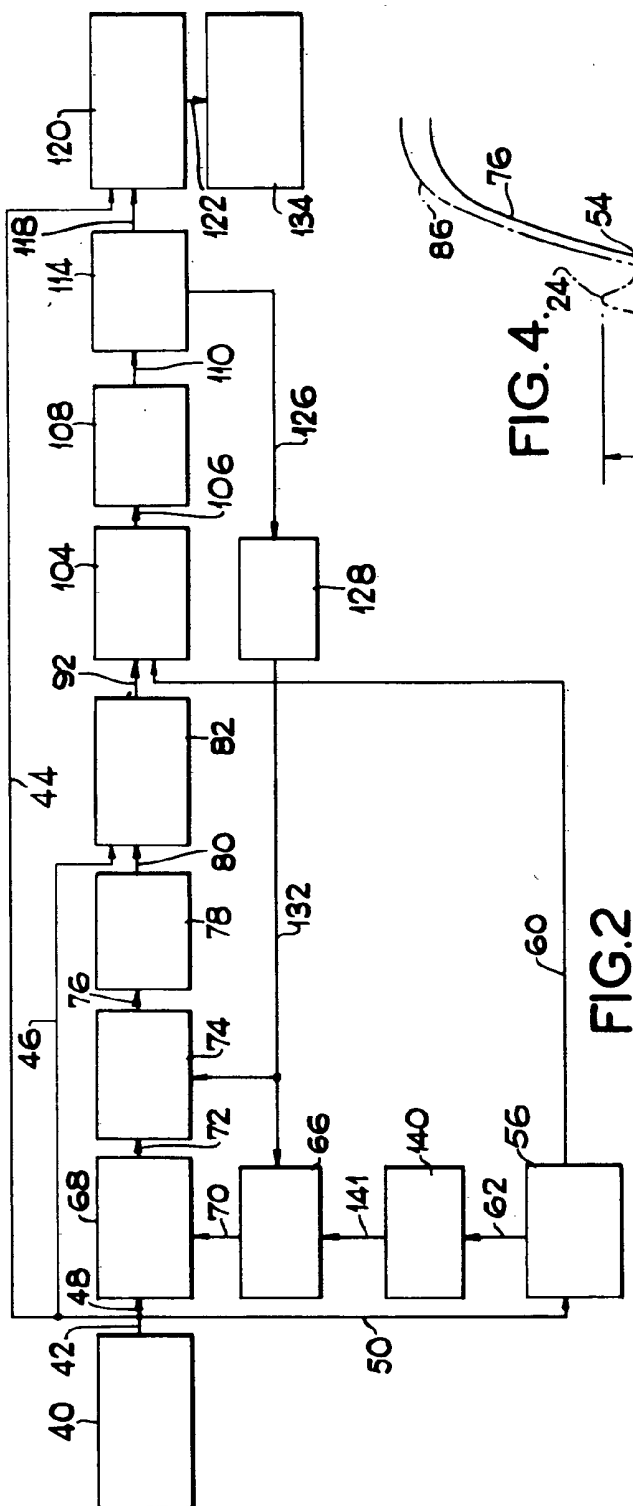
13. Pulsanalyseringsapparat som angitt i krav 11, k a r a k - t e r i s e r t v e d at den utgående pulsen (138) fra måleorganet (108) er koblet tilbake til det bistabile organet (66) for dets tilbakestilling til utgangsstillingen.

Anførte publikasjoner: -

123973

FIG. I.





123973

FIG. 3.

