



(12) **Øversettelse av
europeisk patentskrift**

(11) **NO/EP 2271908 B1**

NORGE

(19) NO
(51) Int Cl.

G01M 15/12 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Oversettelse publisert	2012.04.16
(80)	Dato for Den Europeiske Patentmyndighets publisering av det meddelte patentet:	2011.11.30
(86)	Europeisk søknadsnr:	09738167.7
(86)	Europeisk innleveringsdag	2009.04.29
(87)	Den europeiske søknadens Publiseringsdato	2011.01.12
(30)	Prioritet	2008.04.29 DE 102008021362
(84)	Utpekte stater	AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR
(73)	Innehaver	Siemens Aktiengesellschaft, Wittelsbacherplatz 2, 80333 München, Tyskland
(72)	Oppfinner	LEUTELT, Lutz, Ortlerweg 39, 12207 Berlin, Tyskland HOFER, Joachim, Dietzfelbingerplatz 3, 81739 München, Tyskland
(74)	Fullmektig	Onsagers AS, Postboks 1813 Vika, 0123 OSLO, Norge

(54)	Benevnelse	Fremgangsmåte og anordning for konstatering av en tilstand for en støyfrembringende maskin som skal undersøkes
------	------------	---

(56)	Anførte publikasjoner	EP-A1- 1 564 688 B1, DE-A1-102004 012 911 B1
------	-----------------------	--

Oppfinnelsen vedrører en fremgangsmåte og en anordning for konstatering av en tilstand for en støyfrembringende maskin som skal undersøkes, og som avgir legeme- eller luftlyd.

Maskiner utfører bevegelser som tilveiebringer svingesignaler, særlig akustiske svingesignaler. De av en maskin, et anlegg eller en elektromekanisk innretning tilveiebrakte svingesignalene muliggjør slutninger vedrørende den respektive aktuelle tilstanden, som kan endre seg, eksempelvis som følge av slitasje. Eksempelvis vil en maskin henholdsvis en innretning etter flere års bruk, og som følge av slitasje, avgi andre svingesignaler enn like etter fremstillingen. I tillegg til maskiner kan også kjemiske anlegg frembringe støysignaler, eksempelvis som følge av gassblærer i beholdere eller rør. Som følge av aldringen, henholdsvis slitasjen, i anlegg, maskiner eller innretninger, vil de tilveiebrakte svingesignalene, og særlig de akustiske utsendelsene, endre seg. I tillegg til slitasjen vil de av en maskin, et anlegg eller en innretning tilveiebrakte svingesignaler, særlig de akustiske støysignalene, være avhengig av byggetypen. Ofte har maskiner, anlegg eller innretninger ulike produkttyper eller -modeller i en produktgruppe. Eksempelvis kan et foretak fremstille vann- eller varmepumper i ulike varianter, som har ulike støysignaler. Innenfor produktgruppene eller produktvariantene vil også de fremstilte gjenstandene oppvise fremstillingstoleranser, slik at ulike produkter eller gjenstander vil kunne avgi ulike støysignaler som følge av fremstillingstoleransene. I tillegg til aldrings- eller belastningspåvirkninger, så vel som fremstillingstoleranser, vil også romegenskapene til den omgivelsen hvor innretningen eller anlegget befinner seg, påvirke de av innretningen eller anlegget avgitte støysignaler henholdsvis akustiske utsendelser.

Ved vanlige fremgangsmåter for konstatering av en tilstand for en støyfrembringende maskin som skal undersøkes, blir det av en fremstilt prototyp opptatt et antall opptak (recording), for derved å generere en modell av den respektive støyfrembringende maskinen eller det støyfrembringende anlegget. I en treningsprosess blir det gjennomført et antall opptak, særlig lydopptak, som tar hensyn til ulike innflytelsesverdier. Eksempelvis blir akustiske støysignaler, som avgis av en prototyp, registrert under ulike værbetingelser, og under ulike belastninger og på ulike tidspunkter. For å ta hensyn til ulike innflytelsesverdier, må det gjennomføres mange opptak. Modellgenereringen ved hjelp av prototypen er mer komplisert, jo mer ulike produktvariantene er. Ved hjelp av treningsdataene blir det tilveiebrakt en statistisk modell eller en fysisk modell av gjenstanden eller produktet. Denne modellen brukes for klassifikasjonen av et støysignal, som avgis av et fremstilt produkt etter at det er tatt i bruk. På grunnlag av klassifiseringen av støysignalet kan man overvåke en driftstilstand for et produkt, slik at man kan konstatere eventuelle feiltilstander, og således kan registrere at det er nødvendig med vedlikehold.

En slik fremgangsmåte er eksempelvis angitt i EP 1 564 688.

En ulempe ved den vanlige metoden er at de av et fremstilt produkt avgitte støysignaler eller akustiske utsendelser også vil adskille seg fra eller avvike fra prototypens støysignaler, selv ved en normal eller feilfri tilstand. En årsak til dette kan være at det fremstilte produktet, eksempelvis en maskin, en innretning eller et anlegg, befinner seg i en annen omgivelse enn prototypen ved opptegnelsen av treningsdataene. Nyttesignalet, dvs. de akustiske utsendelsene fra gjenstanden som skal undersøkes, vil således bli overlagret med omgivelsesstøy som feilsignal. Eksempelvis kan opptegnelsen av treningsdataene for en prototyp foregå i et rom med lite ekko, mens gjenstanden som skal undersøkes, eksempelvis en fremstillingsmaskin, vil befinne seg i en verkstedshall, hvor de akustiske signalene blir kraftig reflektert. Dessuten kan produktet eller anlegget som skal undersøkes, ha et annet akustisk emisjonsspektrum enn prototypen, nettopp som følge av fremstillingstoleranser eller som følge av en avvikende utforming.

Det er derfor en hensikt med foreliggende oppfinnelse å tilveiebringe en fremgangsmåte og en anordning, hvormed en tilstand for en støyfrembringende gjenstand som skal undersøkes, kan konstateres på en enkel og sikker måte.

Denne hensikt oppnås ifølge oppfinnelsen med en fremgangsmåte som angitt i patentkrav 1.

Ifølge oppfinnelsen foreslås det en fremgangsmåte for konstatering av en tilstand for en støyfrembringende gjenstand, idet én for minst en referansegjenstand generert statistisk grunnklassifikasjonsmodell av akustiske trekk automatisk individuelt adapteres ved hjelp av akustiske trekk i én av undersøkelsesgjenstanden tilveiebrakt støy, og det på basis av den adapterte statistiske klassifikasjonsmodellen gjennomføres en klassifisering av tilstanden til den støyfrembringende gjenstanden som undersøkes.

Den støyfrembringende gjenstanden kan eksempelvis være en vilkårlig maskin eller innretning, eller et anlegg, og eksempelvis kan det dreie seg om et kjemisk anlegg.

I en utførelsesform av den inventive fremgangsmåten dannes referansegjenstanden av en prototyp av den gjenstanden som skal undersøkes.

I en utførelsesform av den inventive fremgangsmåten har den støyfrembringende gjenstanden som undersøkes minst én motordrevet støyfrembringende modul.

I en utførelsesform av den inventive fremgangsmåten skjer adapteringen av den statistiske klassifikasjonsmodellen når gjenstanden tas i bruk, i regelmessige vedlikeholdstidsavstander, eller ved en endring av gjenstandens akustiske omgivelser.

I en utførelsesform av den inventive fremgangsmåten blir den statistiske grunnklassifikasjonsmodellen av akustiske trekk generert på basis av et antall akustiske lydopptak, som foretas hos referansegjenstanden under ulike betingelser eller på ulike tidspunkter.

I en utførelsesform av den inventive fremgangsmåten blir den genererte statistiske grunnklassifikasjonsmodellen lagret i et lager.

5 I en utførelsesform av den inventive fremgangsmåten blir den lagrede grunnklassifikasjonsmodellen automatisk adaptert på basis av et antall akustiske lydopptak, som foretas hos den støyfrembringende gjenstanden som skal undersøkes, og modellen blir mellomlagret som en adaptert statistisk klassifikasjonsmodell.

I en utførelsesform av den inventive fremgangsmåten blir de akustiske lydopptakene foretatt ved hjelp av akustiske lydopptakere, som registrer luftlyd eller legemelyd.

10 I en utførelsesform av den inventive fremgangsmåten blir den statistiske klassifikasjonsmodellen adaptert for den totale støyfrembringende gjenstanden, eller for moduler av denne.

I en utførelsesform av den inventive fremgangsmåten blir de akustiske lydopptakerne anbrakt ved den støyfrembringende gjenstanden som skal undersøkes, eller de føres forbi den støyfrembringende gjenstanden som skal undersøkes.

15 I en utførelsesform av den inventive fremgangsmåten blir det beregnet en respektiv adaptert statistisk klassifikasjonsmodell for ulikt innstillbare posisjoner for den akustiske lydopptakeren som føres forbi gjenstanden som undersøkes.

20 I en utførelsesform av den inventive fremgangsmåten blir det beregnet en respektiv adaptert statistisk klassifikasjonsmodell for de innstillbare posisjonene til den forførte akustiske lydopptakeren.

I en utførelsesform av den inventive fremgangsmåten vil de innstillbare posisjonene til den forførte akustiske lydopptakeren tilsvare den romlige anordningen av ulike modeller av den støyfrembringende gjenstanden som undersøkes.

25 Ifølge oppfinnelsen foreslås det også en anordning for konstatering av en tilstand for en støyfrembringende gjenstand som skal undersøkes, idet én for minst én referansegjenstand generert statistisk grunnklassifikasjonsmodell av akustiske trekk automatisk og individuelt adapteres ved hjelp av akustiske trekk i én av gjenstanden som undersøkes tilveiebrakt støy. Adapteringen skjer ved hjelp av en databehandlingsenhet, hvilken databehandlingsenhet klassifiserer den støyfrembringende gjenstanden som undersøkes på basis av den adapterte statistiske klassifikasjonsmodellen.

I en utførelsesform av den inventive anordningen har denne minst én akustisk lydopptaker for registrering av legeme- eller luftlyd som tilveiebringes av den støyfrembringende gjenstanden som undersøkes.

35 Nedenfor beskrives utførelsesformer av den inventive fremgangsmåten og den inventive anordningen for konstatering av en tilstand for en støyfrembringende gjenstand som skal undersøkes. Det vises til tegningen, hvor:

Fig. 1 viser et flytskjema for belysning av en mulig utførelsesform av den inventive fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen,

Fig. 2 er nok et skjema for belysning av den inventive fremgangsmåten,

Fig. 3 er et blokkskjema som viser en mulig utførelsesform av den inventive anordningen ifølge oppfinnelsen for konstatering av en tilstand for en støyfrembringende gjenstand som skal undersøkes, og

Fig. 4A, 4B viser ytterligere utførelsesformer av den inventive anordningen ifølge oppfinnelsen for konstatering av en tilstand for en støyfrembringende gjenstand som skal undersøkes.

10 Som vist på fig. 1 blir det i den inventive fremgangsmåten i et trinn S1 først ved hjelp av lydopptakere henholdsvis sensorer gjennomført lydopptak av en referansegjenstand for den støyfrembringende gjenstanden som skal undersøkes. Referansegjenstanden kan eksempelvis være en prototyp av gjenstanden. Gjenstanden kan eksempelvis være en maskin eller en innretning, som tilveiebringer støy når den er i bruk. Støysignalet kan være et luftlydsignal eller et legemelydsignal. Gjenstanden 15 som skal undersøkes kan eksempelvis også være et anlegg, eksempelvis et kjemisk anlegg, som i forbindelse med en kjemisk fremstillingsprosess tilveiebringer lyd eksempelvis i tankinnretninger eller rør. Støyen henholdsvis svingesignalet opptas henholdsvis opptegnes ved hjelp av lydopptakere. Disse lydopptakerne har mikrofo- 20 ner eller andre svingesensorer, særlig akselerasjonssensorer. Lydopptakerne henholdsvis svingesensorene omformer støyen henholdsvis svingesignalet til et elektrisk signal. Lydopptakene av referansegjenstanden henholdsvis prototypen, gjennomføres fortrinnsvis på ulike tidspunkter og under ulike omgivelsesbetingelser.

Deretter blir det i trinn S2 tilveiebrakt trekk m av lydsignalet henholdsvis svingesignalet på grunnlag av lydopptakene. Mulige trekk er eksempelvis amplituden henholdsvis lydstyrken til lyd- henholdsvis støysignalet. Andre mulige trekk er spektrale trekk i støysignalet, så vel som deres tidsmessige modulasjoner. Videre kan det eksempelvis brukes trekk fra modulasjonsspekteret. For de ulike, ved referansegjenstanden foretatte opptak (recording) kan det tilveiebringes en respektiv trekk- eller 30 detaljvektor M. Typisk betrakter man 10-500 trekk m av støysignalet. Antallet N av opptak ved referansegjenstanden innstilles i avhengighet av den betrakte gjenstanden. Vanligvis vurderes $N > 100$ lydopptak av referansegjenstanden. Ved hjelp av trekkvektoren M, som hver gang eksempelvis innbefatter 10-500 trekk m av et opptak, blir det i trinnet S2 generert en grunnklassifikasjonsmodell ved hjelp av en 35 algoritme. Modellgenereringen kan eksempelvis skje ved hjelp av EM (Expectation Maximization) eller GMM, ved hjelp av en SVM (Support Vector Machine), ved hjelp av SOM (Self Organizing Maps), eller ved hjelp av neuronale nett.

I et ytterligere trinn S3 blir akustiske luft- eller legemelydsignaler opptegnet henholdsvis opptatt ved hjelp av lydopptakere for den gjenstanden som skal undersø-

kes. Den i trinn S2 tilveiebrakte statistiske grunnklassifikasjonsmodellen med akustiske trekk m , blir i trinn S3 automatisk adaptert ved hjelp av akustiske trekk m . I en mulig utførelsesform vil grunnklassifikasjonsmodellen for hvert trekk m ha minst én statistisk parameter P . Denne statistiske parameteren P innbefatter eksempelvis en
5 middelerdi μ eller en varians σ^2 . For trekkene m kan det brukes en gaussfordeling, idet det for hvert trekk m ved hjelp av lydopptakene av referansegjenstanden angis en middelerdi μ og en varians σ^2 . Eksempelvis blir det i trinn S1 foretatt lydopptak av ulike referansegjenstander eller prototyper, og beregnet en middelerdi μ for hvert trekk m . Dersom trekket m eksempelvis er lydstyrken til det registrerte lyd-
10 signalet, så angis middelerdien μ for lydstyrken, og en varians σ^2 for lydstyrken som statistisk parameter P for lydstyrketrekket i grunnklassifikasjonsmodellen.

Ved hjelp av det av undersøkelsesgjenstanden i trinn S3 foretatte lydopptaket, skjer det en adaptering av grunnklassifikasjonsmodellen i trinn S4, idet den statistiske parameteren P for hvert trekk m i grunnklassifikasjonsmodellen tilpasses tilsvarende.
15 Lydopptaket i trinn S3 av gjenstanden som skal undersøkes, og adapteringen av grunnklassifikasjonsmodellen i trinn S4, kan i en mulig utførelsesform av fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen skje når gjenstanden som skal undersøkes tas i bruk. I en alternativ utførelsesform skjer lydopptaket i trinn S3, og adapteringen i trinn S4, i regelmessige vedlikeholdstidsavstander, eksempelvis én gang pr. dag. I
20 nok en mulig utførelsesform foregår lydopptaket i trinn S3, og adapteringen av grunnklassifikasjonsmodellen i trinn S4, ved en endring av en akustisk omgivelse for gjenstanden som skal undersøkes, eksempelvis når gjenstanden bringes inn i et annet rom. Videre kan lydopptaket og adapteringen skje ved behov, eksempelvis etter gjennomføring av et vedlikehold av gjenstanden som skal undersøkes, hen-
25 holdsvis når en bruker anser at en undersøkelse er nødvendig.

I et videre trinn S5 blir det på basis av den adapterte statistiske klassifikasjonsmodellen gjennomført en klassifisering av tilstanden til den støyfrembringende gjenstanden som skal undersøkes. Denne tilstandsklassifiseringen kan skje ved hjelp av samtlige eller noen av trekkene m i den adapterte grunnklassifikasjonsmodellen.
30 Eksempelvis kan en støyfrembringende gjenstand som skal undersøkes klassifiseres som feilaktig når trekket lydstyrke overskrider en innstillbar terskelverdi.

I nok et trinn S6 blir den klassifiserte tilstanden til gjenstanden som skal undersøkes angitt, og eventuelt kan det så påbegynnes nødvendige tiltak.

Fig. 2 er et skjema som tydeliggjør en mulig utførelsesform av fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen for konstatering av en tilstand for en støyfrembringende gjenstand som skal undersøkes. Den på fig. 2 viste gjenstanden er en maskin, som leverer akustiske data. Først blir det for n prototyper av maskinen gjennomført lydopptak (recording), og generert en universell statistisk grunnklassifikasjonsmodell på basis av treningsdataene. Denne universelle grunnklassifikasjonsmodellen legges
35 inn i et lager henholdsvis i en databank. Denne generelle klassifikasjonsmodellen
40

har fortrinnsvis de vesentlige egenskaper som kjennetegner en normaltilstand og/eller mulige feil eller vedlikeholdstilstander for gjenstanden henholdsvis maskinen. Deretter foretas det en adaptering av den universelle grunnklassifikasjonsmodellen for de ulike fremstilte maskiner. I det på fig. 2 viste eksempel, undersøkes

5 ulike maskiner i felten. Hver maskin leverer et akustisk støysignal, henholdsvis akustiske data, som brukes for den individuelle adapteringen av den lagrede universelle klassifikasjonsmodellen. På denne måten dannes det for hver maskin en tilhørende adaptiv klassifikasjonsmodell, som kan mellomlagres i et lager. Ved hjelp av en klassifikasjonsalgoritme foregår det deretter, på basis av den adapterte statistiske

10 klassifikasjonsmodellen, en klassifisering av tilstanden til den respektive støyfrembringende maskinen som skal undersøkes, for på den måten å kunne registrere en driftstilstand, henholdsvis kunne generere en feilmelding. Som vist på fig. 2, blir den betydelige genereringen av en klassifikasjonsmodell ved hjelp av minst én prototyp, bare drevet én gang. Den derpå følgende adaptering av den dannede statistiske

15 grunnklassifikasjonsmodellen kan skje med relativt beskjedent regnearbeid, og i løpet av kort tid, henholdsvis i realtid. Mens genereringen av den statistiske grunnklassifikasjonsmodellen krever et antall registrerte lydopptak og et stort regnearbeid, kan adapteringen av den lagrede grunnklassifikasjonsmodellen for den respektive gjenstanden som undersøkes ved ulike omgivelsesbetingelser i feltet, foregå med et beskjedent regnearbeid, uten at en ekspert eller fagmann må være til-

20 stede. For adapteringen av den statistiske grunnklassifikasjonsmodellen er det dessuten nødvendig med forholdsvis færre ekstra akustiske data henholdsvis lydopptak av den respektive maskin henholdsvis den respektive gjenstanden. Fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen er en totrinnsmetode, idet man nemlig først foretar dannelsen av en universell statistisk grunnklassifikasjonsmodell, og deretter foretar en adaptering av denne klassifikasjonsmodellen for den respektive gjenstanden som skal undersøkes i felten.

Fig. 3 viser et utførelseseksempel av en anordning 1 ifølge oppfinnelsen for konstantering av en tilstand for en støyfrembringende gjenstand som skal undersøkes. Gjen-

30 standen 2 som skal undersøkes er her eksempelvis en innretning eller en maskin. Anordningen 1 har minst én opptaker 3 for registrering av legeme- eller luftlydsignaler fra den støyfrembringende gjenstanden 2 som skal undersøkes. Opptakeren 3 registrerer svingesignalet som avgis fra gjenstanden 2. Opptakeren 3 kan eksempelvis være en akustisk lydopptaker for registrering av et luftlydsignal, dvs. en mikro-

35 fon. I en alternativ utførelse er opptakeren 3 anordnet direkte på gjenstanden 2, og registrerer legemelyd henholdsvis vibrasjoner i gjenstanden 2. Opptakeren 3 kan eksempelvis være en akselerasjonssensor. Opptakeren 3 omformer lyd- eller vibrasjonssignalet til et elektrisk signal, og leder dette gjennom en ledning 4 til en databehandlingsenhet 5. Databehandlingsenheten 5 er eksempelvis en mikroprosessor

40 hvor det kan kjøres et program. Databehandlingsenheten 5 er via ledninger 6 forbundet med et lager 7, hvor den genererte grunnklassifikasjonsmodellen er innlagt. I

en alternativ utførelsesform mottar databehandlingsenheten 5 grunnklassifikasjonsmodellen via et grensesnitt. Databehandlingsenheten 5 adapterer grunnklassifikasjonsmodellen av akustiske trekk ved hjelp av akustiske trekk m i støy som tilveiebringes av gjenstanden 2 som skal undersøkes. På basis av den adapterte statistiske klassifikasjonsmodellen blir tilstanden til den støyfrembringende gjenstanden 2 ved hjelp av en klassifikasjonsalgoritme klassifisert i databehandlingsenheten 5. Denne tilstanden meldes via avgivelsesledninger 8. I en mulig utførelsesform er opptakeren 3 og databehandlingsenheten 5 integrert i et byggeelement. Dette byggeelementet kan anbringes på en vilkårlig gjenstand 2.

Fig. 4A, 4B viser ytterligere utførelsesvarianter av anordningen 1 ifølge oppfinnelsen, for konstatering av en tilstand for en støyfrembringende gjenstand 2 som skal undersøkes. I utførelseseksemplet er den støyfrembringende gjenstanden 2 en maskin, henholdsvis en innretning, med et antall likeartede maskinmoduler 2-1, 2-2 til 2-k. Et eksempel på en slik maskin 2 er et brevsorteringsanlegg, som har et antall like segmenter eller sorteringsfag. De ulike segmentene eller modulene i brevsorteringsanlegget 2, vil kunne ha forskjellige belastninger, og vil derfor kunne oppvise ulike slitasjer. Videre kan slike brevsorteringsanlegg befinne seg i ulike akustiske omgivelser. I det på fig. 4A viste utførelseseksemplet er en opptaker 3 anbrakt ved hver modul i maskinen 2, for overvåking av driftstilstanden til den respektive modulen ved hjelp av det støysignalet som leveres fra modulen. Databehandlingsenheten 5 gjennomfører deretter trinnene S3-S6 på fig. 1 for hver modul 2-i i maskinen 2.

I den i fig. 4B viste alternative utførelsesform blir det ikke benyttet en opptaker 3 for hver modul 2-i i maskinen 2, men isteden blir det benyttet en opptaker, eksempelvis en lydopptaker, som føres lineært forbi maskinen 2, og leverer det registrerte støysignalet til databehandlingsenheten 5, eksempelvis via et luftgrensesnitt. Da den rommessige anordningen av modulene 2-i i gjenstanden 2 som undersøkes er kjent, kan det ved hjelp av databehandlingsenheten 5 beregnes en adaptert statistisk klassifikasjonsmodell for de ulike posisjonene til den akustiske lydopptakeren 3 som føres forbi gjenstanden 2 som skal undersøkes. Eksempelvis vil i et brevsorteringsanlegg avstanden Δ mellom de ulike segmenter henholdsvis sorteringsfag være kjent. De ulike innstillbare posisjoner for den forbiførte akustiske lydopptakeren 3, tilsvarer den rommessige anordningen av de ulike modulene 2-i i det støyfrembringende brevsorteringsanlegget 2 som undersøkes.

I en mulig utførelsesform blir det tilveiebrakt en adaptert klassifikasjonsmodell for hele brevsorteringsanlegget 2 i felten ved hjelp av en universell klassifikasjonsmodell for en prototyp. I en alternativ utførelsesform blir det tilveiebrakt en adaptert klassifikasjonsmodell for hvert fag, henholdsvis for hvert segment 2-i, i brevsorteringsanlegget 2.

Den akustiske overvåkingen av modulene 2-i kan skje ved hjelp av vibrasjonssensorer, eller ved hjelp av mikrofoner. Vibrasjonssensorene anbringes direkte på huset,

og registrerer en legemelyd. Mikrofonene kan i en mulig utførelsesform ha en spesiell retningskarakteristikk. Avstanden mellom mikrofonene henholdsvis opptakeren 3 og gjenstanden 2 som skal undersøkes, kan variere mellom noen millimeter og flere meter. I en mulig utførelsesform skjer den akustiske overvåkingen ved hjelp av
5 bare én lydopptaker 3, som føres automatisk eller manuelt forbi brevsorteringsanlegget 2 for lokalisering av feil. I en alternativ utførelsesform brukes det flere lydopptakere 3, som undersøker en respektiv del av anlegget henholdsvis gjenstanden 2 som skal undersøkes.

10 Tilveiebringes det en adaptert klassifikasjonsmodell for hele anlegget, henholdsvis for hele brevsorteringsanlegget 2, så kan adapteringen gjennomføres ved at lydopptakeren 3 føres til ulike karakteristiske posisjoner i anlegget, og opptar akustiske data der. De opptatte akustiske data brukes for tilveiebringelsen av den adapterte statistiske klassifikasjonsmodellen.

15 Gjennomføres en adaptering for hvert fag, henholdsvis for hvert segment i brevsorteringsanlegget 2, så kan en lydopptaker 3 oppta data, og beregne en separat adaptert modell. Denne adapterte modellen kan lagres lokalt eller alternativt sentralt, i sensoren henholdsvis lydopptakeren. Alternativt kan lydopptakeren 3 bringes til ulike posisjoner i brevsorteringsanlegget 2, idet de akustiske data opptas på stedet. Videre kan lydopptakeren 3 beregne en adaptert klassifikasjonsmodell for den
20 respektive posisjonen til lydopptakeren 3, eller kan ut fra et antall sammenlignbare posisjoner, eksempelvis for maskinsegmenter eller moduler av like typer, beregne adaptive klassifikasjonsmodeller.

Når en adaptering av klassifiseringsmodellen er foretatt én gang for en mulig utførelsesform når brevsorteringsanlegget 2 tas i bruk, vil opptakeren/opptakerne 3
25 bringes til en driftstilstand "klassifikasjon", og aktivere en feilkonstatering. Adapteringen kan ved behov gjentas til enhver tid, eksempelvis når komponenter eller hele moduler byttes ut, eller når romakustikken endrer seg. Da kan man istedenfor grunnklassifikasjonsmodellen, henholdsvis universalmodellen, bruke en allerede ved den begynnende bruken av brevsorteringsanlegget 2 adaptert modell, avhengig
30 av hvorvidt den akustiske romsituasjonen har endret seg eller ikke. Fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen for konstatering av en tilstand for en støyfrembringende gjenstand 2 som skal undersøkes, egner seg for vilkårlige gjenstander, eksempelvis for overvåking av motorer, pumper, automatiseringsanlegg eller kjemiske anlegg.

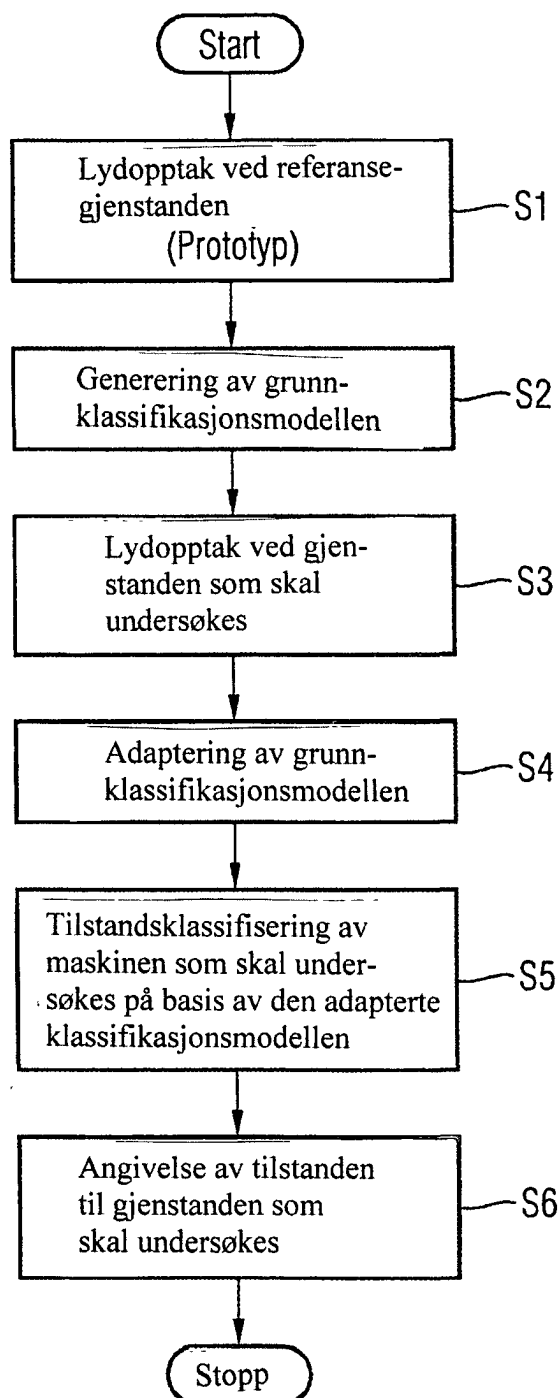
PATENTKRAV

1. Fremgangsmåte for konstatering av en tilstand for en støyfrembringende gjenstand (2) som skal undersøkes, idet én for minst en referansegjenstand generert statistisk grunnklassifikasjonsmodell av akustiske trekk adapteres automatisk ved
5 hjelp av akustiske trekk (m) hos én av den undersøkte gjenstanden (2) tilveiebrakt støy,
k a r a k t e r i s e r t v e d at grunnklassifikasjonsmodellen adapteres individuelt, og det på basis av den individuelt adapterte statistiske klassifikasjonsmodellen skjer en klassifisering av tilstanden til den støyfrembringende gjenstanden (2) som skal
10 undersøkes.
2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvor referansegjenstanden er en prototyp av gjenstanden (2) som skal undersøkes.
3. Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvor den støyfrembringende gjenstanden (2) som skal undersøkes, har minst én støyfrembringende modul.
- 15 4. Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvor adapteringen av den statistiske klassifikasjonsmodellen gjennomføres når gjenstanden (2) som skal undersøkes tas i bruk, i regelmessige vedlikeholdstidsavstander, eller ved endring av en akustisk omgivelse rundt gjenstanden (2) som skal undersøkes.
5. Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvor den statistiske grunnklassifikasjonsmodellen av akustiske trekk genereres på basis av et antall akustiske lydopptak, som foretas ved referansegjenstanden under ulike betingelser eller på ulike tidspunkt.
20
6. Fremgangsmåte ifølge krav 5, hvor den genererte statistiske grunnklassifikasjonsmodellen lagres i et lager (7).
7. Fremgangsmåte ifølge krav 6, hvor den lagrede grunnklassifikasjonsmodellen automatisk adapteres på basis av et antall akustiske lydopptak, som foretas for den støyfrembringende gjenstanden (2) som skal undersøkes, og mellomlagres som
25 adaptert statistisk klassifikasjonsmodell.
8. Fremgangsmåte ifølge krav 5 eller 7, hvor de akustiske lydopptakene foretas ved hjelp av akustiske lydopptakere (3), som registrerer luftlyd eller legemelyd.
- 30 9. Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvor den statistiske klassifikasjonsmodellen adapteres for hele den støyfrembringende gjenstanden (2), eller for moduler av den-
ne.
10. Fremgangsmåte ifølge krav 8, hvor de akustiske lydopptakerne anbringes på den støyfrembringende gjenstanden (2) som skal undersøkes, eller føres forbi den
35 støyfrembringende gjenstanden som skal undersøkes.

11. Fremgangsmåte ifølge krav 10, hvor det beregnes en respektiv adaptert statistisk klassifikasjonsmodell for ulike innstillbare posisjoner av den akustiske lydopptakeren som føres forbi den gjenstanden (2) som skal undersøkes.
- 5 12. Fremgangsmåte ifølge krav 11, hvor de innstillbare posisjonene til den forbi-førte akustiske lydopptakeren (3) tilsvarer den rommessige anordningen av ulike moduler av den støyfrembringende gjenstanden (2) som skal undersøkes.
- 10 13. Anordning for konstatering av en tilstand for en støyfrembringende gjenstand som skal undersøkes, innbefattende en databehandlingsenhet som er slik utformet at den automatisk adapterer én for minst en referanse-gjenstand generert statistisk grunnklassifikasjonsmodell av akustiske trekk ved hjelp av akustiske trekk (m) i én av den undersøkte gjenstanden (2) tilveiebrakt støy, idet databehandlings-enheten (5) er utformet til å klassifisere den undersøkte støyfrembringende gjenstandens (2) tilstand på basis av den adapterte statistiske klassifikasjonsmodellen, hvilken anordning er
 - 15 k a r a k t e r i s e r t v e d at databehandlingsenheten er utformet for individuell adaptering av den statistiske grunnklassifikasjonsmodellen, og at databehandlings-enheten er utformet til å klassifisere tilstanden til den undersøkte støyfrembringende gjenstanden (2) på basis av den individuelt adapterte statistiske klassifikasjonsmodellen.
- 20 14. Anordning ifølge krav 13, med minst én akustisk lydopptaker (3) for registrering av én av den støyfrembringende gjenstanden (2) som skal undersøkes tilveiebrakt legeme- eller luftlyd.
- 15 15. Computerprogram med programordre for gjennomføring av fremgangsmåten ifølge krav 1-12.
- 25 15. Databærer for lagring av computerprogrammet ifølge krav 15.

1/4

FIG 1



2/4

FIG 2

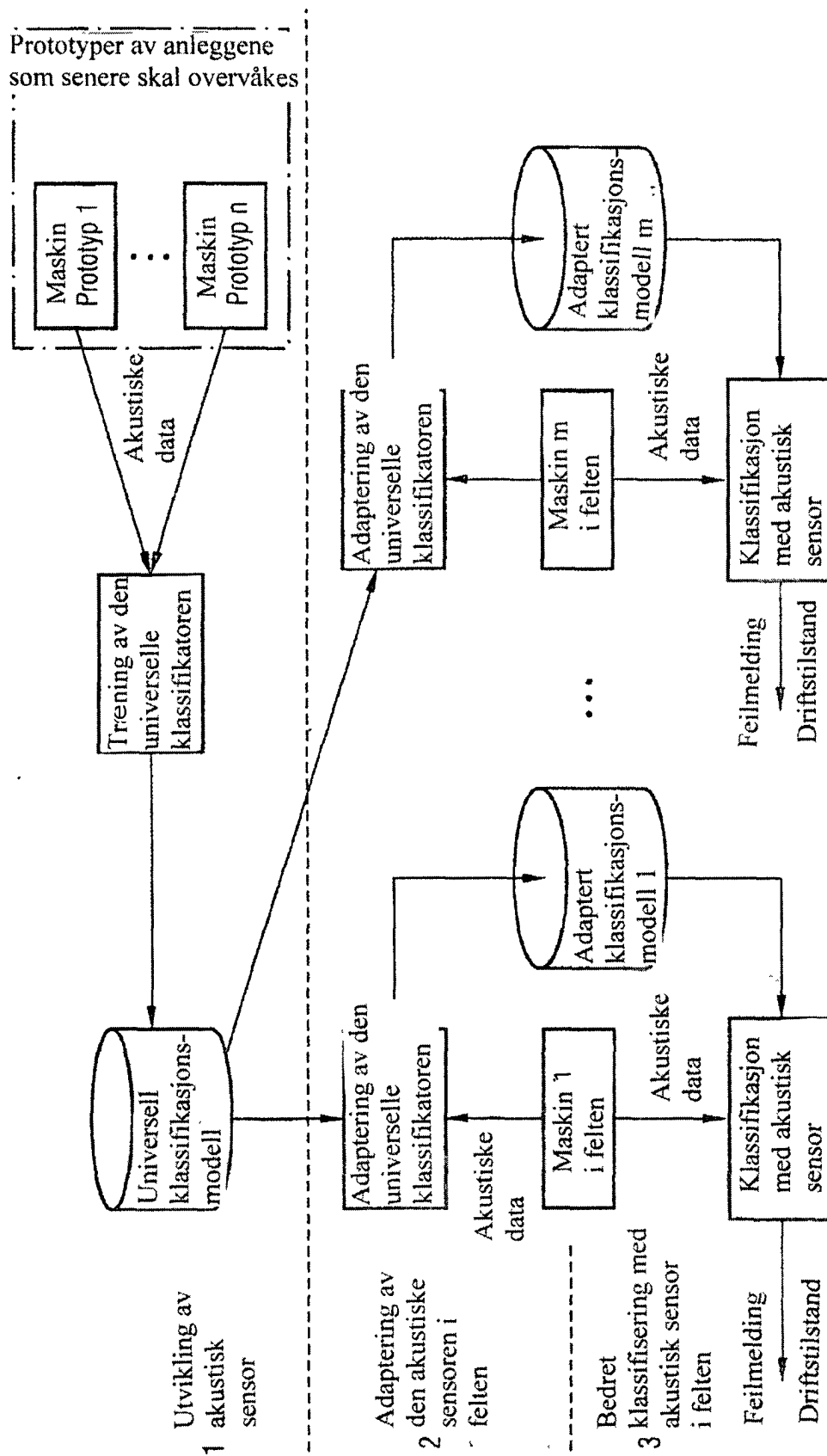
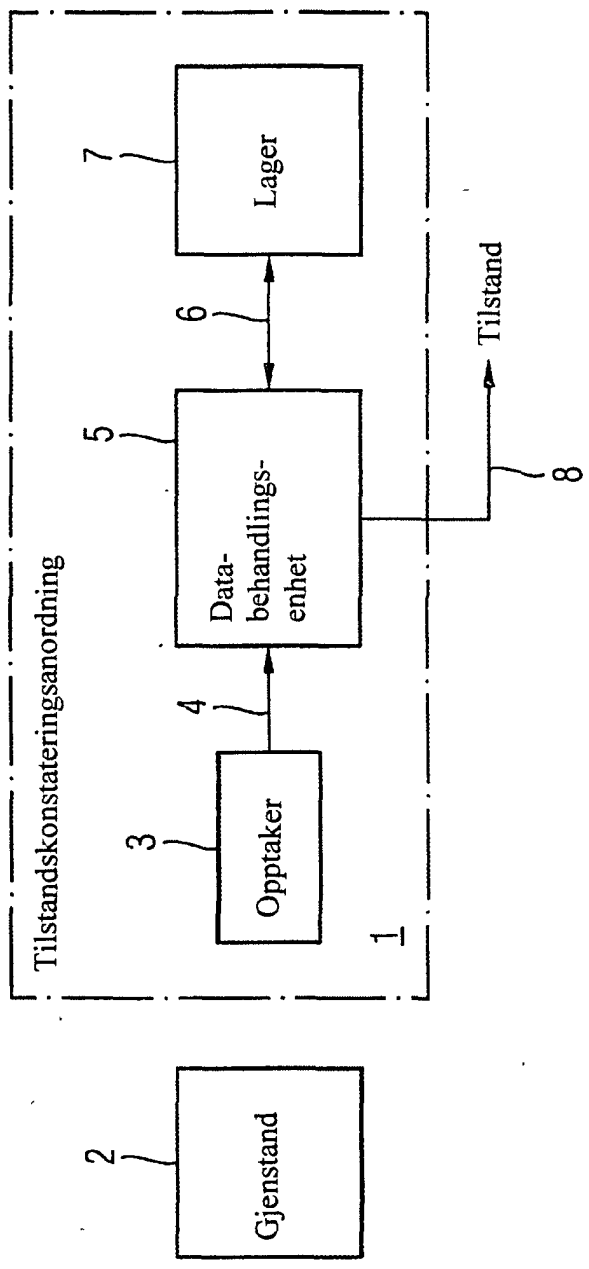


FIG 3



4/4

FIG 4A

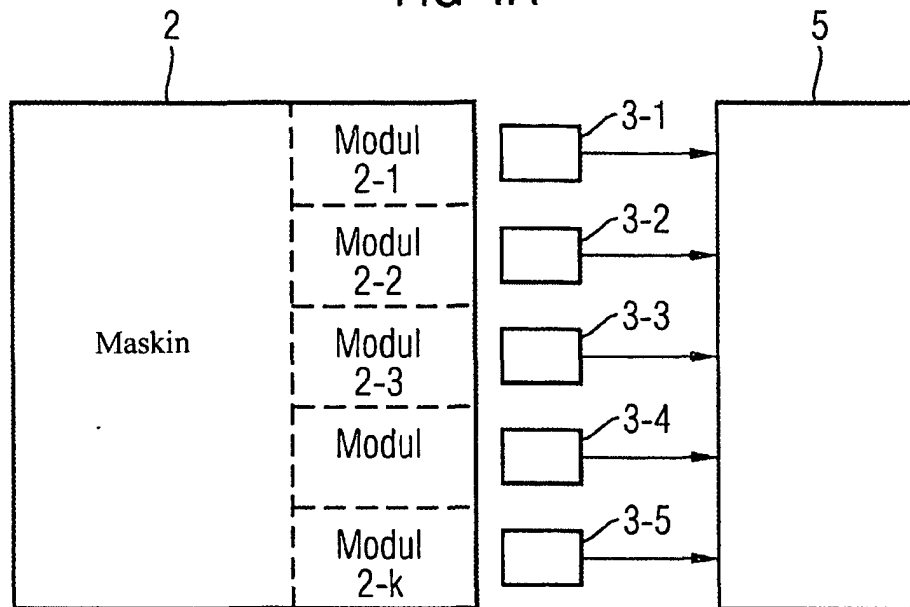


FIG 4B

