



(12) PATENTSKRIFT

Patent- og
Varemærkestyrelsen

(51) Int.Cl.: G 01 F 1/66 G 01 P 5/00

(21) Patentansøgning nr: PA 2001 00294

(22) Indleveringsdag: 2001-02-22

(24) Løbedag: 1989-06-08

(41) Alm. tilgængelig: 2001-02-22

(45) Patentets meddelelse bkg. den: 2004-09-06

(30) Prioritet: 1988-06-09 GB 8813640

(73) Patenthaver: Lattice Intellectual Property Ltd, 1-3 Strand, London, WC2N 5EH, Storbritannien

(72) Opfinder: Michael John Gill, The Willows, Lymore Valley, Milford-on-Sea, Hampshire SO4 0TW, Storbritannien

(74) Fuldmægtig: Internationalt Patent-Bureau A/S, Høje Taastrup Boulevard 23, 2630 Taastrup, Danmark

(54) Benævnelse: Apparat til måling af volumenstrømningen af et fluidum

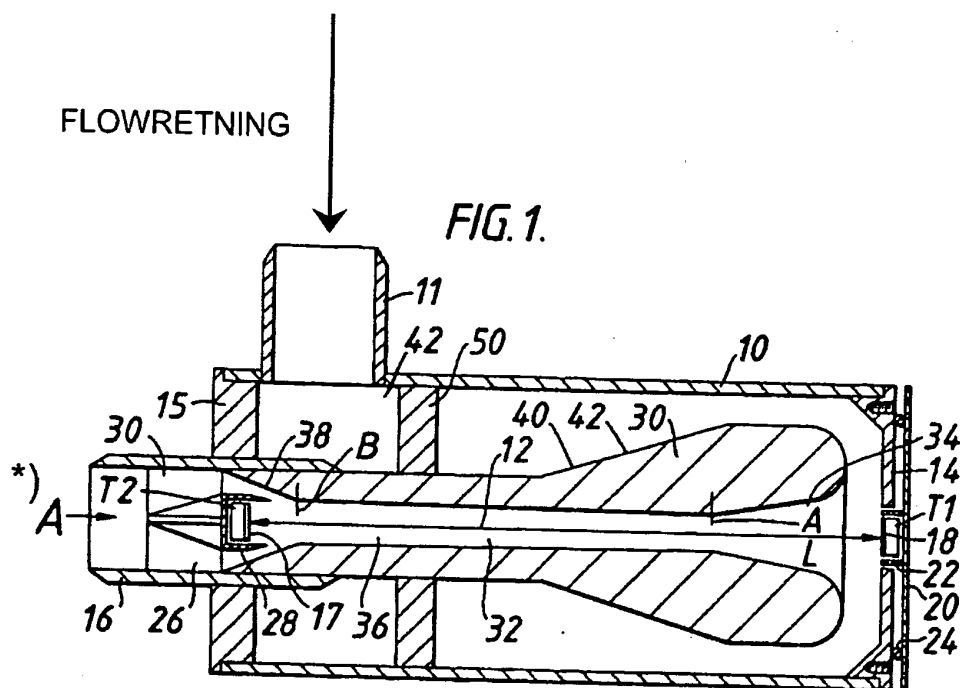
(56) Fremdragne publikationer:

GB A 2167857

US 3329017

(57) Sammendrag:

Apparat til måling af volumenstrømningen af et fluidum, der strømmer gennem en kanal, og omfattende to fra hinanden adskilte transducerorganer (T1, T2) anbragt i kanalen for fastlæggelse af en akustisk passage mellem disse. De to transducerorganer (T1, T2) er indrettet til at sende og modtage akustiske signaler i begge retninger langs den akustiske passage i apparaturet. Apparaturet omfatter endvidere organer (30, 34) indrettet til at øge strømningshastigheden af fluidummet i området for og langs den akustiske passage. Disse organer til øgning af hastigheden indbefatter en venturienhed (34), som er opbygget mod en ende af en strømningsformende enhed (30), som også indbefatter en målesektion (36) indrettet til at fastholde strømningshastigheden, og i forbindelse med hvis ene ende det ene af transducerorganerne (T2) er monteret, idet det andet transducerorgan (T1) er monteret i området for venturienheden (34).



1

Den foreliggende opfindelse angår et apparatur til måling af strømningsmængden for et fluidum, der strømmer gennem en kanal.

Der kendes metoder og apparaturer til måling af
5 fluiders strømningshastigheder ved hjælp af ultralyds-
svingninger.

For eksempel beskriver GB-A-2 167 857 et måleap-
parat til gasstrømning omfattende to ultralydstransdu-
cere anbragt med afstand langs et rør, gennem hvilket
10 gassen strømmer. En frekvensmoduleret ultralydsstråle
sendes gennem gasstrømmen fra den ene transducer til
den anden, idet strålens retning kontinuerligt vendes.
De udsendte og modtagne frekvensmodulerede signaler
sammenlignes for at tilvejebringe et mål for gasstrøm-
15 mens hastighed.

EP-A-218 126 beskriver en indretning til måling
af strømningshastigheder for fluider og omfatter to
ultralyds-målesystemer, hvor hvert system har én sender
og én modtager. Hvert system udsender ultralydssving-
20 ninger med en udbredelseskompasant, der er orienteret
parallelt med og i eller imod strømningsretningen for
det respektive fluidum. De udsendte signaler er fre-
kvensmodulerede, og de frekvensmodulerede, udsendte og
modtagne signaler sammenlignes for at give et mål for
25 fluidummets strømningshastighed.

US-A-3,329,017 beskriver et ultralyds-måleappa-
rat for strømningsmængde, som har to sonder, der er
monteret modsat hinanden og på skrå i forhold til ret-
ningen af den fluidumstrøm, der måles. Der er til son-
30 derne forbundet en transceiver, som er konstrueret såle-
des, at når en ultralydsimpuls, der er blevet udsendt
fra den ene i sondeparret, modtages ved den anden son-
de, udsender tranceiveren, når den modtager en elek-

trisk impuls som reaktion på den modtagne ultralydsimpuls, en elektrisk impuls til den nævnte af sonderne. Apparatet indbefatter organer til periodisk at ombytte sende- og modtagelsesforholdene for de to sonder samt
5 endvidere et additivt og subtraktivt elektrisk tællekredsløb. Der er tilvejebragt organer til i løbet af en forudbestemt underperiode inden for en gentagelsesperiode at introducere elektriske impulser som reaktion på ultralydsimpulser modtaget i hver af de to sonder i
10 tællekredsløbet, og endvidere er der tilvejebragt organer til at få dette tællekredsløb til additivt at optælle det antal elektriske pulser, der introduceres fra én af sonderne og til subtraktivt at nedtælle antallet af elektriske pulser introduceret fra den anden af disse
15 sonder. Tællerresultatet fra dette tællekredsløb overføres ved hjælp af passende overførselsorganer til en strømningsmængdeindikator i løbet af en anden underperiode, som har en anden varighed end de underperioder, i hvilke impulserne fra transceiveren introduceres
20 i tællekredsløbet.

Følles for de ovennævnte målere er, at de anvender et cirkulærcylindrisk måleområde i form af et rør, der ikke nævneværdigt påvirker gasstrømningen. Af GB-A-2167857 fremgår det specifikt, at de to transducere,
25 re, der fastlægger den akustiske passage, som i dette tilfælde er på skrå i forhold til rørets længdeakse og strømningsretningen, er indfældet i rørvæggen netop for at undgå at påvirke strømningen.

Ifølge den foreliggende opfindelse er der tilvejebragt et apparatur til måling af volumenstrømningen
30 af et fluidum, der strømmer gennem en kanal, og omfattende to fra hinanden adskilte transducere anbragt i kanalen for fastlæggelse af en akustisk passage mellem

disse, idet de to transducere er indrettet til at afsende og modtage akustiske signaler i begge retninger langs den akustiske passage, der er ejendommeligt ved organer indrettet til at øge strømningshastigheden af fluidummet i området for og langs den akustiske passage, hvor organerne til øgning af hastigheden indbefatter en venturienhed, idet venturienheden er opbygget mod en ende af en strømningsformende enhed, som også indbefatter en målesektionsindretning til at fastholde strømningshastigheden, og i forbindelse med hvis ene ende det ene af transducerorganerne er monteret, idet det andet transducerorgan er monteret i området for venturienheden.

Anvendelsen af de nævnte organer til at forøge strømningshastigheden og herunder venturienheden accelererer strømningshastigheden op til det punkt, hvor gassen kommer ind i måledelen. Herved bliver det muligt at måle meget små gasstrømningsmængder meget nøjagtigt.

I det følgende beskrives et eksempel på en udførelsesform for opfindelsen under henvisning til tegningen, hvor

fig. 1 viser et snitbillede af en udførelsesform for opfindelsen opbygget som en gasmåler,

fig. 2 udførelsesformen i fig. 1 set i retning af pilen A,

fig. 3 et blokdiagram af transmissions- og detektionskredsløbsarrangementet i udførelsesformen ifølge fig. 1 og 2,

fig. 4 et eksempel på fasehukommelseskredsløbet i fig. 3,

fig. 5 et eksempel på detektorkredsløbet i fig. 3,

fig. 6 et tidsdiagram der illustrerer funktionen af udførelsesformen i fig. 1-5,

fig. 7-11 flow-diagrammer for de forskellige funktioner i forbindelse med beregning af strømningshastighed,

fig. 12 en første modifikation af kredsløbet i
5 fig. 3,

fig. 13 en anden modifikation af kredsløbet i fig. 3, og

fig. 14 et tidsdiagram der illustrerer funktionerne af modifikationen vist på fig. 13.

10 Den på figurene viste udførelsesform for hastighedsmåleapparatet er opbygget som en gasmåler, som virker efter de samme grundlæggende principper, som den kendte teknik nævnt i beskrivelsesindledningen, nemlig at transittiderne for akustiske signaler, der sendes i
15 begge retninger mellem to modtage/sendetransducere, benyttes til at udlede strømningshastigheden for det fluidum, der strømmer mellem transducerne. Fluidummet strømmer gennem en passage af kendte dimensioner og strømningshastighedsinformationen benyttes til at indikere volumenstrømning og således måle gassen, der
20 strømmer gennem passagen.

Den mekaniske opbygning af den beskrevne udførelsesform er vist på fig. 1 og 2 og omfatter en indkapsling, der omfatter et cylindrisk rør 10 med endedæksler 14, 15; et cylindrisk tilgangsrør 11 vinkelret på røret 10's akse og et afgangsrør 16 forbundet til endedækslet 15 og monteret koaksialt med røret 10.

To piezo-keramiske transducere T1, T2, forsynet
30 med overflader 17, 18 dannet af et materiale, f.eks. siliconegummi, for at forbedre den akustiske tilpasning med gassen, der strømmer gennem apparatet, er befæstiget til indkapslingen. Transducerne T1, T2 kan benyt-

tes såvel til udsendelse som detektion af et akustisk signal. Transduceren T1 er forbundet med en glasfibermonteringsenhed 20, som omfatter en muffe 22 til transducerelementet. Monteringsenheden er forbundet til endedækslet 14 med perifere skruer (ikke vist) og via en gastæt O-ring 24.

Transduceren T2 er forbundet til røret 16 via en monteringsenhed 26, som omfatter en muffe 28, i hvilken transduceren T2 er monteret, idet muffen 28 er forbundet med fire vinger 29, som er befæstiget til indersiden af røret 16 (se fig. 2).

En strømningsformende enhed 30 er forbundet til røret 16, således at den stikker ind i røret 10. Enheden 30 har et centralt hul 32 der omfatter en venturidel 34, en måledel 36, som øges lidt i diameter fra punktet A til B, og en diffusionsdel 38. De udvendige overflader 40 af enheden 30 definerer sammen med den indvendige væg af røret 16, et stabiliseringskammer med stor diameter 42, der er indrettet til at tillade turbulens i gassen, der strømmer ind i indkapslingen, at falde hen og en del med faldende tværsnitsareal 42 til øgning af gasstrømningshastigheden.

Formen af enheden 30 er så aerodynamisk ren som muligt for at bevare et laminart flow. For at stabilisere gasstrømningen yderligere, er der anbragt et ringformet gazefilter 50 mellem den ydre væg og indervæggen af røret 10.

Formen af den strømningsformende enhed 30 er således, at den accelererer strømningshastigheden op til det punkt, hvor gassen kommer ind i måledelen 36 som er udformet til at holde strømningshastigheden og strømningsmængden konstant gennem delen (den lille øg-

ning i diameter kompenserer for viskøse effekter). Dette gør det muligt at måle meget små gasstrømningsmængder meget nøjagtigt.

Hastighedsmåleapparatet fungerer efter følgende princip:

Idet det antages, at gassen der strømmer gennem måleren, har en lydudbredelseshastighed C og strømmer med hastigheden V langs den fælles akse for de to transducere T_1 , T_2 , der er adskilt med en afstand L , er transittiden for ultralydpulser mellem de to transducere i hver retning:

$$t_1 = L/(C+V) \text{ i retningen fra } T_1 \text{ til } T_2;$$

$$t_2 = L/(C-V) \text{ i retningen fra } T_2 \text{ til } T_1.$$

15

Ved invertering og subtraktion fås:

$$V = \frac{1}{2}L(1/t_2 - 1/t_1) \dots (1)$$

Hastigheden V hænger sammen med gasvolumenstrømmingen gennem målesektionen 32 og således med mængden af gas der bruges, alt andet lige.

Sende - og detektionskredsløbsarrangementet til måling af transittiderne for signaler, der overføres mellem transducerne T_1 , T_2 , er vist på fig. 3. Kredsløbsarrangementet er styret ved hjælp af en mikroprocessor 100 forsynet med en clockkilde 110 og RAM/ROM hukommelse 120. Mikroprocessoren 100 omfatter et antal indgangs/udgangs (I/O) linier, hvoraf fem er opbygget som udgangslinier (O1-O5) og en er opbygget som en indgangslinie (I1) i denne udførelsesform.

Udgangslinien O1 afgiver et pulsformet signal, der skal udsendes og dette signal føres til en omskif-

ter 140, hvis position styres af udgangslinien O2, således at signalet styret af mikroprocessoren 100, afgives til enten transducer T1 eller transducer T2 via et respektivt drivkredsløb 142, 144 til transmission.

5 Drivsignalet fra mikroprocessoren 100 har den i fig. 6a viste form og er et firkantpulsmoduleret bærebølge- eller kortvarigt tonesignal, et såkaldt tonebursts signal, i hvilket der er indført en 180°'s faseinvertering. Denne faseinvertering giver en tidsmarke-
10 ring til identifikation af den modtagne impuls, som ikke beror på den øjeblikkelige amplitude af det modtagne signal.

Transducerne T1, T2 er forbundet til en yderligere omskifter 150 på modtagersiden af kredsløbsarrangementet. Positionen af omskifteren styres via udgangslinien O3, således at modtagerkredsløbsarrangementet er forbundet til den transducer, som ikke vælges til udsendelse ved hjælp af omskifteren 140. Udgangssignalet fra omskifteren 150 (se fig. 6b), som er
20 tidsforskuet i forhold til det sendte signal, føres via en forforstærker 152 til en begrænserforstærker 154, som har til opgave at "firkantforme" det modtagne signal (se fig. 6c). Udgangssignalet fra begrænserforstærkeren 154 føres så til to kæder af elektronikkredsløb.
25 Den første kæde omfatter et højpasfilter 156 og en begrænserforstærker 158 og den anden kæde omfatter en fasehukommelse 160 og en begrænserforstærker 162. Udgangssignalerne fra begge kæder af elektronikkredsløb føres så til en synkrondetektor 164, f.eks. en eksklusiv-OR-gate.
30

Fasehukommelsen 160 er et afstemt kredsløb som vist på fig. 4, og omfatter to modstande 170, 172, hvor modstanden 172 er anbragt parallelt med en spole

174 og en kondensator 176. Værdierne af komponenterne 170-176 vælges, således at kredsløbet er afstemt til den samme frekvens som det sendte signal og kredsløbet har den effekt, at det afgiver et signal med samme fasekarakteristik som det signal, der kommer fra forstærkeren 154 men tidsforskuet med en tidsforsinkelse, der hænger sammen med tidskonstanten for kredsløbet 170-176 (se fig. 6d). De udsendte pulsfrekvenser er i området 100 KHz til 300 KHz.

10 Synkron-detektoren 164 genererer et lavt udgangssignal, når dens indgangssignaler er i fase, og et højt udgangssignal, når indgangssignalerne til den er ude af fase. Forsinkelsen af signalet fra forstærkeren 154 ved hjælp af fasehukommelsen 160 resulterer i, 15 at fasereverseringen i det modtagne signal også forsinkes. Dette resulterer i perioder, i hvilke signalerne fra forstærkerne 158, 162 er i fase og ude af fase, idet signalerne kommer ud af fase præcis i det punkt, hvor signalet fra forstærkeren 158 er fasereverseret. 20 Denne tilstandsændring for synkron-detektoren 164 giver en meget nøjagtig tidsmarkering for det modtagne signal (se fig. 6e).

 Synkron-detektoren 164 føres via et yderligere filter 166 til en detektor 168, som detekterer denne 25 tilstandsændring.

 Detektoren 168 er vist detaljeret på fig. 5 og omfatter tre komparatorer 180, 182, 184 med forskellige tærskelniveauer forbundet med en D-type flip-flop forbundet som en set/reset bistabil kreds.

30 Komparator 180 modtager signalet fra filteret 166 (betegnet indgangssignalet) på den inverterende indgang og forbindes med den ikke-inverterende indgang til en referencespænding givet af R1, R2 og R3. Refe-

rencespændingen er indrettet til at være 25% af udsvingsbåndet for signalet fra filteret 166. Komparatoren 180 er af åbenkollektor opbygning, således at den forbindes til jord, med mindre indgangssignalet er mindre end tærsklen givet af modstandene R1-R3, i hvilket punkt komparatorudgangen bliver åben og en kondensator C1 så oplader fra strømforsyningen VS via modstanden R4.

Komparatoren 184 er indstillet til en tærskel, bestemt af modstanden R3, på 50% af udsvingsbåndet for signalet fra filteret 166 og har kun en åbenkredsløbsudgang, efter at indgangssignalet har overskredet tærsklen for komparatoren 180 i en tidsforsinkelse, der hænger sammen med tidskonstanten for kredsløbet R4, C1. Hvis indgangssignalet stiger over tærsklen for komparator 180 under denne tidsforsinkelse, aflades C1 via den kortsluttede udgang på komparatoren 180. Kredsløbet R4, C1 giver således en tidsforsinkelse for at sikre, at udgangssignalet fra filteret 166 svarer til den "stille" 1-fase del for de to behandlede versioner af det modtagne signal, der føres til synkron-detektoren 164. Så snart tærsklen for komparatoren 184 er nået, kortsluttes udgangen for komparatoren 184 og flip-floppen 186 settes.

Flip-floppen 186 resettes, så snart signalet fra forstærkerne 158, 162 af synkron-detektoren 164 detekteres som værende ude af fase (hvilket genererer et højt indgangssignal til filteret 166), ved brug af komparatoren 182. Komparatoren 182 er forsynet med indgangssignalet fra filteret 166. Det samme tærskelniveau, som påtrykkes komparatoren 184, føres til den ikke inverterende indgang til komparatoren 182, således at udgangssignalet fra komparatoren 182 bliver en

kortslutning, hvilket resetter flip-floppen 186, så snart signalet fra filteret 166 stiger over 50% af udsvingsbåndet. Komparatoren 182 vil kontinuerligt resette flip-floppen 186 undtagen i perioden med i-fase sammenligning af synkron-detektoren 164 (se fig. 6f).

Udgangssignalet fra detektoren forbindes til et lade- og triggekredsløb 169, som reagerer på det negativt gående niveau i udgangssignalet fra flip-floppen 186. Udgangssignalet fra lade- og triggekredsløbet 169 afgives så til indgangsporten I1 til mikroprocessoren 100.

Et højhastighedstæller-kredsløb 190, styret af processoren 100 via udgangslinien O4, måler transit-tiden for det akustiske signal, idet det modtager et tællestartsignal på tidspunktet for faseinverteringen af det sendte signal (fra linie O5) og et tælle stop-signal fra lade- og triggekredsløbet 169. Transittids-informationen afgives så til processoren 100 via bus-sen 192.

Funktionen af dette kredsløb er illustreret grafisk på fig. 6, hvor fig. 6a viser formen af udgangssignalet fra udgangsporten O1 fra mikroprocessoren 100. Dette sendes fra transducer T1 til transducer T2 og modtages af modtagekredsløbsarrangementet efter forforstærkning i den form, der er vist på fig. 6b. Begrænserforstærkeren 154 firkantformer signalet til det på fig. 6c viste, som i det væsentlige har samme form, som det sendte signal. Fig. 6d viser signalet på udgangen fra fasehukommelsen 160 og firkantformes af forstærkeren 162, i hvilken signalet 6d har opnået den samme faseinformation som signalet 6c men er blevet tidsmæssigt forsinket. Udgangssignalet fra filteret 156

og forstærkeren 158 er af i det væsentlige samme form som det på fig. 6c viste. Fig. 6e viser udgangssignalet fra synkrondetektoren 164. Ved betragtning af fig. 6c og 6d kan det ses, at disse er i fase indtil tidspunktet t1, som markerer faseændringen for signalet 6c. I dette punkt kommer disse signaler helt ud af fase, hvilket resulterer i tilstandsændringen for synkrondetektoren 164 og fører til højniveaupulsen, som vist på fig. 6e. Dette ude af fase forhold varer indtil den af fasehukommelsen 160 påtrykte tidsforsinkelse af signalet er gennemgået og signalerne kommer i fase igen.

Fig. 6f viser udgangssignalet fra detektoren 168. Som vist settes flip-floppen 186 ikke før indgangssignalet til detektoren 168 har været lavt i tilstrækkelig lang tid (t2), til at kondensatoren C1 oplades til tærskelniveauet for komparatoren 184. Signalet resettes via komparatoren 182 af tilstandsændringen for signalet 6e.

Det bemærkes, at det modtagne signal omfatter kraftige støj komponenter. Disse hurtige udsving får flip-floppen 186 til at forblive resat undtagen i den "stille" i-fase del detekteret af synkrondetektoren 164.

Under brugen konfigurerer mikroprocessoren 100 transducerne T1, T2, således at et pulstog af den art, der er vist på fig. 6a, sendes først i én retning og dernæst i den modsatte. Hastigheden af gassen, der strømmer i måledelen 32, kan så udledes af ligning 1 ovenfor, efter at der er foretaget kompensation for de faste tidsforsinkelser for impulsernes passage gennem elektronikkredsløbene og ultralydstransducerne.

Som vist på fig. 7 til 11 udgøres gasmålefunktionssystemet af forgrunds- og baggrundsopgaver. Bag-

grundsopgaverne sker under interrupt styring, således at forgrundsopgaverne kan foregå i tiden mellem interrupts.

Der er to kilder til interrupt. Det regelmæssige
5 "polled" interrupt (POLL) benyttes til at forårsage et interrupt med forud bestemte mellemrum. Dette benyttes til at etablere en udsendelse og modtagelse af ultralydsimpulserne i overensstemmelse med en interrupttælling. (Se fig. 11).

10 Den anden kilde for interrupt er IRQ1 som giver et interrupt ved modtagelse af den modtagne ultralydimpuls, således at transittidsinformationen kan lagres før transmission af den næste impuls.

Transittidsinformationen overføres mellem
15 baggrunds- og forgrundsopgaver, dvs. mellem "polling" rutiner og hovedbehandlingssoftwaren ved brug af software flag.

Softwaren kører normalt rundt i hovedskanderingsløjfen (se fig. 8) indtil den finder et flag, der
20 er sat af baggrundsopgaverne hver gang en impuls modtages sætter POLL "TX-FLAG" til "FINISHED" og funktionen "process-tx" kaldes af hovedskanderingsløjfen (se fig. 9). "Process-tx" udleder en aksehastighed af det tidligere par af impulser, og adderer denne til total akse-
25 hastigheden. Kun når total aksehastighedstællingen har nået sin maksimalværdi, forårsager hovedskanderingsløjfen, at funktionen "Analyse speed" kaldes (se fig. 10). "Analyse speed" beregner middellaksehastigheden over perioden og den forløbne tid siden sidste bereg-
30 ning udledes, således at en volumenberegning kan foretages ved brug af $\text{volumen} = \text{hastighed} \times \text{tid} \times \text{areal}$.

Eftersom gasstrømningshastigheden hænger sammen med volumenstrømningen gennem måledelen, kan gasstrøm-

ningshastighedsværdier, målt med forudbestemte mellemrum, numerisk integreres, for at udlede det volumen gas, der strømmer gennem måledelen. Forholdet mellem strømningshastighed og strømningsmængde er ikke lineær, 5 eftersom strømningsprofilen ændrer sig med strømningsmængden. Således skal en hastighedsafhængig koefficient, lagret i hukommelsen 120, benyttes ved beregning af volumenstrømningen. Yderligere følere, til måling af temperatur, tryk og fugtighed, kan iøvrigt være indbygget måleren, idet mikroprocessoren via en opslagstabel 10 i hukommelsen 120 kompenserer for ændringer i de faktiske betingelser i forhold til en indstillet værdi.

Temperatur kan bestemmes som en del af ultralydmålingerne, men kun for en kendt gassammensætning. 15 Imidlertid kan en uafhængig temperaturføler omfatte et platinmodstandstemperaturelement, idet følerudgangssignalet periodisk samples af mikroprocessoren 100. En passende trykføler kunne være en siliciummembranføler med et referencevacuum.

20 Volumenstrømningen og følgelig gasforbruget vises på et display 130, som kan være et LCD eller LED display eller alternativt en elektromekanisk opsummeringstæller. Alternativt kan der være en interface til en forespørgselsenhed i stedet for eller udover displayet 130. 25

Selvom identifikationen af faseændringen i det modtagne signal ved hjælp af synkrondetektorerne 164 giver en nøjagtig tidsmarkering for det modtagne signal, kan det ved visse anvendelser specielt i forbindelse med meget støj være nødvendigt med yderligere information angående det modtagne signal. En første modifikation af udførelsesformen i fig. 3, vist på fig. 12, 30 tilvejebringer denne yderligere information og omfatter

en nul-gennemgangsdetektor 200, som er forbundet med udgangen fra begrænserforstærkeren 154. Nul-gennemgangsdetektoren er forbundet med en clock-tæller 210, som er forbundet via en busforbindelse 212 til en registerstak 220. Under brugen detekterer nul-gennemgangsdetektoren, hvornår signalet passerer 50% niveauet for dets udsvingsbånd og afgiver en impuls til clock-tælleren 210. Clock-tælleren 210 afgiver så en værdi til registerstakken 220, der svarer til det tidspunkt på hvilket nul-gennemgangen blev detekteret. Dette sker kontinuerligt, idet stakken 220 til stadighed fyldes fra adresse A1 til adresse A10, således at hver tidsreference falder ud over enden af stakken, når den når A10. Når mikroprocessoren 100 modtager faseændringsidentifikationssignalet på indgangsporten I1, standser den clocktælleren 210, læser dens øjeblikkelige værdi, som skulle svare til tidspunktet for faseændringspunktet, og læser så indholdet i lagrene A1-A10, som skulle svare til de tidligere nul-gennemgange, hvis timing skulle hænge sammen med indholdet i clocktælleren 210, når den er stoppet. Dette skulle således give information om nul-gennemgangspunkterne for de tidligere impulser for det modtagne pulstog i forhold til faseændringspunktet, som så benyttes som en del af en passende statistisk algoritme til en mere nøjagtig bestemmelse af modtagetidspunktet for det modtagne impulssignal.

Efter læsning af indholdet i registrene genstarter mikroprocessoren clock-tælleren og processen starter forfra.

Som omtalt ovenfor under henvisning til fig. 3 er det nødvendigt, at det afstemte kredsløb i fasehukommelsen 160 er afstemt eksakt til det akustiske

signals frekvens. Faktorer såsom komponenttolerancer betyder, at en vis afstemning og kalibrering af det afstemte kredsløb 160 eller softwarejustering til den akustiske frekvens ved hjælp af mikroprocessoren 100 sædvanligvis vil være nødvendig. Fig. 13 viser en modifikation af udførelsesformen i fig. 3, hvor det udsendte signal genereres ved brug af fasehukommelsen 160, hvorved man undgår behovet for en sådan kalibrering.

På fig. 13 har sendesignalet fra mikroprocessoren 100 på O1 linien nu form af en enkelt impuls, hvis længde svarer til længden af pulstoget, der skal sendes. Dette signal fødes til en monostabil kreds 305, som genererer en kort impuls (fig. 14a), som føres via en forstærker 310 til en omskifter 320, som styres af mikroprocessoren 100. Omskifteren 320 har til formål at skifte mellem modtagekredsløbsarrangementet (begrænserforstærker 154 vist punkteret) og sendesignalet fra mikroprocessoren 100. Det valgte sendesignal fødes så til fasehukommelsen 160 og begrænserforstærkeren 162. Pulssignalet fra mikroprocessoren 100 får det afstemte kredsløb i fasehukommelsen 160 til at ringe, som vist f.eks. på fig. 14b. Efter at være forstærket af forstærkeren 162 (fig. 14c), fødes dette signal via en eksklusiv OR-gate 330, hvis udgangssignal (fig. 14d) fødes til clock-indgangen til en D-type flip-flop 340. Det andet indgangssignal til den eksklusive OR-gate 330 er så Q-udgangen fra flip-floppen 340 (fig. 14f). D-indgangen til flip-floppen 330 forsynes med et faseinverteret signal fra mikroprocessoren 100 (fig. 14e) og flip-floppen afgiver et fase-triggeudgangssignal til mikroprocessoren på Q-udgangen fra flip-floppen.

Under brugen får impulsen fra den monostabile kreds 305 fasehukommelseskredsløbet til at ringe, som

vist på fig. 14b. Udgangssignalet fra forstærkeren 162 (fig. 14c) sammenlignes så med Q-udgangssignalet fra flip-floppen 340. Eftersom D-indgangssignalet til flip-floppen 340 fra starten er lavt (fig. 14e) er Q-udgangssignalet højt (fig. 14f). Derfor sammenlignes signalet fra forstærkeren 162, efter at have passeret gennem inverteren 345, med et konstant lavt signal og således har den eksklusive OR-gate den funktion, at den firkantformer signalet til den på den første halvdel af fig. 14c viste form. På et forudbestemt tidspunkt hæves faseinverteringssignalet til højt (fig. 14e). Dette får Q-udgangen fra flip-floppen 340 til at gå lav, men først efter den næste opadgående flanke for udgangssignalet fra den eksklusive OR-gate 330 (clockindgangssignalet til flip-floppen 340). Når Q går lavt vil udgangssignalet fra NOT elementet 340 gå højt. Dette vil få den eksklusive OR gate 330 til at firkantforme den inverse af signalet fra forstærkeren 162 og således forårsage en tilstandsændring for udgangssignalet fra gaten 330 næsten umiddelbart efter den positivt gående flanke som forårsagede tilstandsændringen for Q. Dette er vist på fig. 14d som en støjspids i dette 180°'s faseændringspunkt.

Udgangssignalet Q, som er det komplementære af Q tilvejebringer en tidsmarkering for det sendte signal ved detektion af faseændringspunktet, der benyttes som indgangssignal til processoren og højhastighedstælleren.

Selvom den ovenfor beskrevne udførelsesform er beskrevet med henvisning til en føler til måling af hastigheden af strømmingen i en gas og således volumenstrømmingen af denne gennem en måledel med kendte dimensioner, er opfindelsen lige anvendelig til måling af

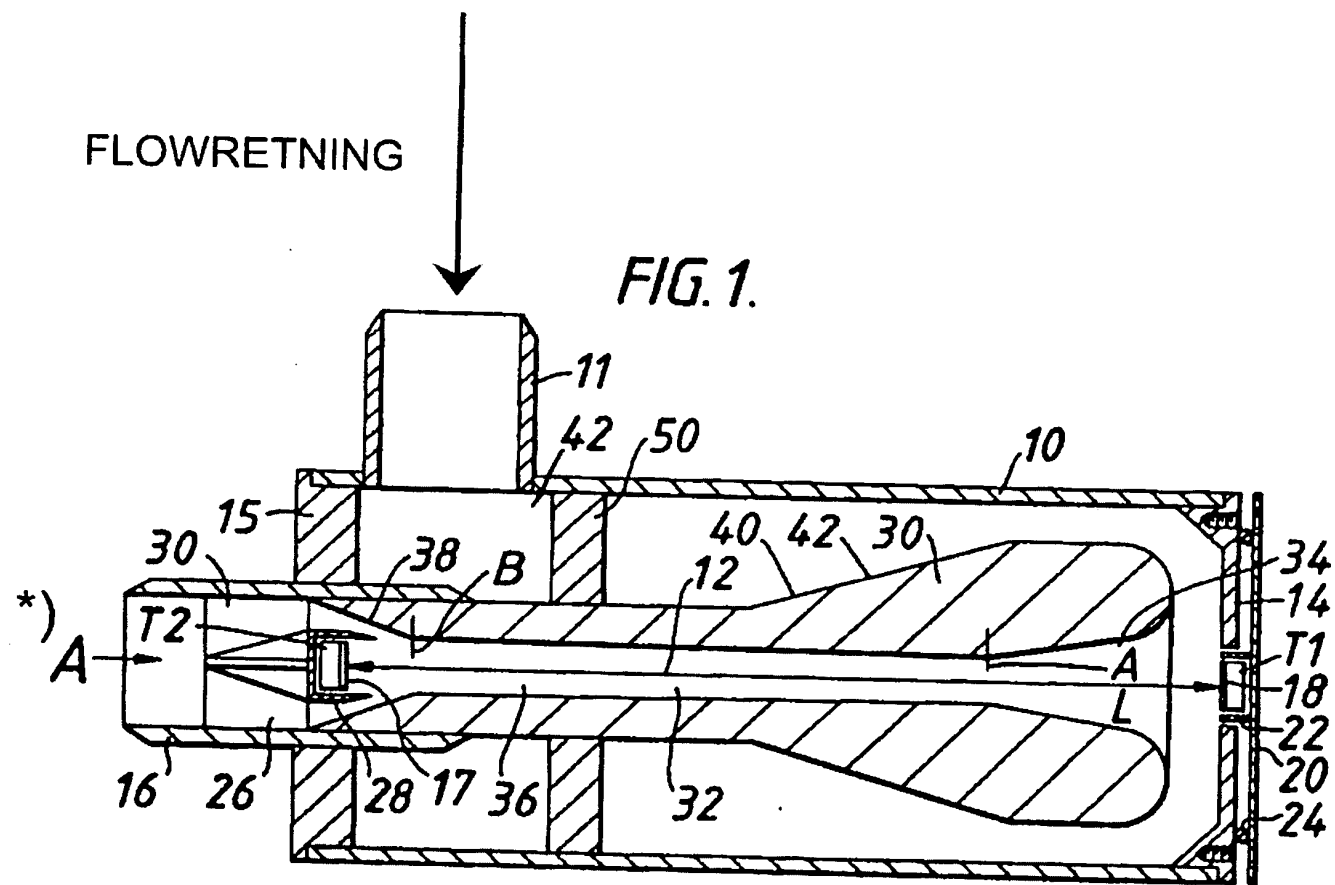
strømningshastigheder for gasser og væsker i andre anvendelser, f.eks. de som er nævnt under omtalen af den kendte teknik i indledningen til denne beskrivelse.

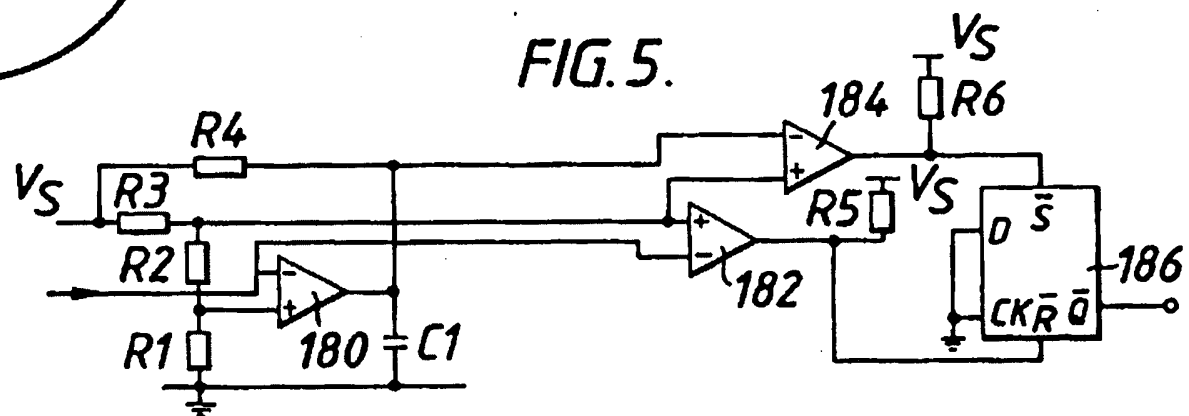
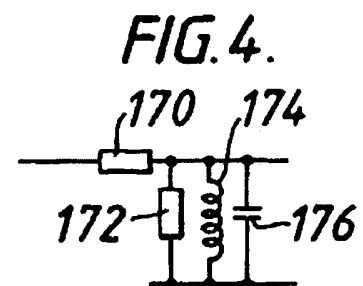
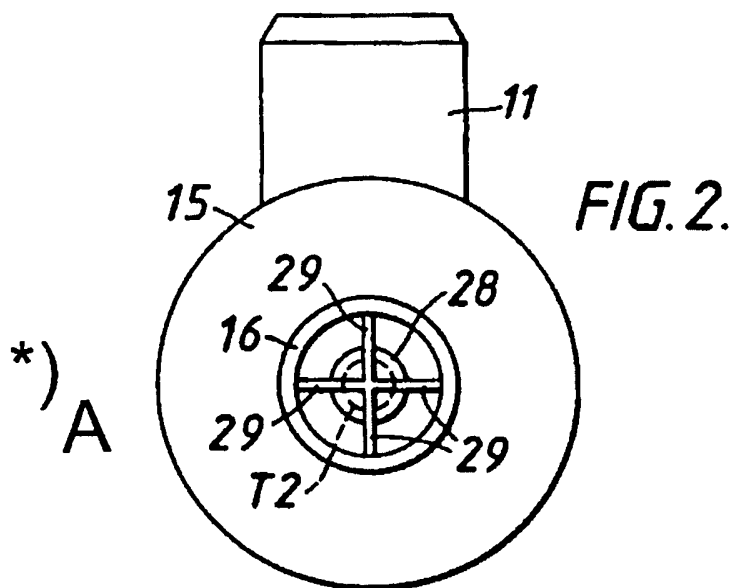
Selvom sende- og modtagekredsløbsarrangementerne
5 har benyttet en 180° 's faseændring af det sendte signal som en tidsmarkering, kan andre faseændringer og passende modtagekredsløbsarrangementer benyttes, hvilket vil være indlysende for en fagmand.

P A T E N T K R A V

1. Apparaturl til måling af volumenstrømningen af et fluidum, der strømler gennem en kanal, og omfattende to fra hinanden adskilte transducere (T1, 5 T2) anbragt i kanalen for fastlæggelse af en akustisk passage mellem disse, idet de to transducere (T1, T2) er indrettet til at sende og modtage akustiske signaler i begge retninger langs den akustiske passage, k e n d e t e g n e t ved organer (30, 34) indrettet 10 til at øge strømlingshastigheden af fluidummet i området for og langs den akustiske passage, hvor organerne til øgning af hastigheden indbefatter en venturienhed (34), idet venturienheden (34) er opbygget mod en ende af en strømlingsformende enhed (30), som 15 også indbefatter en målesektion (36) indrettet til at fastholde strømlingshastigheden, og i forbindelse med hvis ene ende det ene af transducerne (T2) er monteret, idet den anden transducer (T1) er monteret i området for venturienheden (34).
- 20 2. Apparaturl ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at målesektionen omfatter en sektion med stigende diameter (A, B) til at kompensere for viskøse effekter for at sikre, at hastigheden fastholdes.
3. Apparaturl ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t 25 ved, at én transducer er monteret på en muffe (28) med en vingeformet del.
4. Apparaturl ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at der er tilvejebragt filterorganer (50) til at stabilisere strømlingen.
- 30 5. Apparaturl ifølge krav 4, k e n d e t e g n e t ved, at filteret er ringformet og opbygget af gaze.

6. Apparatur ifølge krav 1 eller 2, k e n d e -
t e g n e t ved, at den strømningsformende enhed om-
fatter et stabiliseringskammer (42), der sørger for
at turbulens reduceres væsentligt før måling.





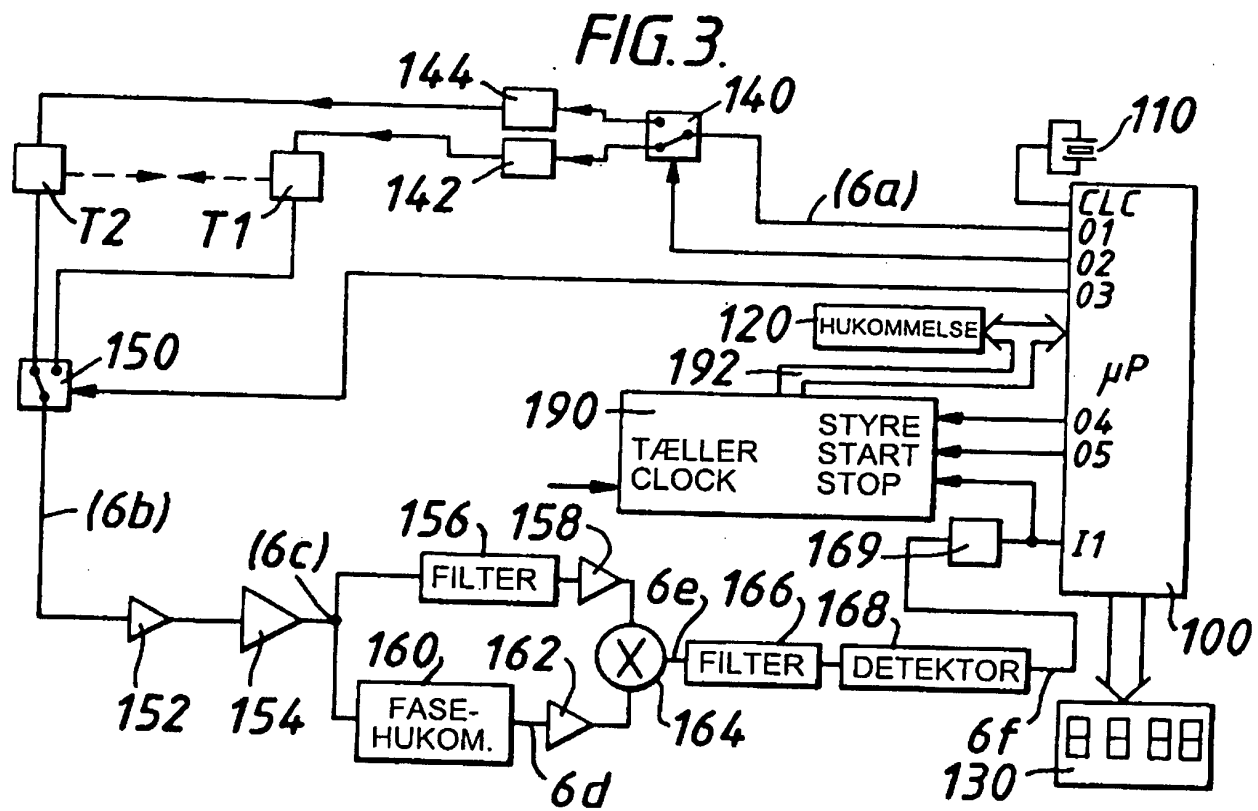


FIG. 6a.



FIG. 6b.



FIG. 6c.

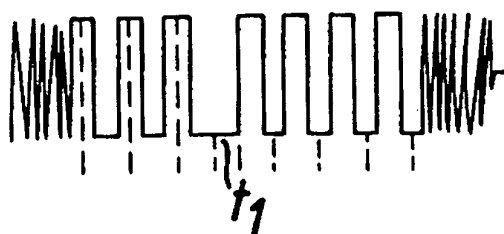


FIG. 6d.

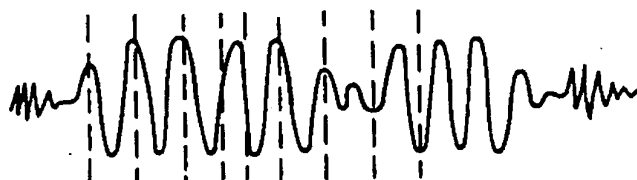


FIG. 6e.

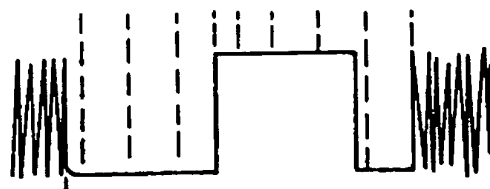
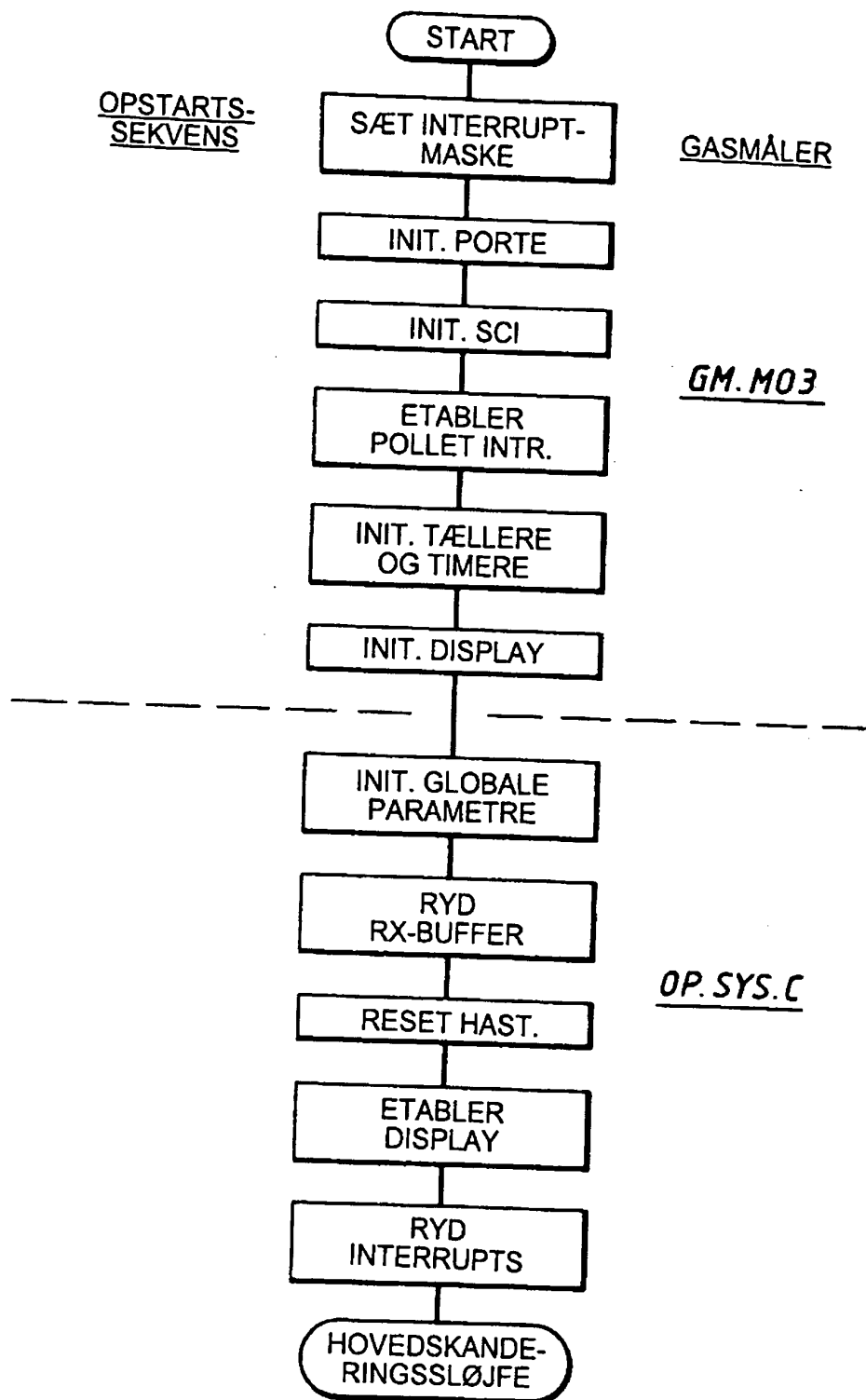


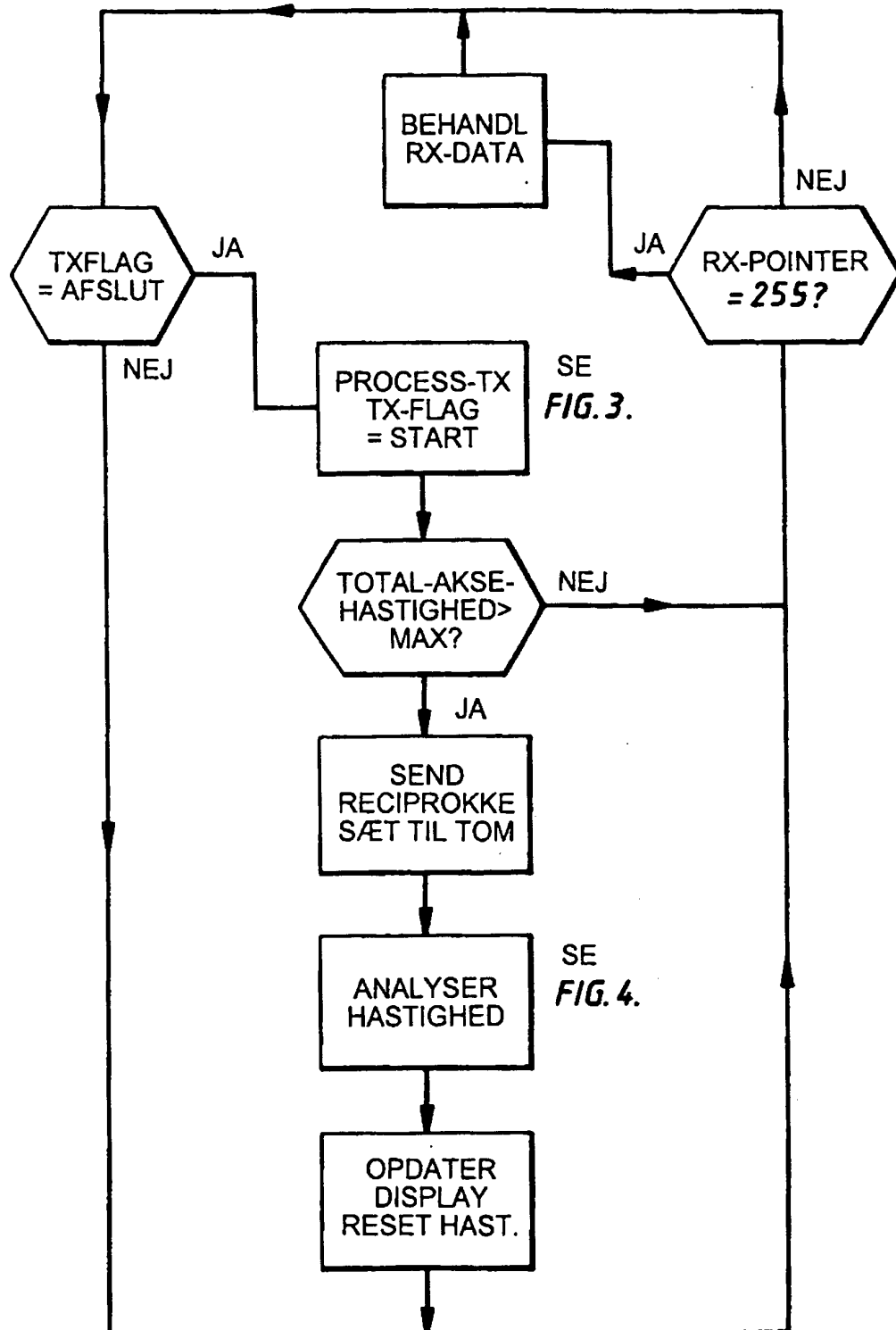
FIG. 6f.



FIG. 7.



HOVEDSKANDERINGSSLØJFE **FIG. 8.** GASMÅLER



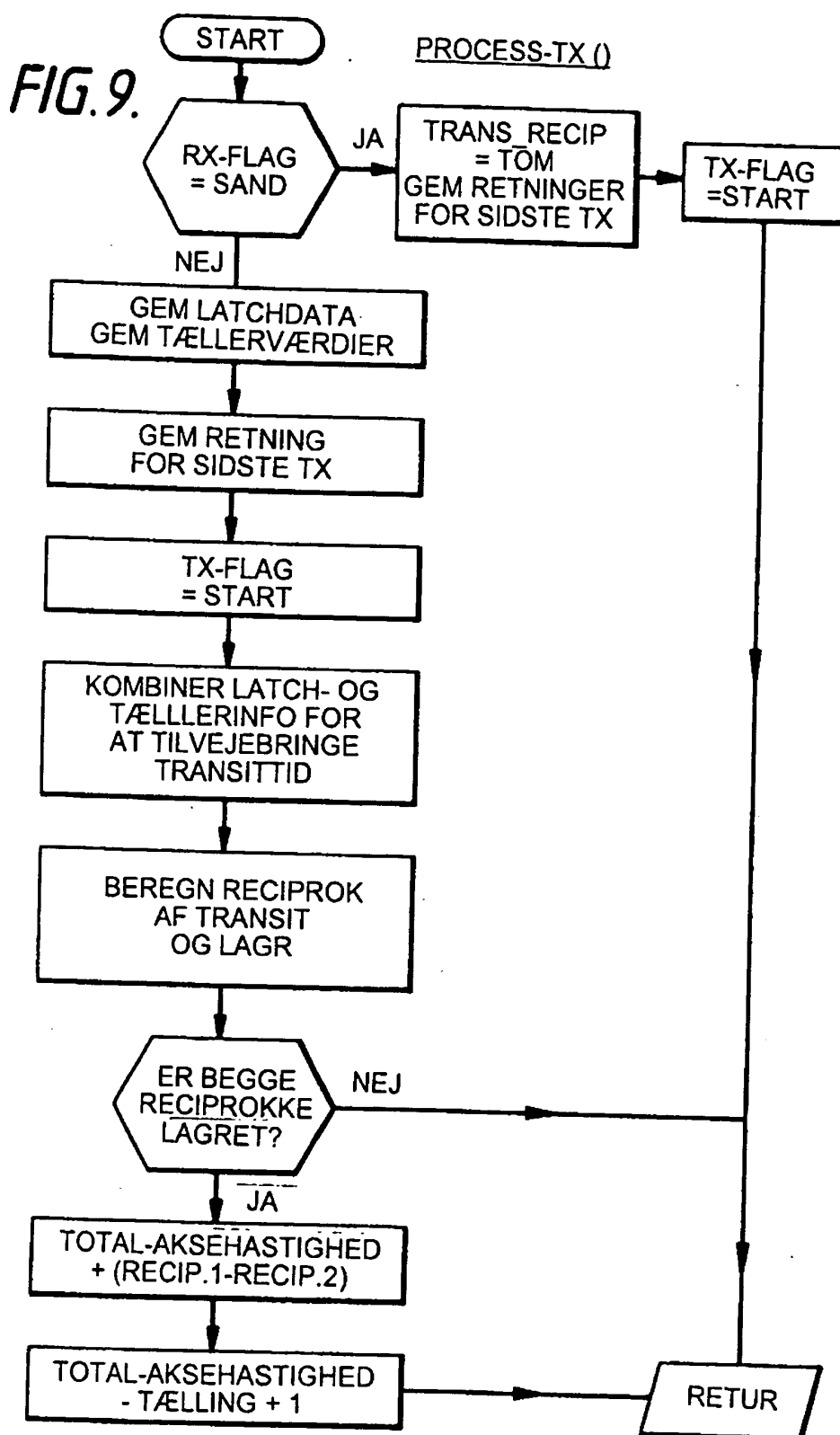


FIG.10.

ANALYSER HASTIGHED

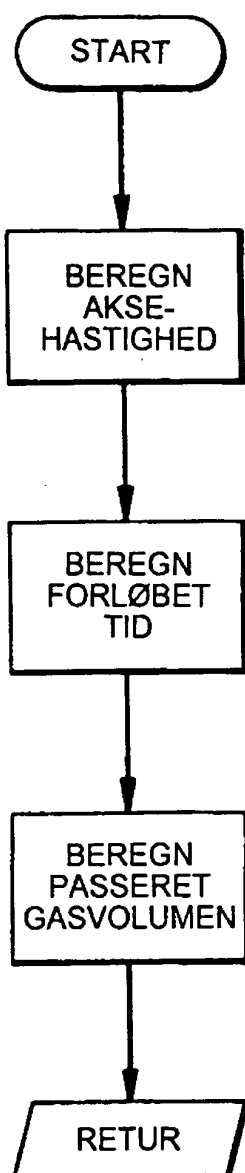


FIG. 11a.

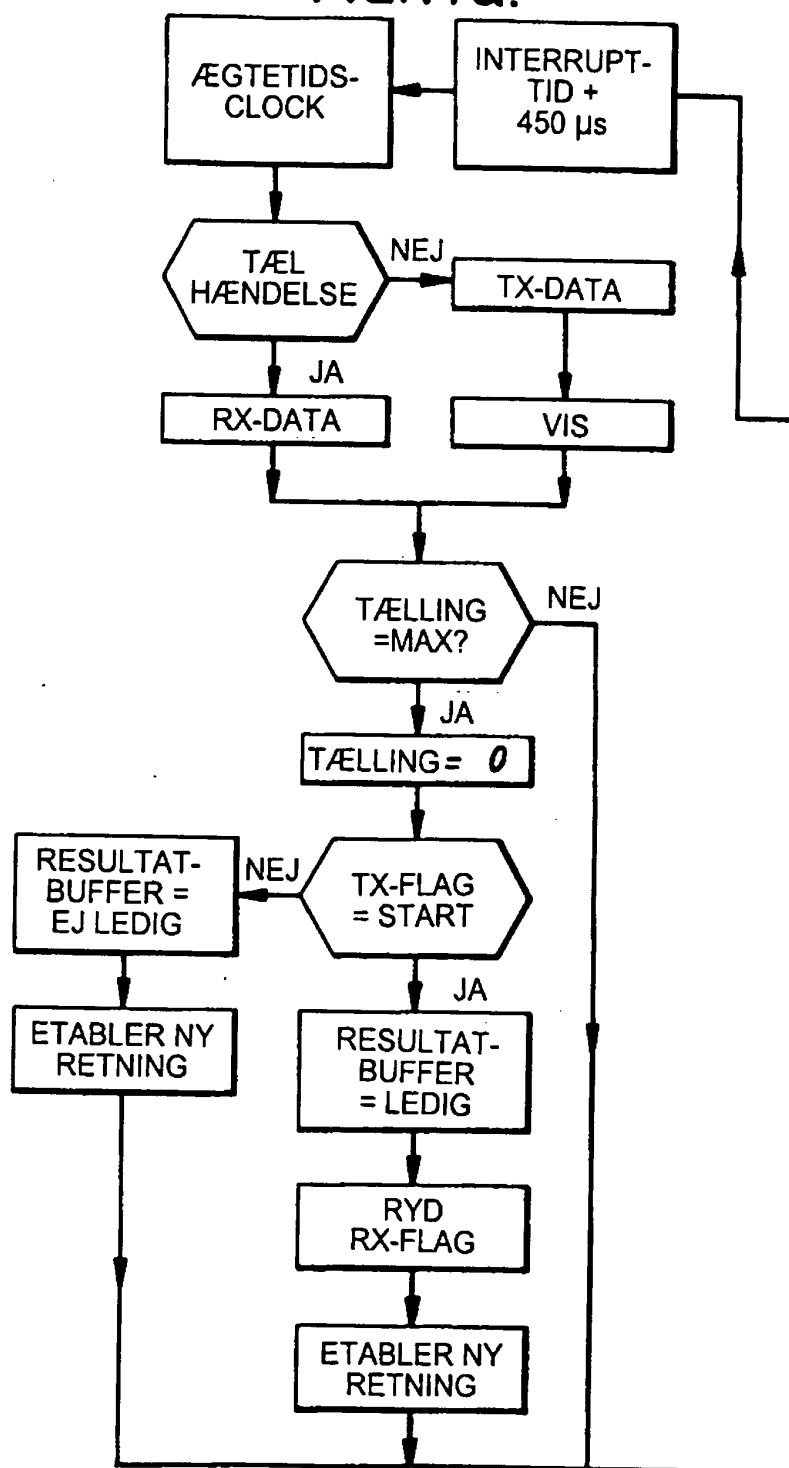


FIG. 11b.

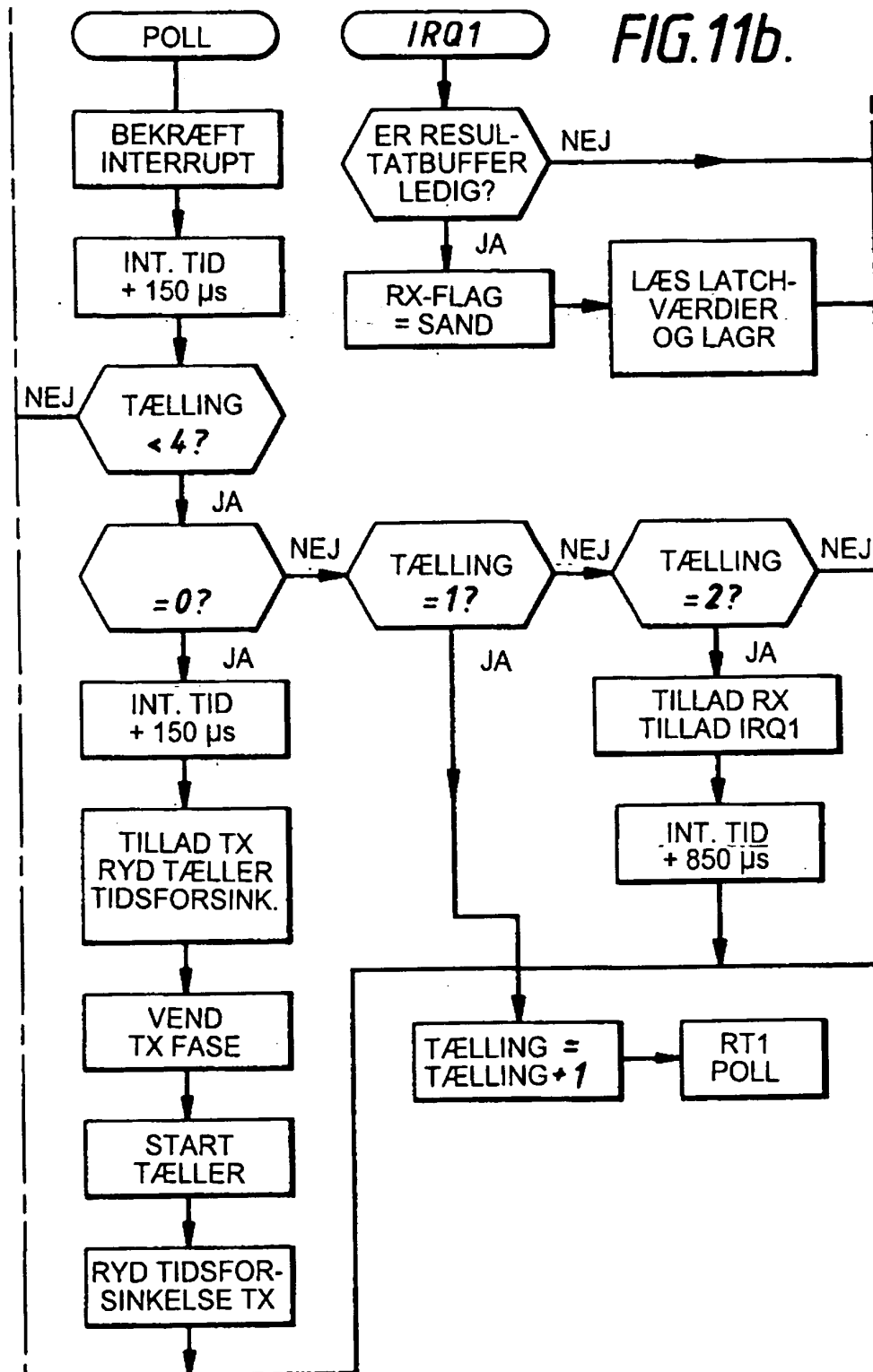


FIG.11c.

