



NORGE

(12) PATENT

(19) NO

(51) Int Cl⁷

(11) 320468

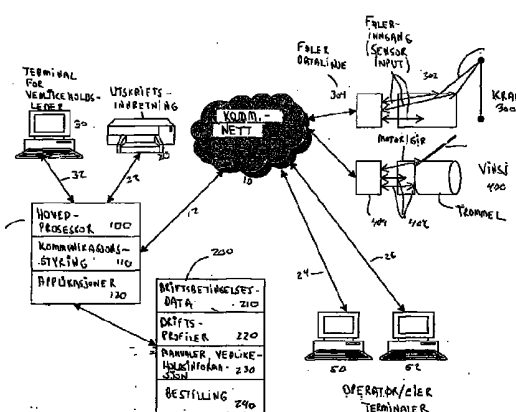
G 06 F 17/60, 19/00

(13) B1

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20041795	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	2004.05.03	(85)	Videreføringdag	
(24)	Løpedag	2004.05.03	(30)	Prioritet	2003.10.17, US, 512108
(41)	Alm.tilgj	2005.04.18			
(45)	Meddelt	2005.12.12			
(73)	Innehaver	National Oilwell Norway AS , Postboks 8181, 4069 STAVANGER, NO			
(72)	Oppfinner	Anders Holme, Hinnavågen 32A, 4018 STAVANGER, NO Per Reidar Ørke, Kjøtvesgate 10, 4044 HAFRSFJORD, NO Jon Grude Gjedebo, 14/41 Queensgate Terrace, SW7MPN LONDON, GB Wayne R Long, , MN EAGAN, US Michael L Booth, MN COLUMBIA HEIGHTS, US Aaron D Waller, MN FARMINGTON, US			
(74)	Fullmektig	Protector Intellectual Property Consultants AS , Postboks 5074 Majorstua, 0301 OSLO, NO			
(54)	Benevnelse	System for overvåkning og administrasjon av vedlikehold av utstyrskomponenter			
(56)	Anførte publikasjoner	US 2002/0087419, US 6532435			
(57)	Sammendrag				

Et system for administrasjon av vedlikehold av komponenter i utstyr som omfatter en flerhet av komponenter som alle har en begrenset nyttelevetid, har en datamaskin med en prosessor. Systemet innbefatter en dataprogrammodul for definisjon av en driftsprofil som omfatter en flerhet av driftssituasjoner for utstyret, hvor hver driftssituasjon involverer to eller flere av flerheten av komponenter og spesifikke driftsbetingelser som man antar de involverte komponenter utsettes for i hver av driftssituasjonene; en dataprogrammodul for å bestemme en teoretisk nyttelevetid for hver av komponentene som er involvert i en driftsprofil, idet nevnte teoretiske nyttelevetid er basert på nyttelevetidsdata ved definerte driftsbetingelser; følere for å konstatere og overvåke forekomsten av en arbeidsoperasjon som svarer til en driftssituasjon, og måle de faktiske driftsbetingelser som forekommer under operasjonen, og antallet slike arbeidsoperasjoner; og en dataprogrammodul for beregning av en korrigert nyttelevetid for en komponent som har deltatt i én eller flere arbeidsoperasjoner, ut fra en sammenligning av faktiske driftsbetingelser og driftsbetingelser som man antar forekommer under arbeidsoperasjonen i driftssituasjonen.



Den foreliggende oppfinnelse vedrører et apparat og fremgangsmåter for overvåkning og administrering av utstyrslivssykluser. Nærmere bestemt vedrører den foreliggende oppfinnelse et apparat og fremgangsmåter for å forutsi forebyggende vedlikeholdsintervaller og behov for utskifting av komponenter.

5

Maskiner krever periodisk, diagnostisk vedlikehold for å oppdage slitasje på maskindeler, forutsi feilfunksjoner og finne problemer. I moderne maskineri som f.eks. skipsmaskiner, kraner, automatgir, gassturbinmotorer, papirfabrikker, valseverk, flymotorer, helikoptertransmisjoner og hurtigprosessmaskiner, fører svikt i lagre, gir og annet utstyr ofte til kostbare produksjonstap, alvorlige og kostbare sekundærskader og potensielt livstruende situasjoner. Utstyrssvikt oppstår fordi gir/lagersammenstillinger og andre komponenter som utsettes for belastninger, over tid utsettes for slitasje og skader som for eksempel splintrede lagerrullelementer, groptæring på girtenner og skade på løpering.

15

For å oppnå sikker drift og unngå ikke-planlagte avbrudd blir kritiske komponenter gjerne skiftet ut med faste, konservative mellomrom som kun baserer seg på brukstid. Slitasjefaktorer som grad av belastning, forskyvningsavstander, belastningstid og forskyvningshastighet, kan ha en stor innvirkning på slitasjen og skaden på utstyr. Følgelig kan man få en tidlig svikt i utstyret når slitasjefaktorene er høyere enn normalt over lengre tid. På den annen side vil man ved kun å basere seg på brukstid som utløsende faktor for utskifting av komponenter kunne få økte driftskostnader der hvor slitasjefaktorene er minimale over lengre tid. Dette er fordi utnyttbar levetid for komponenten går tapt, kostnadene øker som følge av hyppigere vedlikehold, og produktiviteten avtar på grunn av at man får hyppigere vedlikeholdsrelatert produksjonsstans.

25

Det er kjent fra US 6532435 et system for overvåkning av tilgjengelige ressurser, for eksempel penger i en minibank. Dette systemet er ikke beregnet på overvåkning av slitasjekomponenter for å planlegge vedlikehold. Det foretas heller ingen beregning av modeller for levetidsanalyse.

30

US 20020087419 beskriver et komponentbestillingssystem. Heller ikke her foretas det noen beregning av modeller for levetidsanalyse, kun bestilling av komponenter basert på komponentens driftstid.

5 Det eksisterer innen dette området et behov for et system som på mer nøyaktig vis vil kunne forutsi forbyggende vedlikeholdsintervaller og definere behovene for utskiftning av utstyrskomponenter. Det eksisterer også et behov for en fremgangsmåte som på mer nøyaktig vis vil kunne forutsi forbyggende vedlikeholdsintervaller og definere behovene for utskiftning av utstyrskomponenter.

10

Den foreliggende oppfinnelse er i én utførelse et system for administrasjon av

utskiftning/vedlikehold av komponenter for utstyr som har en flerhet av komponenter

som alle har en begrenset utnyttbar levetid (nyttelevetid). Systemet omfatter: Et

datasystem med en prosessor, en dataprogrammodul for definisjon av en driftsprofil

15 omfattende en flerhet av driftssituasjoner for utstyret, idet hver driftssituasjon involverer

to eller flere av flerheten av komponenter og spesifikke driftsbetingelser som man antar

de involverte komponenter utsettes for under utførelsen av hver driftssituasjon; en

dataprogrammodul som bestemmer en teoretisk nyttelevetid for hver av komponentene

som er involvert i en driftsprofil, idet nevnte teoretiske nyttelevetid er basert på

20 nyttelevetidsdata for komponenten ved definerte driftsbetingelser; følere som

konstaterer og overvåker forekomsten av en arbeidsoperasjon som tilsvarer en

driftssituasjon, og måler de faktiske driftsbetingelser som forekommer under

operasjonen, og antallet slike operasjoner; og en dataprogrammodul for å beregne en

korrigert teoretisk nyttelevetid for en komponent som har gjennomgått én eller flere

25 arbeidsoperasjoner, ut fra en sammenligning av faktiske driftsbetingelser og antatte

driftsbetingelser under operasjonen i driftssituasjonen.

Den foreliggende oppfinnelse er i en annen utførelse en fremgangsmåte for

administrasjon av vedlikehold av fjernutstyr med utskiftbare komponenter.

30 Fremgangsmåten omfatter: Anordning av en flerhet av følere på nevnte fjernutstyr, hvor

disse følere avleser driftsbetingelsene for hver av én eller flere utskiftbare komponenter;

mottak av avleste driftsbetingelsesdata fra nevnte flerhet av følere, i en database;

sammenligning av i det minste en del av de avleste data med én eller flere parametere fra en dimensjonerende driftsprofil for fjernutstyret; og, som respons på sammenligningstrinnet, identifikasjon av én eller flere utskiftbare komponenter som anbefales skiftet ut, med forslag til fremtidig utskiftningsdato.

5

Den foreliggende oppfinnelse er i en annen utførelse et dataprogram som er lagret på datamaskinlesbare medier til bruk i et system for administrasjon av vedlikehold av komponenter for utstyr med en flerhet av komponenter som alle har en begrenset nyttelevetid. Programmet omfatter: En modul som mottar en driftsprofil omfattende en flerhet av driftssituasjoner for utstyret, hvor hver driftssituasjon involverer to eller flere av flerheten av komponenter og spesifikke driftsbetingelser som man antar de involverte komponenter utsettes for under utførelsen av hver driftssituasjon; en modul som bestemmer en teoretisk nyttelevetid for hver av komponentene som omfattes av en driftsprofil, idet nevnte teoretiske nyttelevetid er basert på nyttelevetidsdata for komponenten ved definerte driftsbetingelser; en modul som mottar data fra følere som konstaterer og overvåker forekomsten av en arbeidsoperasjon som svarer til en driftssituasjon, og måler de faktiske driftsbetingelser som forekommer under arbeidsoperasjonen, og antallet slike arbeidsoperasjoner; og en modul som beregner en korrigert teoretisk nyttelevetid for en utstyrskomponent som har gjennomgått én eller flere arbeidsoperasjoner, basert på en sammenligning av faktiske driftsbetingelser og driftsbetingelser som antas å forekomme under arbeidsoperasjonen i driftssituasjonen.

En ytterligere utførelse av den foreliggende oppfinnelse anordner en automatisk, nettbasert tjeneste som er utformet slik at kunder kan være i kontakt, enten online eller offline, med ethvert boreutstyr som er koplet til systemet. Operatører på stedet eller personell som befinner seg et annet sted, for eksempel ved selskapets hovedkontor, kan bruke informasjon og kunnskap som er lagret blant enorme mengder data. En del av konseptet er å fange opp og sende eksisterende instrumentsignaler fra utstyr til en sentral database. Ved i tillegg å anvende de kunnskaper bedriften har om utstyret, som for eksempel teoretiske modeller, diagnosealgoritmer, statistikk, akkumulerende arbeidsbelastning etc., kan en tjenesteleverandør sende merverdiopplysninger tilbake til selskapet som betjener utstyret. Systemet kan levere statistikk for den siste timen fra én

bestemt maskin, eller avanserte diagnosealgoritmer som anvendes på utstyr som betjenes/brukes av ulike bedrifter. Systemet kan bidra til nøyaktig lokalisering av potensielle områder for bedre ytelse, og kan også hjelpe til med å forutsi og planlegge forespurt vedlikehold.

5

Det finnes to hovedfremgangsmåter for å analysere en utstyrskomponents tilstand: Én baserer seg på avanserte ingeniørmodeller og matematiske modeller som fungerer som referanser for sammenligning av driftsdata og teoretiske data. Den andre, og mer vanlige betraktningmåten er at det ikke finnes noen kjent, pålitelig modell eller teoretiske kunnskaper om drift av og slitasje på utstyret. I det tilfellet kan empirisk analyse av trender og mønstre i store innsamlede datamengder, fra et stort antall utstyrskomponenter, over tid gi bedre og bedre fortolkning av utstyrtstilstander. Uansett hvilken fremgangsmåte som benyttes, vil bedre tilstandsmodeller muliggjøre beregning av veiet utstyrsbruk, dvs. bruk som ikke bare måles i tid eller antall repetisjoner av en arbeidsoperasjon, men ut fra belastning eller andre betingelser som har en innvirkning på utstyrets levetid. Det er selvsagt en stor forskjell mellom 1000 driftstimer med tung belastning og 1000 driftstimer uten noen belastning i det hele tatt. Enkelte deler slites fortere ved bestemte driftsbetingelser, f.eks. høyere hastigheter, og noen ved andre betingelser, som for eksempel høyere belastning. Det er mulig å definere et "slitasjekart" for hver komponent i enhver maskin. Gjennom å kombinere dette slitasjekartet med driftsdata kan man anslagsvis tallfeste gjenværende levetid for slitasjedeler. Dette vil danne grunnlaget for en pålitelighetsfokusert vedlikeholdsløsning (Reliability Centered Maintenance - RCM), hvor man ut fra øyeblikkstilstand og gjenværende levetidsdata på dynamisk vis kan anslå service- og kontrollintervaller og behovet for reservedeler. Dette gir lengre service- og kontrollintervaller med liten eller ingen økning av risikoen for svikt. Man kan også oppnå større pålitelighet og sikkerhet.

25

Et typisk system ifølge ytterligere en utførelse av oppfinnelsen kan omfatte følgende hovedelementer:

30

- Instrumentering (herunder følere)
 - Dette kan være eksisterende instrumentering på utstyret og/eller ny instrumentering

- Brukerstedsdatamaskin – En fysisk datafangstenhet som befinner seg på eller nær det overvåkede utstyr og er koplet til instrumentene,
 - En server som mottar data fra en flerhet av brukerstedsdatamaskiner og har evne til å oppgradere programvaren i brukerstedsdatamaskinen,
- 5
- Kommunikasjonsnettverk, f.eks. Internett

RCM-tjenesten kan ha to driftstyper: (1) Lokal overvåkning – som utføres på stedet eller innenfor et eksisterende bedriftsnettverk; eller (2) Overvåkning av ytelse – som leveres av én eller en gruppe av servere som drives av en tjenesteleverandør. Det lokale overvåkningsmodus er beregnet for fremskaffelse av ubearbeidede data og enkel statistikk. Overvåkning av ytelse gir informasjon på et høyere nivå, dypere analyser av data, hvor tjenesteleverandørens samlede kunnskaper og maskinkompetanse er blitt anvendt på originaldataene.

10

15 Systemet er utformet for å gi et enkelt konfigurasjonspunkt for tjenesten og for det utstyr som er involvert. I en dedikert nettjeneste kan tjenesteadministratorer konfigurere alle elementene som inngår i tjenesten. Konfigurasjonsprosessen innebærer:

- Valg av boreutstyr som skal overvåkes
 - Valg av type brukerstedsdatamaskin for datafangst
- 20
- Valg og konfigurering av signaler og parametere for dataloggeren
 - Valg og konfigurering av beregninger, filtre og loggehyppighet for dataloggeren
 - Valg og konfigurering av kommunikasjonsveier
 - Valg av opparbeidet kunnskap som skal anvendes i sentralserveren
 - Definerings og opprettelse av bedrifts-, installasjons- og brukerkonti

25

På grunnlag av innmatet data kan administrasjonsdatabasen i sentralserveren frembringe:

- en XML-konfigurasjonsfil som automatisk setter opp alle aspekter av dataloggeren
 - en XML-konfigurasjonsfil som automatisk setter opp lokal overvåkning
- 30
- en XML-konfigurasjonsfil som automatisk setter opp innholdet i den lokale overvåkning
 - automatisk konfigurasjon og opprettelse av databasetabeller i ytelsesmonitoren

- automatisk konfigurasjon av datamottakeren i serveren – en datastrømbehandler (log stream handler)

For hver utstys- eller komponenttype kan det defineres en empirisk servicemodell.

- 5 Denne kan uttrykkes i: Algoritmer; konstanter; kapasitetsbegrensninger; herunder 2D-kapasitetsbegrensninger; feilkoder. For å gjøre det mulig å legge inn empirisk læring vil tjenesteleverandøren med jevne mellomrom granske de innsamlede data og korrelere disse med kjente tilfeller, hendelser, kontroller og utskiftninger. Her kan det benyttes ulike datamineringsteknikker.

10

For å muliggjøre empirisk læring vil også produksjefen ha autorisasjon til å granske og være i stand til å samle alt utstyr for alle kunder med samme bilde og med samme analyseverktøy. Produksjefen kan:

- Se parametere over tid
- 15 - Se parametere i forhold til belastning
- Se parametere i forhold til en hvilken som helst annen kategorisert parameter
- Bygge opp statistikk ut fra opplysninger om
 - o Alarmer
 - o Drift
 - 20 o Vedlikehold
 - o Eventuelle andre overvåkede og akkumulerte data
- Granske detaljene omkring ulykker, hendelser eller episoder (for eksempel ødelagte deler)

25 Ut fra dette kan det utvikles nye algoritmer og kapasitetsbegrensninger som implementeres i dataanalyseprosessoren for den aktuelle utstyrstypen.

Selv om det beskrives flere utførelser, vil det for fagfolk på området av den etterfølgende detaljerte beskrivelse fremgå enda flere utførelser, hvilken beskrivelse viser og beskriver illustrerende utførelser av oppfinnelsen. Som man vil forstå, kan 30 ulike åpenbare aspekter av oppfinnelsen modifieres, alle uten å avvike fra den foreliggende oppfinnelses ånd og ramme. Følgelig skal tegningene og detaljbeskrivelsen anses som å være av en illustrerende natur, og ikke begrensende.

I de vedlagte tegninger er følgende illustrert:

FIG. 1 er et skjematisk blokkdiagram som viser én utførelse av systemet ifølge den foreliggende oppfinnelse.

- 5 FIG. 2 er et flytskjema som viser de trinn som er involvert når systemet på FIG. 1 brukes for å fremskaffe en rapport om analyse av nyttelevetid og andre vedlikeholdsanbefalinger.

- 10 FIG. 3 et flytskjema som viser hvordan systemet på FIG. 1 brukes til å håndtere vedlikeholdsdata.

FIG. 4a er en avbildning av et skjermbilde for en Internett-inngangsportal til et datasystem som gjør bruk av oppfinnelsens gjenstand.

- 15 FIG. 4b er en avbildning av et skjermbilde for et interaktivt kart som brukes i et datasystem som gjør bruk av oppfinnelsens gjenstand.

FIG. 4c er en avbildning av et skjermbilde for en forfalt eller planlagt vedlikeholdsmodul.

- 20 FIG. 4d er en avbildning av et skjermbilde for en vedlikeholds- og delehåndboksmodul som brukes i et datasystem som gjør bruk av oppfinnelsens gjenstand.

- 25 FIG. 4e er en avbildning av et skjermbilde for en datafangstmodul som viser driftsdata og nyttelevetidsdata, og som brukes i et datasystem som gjør bruk av oppfinnelsens gjenstand.

FIG. 4f er en avbildning av et skjermbilde for en reservedelsmodul som brukes i et datasystem som gjør bruk av oppfinnelsens gjenstand.

- 30 FIG. 5 er et diagram som viser hovedtrekkene i en forenklet nyttelevetidsanalyse for komponenter, basert på en teoretisk driftsprofil og antatte driftsbetingelser.

FIG. 6 er et diagram som viser hovedtrekkene i en forenklet nyttelevetidsanalyse for komponenter, basert på en virkelig driftsprofil og virkelige driftsbetingelser.

5 FIG. 7 er en grafisk fremstilling som sammenligner faktisk komponentutnyttelse mot en teoretisk profil for komponentutnyttelse.

FIG. 8 er en grafisk fremstilling av en komponentutnyttelsesprofil for en første komponent.

10 FIG. 9 er en grafisk fremstilling av en komponentutnyttelsesprofil for en andre komponent.

FIG. 10 er en grafisk fremstilling av en komponentutnyttelsesprofil for en tredje komponent.

15

FIG. 11 er et skjematisk blokkdiagram som viser en annen utførelse av systemet ifølge den foreliggende oppfinnelse.

FIG. 12 er et dataflytskjema som viser enkelte databehandlings-komponenter i brukerstedsdatamaskinen i systemet på FIG. 11.

20

FIG. 13 er et annet dataflytskjema som viser enkelte databehandlings-komponenter i systemet på FIG. 11.

25 FIG. 14 er ytterligere et dataflytskjema som viser enkelte databehandlingskomponenter i brukerstedsdatamaskinen i systemet på FIG. 11.

FIG. 15 er et flytskjema som viser de trinn som er involvert når systemet på FIG. 11 brukes til å samle inn og analysere data.

30 FIG. 16 er en tabell over typiske parametere som måles og logges for en slampumpe.

FIG. 17 viser i øvre del noen konstanter som brukes ved beregning av beregnede parametere, og i nedre del en tabell over typiske beregnede parametere for en slampumpe.

5 FIG. 18 viser en tabell som inneholder grenseverdiene for enkelte kritiske parametere.

FIG. 19 viser en skjermutskrift inneholdende en tabell med målinger som er gjort for en slampumpe.

10 FIG. 20 viser en skjermutskrift inneholdende et diagram som viser strømmen fra en slampumpe, med strøm plottet som en funksjon av tid.

FIG. 21 viser en skjermutskrift inneholdende et diagram som viser utløpstrykkfordelingen mot pumpens rotasjonshastighet.

15

FIG. 22 viser et eksempel på et typisk arbeidsdiagram for en slampumpe, hvor dette viser fordelingen av pumpeutnyttelsen.

FIG. 23 viser en skjermutskrift inneholdende et diagram over en slampumpes driftstimer.

20

FIG. 24 viser en skjermutskrift inneholdende et diagram som viser bruken av en slampumpe, med minuttvis rapportering.

FIG. 25 viser en kurve som viser dreiemomentet til to motorer A and B som driver pumpen i et tidsrom fra klokken 01:00, hvor man ser at det oppstod en stans i pumpen klokken 02:15.

25

A. Konstruksjon av utstyr og komponenters nyttelevetid:

Når sofistikert utstyr skal konstrueres, blir det ofte definert med en planlagt nyttelevetid for hele utstyrsenheten. I realiteten må utformingen ta i betraktning nyttelevetiden til et mangfold av utstyrskomponenter. For komponenter som er av avgjørende betydning for nyttelevetiden, foreligger det vanligvis nyttelevetidsdata fra en produsent eller en annen

30

- kilde som er i besittelse av faktiske testdata for nyttelevetid og/eller teoretiske
 projeksjoner som er utledet fra faktiske data om nyttelevetid. Nyttelevetid er typisk
 spesifisert for én eller flere nærmere angitte, antatte driftsbetingelser. En
 driftsbetingelse kan spesifiseres i form av et trinn, som for eksempel hastighet eller
 5 belastning, og en varighet for opprettholdelse av denne hastigheten eller belastningen
 og/eller en distanse for opprettholdelse av arbeidsintensiteten, men kan også innbefatte
 andre driftsbetingelser som for eksempel miljøfaktorer som kan ha en innvirkning på
 nyttelevetiden, f.eks. arbeidstemperatur, fuktighet, eventuelle korroderende midler eller
 partikkelstoffer som er tilstede. En komponents teoretiske nyttelevetid under de antatte
 10 driftsbetingelser kan så uttrykkes i timer, dager eller et annet langt tidsrom. Typisk vil
 det som konstruksjonsveiledning foreligge en graf eller et grafsett som viser effekten av
 belastning, hastighet eller andre driftsbetingelser på nyttelevetiden (eller denne kan
 utarbeides på grunnlag av eksisterende data og teoretisk eller empirisk utledede
 formler). I noen tilfeller kan det være behov for å gjennomføre tester for å få på plass
 15 nøyaktige nyttelevetidsdata for en utstyrskomponent. Uansett kilde vil
 utstyrskonstruktører typisk ha pålitelige data som viser forholdet mellom et spekter av
 driftsbetingelser og varigheten eller repetisjoner av disse betingelser, og nyttelevetiden
 for en komponent som kan være valgt i den opprinnelige utformingen.
- 20 Problemet med nyttelevetid er ikke spesielt vanskelig når man kun må ta hensyn til en
 enkelt komponent som arbeider på én eller et lite antall måter. Men i kompliserte
 systemer som utfører forskjellige arbeidsoperasjoner, er det vanskeligere å fastslå
 nyttelevetiden. Én teknikk som er kjent blant utstyrskonstruktører, er å definere en
 driftsprofil. En driftsprofil angir bestemte arbeidsoperasjoner som utstyret vil utføre, og
 25 bestemmer hvilke nøkkelkomponentene som er involvert i hver operasjon, og hvordan
 disse vil bli brukt i denne operasjonen. En driftsprofil kan beskrives for en forventet
 (eller dimensjonerende) total nyttelevetid for aktuelt utstyr. Følgende kan for eksempel
 definere en driftsprofil for et forankringssystem brukt på en oljeplattform til havs:

Situasjon nr.	Arbeidsoperasjon

1	Heve 4000 fot kjetting pluss 10 tonn anker fra havbunnen
2	Gi ut 4000 fot kjetting med anker på arbeidsbåt
3	Hale inn 4000 fot kjetting med anker på arbeidsbåt
4	Gi ut 8000 fot ståltau med anker på arbeidsbåt
5	Hale inn 8000 fot kjetting med anker på arbeidsbåt
6	Ankerplassering på kjetting (300 fot + 100 fot)
7	Ankerplassering på ståltau (500 fot + 100 fot)
8	200 fot riggvandring kjetting
9	400 fot riggvandring på ståltau

Denne driftssyklusen kan defineres for en total beregnet levetid på 25 år med seks riggbevegelser i året og tolv riggvandringer i året.

- 5 Som et alternativ kan driftsprofilen beskrives ut fra hvilke funksjoner utstyr har, og hvor stor del av et hvilket som helst gitt tidsrom utstyret vil utføre hver arbeidsoperasjon eller ingen operasjon. For en kran kan man for eksempel bruke følgende driftsprofil:

Kranfunksjon	% utnyttelse
Kranarm heise opp	7,5
Kranarm heise ned	7,5
Kranarm svingbevegelse - akselerasjon	3
Kranarm svingbevegelse – løpende	9
Kranarm svingbevegelse - retardasjon	3

Hovedfall heise opp	7
Hovedfall heise ned	3
Hjelpefall heise opp	18
Hjelpefall heise ned	7
Hurtigfall heise opp	7,5
Hurtigfall heise ned	7,5
Uvirksom	20

Idet det henvises til det første driftsprofileksempellet, kan en forankringssystemkonstruktør, når en slik driftsprofil er definert, så avgjøre hvilke nøkkelkomponenter (vinsjer, transmisjonssystemer, aksler, lagre, ståtau etc.) som er involvert i hvert tilfelle/hver situasjon, og hvilke driftsbetingelser som kreves for hver av nøkkelkomponentene i hver driftssituasjon. De fleste komponenter vil være involvert i flere enn én situasjon, og kan drives ved forskjellige driftsbetingelser i de ulike situasjoner. Dette gjør det mulig å beregne driftsprofilkravene til hver utstyrskomponent for den antatte driftsprofil og den totale beregnede levetid. Konstruktøren kan så velge ut komponenter med nyttelevetidskarakteristika som gjør det mulig å bruke denne komponenten i den antatte driftssyklus i det minste gjennom den totale forventede levetid. I noen tilfeller kan det være at de tilgjengelige utstyrskomponenter ikke passer nøyaktig med den totale beregnede levetid, og det kan velges en komponent som man ser vil ha en nyttelevetid som under den antatte driftsprofil vil være lengre enn den totale beregnede levetid. I andre tilfeller kan en komponent være utilgjengelig eller være for kostnadskrevende dersom den må oppfylle den totale beregnede levetid uten utskiftning. I dette tilfelle kan man beregne en komponents nyttelevetid under den antatte driftsprofil (som inkluderer de antatte driftsbetingelser) og planlegge utskiftning av en slik komponent med visse mellomrom i løpet av den totale nyttelevetiden.

De faktiske driftsbetingelser for utstyret kan imidlertid være strengere eller mildere enn den driftsprofil som forutsettes for den opprinnelige konstruksjonen. Dette har flere konsekvenser for den som eier eller driver utstyret. Det kan bli nødvendig med vedlikehold av komponenter tidligere eller senere enn det som opprinnelig var planlagt.

- 5 Enkelte komponenter som det ikke var forventet at ville kreve vedlikehold i løpet av den beregnede levetid, vil kreve vedlikehold der hvor driftsprofilen er strengere enn den driftsprofil som ble brukt i den opprinnelige konstruksjonen. Det er mye bedre å utføre slikt vedlikehold på planmessig måte enn å måtte utføre omgående vedlikehold midt i det som var planlagt å skulle være en periode med produktiv bruk av utstyret (og som
- 10 nå må avbrytes), eller at utstyret svikter. Det sistnevnte kan forårsake skade på personer eller utstyr og medføre tap som er langt alvorligere enn bare det at man ikke kan bruke utstyret.

- Tidligere måter å løse denne situasjonen på består blant annet i å ganske enkelt
- 15 observere hvordan utstyret fungerer og gripe inn når man ser at utstyret svikter eller er i ferd med å svikte. Alternativt kan det i noen situasjoner brukes en føler som merker når en utstyrskomponent er i ferd med å svikte, for eksempel fordi den blir deformert eller krever større betjeningskraft enn vanlig, eller de karakteristiske data endrer seg på annen måte. Slike fremgangsmåter kan utsette vedlikeholdet til det er behov for det,
- 20 men de kan også føre til at utstyr drives til et punkt hvor det svikter eller nesten svikter, noe som vil nødvendiggjøre en umiddelbar, ikke planlagt nødstands i driften.

B. Sammenfatning av den foreliggende oppfinnelse:

- Den foreliggende oppfinnelse søker å redusere eller unngå slike ikke planlagte intervensjoner og på planmessig måte gjennomføre utskiftninger av
- 25 utstyrskomponenter, selv i situasjoner hvor den driftsprofil som faktisk er i bruk, ligger forholdsvis langt fra den driftsprofil som ble brukt i den opprinnelige beregningen av total nyttelevetid.

- FIG. 1 er et skjematisk blokkdiagram som viser elementene i et datafangst- og
- 30 administrasjonssystem i henhold til den foreliggende oppfinnelse. Systemet er beregnet å skulle administrere komponentutskiftning for én eller flere utstyrsenheter. FIG. 1 viser

en kran 300 og et vinsje- eller forankringssystem 400 som eksempler; systemet kan ta hånd om andre typer utstyr og flere enn to utstyrsenheter.

Som vil fremgå av den etterfølgende diskusjon, vil systemet overvåke og samle inn data fra arbeidsoperasjoner som utføres av utstyret. Nærmere bestemt vil systemet overvåke og samle inn data fra arbeidsoperasjoner som utføres av enkeltkomponenter som utgjør det samlede utstyr. Systemet kan gi sanntidstilgang til operasjoner som utføres av utstyret og komponentene i dette. Systemet gjør det mulig å sammenligne de faktiske driftsbetingelser som utstyret utsettes for, direkte med de opprinnelige, teoretiske driftsprofiler som utstyrskonstruktørene brukte som beregningsgrunnlag. Systemet kan så analysere forskjellene mellom faktisk og teoretisk driftsprofil, opparbeide informasjon for å justere de opprinnelige projeksjoner for nyttelevetid, og planlegge vedlikeholdet ifølge dette. Systemet bruker analysen for å fastlegge hvor mye av komponentens nyttelevetid som er brukt opp på det tidspunkt driftsbetingelsesdataene samles inn.

Som vist på FIG. 1, innbefatter systemet et kommunikasjonsnett 10 og et datasystem 40 med en utskriftsinnretning 22 (som for eksempel en skriver) og en terminal 30 for vedlikeholdssjefen. Systemet innbefatter videre terminaler 50, 52 for utstyrsoperatør/eier, to følerdatalinjer 304 (for kran 300) og 404 (for vinsj 400), som begge har flere korresponderende følerinnganger 302, 402 (for enkelhets skyld er det kun vist tre innganger for hver av kran 300 og vinsj 400, selv om det kan plasseres mange flere følere på utstyret for å levere inndata) som er knyttet til bestemte komponenter og deres driftsparametere i kran 300 og vinsj 400.

Datamaskinen 40 innbefatter en prosessor 100 med et operativsystem, innretninger 110 for kommunikasjonsstyring, og brukerorientert programvare 120. Programmene 120 har tilgang til en database 200 som omfatter filer for driftsbetingelsesdata 210, driftsprofiler 220, manualer/vedlikeholdsinformasjon 230, og bestillingsinformasjon 240, samt andre opplysninger som kan brukes av systemet.

Innretningene 110 for kommunikasjonsstyring kommuniserer med et kommunikasjonsnett 10 (som kan være et offentlig datanett som for eksempel Internett,

eller et privat nettverk) via et kommunikasjonsledd 12. Datamaskinen 40 står i forbindelse med vedlikeholdssjefens terminal 30 og utskriftsinnretningen 20 via henholdsvis kommunikasjonsledd 22 og 32. Operatør-/eierterminalene 50, 52, som kan gjøre bruk av en nettleser for å få tilgang til et nettsted som understøttes av datamaskin 5 40, er koplet til kommunikasjonsnett 10 via henholdsvis kommunikasjonsledd 24 og 26. Utstysoperatør-/eierterminalene 50, 52 lar operatøren/eieren få tilgang via en Internett-portal til "sanntids"-operasjonene i utstyret og arkivdatafiler for vedlikehold som genereres av systemet. De funksjoner som en operatør/eier kan få tilgang til ved Internett-portalen, beskrives nærmere i avsnitt C i denne patentbeskrivelse.

10

Følerinnganger 302 er plassert på kranen 300 for å overvåke driftsbetingelsene i nøkkelkomponenter som for eksempel svinglageret, containerringlager, vinsjer, kranarm etc. I forbindelse med kranen 300 kan følerinngangene 302 for eksempel innbefatte: En 15 dreievinkelføler som måler kranarmens radialforskyvning, en føler for kranarmvinkel (dvs. et inklinometer (hellingsmåler)) som måler kranarmens hellingsforskyvninger og kranarmvinkler; og en belastningsføler som måler belastningen i bakre benkonstruksjon (med kjennskap til kranens geometri kan systemet regne om avlesningen fra føleren til en ekvivalent belastning på rullegangsringen eller svinglageret). Tilsvarende er følerinnganger 402 plassert på vinsjen 400 for å overvåke driftsbetingelsene i 20 nøkkelkomponenter som for eksempel trommel, trommellager, trommelspoleinnretning, etc.

Følerinngangene 302, 402 kommuniserer driftsbetingelsesdata til sine respektive følerdatalinjer 304, 404. Følerdatalinjene 304, 404 sender driftsbetingelsesdata videre til 25 datamaskinen 40 via innretningene 110 for kommunikasjonsstyring i datamaskinen 40 via kommunikasjonsnett 10. I én utførelse benytter følerdatalinjene 304, 404 eksisterende PLCer på utstyret og tilleggsprogrammer på PLCene for å innhente data fra følerinngangene 302, 402. Disse dataene formateres ved bruk av XML (extensible markup language) eller en tilsvarende standard og sendes så til eller brukes i fellesskap 30 med en PC eller en annen prosessor som er programmert og konfigurert for å bruke TCP/IP (transmission control protocol/Internet protocol) eller andre datatransmisjonsprotokoller til å oversende data via kommunikasjonsnett 10 til

datamaskin 40. Dermed kan utstyret 300, 400 plasseres fjernt fra eller til og med lang borte fra datamaskinen 40. Brukerprogrammene 120 mottar og lagrer innkommende driftsbetingelsesdata i driftsbetingelsesdatafiler 210 i databasen 200.

Driftsbetingelsesdataene er dermed tilgjengelige for analyse, herunder videre

- 5 behandling som muliggjør sammenligning med og bruk i komponentslitasjemodellene som defineres i driftsprofilene 220, hvilket forklares i den etterfølgende diskusjon som retter seg mot FIG. 2.

FIG. 2 er et logikkskjema som viser prosessene 1200 som utføres av

- 10 brukerprogrammene 120 med hensyn til driftsbetingelsesdataene og driftsprofilene. Før prosessen kan utføres må de relevante driftsprofiler 220 fra den opprinnelige konstruksjonsberegningen og eventuelle hjelpedata som ble brukt for å analysere komponentens nyttelevetid ved ulike driftsbetingelser, lastes inn. Disse dataene koordineres med og brukes av brukerprogrammene 120. Som vist på FIG. 2, starter
- 15 prosessen 1200 med en start/vent-tilstand 1202. Når prosessen 1200 startes, spør den om det foreligger nye driftsbetingelsesdata 1204 (dvs. om det er mottatt nye driftsbetingelsesdata fra følerinn ganger 302, 402). Dersom de nye driftsbetingelsesdata ikke foreligger, vil prosessen 1200 avgjøre om det er behov for en tilstandskontroll av følerne 1206. Denne kontrollen utføres for å avgjøre om det manglende mottak av nye
- 20 driftsbetingelsesdata skyldes en funksjonssvikt i en føler. Dersom det er behov for å kontrollere føler tilstanden, utfører prosessen 1200 tilstandskontrollen av følerne og rapporterer resultatet 1208. Prosessen går så tilbake til start/vent-modus 1202.

Dersom prosessen 1200 konstaterer at det foreligger nye driftsbetingelsesdata 1204, blir

- 25 de nye driftsbetingelsesdata mottatt og lagret 1210 i systemets database 200. Prosessen 1200 avgjør så om det foreligger en forespørsel om sanntidsanalyse for utstyret 1212. Dersom dette ikke er tilfellet, avgjør prosessen om det er tid for en planlagt, periodisk analyse 1214. Dersom det ikke er tid for en periodisk analyse, går prosessen 1200 tilbake til stat/vent-modus 1202. Dersom det er tid for en periodisk analyse (man
- 30 befinner seg f.eks. i slutten av en nærmere angitt overvåkningsperiode for en bestemt utstyrsenhet, som for eksempel en dag, uke, måned etc.), får prosessen 1200 tilgang til

driftsbetingelsesdataene for den spesifikke utstyrsenhet og gjør i stand dataene for sammenligning og analyse 1216.

Dersom prosessen 1200 avgjør at det foreligger en forespørsel om sanntidsanalyse for utstyret 1212, setter prosessen 1200 direkte i gang med å få tilgang til

5 driftsbetingelsesdataene for utstyret og gjør dataene klare for sammenligning og analyse 1216. Prosessen 1200 går så inn i utstyrets driftsprofil og sjekker om det foreligger nye vedlikeholdsoppdateringer 1218 som er kommet til i det siste og kan innvirke på driftsprofilanalysen. Prosessen 1200 gjennomfører så en sammenligning og analyse av driftsbetingelsesdata mot utstyrets driftsprofil 1220.

10

Som beskrevet i avsnitt D av denne patentbeskrivelse, er driftsprofilen en del av det opprinnelige konstruksjonsprosessen, og brukes til å velge ut de opprinnelige komponenter og utarbeide en teoretisk nyttelevetid for hver nøkkelkomponent under antatte driftssituasjoner og driftsbetingelser. Man kommer tilbake til driftsprofilen og dens antatte driftsbetingelser, samt de i den opprinnelige konstruksjonsberegningen antatte nyttelevetidsdata for komponenten, i sammenlignings- og analysetrinn 1220 for å kunne korrigere forutsigelsene om komponentens nyttelevetid og eventuelle tilsvarende vedlikeholdsplaner, etter at det er blitt samlet inn en del opplysninger om faktiske driftsbetingelser.

20

Proessen 1200 avgjør så om det foreligger kritiske nyttelevetidsresultater for noen komponenter 1222 (dvs. om det finnes komponenter som har nådd eller snart vil nå slutten av sin nyttelevetid og umiddelbart har behov for vedlikehold eller utskiftning).

Dersom dette ikke er tilfellet, setter prosessen 1200 opp nyttelevetidsresultater og planer 25 for ønsket vedlikehold 1224. Dette innbefatter utarbeidelse av elektroniske og/eller papirrapporter som inneholder driftsbetingelser, nyttelevetid og anbefalinger for langsiktige og kortsiktige vedlikeholdsplaner pr. komponent. Prosessen 1200 avgjør så om det eventuelt er spesifisert automatisk bestilling 1226 av noen komponenter.

Dersom det ikke er spesifisert noen automatisk bestilling, sender prosessen 1200 en 30 melding om planlagt ettersyn og bestillingsforespørsel 1228 til eier/operatør av utstyret og eventuelle parter som er involvert i vedlikeholdstjenesten. Dette får de relevante personer til å bestille de nødvendige komponenter. Dersom det er spesifisert en

automatisk bestilling, vil prosessen 1200 sørge for at komponentene blir anskaffet og sendt, og for at det blir utført vedlikehold etter en plan 1230 som er generert av systemet.

5 Dersom prosessen 1200 avgjør at det foreligger kritiske nyttelevetidsresultater for en komponent 1222, vil prosessen 1200 sende ut en fremskyndet rapport (f.eks. e-post til terminaler 50, 52; telefaks; meldinger tilbake til følerdatalinjer 304, 404) og planlegge nødtersyn 1232 gjennom kontakt med vedlikeholdspersonale og eier/operatør av utstyret. Prosessen 1200 vil så sørge for at komponentene blir anskaffet og sendt, og at det blir utført vedlikehold etter en plan som er generert av systemet 1230. Prosessen 10 1200 oppdaterer deretter vedlikeholdsloggen på grunnlag av melding om fullført vedlikehold 1234. Prosessen 1200 går så tilbake til start/vent-modus 1202.

FIG. 3 illustrerer en prosess 1300 for å legge vedlikeholdsinformasjon inn i systemet. Vedlikehold kan innvirke på beregninger av nyttelevetid når en reservedel legges inn i 15 analysen. Dette er fordi en ny komponent ikke har en historie som innbefatter tidligere driftsbetingelser. I tillegg kan en ny komponent eventuelt ha en annen teoretisk nyttelevetid ved de antatte driftsbetingelser.

Proessen 1300 initialiserer vedlikeholdsloggen på grunnlag av utstyrskonfigurasjon 20 1302. Prosessen 1300 venter så på periodiske eller særskilte vedlikeholdsrapporter for utstyr 1304, f.eks. inndata fra terminaler 50, 52 dersom vedlikehold registreres av eier/operatør, eller fra terminal 30 dersom det registreres av den som betjener systemet på FIG. 1.

25 Deretter avgjør prosessen 1300 om det foreligger nye data i vedlikeholdsloggen 1306. Dersom dette ikke er tilfellet, fortsetter prosessen 1300 å vente på vedlikeholdsrapporter for utstyret 1304. Dersom det foreligger nye data i vedlikeholdsloggen, lagrer prosessen 1300 vedlikeholdsloggdataene med de omtalte komponenter i en bestemt utstyrskonfigurasjon som har gjennomgått vedlikehold 1308.

30

Proessen 1300 vil så avgjøre om dataene i vedlikeholdsloggen har noen innvirkning på nyttelevetidsdataene for noen av komponentene 1310. Dersom ikke, vil prosessen igjen

avvente vedlikeholdsrapporter for utstyret 1304. Dersom dataene i vedlikeholdsloggen har en innvirkning på noen av komponentenes nyttelevetidsdata, vil prosessen 1300 oppdatere komponentens nyttelevetidsdata og eventuelle berørte driftsprofiler for å gjenspeile vedlikeholdet 1312, herunder eventuelle endringer i datafilene for

5 komponentens nyttelevetid. Deretter vil prosessen 1300 igjen avvente vedlikeholdsrapporter for utstyret 1304.

C. Funksjoner som er tilgjengelige via Internettportalen:

I én utførelse kan operatør/eier, vedlikeholdspersonell eller tjenesteleverandøren få

10 tilgang til systemet online via Internett. Dermed kan personen som går inn i systemet, gå inn gjennom en Internettportal (se FIG. 4a) som er utformet i et modulformat som omfatter standard nettbasert protokolloppbygning. Internettportalen gir tilgang til moduler som gjelder det utstyr som er tilknyttet systemet. Modulene er tilgjengelige via flere navigasjonsveier for hvilket som helst utstyr som er tilknyttet systemet. I én

15 utførelse innbefatter modulene en vedlikeholdsmodul, en modul for vedlikeholds- og delehåndbok, en dataloggmodul, en reservedelsmodul og en modul med kart over utstyrs plassering.

I én utførelse vil eier/operatør kunne få tilgang til et interaktivt verdenskart eller kart

20 over en del av verden online, som vist på FIG. 4b. Kartet vil vise hvor det av eiers/operatørs utstyr som administreres av systemet, befinner seg. Ved å klikke på ønsket sted eller utstyr får eier/operatør, ut fra de valg som er gjort, tilgang til modulene og/eller data for hver utstyrsenhet. Alternativt kan det øverst vises en kundetilpasset, dynamisk utformet meny basert på hver eier/operatørs utstyrsliste. Rullegardinmenyer

25 tar eier/operatør rett til modulene for hver utstyrsenhet. Systemet kan ved bruk av standard nettstedsoppbygning tilpasses for å ivareta hver eier/operatørs arbeidsoperasjoner.

Vedlikeholdsmodulen er utformet slik at det er lett å få tilgang til vedlikeholdsjournaler

30 via nettportalen. Hver person (med tilgang til Internett) som logger seg på systemet, vil ha et unikt passord som vil gi forskjellige tilgangstrinn. En person eller personer som gjennomfører selve vedlikeholdet av utstyret, kan for eksempel kun ha tilgang til

inndataarket for registrering av kontrolltidspunkt og data. Deres sjef vil ha tilgang til neste rapportnivå, som viser vedlikeholdshistorie. Hvert tilgangstrinn eller –nivå styres av påloggingspassordet.

- 5 Hver utstyrsenhet på kundens beholdningsliste har et planlagt vedlikeholdsintervall som lastes inn i systemet. Systemet gir automatisk melding om vedlikeholdoppgaver som står for tur, og når disse skal utføres. Skjermen med forsinkede eller planlagte vedlikeholdoppgaver som vises på FIG. 4c, illustrerer den type data som vil kunne være tilgjengelig for vedlikeholdssjefen slik at han på en effektiv måte skal kunne
- 10 planlegge vedlikeholdsarbeidet.

- Så snart vedlikeholdet er ferdig, blir dataene lastet inn i systemet og er tilgjengelig online for enhver person med sikkerhetstilgang til denne delen av modulen. Alle vedlikeholdsjournaler holdes oppdatert og gjør det mulig å få ”sanntids”-tilgang og å
- 15 planlegge forebyggende vedlikehold.

- Modulen for vedlikeholds- og delehåndbok gir ”sanntids”-tilgang til de sist oppdaterte dokumenter. Disse håndbøker oppdateres periodisk på systemet og sendes til en eier/operatørs hovedkontor for distribusjon til utstyrsenheten. Online tilgang til
- 20 håndbøkene, som vist på FIG. 4d, gir vedlikeholdspersonell og operatører umiddelbar tilgang til oppdateringer av serviceendringer og sikkerhetsfunksjoner for utstyret som administreres av systemet.

- Datafangstmodulen gir tilgang til historisk informasjon som i detalj viser den faktiske
- 25 belastning eller andre driftsbetingelser som gjennom utstyrskomponentens levetid er registrert for hver av de overvåkede komponenter i utstyrsenheten. Disse registrerte data sammenlignes med teoretiske dimensjonerende faktorer (konstruksjonsprofiler), og disse sammenligninger brukes til å forutsi forebyggende vedlikeholdsplaner for den overvåkede komponent. Som vist på FIG. 4e, kan dataloggmodulen også gjøre bruk av
- 30 driftsbetingelsesdata for å lage en tabell over og summere den totale gjennomstrømning/produksjonskapasitet i en enkelt utstyrsenhet, noe som gir informasjonsgrunnlag for planlegging, produksjonsplaner og vedlikeholdsplaner.

Reservedelsmodulen gir tilgang til delehåndbøker og tegninger. Som vist på FIG. 4f, er stykklisten tilgjengelig online sammen med tilhørende tegningsliste. Enkeltdelen kan identifiseres online, og det kan oppgis lagerstatus, pris og levering. Komponentene kan bestilles online.

D. Forenklete eksempler på beregning av en komponents teoretiske og faktiske nyttelevetid:

Det vil nå bli gitt et sterkt forenklet eksempel på prosessen med å beregne en komponents teoretiske og faktiske nyttelevetid for enkeltkomponenter i utstyr X (f.eks. en kran, vinsj, lasteapparat etc.). Selv om slitasje på en komponent er en funksjon av mange faktorer som for eksempel kraft, dreiemoment, forskyvningshastighet, akselerasjon, retardasjon, temperatur, korrosjon, partikler, overflatebehandling, smøring, friksjon etc., er komponentslitasje for enkelhets skyld i det etterfølgende eksempel sidestilt med arbeidet (dvs. kraft eller dreiemoment multiplisert med forskyvning) som utføres av utstyret.

Generelt planlegger prosessen ifølge oppfinnelsen i utgangspunktet vedlikehold for utstyr X på grunnlag av antatte driftsprofiler som baserer seg på antatte driftsbetingelser. Når utstyr X starter sitt driftsliv, samles driftsbetingelsesdata inn av systemet. De innsamlede data brukes til å justere utstyrets X teoretiske driftsprofiler. De justerte driftsprofiler brukes så til å justere vedlikeholdsplanene for utstyret. De justerte driftsprofiler brukes også til å regne ut hvor mye av utstyrets levetid som er brukt opp frem til dette tidspunkt. De justerte driftsprofiler brukes også til å anslå gjenværende forventet levetid for utstyret.

Som man kan forstå fra følgende eksempel, kan de faktiske driftsbetingelser forkorte eller forlenge den faktiske nyttelevetiden til utstyret og utstyrskomponenten i forhold til den opprinnelig antatte nyttelevetid for utstyret og utstyrskomponenten, avhengig av om de faktiske driftsbetingelser er mildere eller strengere enn opprinnelig antatt. Som man kan utlede fra ovennevnte tegninger og diskusjon, og som vil fremgå tydeligere av den etterfølgende diskusjon, gjør systemet og prosessen ifølge den foreliggende oppfinnelse

det mulig å automatisk oppdatere den forutsagte utstyrslevetid og vedlikeholdsplanene ut fra sanntidsdriftsdata for utstyr X. Det forenklete eksempel er som følger:

5 FIG. 5 viser en eksempelvis, men sterkt forenklet, analyse av en antatt driftsprofil, delt opp i komponenter for utstyr X (f.eks. en kran, ankerspill, lasteinnetning etc.). Som vist på FIG. 5, har utstyr X komponenter A, B og C.

Ved beregning av en antatt driftsprofil antar en utstyrskonstruktør først en utstyrslevetid for det aktuelle utstyr. For dette eksempel er den antatte utstyrslevetid for utstyr X 25 år.
10 Konstruktøren gjør deretter en antagelse når det gjelder antallet og typen arbeidsoperasjoner (dvs. driftssituasjoner og repetisjoner av disse) utstyr X vil gjennomgå i løpet av sin antatte utstyrslevetid. Hver driftssituasjon antas å være en bestemt type arbeidsoperasjon ved et bestemt belastningsnivå og et bestemt forskyvningsnivå.

15 Som angitt på FIG. 5, antas utstyr X å komme i tre ulike driftssituasjoner (Driftssituasjon 1, 2 og 3) i løpet av sin antatte utstyrslevetid. Man antar at utstyr X vil utføre N1 (f.eks. 100) "Driftssituasjon 1"-operasjoner, N2 (f.eks. 50) "Driftssituasjon 2"-operasjoner og N3 (f.eks. 125) "Driftssituasjon 3"-operasjoner i løpet av de 25 år
20 som er utstyr Xs antatte levetid.

For utstyr X vil Driftssituasjon 1 få Komponent A (f.eks. roterende aksel) til å rotere 10 radianer ved et dreiemoment på 100 ft.lbs og Komponent B til å forskyves 5 fot mot en kraft på 10 pund. Komponent C (f.eks. en blokkskive) er ikke involvert i Driftssituasjon
25 1. Hver forekomst av Driftssituasjon 1 vil dermed utsette Komponent A for et arbeid på C1 (1000) ft.lbs, Komponent B for et arbeid på C2 (50) ft.lbs and Komponent C for et arbeid på C3 (null) ft.lbs. Driftssituasjon 1 antas å forekomme N1 (100) ganger i løpet av utstyrets beregnede levetid på 25 år.

30 For utstyr X vil Driftssituasjon 2 få Komponent B til å forskyves 10 fot mot en kraft på 50 pund og Komponent C til å rotere 20 radianer ved et dreiemoment på 50 ft.lbs. Komponent A er ikke involvert i Driftssituasjon 2. Hver forekomst av Driftssituasjon 2

vil dermed utsette Komponent B for et arbeid på C5 (500) ft.lbs, Komponent C for et arbeid på C6 (1000) ft.lbs og Komponent A for et arbeid på C4 (null) ft.lbs.

Driftssituasjon 2 antas å forekomme N2 (50) ganger i løpet av utstyrets beregnede levetid på 25 år.

5

For utstyr X vil Driftssituasjon 3 få Komponent A til å rotere 15 radianer ved et dreiemoment på 200 ft.lbs, Komponent B til å forskyves 10 fot mot en kraft på 200 lbs og Komponent C til å rotere 30 radianer ved et dreiemoment på 200 ft.lbs. Hver forekomst av driftssituasjon 3 vil dermed utsette Komponent A for et arbeid på C7 (3000) ft.lbs, Komponent B for et arbeid på C8 (2000) ft.lbs, and Komponent C for et arbeid på C9 (6000) ft.lbs. Driftssituasjon 3 antas å forekomme N3 (125) ganger i løpet av utstyrets beregnede levetid på 25 år.

Som vist på FIG. 5, multipliseres arbeidsmengden for hver komponent i hver driftssituasjon med antallet ganger denne driftssituasjonen forekommer. Disse verdier summeres så for hver komponent for å komme frem til komponentens teoretiske komponentutnyttelsesprofil. For eksempel er formelen for komponent As teoretiske komponentutnyttelsesprofil ($TCUP_A$): $(N1 \times C1) + (N2 \times C4) + (N3 \times C7) = TCUP_A$, noe som gir et arbeid på 475000 ft.lbs. Under betingelsene i den antatte driftsprofil vil dermed Komponent A måtte tåle en slitasje/belastning/påkjenning tilsvarende 475000 ft.lbs arbeid for å ha en komponentkonstruksjonsprofil som svarer til utstyrets antatte beregnede levetid på 25 år. Tilsvarende er formelen for Komponent Bs antatte teoretiske komponentutnyttelsesprofil ($TCUP_B$): $(N1 \times C2) + (N2 \times C5) + (N3 \times C8) = TCUP_B$, noe som gir et arbeid på 280000 ft.lbs. Under betingelsene i den antatte driftsprofil vil dermed Komponent B måtte tåle en slitasje/belastning/påkjenning tilsvarende 280000 ft.lbs arbeid for å ha en komponentkonstruksjonsprofil som svarer til utstyrets antatte beregnede levetid på 25 år. Til slutt er formelen for Komponent Cs teoretiske komponentutnyttelsesprofil ($TCUP_C$): $(N1 \times C3) + (N2 \times C6) + (N3 \times C9) = TCUP_C$, noe som gir et arbeid på 800000 ft.lbs. Under betingelsene i den antatte driftsprofil vil dermed Komponent C måtte tåle en slitasje/belastning/påkjenning tilsvarende 800000 ft.lbs arbeid for å ha en komponentkonstruksjonsprofil som svarer til utstyrets antatte beregnede levetid på 25 år.

Så snart de teoretiske komponentutnyttelsesprofiler er utviklet, kan de brukes ved valg av faktiske komponenter. En komponents teoretiske komponentutnyttelsesprofil kan også brukes for en første planlegging av vedlikehold for den aktuelle komponent.

5

Enkelte ganger vil de tilgjengelige komponenter ha slitasje/belastning/påkjenningsdata eller karakteristika som tilsvarer den riktige teoretiske komponentutnyttelsesprofil.

Under disse omstendigheter vil teoretisk komponentlevetid under driftsprofilen være lik den antatte beregnede levetid for utstyret. Denne situasjonen reflekteres på FIG. 5 for

10 Komponent A. Hele slitasje/belastning/påkjenningsdata (WSSR – Wear/Stress/Strain Ratings) (dvs. 475000 ft.lbs arbeid) for den aktuelle Komponent A kan om nødvendig brukes i den valgte beregnede levetid (dvs. den antatte beregnede levetid på 25 år).

Av og til vil det ikke være mulig å finne en komponent som har den WSSR eller

15 karakteristika som tilsvarer den riktige teoretiske komponentutnyttelsesprofil. Den komponent som faktisk velges, kan ha en WSSR eller karakteristika som er vesentlig høyere eller lavere enn den riktige teoretiske komponentutnyttelsesprofil. På FIG. 5 var f.eks. den komponent som faktisk ble valgt som Komponent B, i stand til å tåle slitasje/belastning/påkjenning tilsvarende et arbeid på 392000 ft.lbs. Dermed ville

20 Komponent Bs teoretiske komponentlevetid under den antatte driftsprofil være 35 år. I tillegg er hele denne kapasiteten om nødvendig tilgjengelig i hele den valgte beregnede levetid (dvs. den antatte beregnede levetid på 25 år), siden WSSR for Komponent B er 392000 ft.lbs.

25 Som et eksempel på det motsatte var den komponent som faktisk ble valgt som Komponent C på FIG. 5, kun i stand til å tåle en slitasje/belastning/påkjenning tilsvarende et arbeid på 400000 ft.lbs. Dermed ville Komponent Cs teoretiske komponentlevealder under den antatte driftsprofil være 12,5 år. For å tilfredsstille kravene til valgt beregnet levetid (dvs. 25 år), må det brukes to Komponent C etter

30 hverandre. Den faktiske WSSR for de to Komponent C er dermed 800000 ft.lbs, som om nødvendig er tilgjengelig i hele den valgte beregnede levetid.

FIG. 6 viser et eksempel på en meget forenklet faktisk driftsprofil delt opp i komponenter for utstyr X i en faktisk bruksperiode. Den faktiske bruksperiode i dette eksempel vil være de to første årene utstyr X er i drift.

- 5 Ved beregning av en faktisk driftsprofil innhentes målinger av kraft, dreiemoment og forskyvning fra følere knyttet til de enkelte komponenter A, B og C (se FIG. 1 og 2). Etter hvert som utstyr X utfører en arbeidsoperasjon (dvs. driftssituasjon), registreres de korresponderende måleavlesinger for kraft, dreiemoment og forskyvning.
- 10 Som vist på FIG. 6, har utstyr X utført N1 (10) Driftssituasjon 1-operasjoner i løpet av de to første årene av utstyr Xs driftslevetid. Imidlertid har verdiene for kraft, dreiemoment og forskyvning i den faktiske Driftssituasjon 1 vært forskjellig fra de som ble valgt for den antatte driftsprofil. For eksempel har de faktiske Driftsprofil 1-operasjoner resultert i at Komponent A (f.eks. roterende aksel) har rotert 10 radianer ved et dreiemoment på 200 ft.lbs, og Komponent B (f.eks. en hydraulisk vedder) har flyttet seg 5 fot mot en kraft på 5 pund. Komponent C (f.eks. en blokkskive) var ikke involvert i Driftssituasjon 1. Dermed vil hver forekomst av Driftssituasjon 1 utsette Komponent A for et arbeid på C1 (2000) ft.lbs, Komponent B for et arbeid på C2 (25) ft.lbs, og Komponent C for et arbeid på C3 (null) ft.lbs.
- 20 Som vist på FIG. 6, har utstyr X utført N2 (5) Driftsprofil 2-operasjoner i løpet av de to første år av utstyr Xs driftslevetid. Imidlertid har verdiene for kraft, dreiemoment og forskyvning i den faktiske Driftssituasjon 2 vært forskjellig fra de som ble valgt for den antatte driftsprofil. For eksempel har de faktiske Driftssituasjon 2-operasjoner medført at Komponent B har flyttet seg 5 fot mot en kraft på 25 pund og Komponent C har rotert 20 radianer ved et dreiemoment på 50 ft.lbs. Komponent A var ikke involvert i Driftssituasjon 2. Dermed vil hver forekomst av Driftssituasjon 2 utsette komponent B for et arbeid på C5 (125) ft.lbs, Komponent C for et arbeid på C6 (1000) ft.lbs and Komponent A for et arbeid på C4 (null) ft.lbs.
- 30 Som vist på FIG. 6, har utstyr X utført N3 (12) Driftssituasjon 3-operasjoner i løpet av de to første år av utstyr Xs driftslevetid. Imidlertid har verdiene for kraft, dreiemoment

og forskyvning i den faktiske Driftssituasjon 3 vært forskjellig fra de som ble valgt for den antatte driftsprofil. For eksempel har de faktiske Driftssituasjon 3-operasjoner medført at Komponent A har rotert 25 radianer ved et dreiemoment på 400 ft.lbs, Komponent B har flyttet seg 5 fot mot en kraft på 100 pund, og Komponent C har rotert 5 30 radianer ved et dreiemoment på 200 ft.lbs. Dermed vil hver forekomst av Driftssituasjon 3 utsette Komponent A for et arbeid på C7 (10000) ft.lbs, Komponent B for et arbeid på C8 (500) ft.lbs og Komponent C for et arbeid på C9 (6000) ft.lbs.

Som vist på FIG. 6, multipliseres det faktiske tallet for ft.lbs arbeid pr. driftssituasjon for hver komponent med det faktiske antall forekomster av den aktuelle driftssituasjon hittil (det vil for dette eksempel si det faktiske antall forekomster av den aktuelle driftssituasjon i løpet av de to første år utstyr X er i drift). Disse verdier summeres så for hver komponent for å komme frem til faktisk komponentutnyttelse (ACU – actual component usage) for denne komponenten. For eksempel er formelen når det gjelder 15 Komponent As faktiske komponentutnyttelse (ACU_A): $(N1 \times C1) + (N2 \times C4) + (N3 \times C7) = ACU_A$, noe som gir en verdi på 140000 ft.lbs arbeid.

Som vist på FIG. 5, svarer WSSR for den faktiske Komponent A som er brukt i utstyr X, til Komponent As teoretiske komponentutnyttelsesprofil (475000 ft.lbs). Ved å dele 20 faktisk komponentutnyttelse (140000) på 475000 ser man at ca. 29,5 prosent av Komponent As nyttelevetid er blitt brukt. Dette reflekteres på FIG. 4 og 7.

FIG. 4e er et dataskjerm bilde som viser løftehistorien 500 til en utstyrsenhet (f.eks. en kran) og prosent gjenværende levetid for en komponent (f.eks. svinglager) i utstyret 25 510. FIG. 7 er en grafisk fremstilling (lik den som vises ved 510 på FIG. 4e) som gir en grafisk sammenligning av faktisk komponentutnyttelse og WSSR for hver av de faktiske komponenter i bruk.

Som vist på FIG. 4e, registreres kranens løftehistorie 500 i form av prosent lasteevne 30 505 og dreievinkel 515. Disse faktorer registreres ifølge et tidsstempel 520. Denne informasjonen anvendes i prosessen ifølge oppfinnelsen for å sanntidsjustere driftsprofilen for svinglageret. Etter hvert som driftsprofilen justeres, kan

prosentandelen av svinglagerets levetid som er brukt opp 525, vises på skjermen slik det er vist i grafisk fremstilling 510.

- For å sammenligne faktisk utnyttelsesgrad for Komponent A med den teoretiske
- 5 utnyttelsesgrad som ifølge den antatte driftsprofil skulle ha forekommet i løpet av de to første driftsårene for utstyr X, vises det nå til FIG. 8. FIG. 8 er en grafisk fremstilling av hvordan faktisk komponentutnyttelse er i sammenligning med den antatte utnyttelsesprofil i forbindelse med WSSR for Komponent A.
- 10 Som vist på FIG. 6, beregnes den teoretiske andel av komponentens levetid som skulle vært brukt i løpet av de to første driftsår, ved hjelp av følgende formel: $(TCUP_A / \text{valgt forventet levetid}) \times \text{faktisk antall år i bruk} = \text{teoretisk levetid brukt opp på to år (TLU}_{2y})$. For Komponent A er TLU_{2y} -verdien 38000 ft.lbs og angis på kurven for antatt driftsprofil på FIG. 8 ved hjelp av en sirkel. Siden faktisk komponentutnyttelse på to år
- 15 er 140000 ft.lbs, som på driftsprofilen på FIG. 8 er angitt ved hjelp av en prikk, ser man at Komponent A slites i et vesentlig høyere tempo enn det som ble forutsagt ved hjelp av den antatte driftsprofil. Som reflektert på FIG. 8, svarer faktisk komponentutnyttelse til ca. 7,4 års drift ved det tempo som ligger i den antatte driftsprofil. Følgelig vil Komponent A måtte skiftes ut om vesentlig mindre enn 25 år dersom den faktiske
- 20 utnyttelse holder seg konstant over tid.

- Som vist på FIG. 6, er formelen for faktisk komponentutnyttelse for Komponent B (ACU_B): $(N1 \times C2) + (N2 \times C5) + (N3 \times C8) = ACU_B$, noe som gir en verdi på 6875 ft.lbs arbeid. Som vist på FIG. 5, var WSSR for den faktiske Komponent B som
- 25 benyttes i utstyr X, 392000 ft.lbs. Denne verdien overstiger komponent Bs teoretiske komponentutnyttelsesprofil (280000 ft.lbs). Følgelig benyttes den faktiske WSSR på 392000 i den etterfølgende beregning, fordi denne kapasiteten om nødvendig kan utnyttes gjennom hele den valgte beregnede levetid på 25 år.
- 30 Ved å dele den faktiske komponentutnyttelse (6875) på 392000 ser man at ca. 1,75 prosent av Komponent Bs nyttelevetid er blitt utnyttet. Dette reflekteres på FIG. 7, som

gir en grafisk sammenligning av faktisk komponentutnyttelse med WSSR for hver av de aktuelle komponenter i bruk.

- For å sammenligne faktisk utnyttelsesgrad for Komponent B med den teoretiske utnyttelsesgrad som ifølge den antatte driftsprofil skulle ha forekommet i løpet av de to første år utstyret X var i drift, vises det nå til FIG. 9. FIG. 9 er en grafisk fremstilling av hvordan faktisk komponentutnyttelse kan sammenlignes med den antatte utnyttelsesprofil i forbindelse med WSSR for Komponent B.
- 10 Som vist på FIG. 6, beregnes den teoretiske andel av komponentens levetid som skulle vært brukt i løpet av de to første driftsår, ved hjelp av følgende formel: $(TCUP_B / \text{valgt forventet levetid}) \times \text{faktisk antall år i bruk} = \text{teoretisk levetid brukt opp på to år } (TLU_{2y})$. For Komponent B er TLU_{2y} -verdien 22400 ft.lbs og angis på kurven for antatt driftsprofil på FIG. 9 ved hjelp av en sirkel. Siden faktisk komponentutnyttelse på to år er 6875 ft.lbs, som på driftsprofilkurven på FIG. 9 er angitt ved hjelp av en prikk, forstår man at Komponent B slites i et vesentlig lavere tempo enn det som ble forutsagt ved hjelp av den antatte driftsprofil. Som reflektert på FIG. 9, svarer faktisk komponentutnyttelse til ca. 0,6 års bruk ved tempoet ifølge den antatte driftsprofil. Følgelig vil Komponent B vare mye lenger enn 25 år dersom den faktiske utnyttelse holder seg konstant over tid. I tillegg ser man at Komponent B, som vist på FIG. 9, ville hatt en restkapasitet på ca. 112000 ft.lbs ved utløpet av 25-årsperioden selv om den faktiske komponentutnyttelse var lik den antatte utnyttelsesprofil, fordi den faktiske Komponent B hadde en WSSR på 392000 ft.lbs, mens den teoretiske utnyttelsesprofilen for Komponent B kun stilte krav om 280000 ft.lbs.
- 25 Som angitt på FIG. 6, er formelen for Komponent Cs faktiske komponentutnyttelse (ACU_C): $(N1 \times C3) + (N2 \times C6) + (N3 \times C9) = ACU_C$, noe som gir et arbeid på 77000 ft.lbs Som angitt på FIG. 5, var WSSR for den faktiske Komponent C som brukes i utstyr X, 400000 ft.lbs. Denne verdien er mindre enn Komponent Cs teoretiske komponentutnyttelsesprofil (800000 ft.lbs). Følgelig må det brukes to Komponent C etter hverandre for å oppnå den valgte beregnede levetid på 25 år. Ved å legge sammen WSSR-verdiene for den første og andre Komponent C får man en virkelig, faktisk
- 30

WSSR på 800000. Denne faktiske WSSR brukes i den etterfølgende beregning fordi denne kapasiteten om nødvendig kan utnyttes gjennom hele den valgte beregnede levetid på 25 år.

- 5 Ved å dele den faktiske komponentutnyttelse (77 000) på 800000 ser man at ca. 10 prosent av nyttelevetiden til første og andre Komponent C er blitt utnyttet. Dette reflekteres på FIG. 7, som gir en grafisk sammenligning av faktisk komponentutnyttelse med WSSR for hver av de aktuelle komponenter i bruk.
- 10 For å sammenligne faktisk utnyttelsesgrad for Komponent C med den teoretiske utnyttelsesgrad som ifølge den antatte driftsprofil skulle ha forekommet i løpet av de to første år utstyret X var i drift, vises det nå til FIG. 10. FIG. 10 er en grafisk fremstilling av hvordan faktisk komponentutnyttelse er i sammenligning med antatt utnyttelsesprofil i forbindelse med WSSR for Komponent C.
- 15 Som angitt på FIG. 6, beregnes den teoretiske andel av komponentens levetid som skulle vært brukt i løpet av de to første driftsår, ved hjelp av følgende formel: $(TCUP_C / \text{valgt forventet levetid}) \times \text{faktisk antall år i drift} = \text{teoretisk levetid brukt på to år}$ (TLU_{2y}). For Komponent C er TLU_{2y} -verdien 64000 ft.lbs og vises på kurven for den antatte driftsprofil på FIG. 10 ved hjelp av en sirkel. Siden faktisk komponentutnyttelse på to år er 77000 ft.lbs, som på driftsprofilkurven på FIG. 10 vises ved hjelp av en prikk, ser man at Komponent C slites i et høyere tempo enn det som ble forutsagt ved hjelp av den antatte driftsprofil. Som reflektert på FIG. 10, svarer den faktiske komponentutnyttelse til ca. 2,4 års bruk i tempoet ifølge den antatte driftsprofil.
- 20
- 25 Følgelig vil det være behov for flere enn to av Komponent C for å holde i 25 år dersom den faktiske utnyttelse holder seg konstant over tid.

- Kort sagt brukes den foregående driftsprofilanalyse, som gjør bruk av antatte eller teoretiske driftsbetingelser og tilgjengelige opplysninger om komponenters nyttelevetid under disse forhold, til å velge ut komponenter og sette opp en første, teoretisk plan for vedlikehold og komponentutskiftning. Planen plasseres på systemet, og etter hvert som faktisk driftsbetingelser avleses og innrapporteres, brukes driftsprofilmodellene som
- 30

ble benyttet i den opprinnelige beregningen og i den første, teoretiske plan for vedlikehold og komponentutskiftning, til å oppdatere planen og gjenkjenne forhold som nødvendiggjør vedlikehold av komponenter. Oppdateringen kan enten utføres i sanntid etter hvert som hvert sett med driftsbetingelsesdata rapporteres inn, eller periodisk etter at data er blitt samlet inn i et nærmere angitt tidsrom.

FIG. 11 viser en annen utførelse av den foreliggende oppfinnelse. Den ligner i enkelte aspekter utførelsen på FIG. 1, men er ulik i andre. For fullstendighetens skyld vil utførelsen på FIG. 11 bli forklart i detalj, selv de trekk som ligner utførelsen på FIG. 1.

10

På FIG. 11 angir området 60 de elementer som befinner seg på stedet, dvs. på eller i nærheten av utstyret som overvåkes. Området 61 angir plasseringen av kundens datamaskin, f.eks. hovedkontoret til selskapet som bruker utstyret. Området 62 angir plasseringen av tjenesteleverandørens datamaskin. Tjenesteleverandøren kan være det samme firma som har levert datasystemet og utstyret.

15

På stedet 60 finner man det overvåkede utstyr 63, som i dette eksempel er et toppdrevet rotasjonssystem og i ytterligere et eksempel under en slampumpe, men som kan være en hvilken som helst type utstyr som egner seg for overvåkning. Videre finnes det i område 20 60 en datamaskin 64 og to brukergrensesnitt 65 og 66. Brukergrensesnitt 65 inneholder dokumentasjon av utstyret 63. Dette kan dreie seg om tekniske spesifikasjoner, håndbøker, sertifikater etc. Brukergrensesnitt 66 gir overvåkning av utstyret 63 på brukerstedet og gjør det mulig for operatøren å overvåke ytelse og tilstand for utstyret og tilhørende følere, både på løpende og historisk basis. Brukergrensesnittene 65 og 66 25 står i forbindelse med datamaskinen 64 på brukerstedet via et lokalnett, angitt ved 69. Man kan få tilgang til og se på brukergrensesnittene 65 og 66 på en hvilken som helst nettleser som er koplet til nettverket.

Ved kundedatamaskinen 61 er det også et dokumentasjonsbruker-grensesnitt 67 og et 30 monitorgrensesnitt 68. Disse gir tilgang til i alt vesentlig samme informasjon som grensesnitt 65 og 66. Grensesnitt 67 og 68 står i forbindelse med datamaskinen 64 på

brakerstedet via et nettverk 70, som kan være et privat kommunikasjonsnett, Internett eller en dedikert forbindelse.

5 Ved kundedatamaskinen 61 er det også et brukergrensesnitt 71 som vil bli forklart nærmere i det etterfølgende.

I tjenesteleverandørområdet 62 er det en server 73 (det kan finnes én eller flere, avhengig av behovet). Denne serveren 73 står forbindelse med datamaskinen 64 på brukerstedet via Internett, dedikerte forbindelse 74 eller en annen kommunikasjonsvei.

10 Serveren 73 samler inn ytelsesdata fra utstyret 63 fra datamaskinen 64 på brukerstedet. Serveren 73 samler også inn ytelsesdata fra annet tilsvarende utstyr som eventuelt befinner seg på andre brukersteder (ikke vist). Ut fra disse innsamlede data presenterer serveren 73 samlet og analysert informasjon om den bestemte utstyrstypen. Denne informasjonen gjøres tilgjengelig for kunden gjennom ytelsesmonitor-

15 brukergrensesnittet 71 via en forbindelse 75. Forbindelsen 75 kan være Internett, en dedikert forbindelse eller en annen kommunikasjonsvei.

Kommunikasjonen gjennom forbindelsene 70, 74 og 75 kan foregå gjennom kabler, et hvilket som helst trådløst kommunikasjonssystem, via satellitt eller en annen

20 kommunikasjonsvei. Dersom man benyttet Internett som forbindelsesledd, kreves det kun at datamaskinene på brukerstedet, hos kunden og hos tjenesteleverandøren kan koples til Internett.

På utstyret 63 finnes det ulike følere 76. Disse foretar målinger på utstyret 63 og

25 presenterer disse for datamaskinen 64 på brukerstedet. Denne datamaskinen 64 er fortrinnsvis en datamaskin som er reservert for utstyret 63 og som kan være fysisk tilknyttet utstyret 63, slik at den vil følge utstyret dersom utstyret flyttes til et annet sted. Følgelig kan datamaskinen 64 på brukerstedet også kalles en utstyrsdatamaskin. Datamaskin 64 er konfigurert for å overvåke flere enn én utstyrsenhet, fortrinnsvis flere

30 helt forskjellige typer.

FIG. 12 og 13 viser en mer detaljert fremstilling av overvåkningssystemet ifølge utførelsen på FIG. 11. På FIG. 12 er noen av elementene fjernet sammenlignet med FIG. 13, og vice versa, for å underlette forklaringen av enkelte av aspektene.

- 5 FIG. 12 viser hvordan en ny brukerstedsdatamaskin 64, og følgelig en ny utstyrenhet 63, koples til overvåkningssystemet, og oppstillingen av brukerstedsdatamaskinen. Tjenesteleverandørens server 73 er her delt opp i flere elementer 77-85. Disse vil be forklart i det etterfølgende.
- 10 Hos tjenesteleverandøren er det også en ytelsesmonitorkomponent 86 som er et brukergrensesnitt tilsvarende ytelsesmonitor 71 hos kunden. Det finnes også en analytisk ytelsesmonitorkomponent 87, som er enda et brukergrensesnitt som vil bli forklart nærmere senere. Til slutt er det også en databaseadministrasjons-GUI (grafisk brukergrensesnitt) 88. Dessuten kan det som tilleggsutstyr befinne seg en bedrift-til-
- 15 bedriftserver 89 hos tjenesteleverandøren, hvor denne fungerer som et grensesnitt mot andre kundedatasystemer.

- Administrasjonsdatabase-GUI'en 88 gir tilgang til en database som inneholder detaljert informasjon om alt utstyret som kan koples til overvåkningssystemet, herunder
- 20 brukergrensesnittinformasjon. Under oppretting mottar en administrasjonsdatabasekomponent 81 informasjon om den bestemte utstyrstype som skal koples til. Administrasjonsdatabasekomponent 81 definerer så hvordan originalmålingene vil bli behandlet, slik at presentasjonen av verdiene er hensiktsmessig for videre behandling og analyse og for presentasjon ved brukergrensesnittet. Disse
- 25 definisjoner kan for eksempel være tidsrommet mellom hver gang en måling lagres, glatting av målinger etc. Administrasjonsdatabasen 81 inneholder også korrespondansen mellom en verdi som avleses på utstyret, og parameteren verdien tilhører.

- Administrasjonsdatabasen 81 leverer disse definisjoner til en konfigurasjonsfilgenerator
- 30 79, en informasjonsserver 78 og en generator 77 for lokalt grafisk brukergrensesnitt. Konfigurasjonsfilgeneratoren 79 genererer en konfigurasjonsfil for brukerstedsdatamaskinen 64, og generatoren 77 for lokalt grafisk brukergrensesnitt

genererer et lokalt grensesnitt. All denne informasjonen mates gjennom informasjonsserveren og sendes til brukerstedsdatamaskinen 64.

- Hver gang det gjøres en oppdatering genereres en ny konfigurasjonsfil og/eller et nytt grafisk brukergrensesnitt, som så sendes til brukerstedsdatamaskinen på ovenfor beskrevne måte. Dette gir et enkelt punkt for konfigurasjon av brukerstedsdatamaskinen. Konfigurasjonen kan gjøres direkte mellom tjenesteleverandøren og brukerstedsdatamaskinen. Utgangskonfigurasjonen omfatter følgende elementer:
- 10 valg av utstyr som skal overvåkes
 - valg av type datamaskin for datafangst
 - valg og konfigurasjon av signaler og parametere for dataloggeren i brukerstedsdatamaskinen
 - 15 valg og konfigurasjon av beregninger, filter og loggehyppighet for dataloggeren i brukerstedsdatamaskinen
 - valg og konfigurasjon av kommunikasjonsvei
 - redigering av bedriftens kunnskap/erfaring som skal anvendes i sentralserveren
 - definisjon og oppretting av bedrifts-, anleggs- og brukerkonti
- 20 Administrasjonsdatabasen 81 vil, med grunnlag i inndataene, være den kilde hvorfra man fremskaffer:
- en XML-konfigurasjonsfil som automatisk oppretter alle aspekter av dataloggeren i brukerstedsdatamaskinen ved konfigurasjonsserveren 79
 - en XML-konfigurasjonsfil som automatisk oppretter den lokale monitortjeneste via grensesnittet 66 ved den lokale GUI-generator 77
 - 25 - en XML-konfigurasjonsfil som automatisk oppretter informasjonen i den lokale monitor ved informasjonsserveren 78
 - automatisk konfigurasjon og opprettelse av databasetabeller i kubeene 84
 - automatisk konfigurasjon av datastrømbehandleren 80

Det er hensiktsmessig dersom overføringen av konfigurasjonsfilen og oppbygningen av det grafiske brukergrensesnitt gjøres via Internett, men det er også mulig å gjøre det ved forsendelse av en CD-ROM eller annen type lagringsmedium.

FIG. 15 viser en generell oversikt over brukerstedsdatamaskinen 64. Konfigurasjonsfilen etc. mottas gjennom et nettgrensesnitt 601 og overføres gjennom en inn/ut-innretning 602 og lagres til slutt i en konfigurasjonsdatabase 607. Konfigurasjonsbehandleren vil ved oppdatering av sin database 607 oppdatere alle konfigurerbare parametere deretter (for eksempel parametere i elementer 86, 97, 98 på FIG. 15).

10

Idet det henvises til FIG. 13 vil det bli gitt en forklaring av datastrømmen under overvåkningen av utstyret. I tillegg til de elementer som er vist på FIG. 12, viser også FIG. 13 en utgående kø 92 og en innkommende kø 90, samt en FTP (file transfer protocol - filoverføringsprotokoll)-server 91 og et nettgrensesnitt 93.

15

Måleverdiene fra brukerstedsdatamaskinen 64 mottas av FTP-serveren 91 gjennom nettgrensesnittet 93. Disse dataverdiene legges i den innkommende kø 90.

Datastrømbehandleren 80 er konfigurert for å motta data fra den innkommende kø 90 med jevne mellomrom. I datastrømbehandleren 80 ordnes dataene slik at de presenteres i en rekkefølge som muliggjør midlertidig lagring i måleverdidatabasen 82.

20

Datastrømbehandlerens 80 funksjon vil bli forklart nærmere nedenfor.

En kopi av de data som overføres til måleverdidatabasen 82, lagres også i masselageret 85. Hensikten med dette er for det første å ha en backup, og for det andre å muliggjøre ytterligere databehandling på et senere tidspunkt dersom det utvikles nye beregningsmetoder for utstyrsevaluering.

25

Måleverdiene etterbehandles i etterprosessen 83, noe som innebærer beregning av enkelte beregnede verdier (noen eksempler på disse vil bli vist nedenfor). Deretter vil utvalgte måleverdier og beregnede verdier bli lagret i kubedatabasen 84.

30

Ytelsesmonitoren 86 og den analytiske ytelsesmonitor 87 mottar data delvis fra måleverdidatabasen 82 (for lister i tabellform og rapporter) og delvis fra kubedatabasen 84 (for trendanalyser, historisk oversikt etc.). Hensikten med ytelsesmonitoren 86 er å utføre og presentere enkle analyser for den eller de personer som overvåker utstyret, mens den analytiske ytelsesmonitor 87 presenterer mer kompliserte analyser eller analyser i fritt format. De enkle analyser kan vises for en operatør som må ta en rask avslutning, mens de mer kompliserte analyser kan vises for en person som tar mer strategiske beslutninger. Det er også mulig å bruke kun ett grensesnitt for både enkle og kompliserte analyser.

10

Innsamling av måleverdidata vil nå bli forklart under henvisning til FIG. 15, som skjematisk viser de grunnleggende elementer og komponenter i brukerstedsdatamaskinen 64.

15

Signalene fra følere 76 (FIG. 11) koples til inn/ut-grensesnittet 94. Hver føler har sin egen kanal 95, og måleverdiene lagres i et arbeidslager 97 etter skalering 96 (for å gjøre verdien forenlig med de spesifiserte måleenheter).

20

En loggermodul 98 mottar dataene fra arbeidslageret. Loggermodulen 98 overfører disse data via en tilgangsbuffer 99 til et overføringslager 600. For at dette skal utføres på korrekt måte er loggermodulen 98 blitt oppdatert fra konfigurasjonsbehandleren 604 på hvordan de ulike opplysninger/meldinger skal behandles. Fra overføringslageret 600 overføres dataene til et nettgrensesnitt 601 via en FTP-inn/ut-innretning 602 ved hjelp av en overføringsbehandler 603. Disse data mottas deretter ved nettgrensesnittet 93 hos tjenesteleverandøren. (FIG. 13).

25

30

Dersom en bestemt måling må behandles på en annen måte, vil den aktuelle konfigurasjonsfil bli oppdatert og sendt til lagring hos konfigurasjonsbehandleren 604 på ovenfor beskrevne måte. Konfigurasjonsbehandleren 604 vil så fortelle loggermodulen 98 hvordan den skal behandle målingen, slik at serveren 73 etter oppdateringen vil motta måleopplysningene som forespurt. Oppdateringen kan for eksempel være å måle/registrere en bestemt verdi med lengre eller kortere mellomrom.

Siden konfigurasjonsfilen er lagret på brukerstedet, er ikke systemet avhengig av å være online for at målingene skal bli behandlet på ønsket måte.

5 Det finnes også et lokalt logglager 605. Dette gjør det mulig å lagre data lokalt i tilfelle av et brudd i forbindelsen mellom brukerstedsdatamaskinen 64 og serveren 73. I enkelte tilfeller kan det vise seg vanskelig å oppnå online forbindelse mellom brukerstedsdatamaskinen 64 og serveren 73. I dette tilfelle kan dataene regelmessig overføres til et lagringsmedium, f.eks. et utskiftbart lager som kan koples til datamaskinen via en USB-port (USB- lager). Lagringsmediet kan til og med sendes til 10 tjenesteleverandøren som vanlig postforsendelse eller som en annen fysisk leveranse.

Brukerstedsdatamaskinen 64 omfatter også en hendelsesmodul 606 som påviser funksjonsfeil i måleutstyret (følere, følerledninger etc.) og målinger som ligger utenfor utstyrets normale verdiområde. Disse hendelser overføres også til overføringslageret 15 600 og derfor til serveren 73.

Databehandlingen i tjenesteleverandørens server 73 vil bli forklart nærmere under henvisning til FIG. 15. De ubehandlede rådata som ligger i den innkommende køen 90 (FIG. 13), er representert ved henvisningstall 620. Datastrømbehandleren 80 (FIG. 13) 20 vil analysere rådataene 620, som angitt ved henvisningstall 621. Analyseringen innebærer nærmere bestemt identifikasjon av enkeltverdiene i en datastrøm og tildeling av korrekt identifikasjon til disse verdier. Deretter fyller datastrømbehandleren 80 ut "arvede feil"-verdier, angitt ved henvisningstall 622. For å redusere mengden data som må overføres fra brukerstedsdatamaskinen 64 til serveren 73, vil ikke 25 brukerstedsdatamaskinen 64 sende verdier dersom en målt verdi forblir uendret, f.eks. vil verdien av den første belastningsmålingen bli sendt dersom det toppdrevne rotasjonssystem 63 løfter en last. (Dette kan oppnås ved hjelp av et filter som fører til at minimale endringer i signaler blir klassifisert som uendret.) Etter dette vil det ikke bli sendt noen flere verdier før lastvekten forandrer seg, f.eks. når lasten når boredekket. I 30 622 er de "manglende verdier" fylt ut, slik at samme verdi gjentas ved jevne mellomrom i det tidsrommet hvor lasten var konstant. Dette reduserer datastrømmen og følgelig kravet til båndbredde betraktelig.

Etter dette overføres de tilrettelagte data til etterprosessen 83, som beregner verdier på grunnlag av de målte verdier, angitt ved henvisningstall 623. Eksempler på beregnede verdier vil bli gitt nedenfor. Oppslag i administrasjonsdatabasen bestemmer lagringen av verdier i administrasjonsdatabasen 81 og deres etterbehandlingsmetode inn i de flerdimensjonale informasjonskuber.

Etterprosessen 83 kan også identifisere verdier som ligger utenfor grenseverdiene ("out of limit"), angitt ved henvisningstall 624. Verdier som ligger utenfor grenseverdiene, kan for eksempel være overbelastninger, for høyt antall driftstimer, for høye eller for lave trykk eller temperaturer etc., som signaliserer problemer eller overforbruk av en komponents nyttelevetid. Etter etterbehandlingen legges målinger, verdier og identifikasjoner inn i en database som består av et antall flerdimensjonale "kuber". Flerdimensjonale kuber er blitt en stadig mer populær måte å lagre data på når disse må være lett tilgjengelige. De flerdimensjonale kuber kan sees som flerdimensjonale matriser hvor hver parameter er listet opp langs én dimensjon, én dimensjon for hver parameter. Denne måten å lagre data på gjør at man på en skjerm raskt kan vise tabeller og grafer som viser forholdet mellom hvilke som helst av parametrene, selv om mengden data er meget stor.

20

Data i de flerdimensjonale kuber har enkelte hovedtrekk:

dataene er samlet sammen på forhånd for å få en høy effekt ved søking og gjenfinning, eller for på annen måte å underlette dataminering ved hjelp av verktøyer som for eksempel nervesystemlignende nett

25 dataene er anordnet langs på forhånd definerte akser for å muliggjøre og forenkle X-Y-diagrammer (f.eks. se på fordelingen av temperaturer over ulike trykk)

dataene optimaliseres for søking over et stort antall lignende utstyrstyper

I tillegg gjør de flerdimensjonale kuber det mulig å lagre alle data som er samlet gjennom hele levetiden, for et stort antall utstyrsenheter.

30

Dette fører til at man får en ny måte å konsolidere levetidsdata på som en plattform for empiriske undersøkelser og dataminering som skal tilbakeføres til konstruksjonsprosessen eller serviceprosedyrer. Informasjon om hvordan og når vedlikehold ble utført, lagres i samme database og korreleres i tid.

5

De flerdimensjonale kuber er i dette spesielle eksempel tre separate kuber. Den første, angitt ved hjelp av henvisningstall 625, inneholder alle målinger, herunder de fleste av de beregnede parametere. Den andre, angitt ved hjelp av henvisningstall 626, inneholder de beregnede parametere som er avgjørende for levetidsovervåkningen, som for eksempel belastningsveide driftstimer, for overvåkning av driften av utstyret. Den tredje kube, angitt ved hjelp av henvisningstall 627, inneholder parametrene som ligger utenfor grenseverdiene. Dersom det ikke har forekommet noen verdier utenfor grenseverdiene, er denne kuben tom.

10

15 Overvåkningen av utstyret vil nå bli forklart i nærmere detalj, under henvisning til eksempler på parametere og diagrammer.

FIG. 16 viser en tabell over typiske parametere som skal måles og registreres for en utstyrsenhet, i dette eksempel en slampumpe, samt måleenheter som gjelder hver parameter. Tabellen viser ulike trykk, temperaturer, gjennomstrømninger, driftstimer, eventuelle feilkoder etc.

20

FIG. 17 viser i øvre del noen konstanter som brukes ved beregning av de beregnede parametere, og i den nedre del en tabell over typiske beregnede parametere for en slampumpe. Den første kolonne viser konstant- eller parameter teksten, den andre kolonne viser konstant- eller parameter navnet i datasystemet, den tredje kolonne viser konstantens eller parameterens enhet, og den fjerde kolonne viser verdien av konstantene eller formelen som brukes til å beregne parameteren. I øvre høyre hjørne er det en tekstramme som lister opp definisjoner av enkelte av variablene, dvs. målte parametere.

25

30

Én av de viktigste beregnede parameter for enkelte typer utstyr er akkumulerte, belastningsveide driftstimer, som er listet opp nederst på FIG. 17. Dette regnes ut etter følgende formel:

$$5 \quad T_{hrw} + f * w * \Delta t / 3600$$

hvor $\Delta t / 3600$ er tiden (i sekunder) siden siste logging av akkumulerte, belastningsveide driftstimer, delt på sekunder per time.

w er en belastningsfaktor ifølge følgende formel:

$$10 \quad (2 * p_{disch} / p_{rated})^e * (2 * S_{pump} / S_{rated}),$$

hvor p_{disch} er det målte, gjeldende utløpstrykk fra pumpen, p_{rated} er en konstant som angir konstruksjonstrykk, med verdi 517,1 bar, S_{pump} er gjeldende pumpehastighet og S_{rated} er en konstant som angir nominell pumpehastighet, med verdien 212 slag i minuttet.

15

r er en binærfaktor med verdien null eller én, ifølge følgende formel:

$$\text{If}(S_{pump} < 0.02 * S_{rated}; 0; 1)$$

20

hvor S_{pump} er pumpehastigheten og S_{rated} er den nominelle pumpehastighet, som angitt ovenfor. Følgelig er r lik null dersom gjeldende pumpehastighet er mindre enn 2% av 212 slag i minuttet, og én dersom gjeldende pumpehastighet er lik eller større enn dette.

25

T_{hrw} er den foregående logging av akkumulerte, belastningsveide driftstimer.

Alle de andre beregnede faktorer beregnes også på grunnlag av målte parametere eller konstanter.

30

FIG. 18 viser en tabell inneholdende grenseverdiene for enkelte kritiske parametere. Første kolonne viser ID-nummer for grenseverdien, andre kolonne viser parameteregrenseverdiens navn, tredje kolonne viser den boolske operator som skal

brukes, og fjerde kolonne viser grenseverdien. Dersom noen av disse parametere faller utenfor de fastsatte grenseverdier, vil det bli lagt inn en "out of limit"-verdi i "out of limit"-kuben 627.

- 5 For enkelte typer utstyr er det av avgjørende betydning å ha todimensjonale grenseverdier. Dette er for eksempel tilfelle med en kran. Kranen kan ha forskjellige løftekapasiteter avhengig av kranarmens vinkel både i det horisontale og vertikale plan. I dette tilfelle vil kapasitetsbegrensningen være forskjellig avhengig av kranarmens stilling. Kranen kan ha en stor løftekapasitet gjennom en viss sektor i horisontalplanet. I
- 10 en annen sektor i horisontalplanet kan det være forbudt å bruke kranen kun med tom krok (kun for gjennomfart) eller med liten belastning. Belastningsgrensen i same sektor kan også være avhengig av kranarmens vinkel. Som følge av dette kan man på grunnlag av de todimensjonale grenseverdier påvise en "out of limit"-hendelse dersom kranarmen går inn i en sektor med overvekt. Operatøren kan motta en melding som sier hvordan
- 15 han skal komme tilbake innenfor én av grensene hvor den avleste verdi ligger innenfor hans kontroll, eller at driften må stanse; for eksempel en instruksjon om at dersom kranarmen heves til en steilere vinkel, kan han passere gjennom sektoren med denne belastningen, eller at det ikke er mulig å passere gjennom denne sektoren.
- 20 De todimensjonale kapasitetsbegrensninger kan implementeres i systemet som en todimensjonal tabell, som egner seg for lagring i flerdimensjonale kuber. For noe utstyr kan det brukes flere enn to dimensjoner for å definere den dimensjonerende envelope for sikker eller hensiktsmessig drift. Således kan de todimensjonale kapasitetsbegrensninger utvides til N-dimensjonale kapasitetsbegrensninger.
- 25
- FIG. 19 er et skjermutskrift som viser en tabell med målinger som er gjort for en slampumpe. Første kolonne viser året, andre kolonne viser målte parametere, med en grenseverdi beskrivelse på enkelte av parametere (dette tilsvarer noen av de grenseverdier som er vist på FIG. 18). Tredje og fjerde kolonne viser antallet målinger
- 30 som er gjort for hver parameter.

FIG. 20 er et skjermskrift som viser et diagram som viser strømmingen fra en slampumpe, hvor strømming er plottet i forhold til tid. Tidsrommet er i dette tilfelle de første 24 dager av en måned. Som fremgår av grafen, har pumpen vært i drift alle dagene unntatt én.

5

FIG. 21 er et skjermskrift av et diagram som viser fordelingen av utløpstrykk i en slampumpe, hvor dette er fremstilt grafisk i forhold til pumpens rotasjonshastighet. Trykket er blitt delt inn i forskjellige grupper som hver spenner over 50 MPa. Dette er plottet langs akse 628. Rotasjonshastigheten er også blitt delt inn i forskjellige grupper, som hver spenner over 50 RPM, og plottet langs akse 629. Vertikalaksen 630 viser antallet driftstimer i hver trykkgruppe (-klasse) og rotasjonshastighetsgruppe. Som fremgår av grafen, har pumpen gått i mange timer ved moderat trykk og høy hastighet, som angitt ved henvisningstall 631. Som vist ved hjelp av stopler 632 og 633, har pumpen også gått en stund ved høyt trykk og moderat hastighet. Imidlertid har pumpen ikke gått lenge ved lav hastighet og høyt trykk.

10
15

Ved å bruke denne teknikken og også inkludere data fra en flerhet av pumper, er det mulig å lage en gjennomsnittlig utnyttelsesprofil for pumpetypen. FIG. 22 viser et eksempel på et typisk arbeidsdiagram for en slampumpe, hvor man viser fordelingen av pumpeutnyttelsen. Som diagrammet viser, brukes pumpen (eller pumpetypen dersom en flerhet av pumper er blitt overvåket) 40% av tiden ved moderat trykk og hastighet. Ved å bruke utnyttelsesprofilen som grunnlag er det mulig å forutsi slitasje på kritiske komponenter i pumpen. Enkelte komponenter slites i større grad under forhold med høyt trykk, og andre slites mer ved høyere hastighet. Andre komponenter er mer ømfintlige for høye temperaturer, og atter andre er mer ømfintlige for store belastninger. Ved å ikke bare evaluere antallet driftstimer, men også ta hensyn til de forhold utstyret har vært i drift under, blir det mulig å oppnå en mer nøyaktig forutsigelse av hvor i de kritiske komponenters levetid man til enhver tid befinner seg. Man kan for eksempel ta belastningen med i beregningen, slik at man for eksempel for en pumpe multipliserer antallet driftstimer med den gjennomsnittlige strøm som pumpen har levert. Et annet eksempel er å ha oversikt over den sammenlagte tid temperaturen på et bestemt sted i pumpen har oversteget en bestemt grenseverdi, idet grenseverdien for eksempel er

20

25

30

basert på en temperatur over hvilken et tetningsmateriale står i fare for å bli skadet.

Enhver kombinasjon av belastningsveide parametere kan beregnes i systemet ifølge den foreliggende oppfinnelse. Når den belastningsveide parameter overstiger en fastsatt grenseverdi, kan det sendes en advarsel til operatøren som opplyser om en komponent nærmer seg slutten av sin levetid. Advarselen sendes fortrinnsvis ut lenge før den forventede levetid tar slutt, slik at det er nok tid til å planlegge vedlikehold av utstyret.

I tillegg til advarselen som informerer operatøren om forestående vedlikehold, er det også mulig å sende ut en alarm dersom en parameter overstiger en kritisk grenseverdi, noe som indikerer at en feil kan oppstå når som helst, eller at utstyret må kjøres med redusert ytelse til vedlikeholdet er blitt utført.

Advarselen og alarmen sendes ut via administrasjonsdatabasen 81 og informasjonsserveren 78. Den kan vises som en melding på brukergrensesnitt 66, 68, 86 og 87. Dessuten kan den sendes som melding til kundegrensesnittene via et hvilket som helst medium. Dette kan være e-post, SMS, personsøkere etc. Via B2B-serveren kan systemet også sende informasjon i digital form til et styringssystem hos kunden.

Etter at vedlikehold er blitt utført, vil de parametere som ligger til grunn for advarselen eller alarmen, stilles inn på en utgangsverdi, slik at levetidsovervåkingen kan starte på nytt igjen.

Det er også mulig å gjennomføre trendanalyser basert på erfaringsdata. Erfaringsdataene er et resultat av en utførlig analyse av feil som har oppstått i lignende utstyr tidligere.

Dersom for eksempel enkelte lagre har sviktet og resultert i en stor driftsfeil og eventuelt skadet andre deler av utstyret eller annet utstyr, kan man analysere de forhold som rådet i tidsrommet før feilen oppstod. Det blir dermed mulig å se om noen verdier eller beregnede verdier har gjennomgått en forandring i tidsrommet før feilen oppstod. Tiden noen minutter før feilen oppstod blir først undersøkt, men tiden som gikk innenfor timer, eller til og med dager eller uker, før feilen vil også bli tatt med i beregningen.

Resultatene blir så sammenholdt med resultater fra andre tilsvarende driftsfeil for å finne ut om det finnes en felles faktor mellom alle eller i det minste noen av feilene.

Dersom det er sannsynlig at denne korrelasjonen av parametere er forbundet med en driftsfeil, kan det implementeres en prosedyre i datamaskinen som styrer pumpen, hvor denne prosedyren ut fra føleravlesningen (brakerstedsdatamaskinen er ikke involvert i prosessen, men de erfaringer som gjøres, implementeres i pumpestyringsdatamaskinen) og med jevne mellomrom (hvor mellomrommet avhenger av hvor raskt feil kan oppstå) beregner korrelasjonen mellom ovennevnte faktorer. Dersom det oppstår en tilstand som ligner de betingelser som forelå i tiden før feilen oppstod i tidligere hendelser, kan datamaskinen stanse utstyret eller, dersom det er tid til det, foreta en kontrollert driftsstans av systemet som pumpen inngår i.

Et eksempel på dette er vist på FIG. 25. Denne grafen viser et diagram over dreiemomentet til de to motorer A og B som driver pumpen over et tidsrom den 21. januar 2004, med start klokken 01:00. Klokken 02:15 oppstod en feil i pumpen. Årsaken til dette ble senere konstatert å være plutselig svikt i et lager. Som fremgår av grafen, viser dreiemomentet til både motor A og B en påfallende økning fra 02:13, idet det oppviser stor stigning frem til funksjonssvikt. Da feilen oppstod, hadde dette skadelige følger for utstyret som var koplet til pumpen. Dette økte dreiemoment kunne ikke forklares ut fra ytre faktorer som f.eks. en økning i pumpehastighet eller økt viskositet i pumpefluidet. Dreiemomentet befant seg fremdeles innenfor den normale spennvidde av hva motorene kunne levere og pumpene kunne ta imot. Ifølge de faste "out of limit"-målingene ville det ikke oppstå noen "out of limit"-hendelse, i det minste ikke før det var for sent å forhindre den kritisk avbrytelsen.

Dette eksempelet viser kun ett tilfelle. Ikke desto mindre kan forbindelsen mellom det økte dreiemoment og feilen være sannsynlig nok til å iverksette en undersøkelse for evt. å påvise en tilsvarende tilstand i denne utstyrstypen. Betingelsen for at en slik situasjon skal anses å foreligge, kan være at dersom dreiemomentet oppviser en steil stigning, for eksempel over 200 Nm/s, i mer enn 20 sekunder, og det ikke foreligger noen økning i tilførsel eller viskositet eller andre faktorer som vil ha en naturlig innvirkning på

dreiemomentet, vil en alarm utløses eller datamaskinen som styrer pumpen, vil gjennomføre en kontrollert driftsstans.

5 En kommende feil kan også indikeres gjennom forhold som utvikler seg langsommere enn i løpet av et par minutter. Erfaring kan for eksempel tilsa at dersom en tetning har vært utsatt for en temperatur over en bestemt verdi eller et bestemt tidsrom, vil dette gi en vesentlig økt risiko for lekkasje. Imidlertid vil ikke lekkasjen oppstå før trykket overstiger en bestemt verdi. Dersom en slik situasjon oppstår, vil datamaskinen som driver utstyret, få beskjed om å kjøre utstyret på en slik måte at trykkgrensen ikke
10 overstiges. Samtidig vil operatøren motta en melding som informerer ham om situasjonen.

Dersom endringshastigheten for en temperaturparameter er av betydning for forutsigelse av et problem, kan algoritmemodulen beregne endringshastigheten.

15 Kapasitetsbegrensningen kan ha en inngangsegenskap som definerer grensen for når denne endringshastigheten ligger utenfor normale driftsforhold.

Ved å implementere algoritmer som kan forutse en feil ut fra tidligere erfaring, kan man redusere risikoen for en kritisk avbrytelse betraktelig. Disse algoritmer kan installeres i
20 administrasjonsdatabasen 81 på omtrent same måte som utgangsoppsettet i brukerstedsdatamaskinen.

Belastningsveide driftstimer kan brukes som grunnlag for total estimert levetid for en slitasjedel, og er derfor en typisk kapasitetsbegrensning. Grenseverdien kan justeres
25 etter hvert som man får bredere og bredere erfaring. Ved å kontrollere akkumulatoren for belastningsveide driftstimer mot denne grenseverdien kan man forutsi gjenværende levetid under tilsvarende forhold og drift, foreslå vedlikeholdsintervaller, foreslå bestilling av reservedeler etc.

30 Den teoretiske modellen for denne trendanalysen administreres fortrinnsvis i form av tabeller og poster i en database med et nettbasert brukergrensesnitt. En intern

produktforvalter kan gis tilgang til å vedlikeholde modellen, og den kan vokse trinnvis etter som man får ny kunnskap om utstyret. For eksempel

I tillegg til levetidsovervåkningen, trendanalysen og en “out of limit”-overvåkning er det også mulig å overvåke utstyret i sanntid. FIG. 23 viser en skjermkopi som inneholder et diagram over driftstimene til en slampumpe. Grafen 634 viser driftstimene som sådan for hver dag i år 2004 frem til 13.mai, som er datoen for skjermkopien. Grafen 635 viser belastningsveide driftstimer for samme periode. Det er mulig å velge en kortere tidsperiode, slik at pumpen kan overvåkes minutt for minutt. Dette er vist på FIG. 24, hvor pumpen for øvrig har stått stille. Dersom pumpen hadde vært i drift, ville det vises en graf som viste utnyttelsesprosent for pumpen mot tid. Et slikt skjermbilde kan oppdateres kontinuerlig i sanntid.

Utførelsen av oppfinnelsen som beskrives i sammenheng med FIG. 11 ff., kan gi én eller flere av følgende fordeler:

En brukerstedsdatamaskin som fungerer som en “lokal” nettverksserver. Foruten følerdatalinjen 304, 404, beskrevet på FIG. 1, finnes det i utførelsen på FIG. 11 en nettverksserver som innbefattes i samme dataprosessor, eller i en prosessor i umiddelbar nærhet av følerdatalinjen. Denne vil kunne:

- Vise øyeblikksbilder og trender for sanntidsverdier (på dette stadium er det ikke blitt foretatt noen beregninger, sammenligninger med arbeidsbelastningsprofiler etc.)
- Vise dokumenter og tegninger som er lagret på den lokale nettverksserver (dersom den ikke står i forbindelse med datanettet).

Data kan overvåkes direkte på brukerstedet uten å måtte gå via nettet.

Flerdimensjonale kuber underletter ved å bruke OLAP og MDX som lagringsmetode, søking og gjenfinning av den enorme datamengde som kreves for å implementere tjenesten. De generelle trekkene ved og bruken av flerdimensjonale kuber er velkjente

for en kvalifisert programmerer. En fagperson på flerdimensjonale kuber vil lett kunne forstå hvordan den funksjonalitet som beskrives ovenfor, kan implementeres i flerdimensjonale kuber.

- 5 En annen tjeneste som kan realiseres, er publisering av nyheter og viktig sikkerhetsinformasjon fra tjenesteleverandøren og tilbake til de lokale monitorer (operatør og bedriftens personell). Dersom det for eksempel skal publiseres en ny sikkerhetsmelding for en bestemt type maskin, vil dette bli "slått opp" på denne maskintypen i administrasjonsdatabasen. Toppteksten på denne publikasjonen vil bli
- 10 lagt på den utgående kø. Neste gang brukerstedsdatamaskinen kopler seg til systemet for å levere data (dersom den ikke er online hele tiden), vil den også sjekke den utgående kø og overføre toppteksten til brukerstedsdatamaskinen. På den lokale monitoren på brukerstedet vil den vises som topptekst i et eget vindu i brukergrensesnittet. Når én eller annen bruker velger toppteksten, kan han bekrefte at
- 15 han vil ha hele artikkelen lastet ned neste gang eller umiddelbart. Brukerstedsdatamaskinen vil deretter ved neste nye tilkopling sende en forespørsel via den innkommende kø til konfigurasjonsfilgeneratoren. Denne prosessen vil igjen anrope informasjonsserveren for å få lagt hele artikkelen i den utgående kø. Dette vil redusere dataoverføringen til det minimum som kreves av operatøren eller annet personell i
- 20 bedriften.

- Systemet kan utformes slik at det både foreslår og rapporterer vedlikeholdstiltak. Det kan publisere vedlikeholdstiltak på same måte som det publiserer nyheter og meldinger. Kilden til denne informasjon kan være vedlikeholdsalgoritmer som tar hensyn til den
- 25 faktiske belastningsveide utnyttelse av maskinen, dvs. den kan foreslå et tiltak som går på å inspisere lageret hver 14.dag dersom belastningen på maskinen domineres av en tung hastighetskomponent, eller justere samme intervall til 2 måneder dersom den påførte belastning domineres av trykkomponenter.

- 30 Operatøren åpner en vedlikeholdstopptekst, akkurat som for nyhetsmeldingene. Han kan også krysse av i en rute og fylle ut status for tiltaket, og deretter sende dette tilbake til

systemet. Ved neste tilkopling overføres servicereporten inn i databasen, hvor den korreleres med alle andre data.

5 Hver brukerstedsdatamaskin kan inneholde dokumentasjonen for den maskinen den overvåker. Som-utført-versjonen av dokumentasjonen kan lastes opp ved installasjon. Under drift kan tjenesteleverandøren publisere nye eller oppdaterte dokumenter via administrasjonsdatabasen.

10 Akkurat som for nyheter og meldinger, er det også her mulig først å gjøre kun topp teksten tilgjengelig. Operatørene kan krysse av for eller bekrefte at de vil laste opp den nye dokumentasjonen ved neste nye tilkopling.

15 Skjønt den foreliggende oppfinnelse er blitt beskrevet under henvisning til foretrukne utførelser, vil fagfolk på området innse at det kan gjøres endringer i form og detaljer uten å avvike fra oppfinnelsens ånd og ramme.

P a t e n t k r a v

1.

System for administrasjon av vedlikehold av komponenter (304, 404) i utstyr (300, 400,
5 63) som omfatter en flerhet av komponenter, hvor alle disse komponenter har en
begrenset nyttelevetid, omfattende et datasystem med en prosessor (64),
karakterisert ved at det også omfatter:
en dataprogrammodul (100, 71) for definisjon av en driftsprofil (200) omfattende en
flerhet av driftssituasjoner for utstyret (300, 400, 63), hvor hver driftssituasjon
10 involverer to eller flere av flerheten av komponenter og spesifiserte driftsbetingelser
som det antas at de involverte komponenter utsettes for i hver driftssituasjon;
en dataprogrammodul (73) for bestemmelse av en teoretisk nyttelevetid for hver
komponent involvert i en driftsprofil, idet nevnte teoretiske nyttelevetid er basert på
nyttelevetidsdata for komponenten ved definerte driftsbetingelser;
15 følere (302, 402, 76) som konstaterer og overvåker forekomsten av en arbeidsoperasjon
som svarer til en driftssituasjon, og måler de faktiske driftsbetingelser som forekommer
under arbeidsoperasjonen, og antallet slike operasjoner; og
en dataprogrammodul (73) for beregning av en korrigert teoretisk nyttelevetid for en
komponent som har deltatt i én eller flere arbeidsoperasjoner, på grunnlag av en
20 sammenligning mellom faktiske driftsbetingelser og driftsbetingelser som antas å
forekomme under arbeidsoperasjonen i driftssituasjonen.

2.

Fremgangsmåte for administrasjon av vedlikehold av fjernutstyr med utskiftbare
25 komponenter, karakterisert ved at den omfatter:
anordning av en flerhet av følere (302, 402, 76) på nevnte fjernutstyr (300, 400, 63),
hvor nevnte følere (302, 402, 76) avleser driftsbetingelsene for hver av én eller flere
utskiftbare komponenter (304, 404);
mottak i en database (200, 85, 626) av driftsbetingelsesdata (210) som er avlest ved
30 hjelp av nevnte flerhet av følere (302, 402, 76);
sammenligning av i det minste en del av de avleste data med én eller flere
dimensjonerende driftsprofilparametere for fjernutstyret; og

som følge av sammenligningstrinnet; identifikasjon av én eller flere utskiftbare komponenter som anbefales skiftet ut, med forslag til fremtidig utskiftningsdato.

3.

- 5 Fremgangsmåte som angitt i krav 2, karakterisert ved at minst én av flerheten av følere (302, 402, 76) avleser belastning og belastningens varighet.

4.

- 10 Fremgangsmåte som angitt i krav 2, karakterisert ved at driftsprofilen (220) antar et antall arbeidsoperasjoner og minst én av flerheten av følere (302, 402, 76) avleser antallet arbeidsoperasjoner en utskiftbar komponent er involvert i.

5.

- 15 Fremgangsmåte som angitt i krav 2, karakterisert ved at følerne (302, 402, 76) avleser data som gjør det mulig å beregne arbeid utført av en komponent.

6.

- 20 Dataprogram lagret på datamaskinlesbare medier for bruk i et system for administrasjon av vedlikehold av komponenter (304, 404) for utstyr som omfatter en flerhet av komponenter, hvor alle disse komponenter har en begrenset nyttelevetid, karakterisert ved at det omfatter:
en modul (200, 86) som mottar en driftsprofil (220) omfattende en flerhet av driftssituasjoner for utstyret, hvor hver driftssituasjon involverer to eller flere av flerheten av komponenter og spesifikke driftsbetingelser som man antar at de involverte
25 komponenter utsettes for i hver av driftssituasjonene;
en modul (87) som bestemmer en teoretisk nyttelevetid for hver komponent som er involvert i en driftsprofil, idet nevnte teoretiske nyttelevetid er basert på komponentnyttelevetidsdata ved definerte driftsbetingelser;
en modul (64) som mottar data fra følere (302, 402, 76) som konstaterer og overvåker
30 forekomsten av en arbeidsoperasjon som svarer til en driftssituasjon, og måler de faktiske driftsbetingelser som forekommer under arbeidsoperasjonen, og antallet slike operasjoner; og

en modul (1312, 71) som beregner en korrigert teoretiske nyttelevetid for en komponent som har deltatt i én eller flere operasjoner, basert på en sammenligning av faktiske driftsbetingelser og driftsbetingelser som det antas forekommer under arbeidsoperasjonen i driftssituasjonen.

5

7.

Dataprogram som angitt i krav 6, k a r a k t e r i s e r t v e d at det videre omfatter en modul (30, 20, 50, 52, 67, 68) som lager en rapport om vedlikeholdsstatus.

10 8.

Dataprogram som angitt i krav 6, k a r a k t e r i s e r t v e d at det videre omfatter en modul (30, 20, 50, 52, 67, 68) som lager en rapport om behovet for komponentutskiftning.

15 9.

System for fjernovervåkning av utstyr (300, 400, 63) som har minst én slitasjekomponent (304, 404) med en nyttelevetid som avhenger av belastningen slitasjekomponenten utsettes for, k a r a k t e r i s e r t v e d at det omfatter: definisjon av to eller flere ubearbeidede belastningsparametere som varierer etter hvert som utstyret brukes ved ulike driftsbetingelser;

20

en programvarekomponent (40, 64) for mottak av data fra følere (302, 402, 76) som avleser data som svarer til de to eller flere ubearbeidede belastningsparametere; en programvarekomponent for beregning av minst én beregnet belastningsparameter ut fra de to eller flere ubearbeidede belastningsparametere, idet verdien av den minst ene beregnede belastningsparameter veies ved hjelp av høyere eller lavere verdier av de to eller flere ubearbeidede belastningsparametere som brukes ved beregningen av denne;

25

en programvarekomponent for å samle inn en tidsserie av verdiene av den minst ene beregnede belastningsparameter for en prøvepopulasjon av utstyr som gjør bruk av minst en slik slitasjekomponent, og, ut fra en slik serie av verdier og feildata for

30

slitasjekomponentene i en slik prøvepopulasjon, å bestemme en samsvarighet mellom en akkumulasjon av tidsserien av verdiene av den minst ene beregnede belastningsparameter og slitasjekomponentfeil;

som en respons på slik samsvarighet, og videre som en respons på en tidsserie av verdiene av den minst ene beregnede belastningsparameter for en utstyrsenhet, beregning av gjenværende nyttelevetid for en slik utstyrsenhet.

5 10.

System som angitt i krav 9, k a r a k t e r i s e r t v e d at systemet videre omfatter en programvarekomponent inneholdende en to- eller flerdimensjonal belastningsgrensefunksjon som omfatter:

en første grenseverdi for en første av de ubearbeidede belastningsparametere eller de beregnede belastningsparametere;

en andre grenseverdi for en andre av de ubearbeidede belastningsparametere eller de beregnede belastningsparametere; og

en komponent som reagerer på én eller flere kombinasjoner av verdier for den første grenseverdi og den andre grenseverdi, og som sender ut en "out of limit"-advarsel.

15

11.

System som angitt i krav 9, k a r a k t e r i s e r t v e d at systemet videre omfatter en programvarekomponent som inneholder en N-dimensjonal belastningsgrensefunksjon som omfatter:

20 en første grenseverdi for en første av de ubearbeidede belastningsparametere eller de beregnede belastningsparametere;

en andre grenseverdi for en andre av de ubearbeidede belastningsparametere eller de beregnede belastningsparametere;

flere grenseverdier for ytterligere N-2 av de ubearbeidede belastningsparametere; og

25 en komponent som reagerer på én eller flere kombinasjoner av verdier for de N grenseverdier, og som sender ut en "out of limit"-advarsel.

12.

30 System som angitt i krav 9, k a r a k t e r i s e r t v e d at systemet videre omfatter en programvarekomponent som befinner seg på et styringssystem fjernt fra utstyret som skal overvåkes, for konfigurasjon av et utstyrsdatasystem som er plassert på utstyret, hvor denne definerer minst én av de data som skal avleses, og avlesingshyppigheten.

13.

System som angitt i krav 9, k a r a k t e r i s e r t v e d at systemet omfatter en utstyrsdatamaskin (64) som befinner seg på utstyret som overvåkes, og hvor

- 5 utstyrsdatamaskinen sender data fra følerne (76) som avleser data som svarer til de to eller flere ubearbeidede belastningsparametere, til en fjerntliggende datamaskin (73) som betjenes av en tjenesteleverandør.

14.

- 10 System som angitt i krav 9, k a r a k t e r i s e r t v e d at systemet omfatter en utstyrsdatamaskin (64) som befinner seg på utstyret som overvåkes, og hvor utstyrsdatamaskinen (64) sender data fra følerne (76) som avleser data som svarer til de to eller flere ubearbeidede belastningsparametere, til en fjerntliggende datamaskin (61) som betjenes av en juridisk person som betjener utstyret som overvåkes.

15

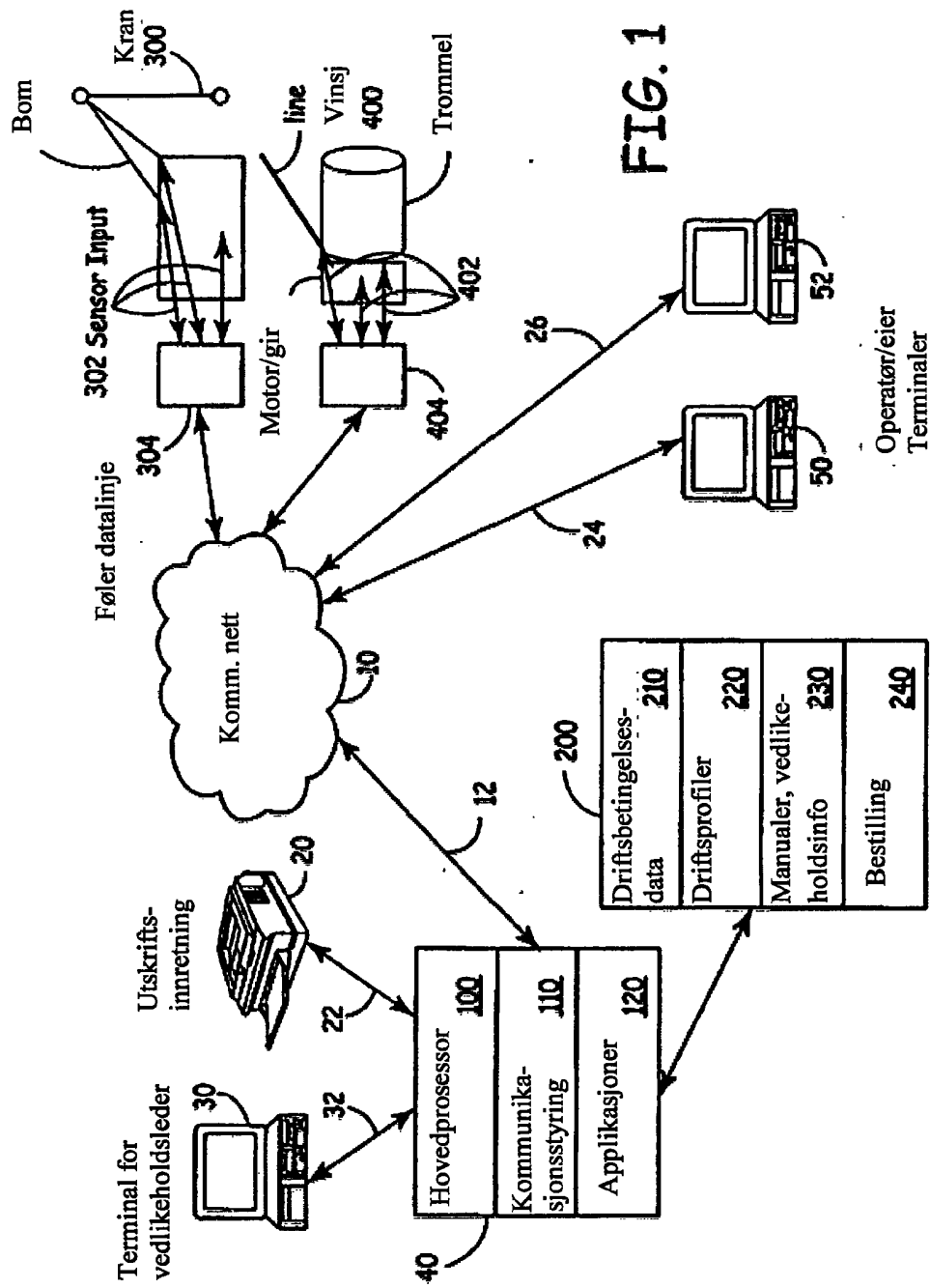


FIG. 1

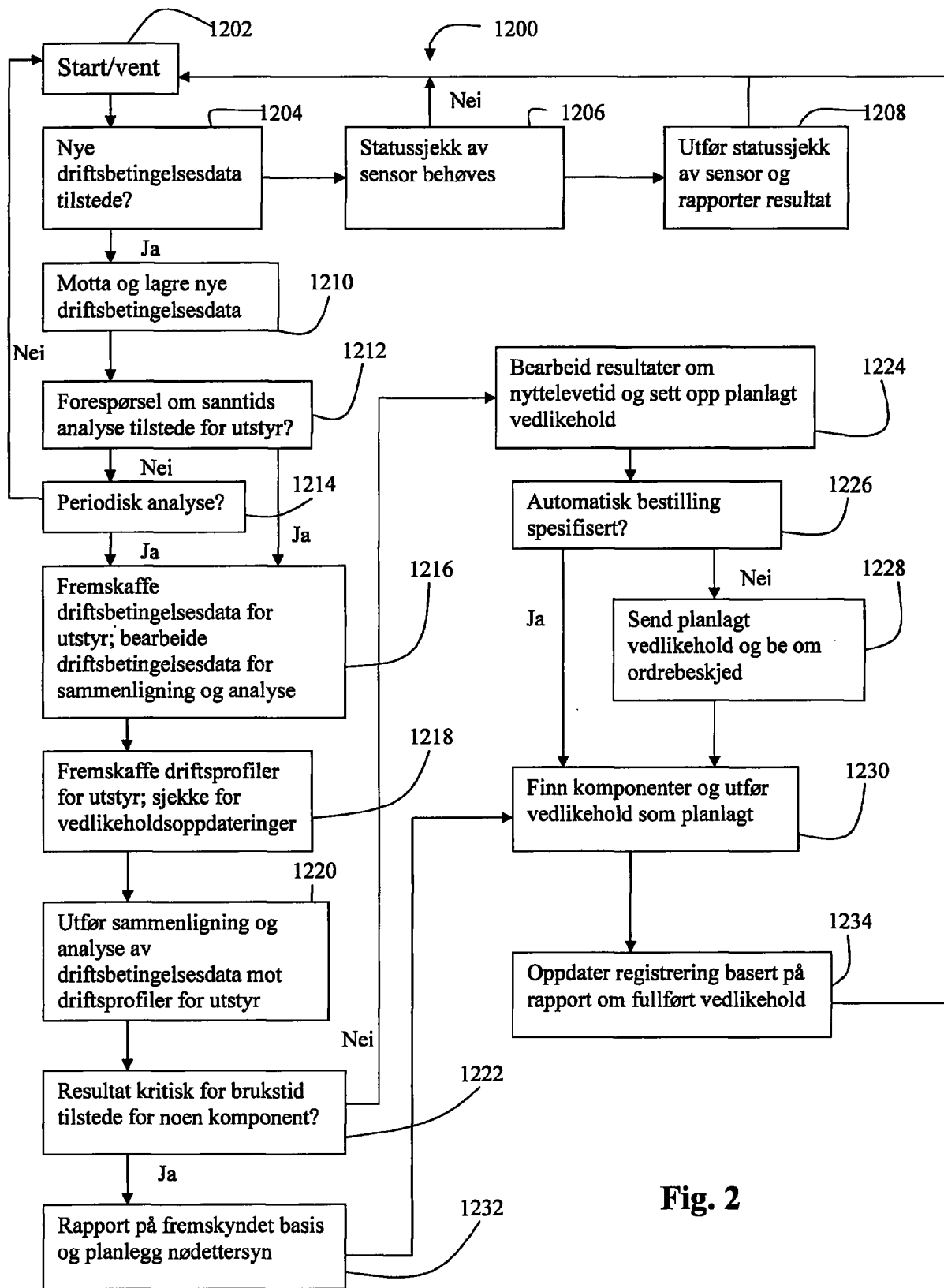


Fig. 2

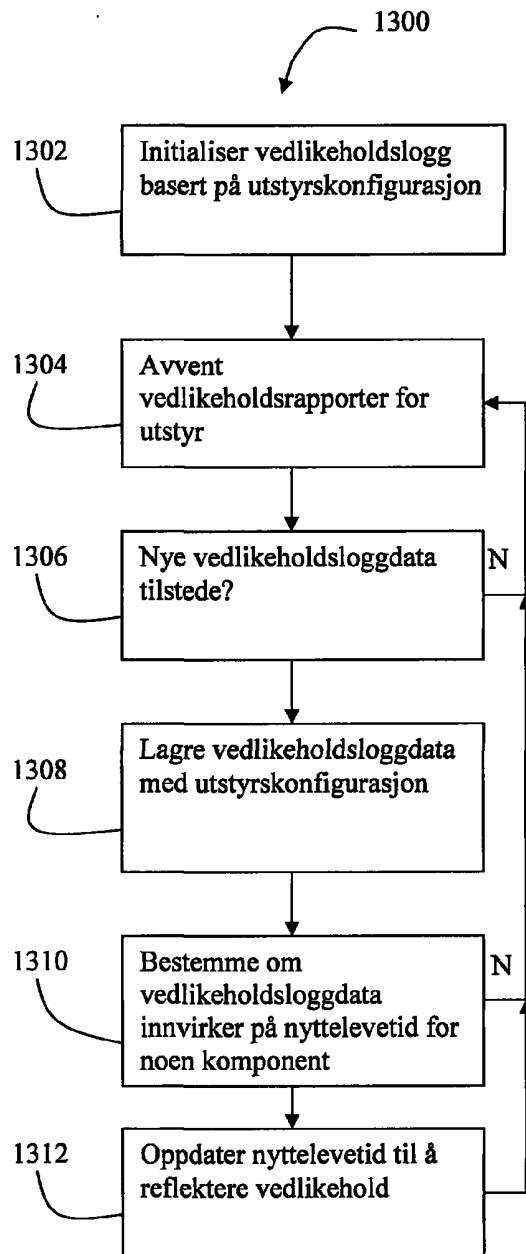


Fig. 3

The screenshot shows a web browser window displaying the AmClyde Online website. At the top left, there is a navigation menu with the following items: **Links**, **Vendors**, **Information**, and several empty lines. To the right of the menu is a large, stylized logo that reads **AMCLYDE ONLINE**. Below the logo is a login section with the text "Login Page" and a form containing "Login:" and "Password:" labels, each followed by an input field, and a "Submit" button. The main content area features a large heading "Welcome to AmClyde Online!" followed by the text "Brought to you by Hydrallift-AmClyde, Inc." Below this is a paragraph: "Hydrallift-AmClyde is headquartered in Saint Paul, Minnesota, USA. We have a long reputation as the world's premier designer/builder of large specialty equipment for lifting, pulling, and mooring the heaviest loads in the offshore oil market, shipyards, government applications and for material handling." This is followed by another paragraph: "The company has been recognized in the Guinness Book of World Records as the supplier of the largest revolving cranes in the world. AmClyde's workforce of over 350 highly technical people supports its worldwide leadership position in the custom-engineered crane and winch business." The bottom of the page features a dark, textured banner image.

FIG. 4a

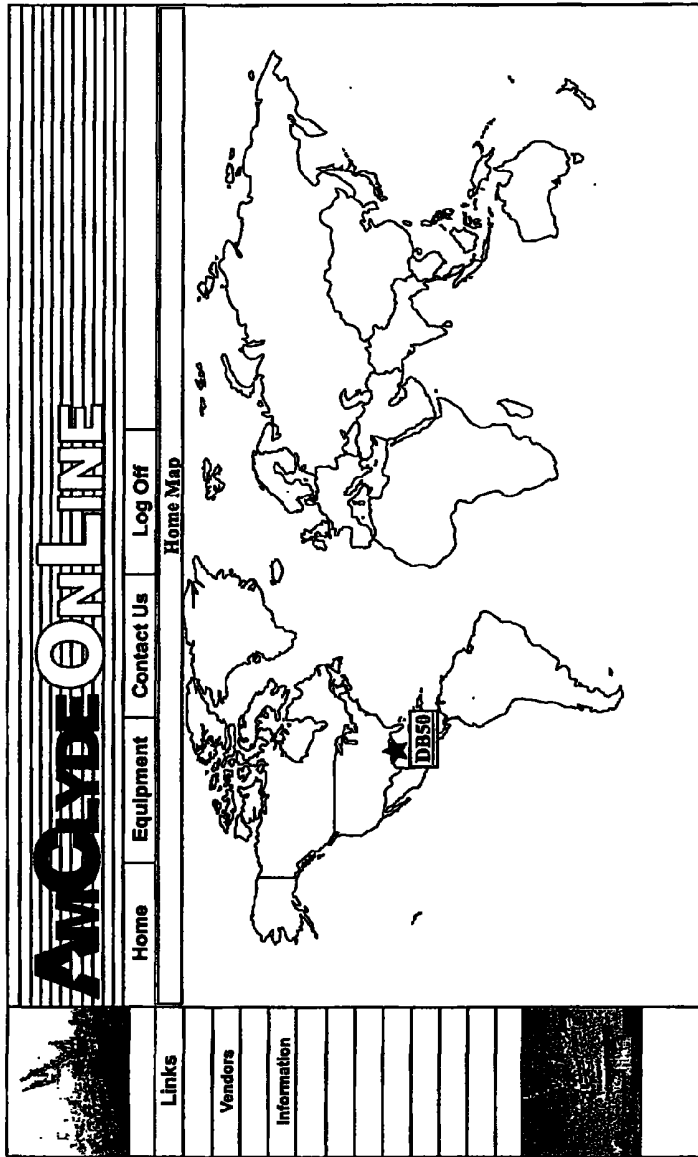



FIG. 4b



Home Equipment Contact Us Log Off

Crane - Maintenance Page

Home Map

DB50

Crane

Inspection Info

Inspection Entry

Inspection History

Print List

WARNING

• Failure to do the necessary maintenance can result in damage or failure of the crane or derrick.

• Permit only qualified service personnel who have received training in the maintenance, inspection, and adjustment of the equipment to do the maintenance, inspection, and adjustment procedures.

• Use caution when doing maintenance on or near electrical equipment. Electrical equipment must be maintained and operated according to applicable standards.

As Necessary

- Air system lubricator
- Air system anti-freezer
- Slew ring bearing
- Electronic drive control system
- Air conditioning
- Hydraulic bolt tensioner
- Overhead chain hoist

Interval

As necessary or as recommended by the manufacturer, whichever is more frequent

Item

Paint any damaged paint surfaces to prevent corrosion. Damaged paint can indicate underlying structural hazard (see "structural members and welds" in "Periodic Inspection") - determine whether further inspection is required before repainting paint damage. Notify appropriate inspection personnel if necessary.

FIG. 4c

AMCLYDE ONLINE

Home | Equipment | Contact Us | Log Off
A&R Winch - Manual Page

[DBSO](#) | [A&R Winch](#)
[View Manual - View TI-156](#)

You will need the Acrobat Reader to view these manuals. You can download the Reader for free from the Acrobat website, see link below.

[Go to Acrobat Reader](#)

Operator's Manual | Inspection Manual

AMCLYDE
Volume 1
Operation and
Maintenance Manual

Bookmarks | **Contents** | **Index**

- Cover
- Foreword
- 1 Safety
- 2 Description of Equipment
- 3 Operation
- 4 Maintenance
- 5 Specifications
- 6 AmClyde Customer Service

Links

Vendors

Information

FIG. 4d

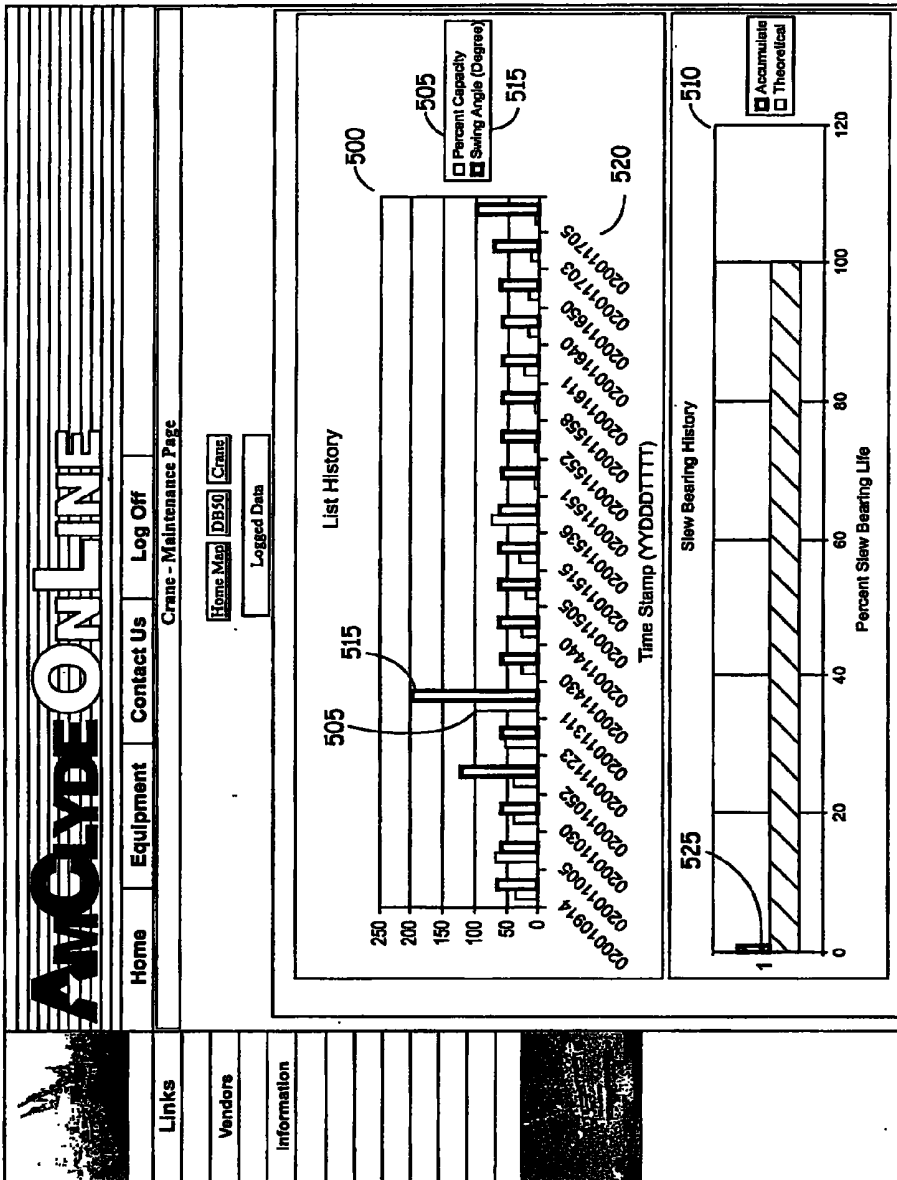


FIG. 4e

Antatt driftsprofil for utstyr X					
Driftstilfelle	Komponent A (Roterende aksling)	Komponent B (Hydraulisk stempel)	Komponent C (Skive)	Profil brukstilfelle hendelser over nyttelevetid for utstyr	
1	C1 (1000 ft.lbs)	C2 (50 ft.lbs)	C3 (na)	N1 (100)	
2	C4 (na)	C5 (500 ft.lbs)	C6 (1000)	N2 (50)	
3	C7 (3000 ft.lbs)	C8 (2000 ft.lbs)	C9 (6000)	N3 (125)	
Teoretisk komponent bruksprofil (TCUP)	N1xC1 + N2xC4 + N3xC7 = TCUP _A (475000 ft.lbs)	N1xC2 + N2xC5 + N3xC8 = TCUP _B (280000 ft.lbs)	N1xC3 + N2xC6 + N3xC9 = TCUP _C (800000 ft.lbs)		
Slitasje/belastning/strekk grad (WSSR) for faktisk komponent benyttet i utstyr A	WSSR _A (475000 ft.lbs)	WSSR _B (392000 ft.lbs)	WSSR _C (400000 ft.lbs) Note: for den effektive WSSR _C : multipliser 400k med to fordi to komponenter C trengs for å nå 800k TCUP _C		
Teoretisk utnyttbar levetid under antatt driftsprofil for en enkelt komponent	25 år	35 år	12,5 år		

Fig. 5

Faktisk driftsprofil for utstyr X				
Driftstilfelle	Komponent A (Roterende aksling)	Komponent B (Hydraulisk stempel)	Komponent C (Skive)	Faktisk bruksprofiltilfelle, hendelser siste to år
1	C1 (1000 ft.lbs)	C2 (50 ft.lbs)	C3 (na)	N1 (10)
2	C4 (na)	C5 (500 ft.lbs)	C6 (1000)	N2 (5)
3	C7 (10000 ft.lbs)	C8 (500 ft.lbs)	C9 (6000)	N3 (12)
Faktisk komponentbruk (ACU)	N1xC1 + N2xC4 + N3xC7 = ACU _A (130000 ft.lbs)	N1xC2 + N2xC5 + N3xC8 = ACU _B (9000 ft.lbs)	N1xC3 + N2xC6 + N3xC9 = ACU _C (77000 ft.lbs)	
Teoretisk levetid brukt på to år (TLU _{2y})	(TUCP _A /valgt designlevetid) x faktiske bruksår = TLU _{2y} (38000)	(TUCP _B /valgt designlevetid) x faktiske bruksår = TLU _{2y} (22400)	(TUCP _C /valgt designlevetid) x faktiske bruksår = TLU _{2y} (64000)	
Faktisk prosent av levetid benyttet	ACU _A /WSSR _A = % Levetid for komp. A (29,5%)	ACU _B /WSSR _B = % Levetid for komp. B (2%)	ACU _C /WSSR _C = % Levetid for komp. C (10%)	

Fig.6

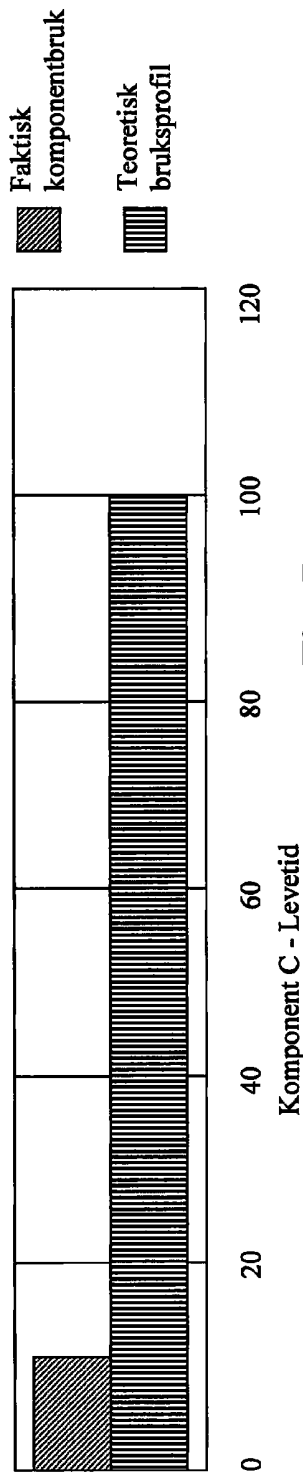
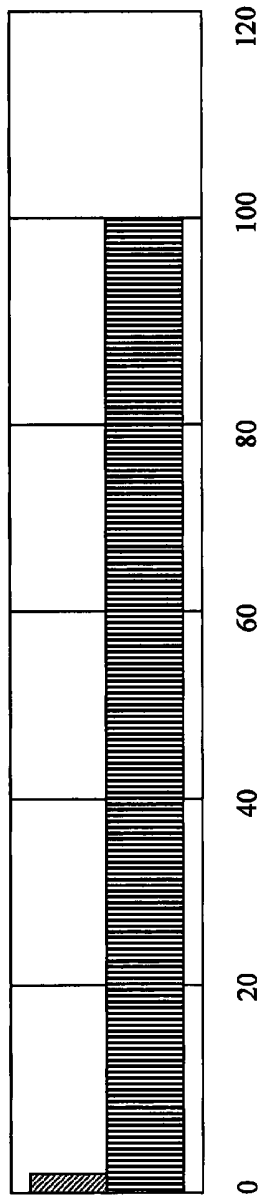
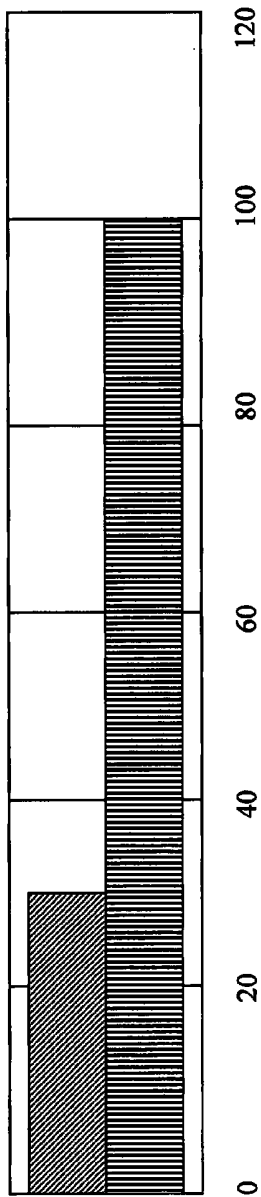


Fig. 7

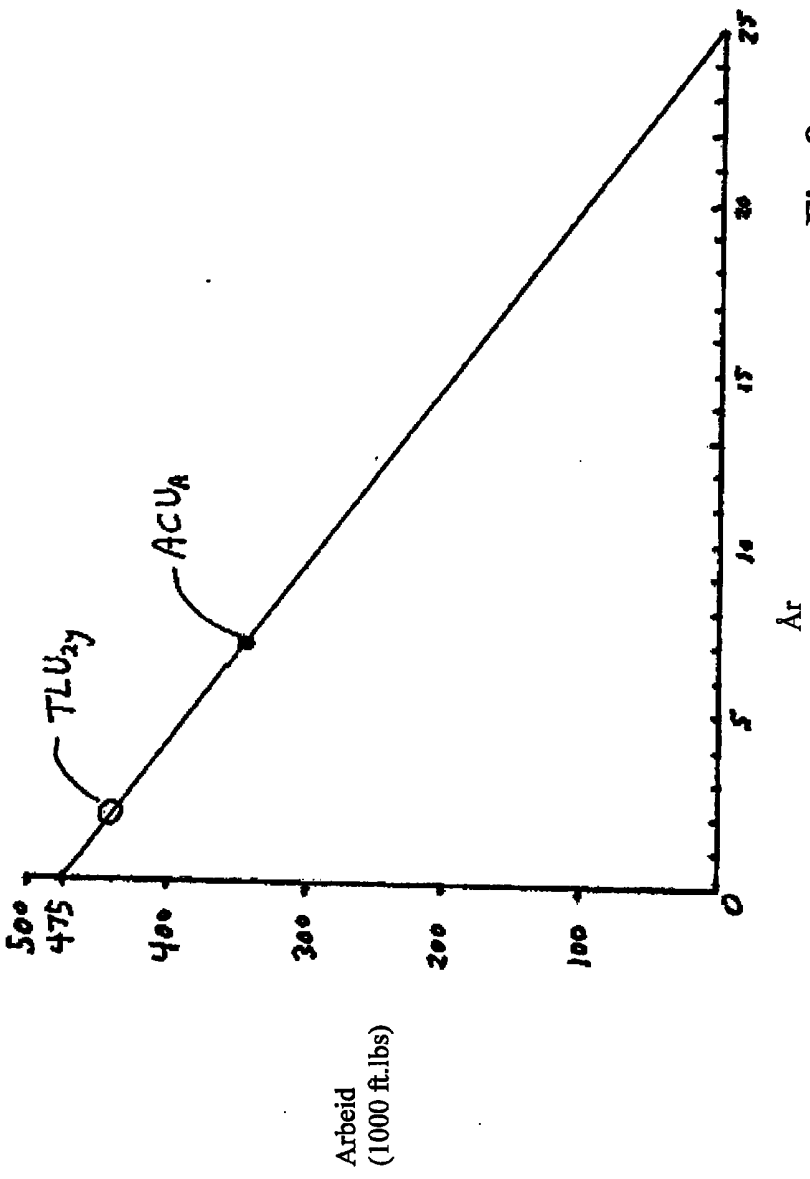


Fig. 8

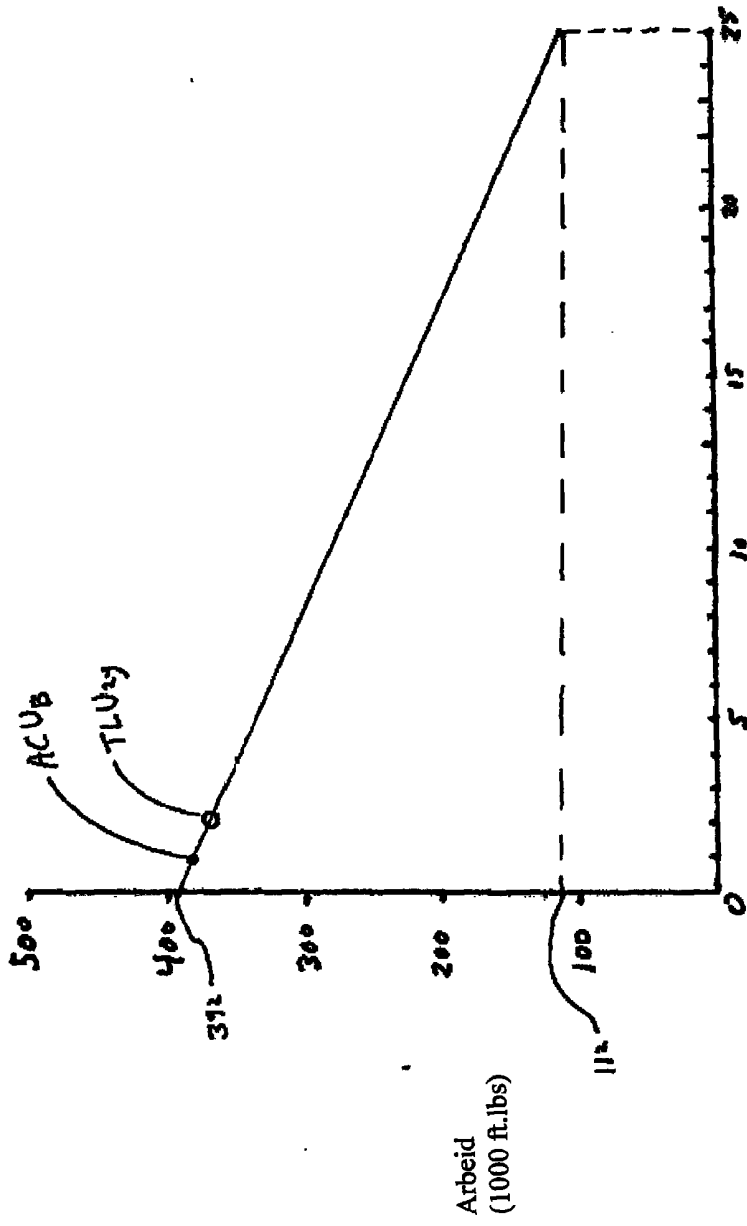


Fig. 9

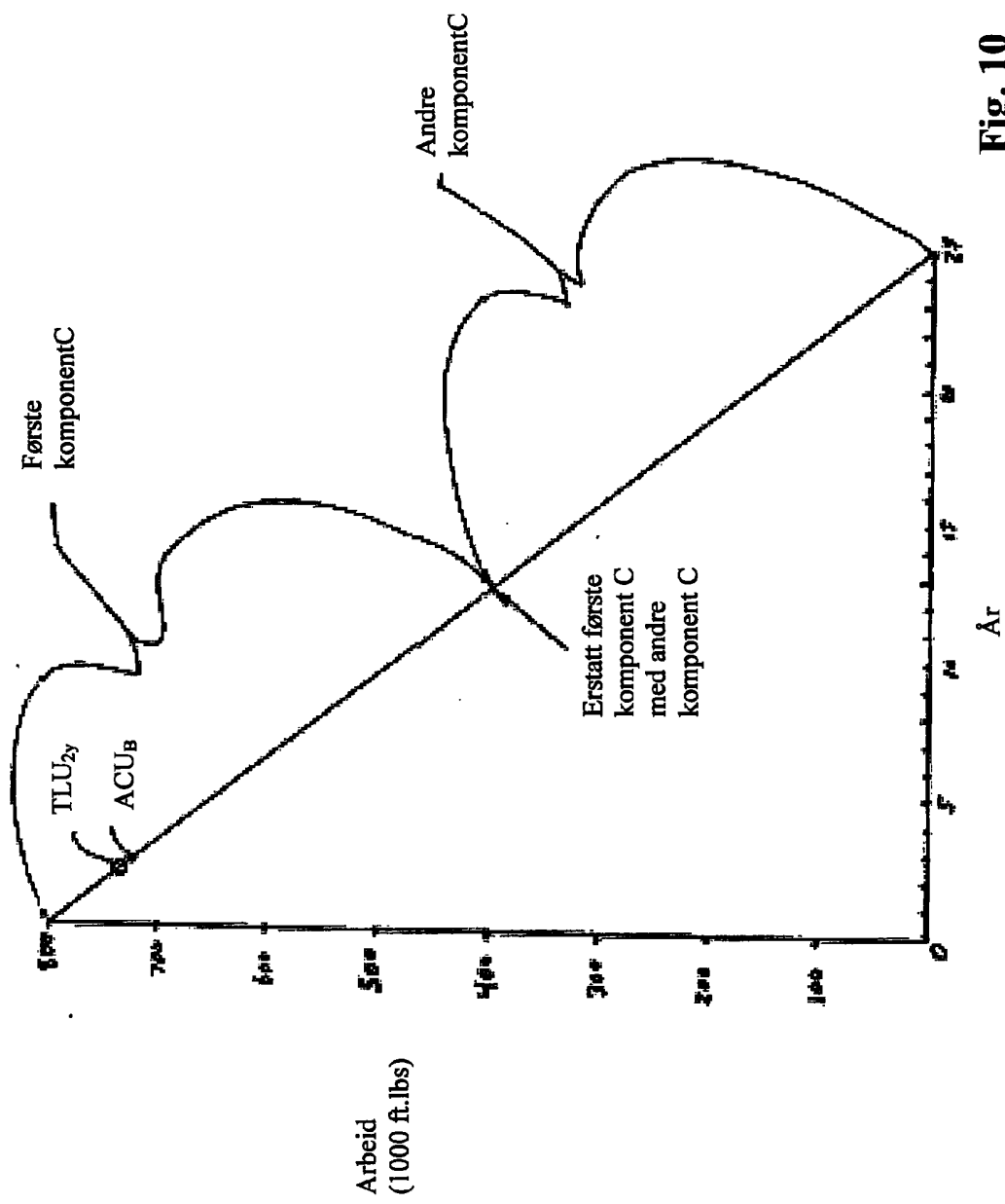


Fig. 10

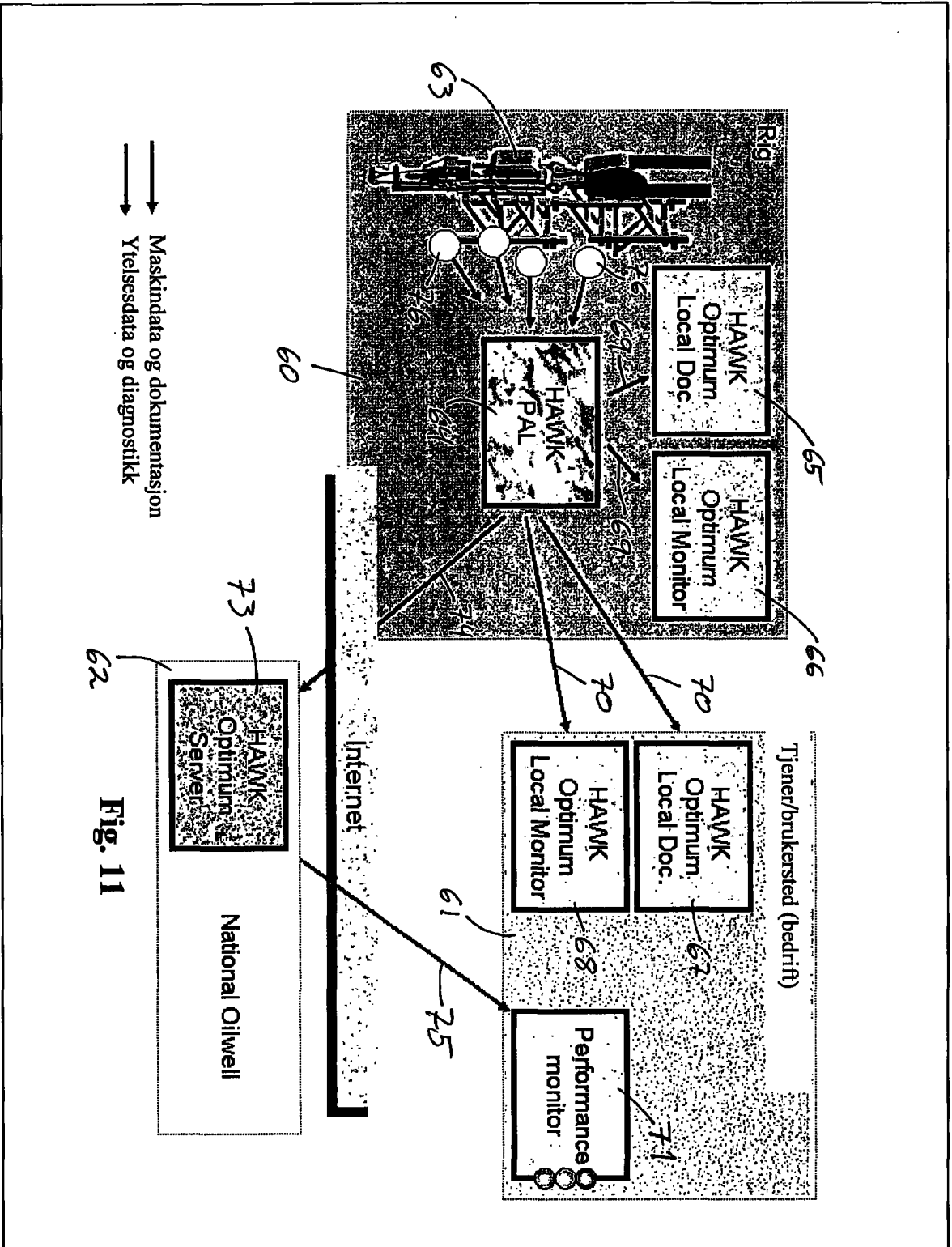


Fig. 11

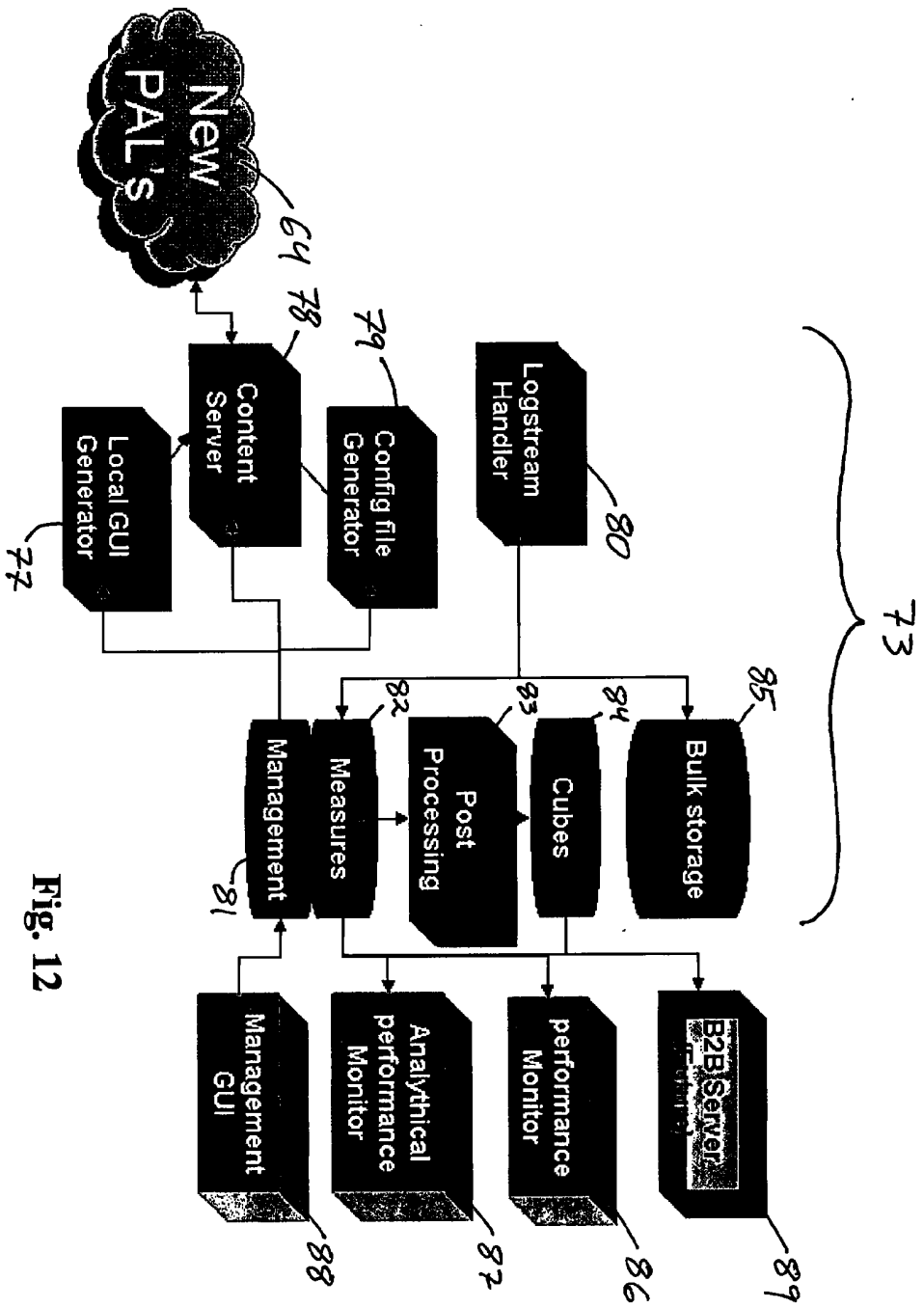


Fig. 12

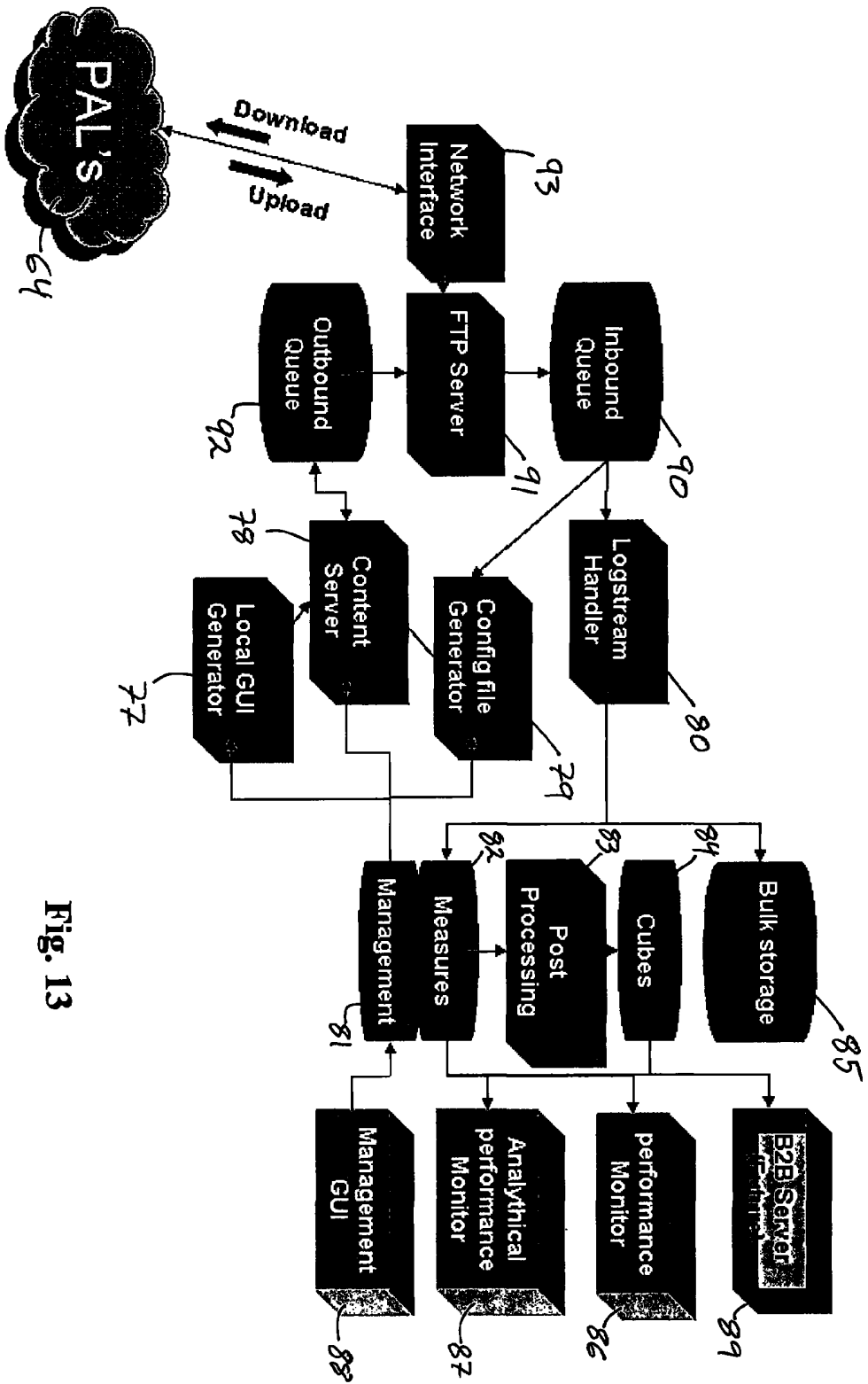


Fig. 13

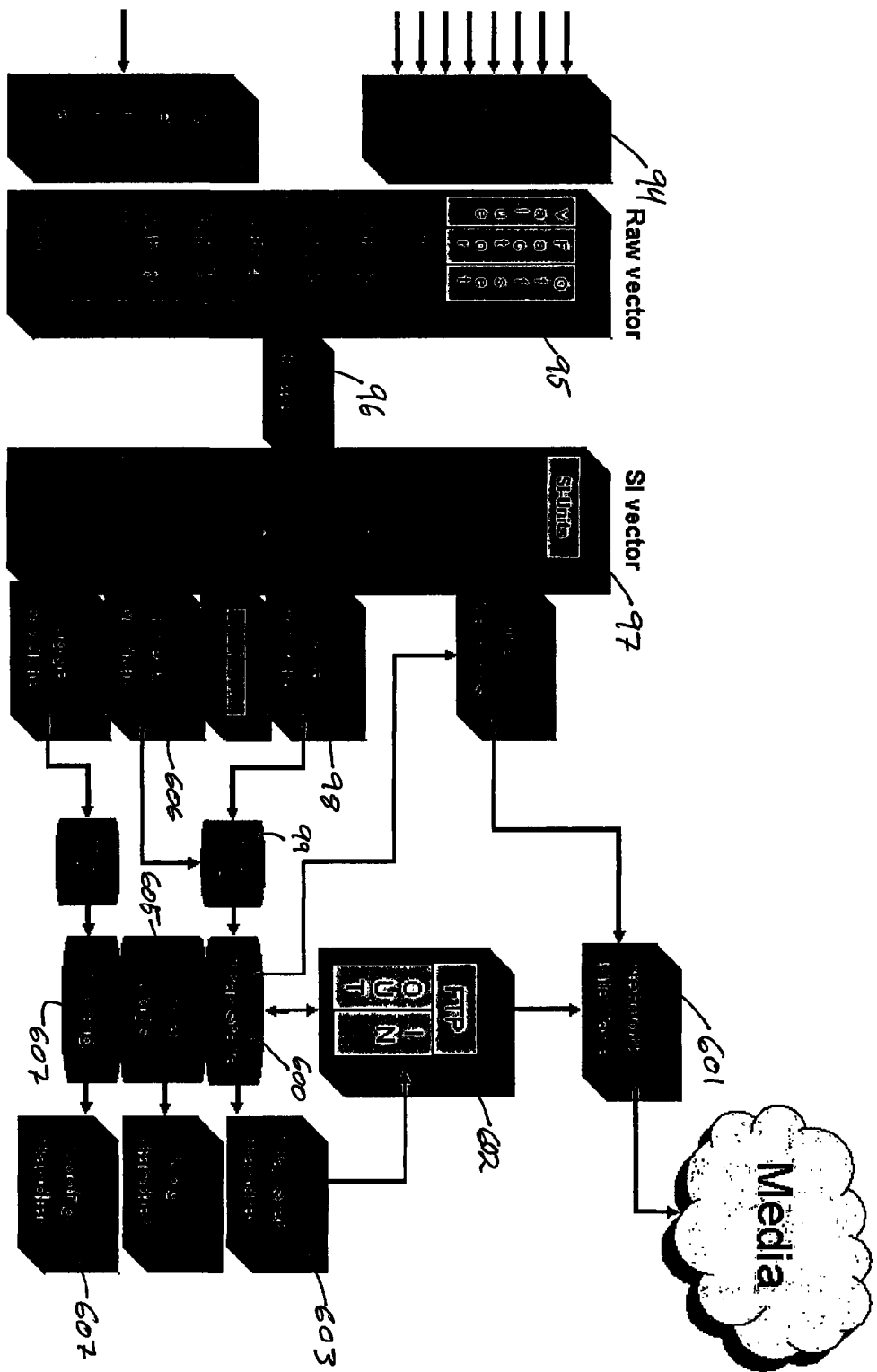


Fig. 14

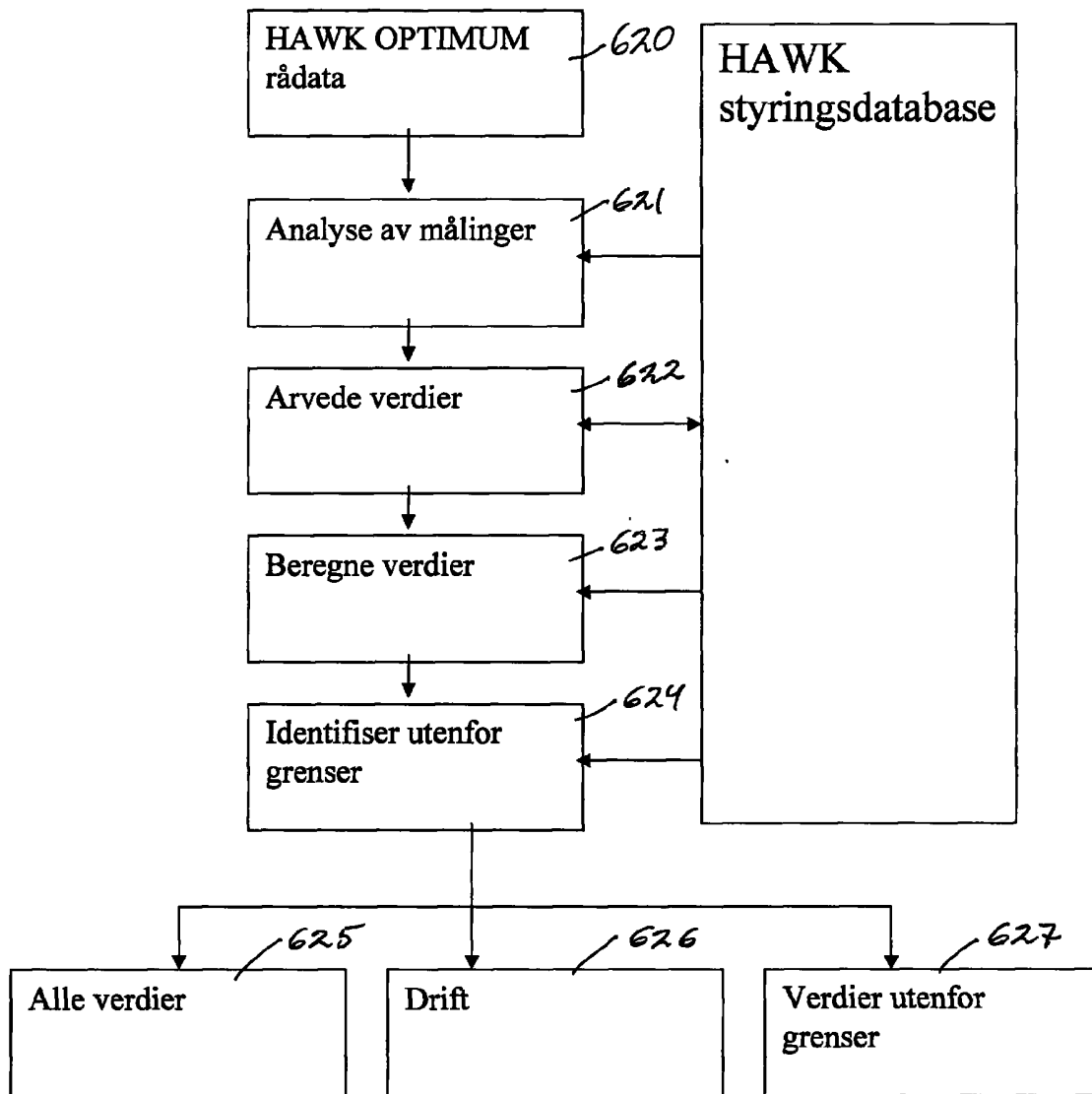


Fig. 15

Example Hex Mud Pump Logged data	Engineering Units
Press_Pushrod_Actual	MPa
Press_Charge	Bar
Press_Discharge	MPa
FaultCode_DriveA	
FaultCode_DriveB	
Temp_ClosedLoopOil	Celsius
Jog Switch	0/1
Leak_Cyl	#
Leak_Percent	%
Press_LinerWash	Bar
Hours_LoadWeighted	Hr
Press_LubeOil	Bar
Temp_LubeOil_Hi	Celsius
Temp_MotorA_BearingD	Celsius
Temp_MotorA_StatorA	Celsius
Temp_MotorA_StatorB	Celsius
Temp_MotorA_BearingND	Celsius
Temp_MotorB_BearingD	Celsius
Temp_MotorB_StatorA	Celsius
Temp_MotorB_StatorB	Celsius
Temp_MotorB_BearingND	Celsius
MP On (Start/Stop)	1/0
Temp_Mud	DegC
Hours_Running	Hr
Service Mode Switch (0-7)	Number
Press_Pushrod_Set	MPa
SPM	SPM
Strokes_Total	STK
Torque_MotorA	Nm
Torque_MotorB	Nm
Temp_CoolWater_Lo	Celsius
Temp_CoolWater_Hi	Celsius
Temp_LubeOil_Lo	Celsius
Flow_CoolWater	LPM
Flow_LubeOil	LPM

Fig. 16

Constants and help factors:

Number of cylinders	n_cyl	6
Liner diameter	ID_liner	4.5 in
Rated pump speed	S_rated	212 spm
Rated pressure	p_rated	517.1 bar
Rated motor torque (per motor)	Trq_rated	11200 Nm
Nominal motor speed	N_nom	810 rpm
Pinion teeth number	teeth_p	34
Gear teeth number	teeth_g	249
Piston stroke	s_piston	300 mm
Residual volume factor	c_resV	1.14
Valve delay	t_delay	0.007 s
Loss stroke from valve seal cushion	s_vc	1.7 mm
Mud compressibility	C_mud	4.4E-05 1/bar
Bearing load exponent	e	3.33
Reference speed	S_ref	74 spm
Reference pressure	p_ref	260 bar
Density of lube oil	rho_oil	860 kg/m3
Density of cooling water	rho_w	1000 kg/m3
Specific heat capacity of lube oil	c_oil	1950 J/kg/K
Specific heat capacity of cooling water	cw	4180 J/kg/K
Rated motor power (both motors)	P_rated	1900 kW
Stroke volume per cylinder	V_cyl	3.078 litres
Gear ratio (motor speed/cam speed)	n_gear	7.324
Load factor for lowest ref. load	w_0	0.711
Weighted mean reference load factor	w_ref	1.935

Post processed log parameters:

Normalized motor torque difference	Torque_DiffA-B	diff_Trqn	%
Mech. power (from motor shafts)	Power_Mech	P_mech	kW
Nominal pump rate	Flow_Nom	Q_nom	lpm
Calculated volumetric efficiency	Efficiency_Vol	eta_V	%
Flow out	Flow_out	Q_out	lpm
Hydraulic power	Power_Hydr	P_hyd	kW
Cooling power oil	Power_CoolOil	P_cool_w	kW
Cooling power water	Power_CoolWater	P_cool_oil	kW
Pump efficiency	Efficiency_Mech	eta_pump	%
Relative pump power	Power_Rel	P_rel	%
Load factor	Load_factor	w	
Pump running	Running	t	0/1
Accumulated running hours	Hours	t_hr	hr
Acc. load weighted running hours	Hours_LoadW	t_hrw	hr

Definitions of input variables:

delta_t	- time since previous sample (s)
p_charge	- charge pressure (bar)
p_disch	- discharge pressure (bar)
S_pump	- pump speed (spm)
Trq_A	- Torque from motor A (Nm)
Trq_B	- Torque from motor B (Nm)
T_oil_in	- temperature of lub oil into cooler (degC)
T_oil_out	- temperature of lub oil out of cooler (degC)
T_water_in	- temperature of lub oil into cooler (degC)
T_water_out	- temperature of lub oil out of cooler (degC)
Q_oil	- flow of lube oil (lpm)
Q_water	- flow of cooling water (lpm)

$$= 2 * N_nom * P / (0.30 * T_rated / 1000)$$

$$= PI / 4 * (ID_liner * 0.0254)^2 * s_piston$$

$$= teeth_g / teeth_p$$

$$= ((ID_liner / 4.5)^2 * (2 * p_ref / p_rated))^{1/e} * (2 * S_ref / S_rated)$$

$$= w_0 * (0.15 * 2^e + 0.4 + 0.4 * 2 + 0.05 * (0.5)^e * S_rated / S_ref)$$

$$= 100 * (Trq_A - Trq_B) / Trq_rated$$

$$= (Trq_A + Trq_B) * S_pump * PI / (0.30 * n_gear / 1000)$$

$$= n_cyl * V_cyl * S_pump$$

$$= 100 * (1 - (p_disch - p_charge) * C_mud * (0.5 + c_resV) - 2 * s_vc / s_piston - (t_delay * S_pump)^2 / 120)$$

$$= eta_V / 100 * Q_nom$$

$$= (p_disch - p_charge) * Q_out / 600$$

$$= (T_oil_in - T_oil_out) * cw * rho_w * Q_oil / 600$$

$$= (T_water_out - T_water_in) * cw * rho_w * Q_coolw / 600$$

$$= 100 * P_hyd / (P_mech)$$

$$= 100 * P_mech / P_rated$$

$$= (2 * p_disch / p_rated)^e * (2 * S_pump / S_rated)$$

$$= |F(S_pump < 0.02 * S_rated; 0; 1)|$$

$$= t_hr + t * delta_t / 3600$$

$$= t_hrw + t * w * delta_t / 3600$$

Fig. 17

Performance Limits

Limit ID	LimitDescription	Logical Operator	Value
1	80.0 ChargePressLolLim	<	1,4
2	76.0 ChargePressLolLim	<	1,5
3	88.0 ChargePressHiLim	>	5,2
4	84.0 ChargePressHiLim	>	4,6
5	44.0 ClosedLoopTempLolLim	<	10
6	48.0 ClosedLoopTempLolLim	<	5
7	56.0 ClosedLoopTempHiLim	>	70
8	52.0 ClosedLoopTempHiLim	>	65
9	40.0 LinerWashPressLolLim	<	0,2
10	36.0 LinerWashPressLolLim	<	0,5
11	8.0 LubeOilPressLolLim	<	0,5
12	4.0 LubeOilPressLolLim	<	1
13	16.0 LubeOilPressHiLim	>	4
14	12.0 LubeOilPressHiLim	>	3,5

Fig. 18

Thursday April 15, 2004

- Hawk Optimum TM
- HEX PUMP
- SUMMARY
- PERFORMANCE
- Performance Chart
- Runnng Hours
- Out of Line
- Trending
- DATA MINING
- DOCUMENTATION
- SERVICES
- INPUTS
- REPORTS

www.ASPTreeView.com
 Evaluation has expired
 Purchase Info

Year	Signal Category	Unit Description	Number Of Measures	Grand Total Number Of Measures
2004	Change Pressure	7610 Charge Press Lubr Unit (4115)	341 331	341 331
		8810 Charge Press Lubr Unit (5522)	180	180
			30 790	30 790
			439 361	439 361
			337 196	337 196
			335 549	335 549
			86	86
			8	8
			6	6
			24	24
			48 796	48 796
			61 006	61 006
			56 000	56 000
			54 952	54 952
			1 704 589	1 704 589
			1 704 589	1 704 589
			1 704 589	1 704 589

Copyright © 2004 National Oilwell Incorporated. All rights reserved. Terms and Conditions of Use

Fig. 19

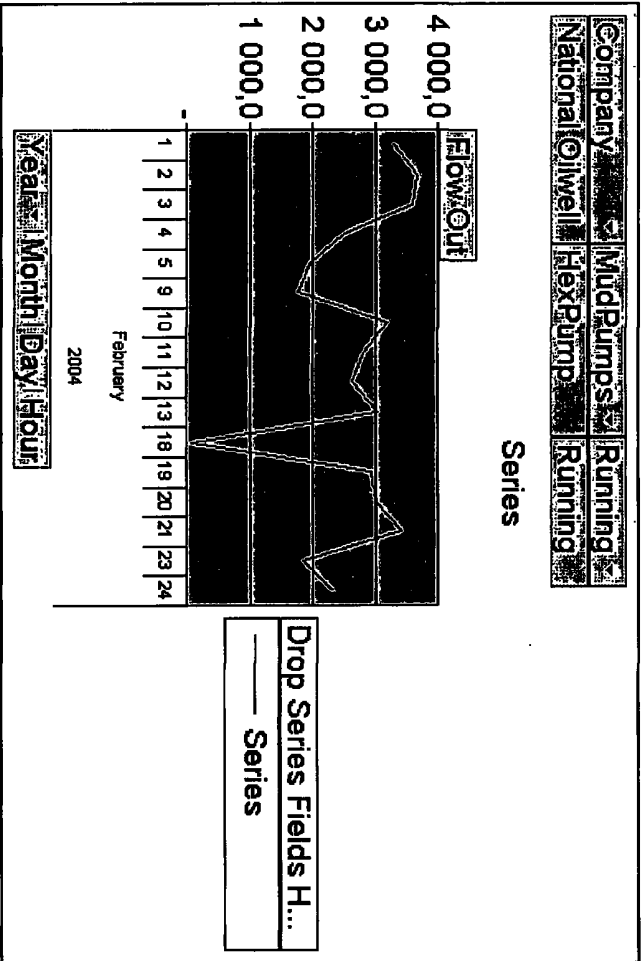


Fig. 20

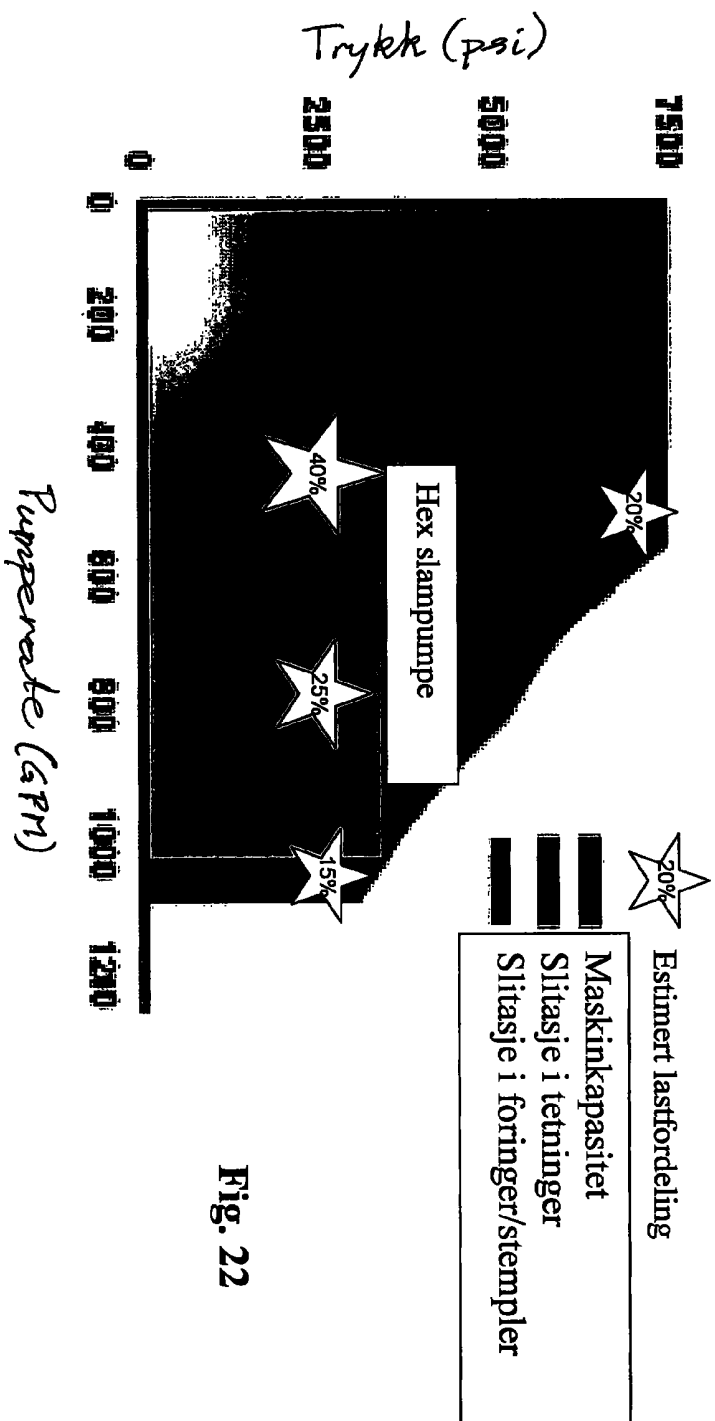


Fig. 22

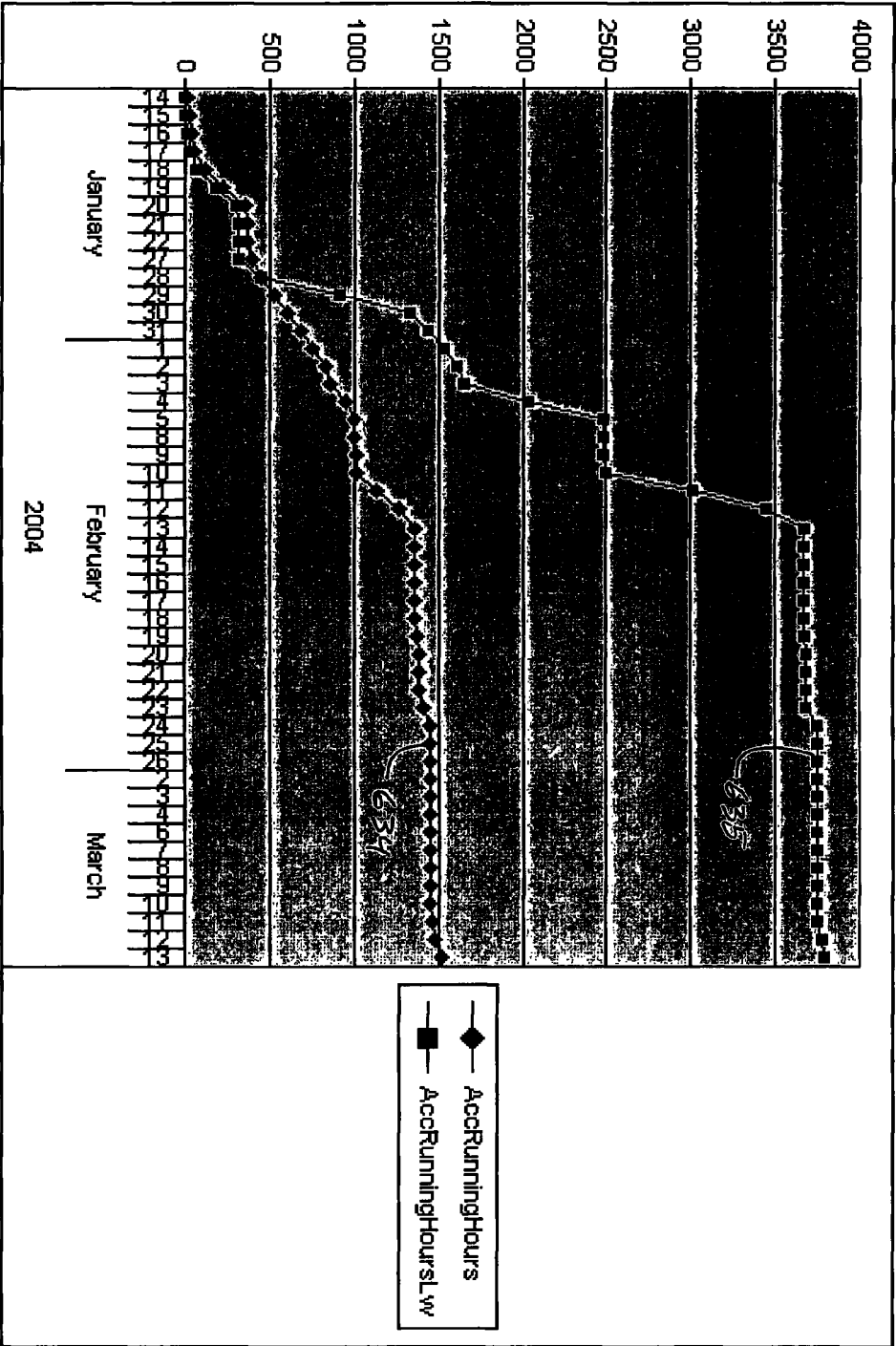


Fig. 23

Trend Status

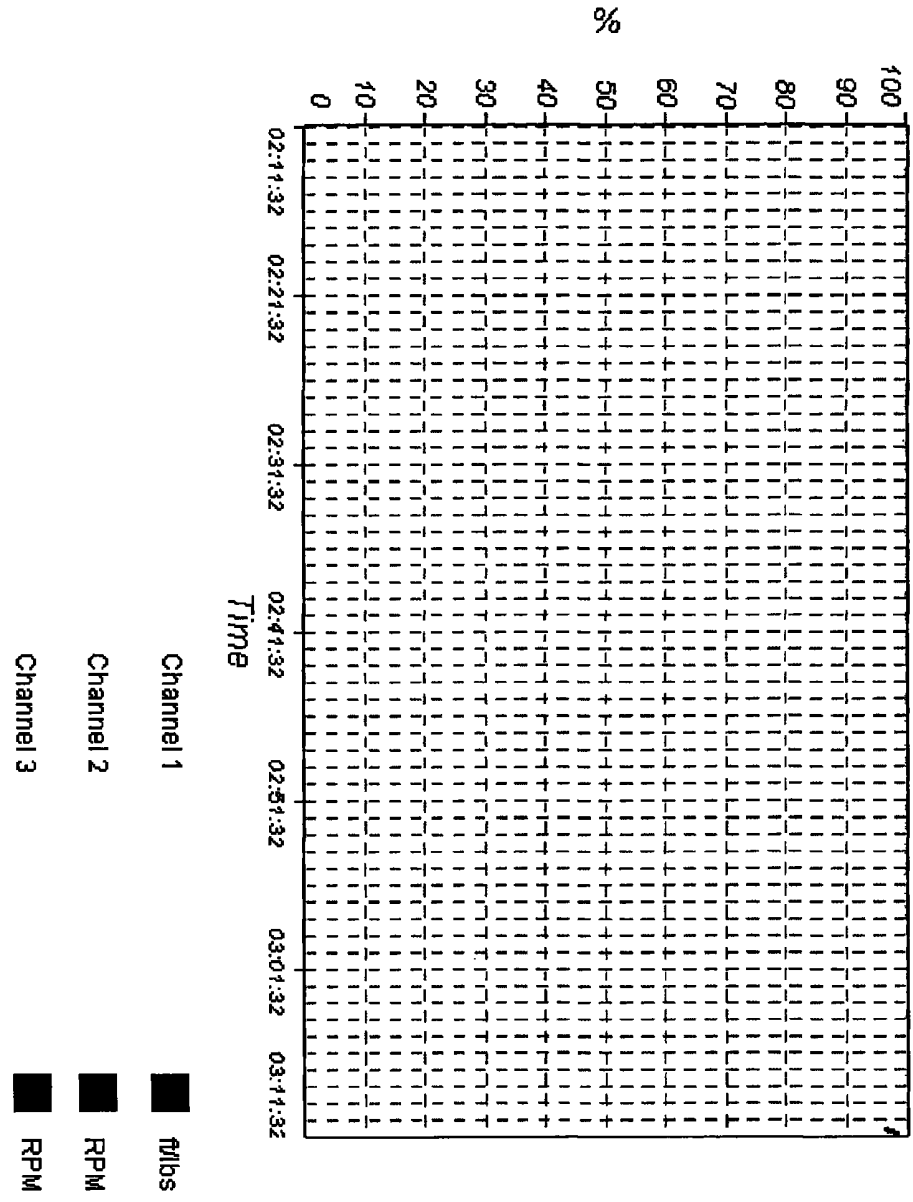


Fig. 24

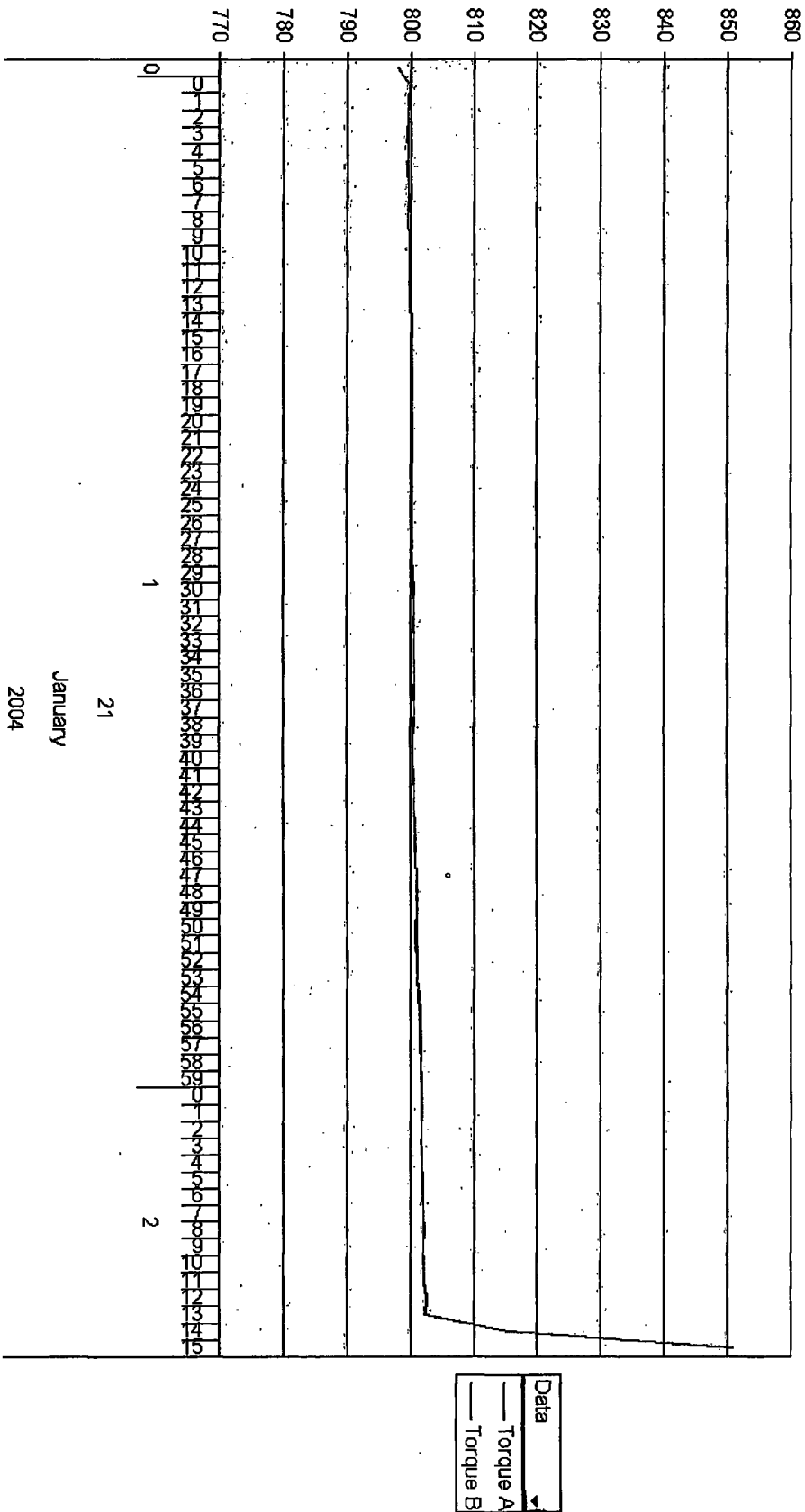


Fig. 25