



(12) PATENT

(19) NO

(11) 317025

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl⁷

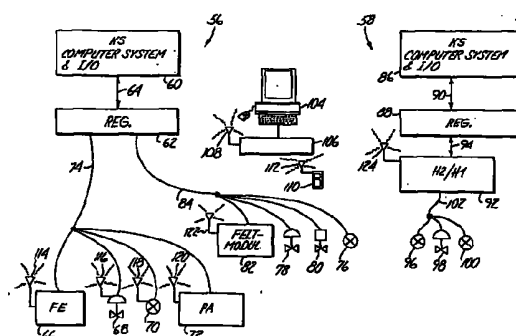
G 05 B 19/418

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	19971867	(86)	Innt.inng.dag og søknadsnr	1995.10.20 PCT/US95/13150
(22)	Inng.dag	1997.04.23	(85)	Videreføringsdag	1997.04.23
(24)	Løpedag	1995.10.20	(30)	Prioritet	1994.10.24, US, 328324 1995.06.07, US, 483119
(41)	Alm.tilgj	1997.06.09			
(45)	Meddelt:	2004.07.26			
(71)	Søker	Fisher-Rosemount Systems Inc , 8301 Cameron Road, Austin, TX 78754, US			
(72)	Oppfinner	Gary Tapperson, Austin, TX, US			
(74)	Fullmektig	Tandbergs Patentkontor AS , Postboks 7085 Majorstua, 0306 Oslo, NO			

(54)	Benevnelse	Apparat for å sikre aksess til feltenheter i et fordelt reguleringsystem			
(56)	Anførte publikasjoner	EP A 491657 DATABASE INSPEC INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS, STENVAGE, GB			
(57)	Sammendrag				

Apparat for å gi tilgang til feltenheter innenfor et fordelt kontroll/regulerings/styresystem, og som gir ikke-redundant sekundær adgang til flere feltenheter som på sin side er under kommando fra en kommandosentral. Samme apparat gir også trådløs reserveforbindelse med feltenheter i et slikt fordelt system, hvor, det allerede foreligger primær tilgang til enhetene via trådkoblede media, fra kommandosentralen. Feltenhetene kan fortrinnsvis være koplet til et reguleringsnettverk av den standardiserte kategori "Fieldbus". I en første utførelse har hver enhet en trådløs port innenfor denne kategori og som er tilgjengelig via en kommandosentral eller et håndapparat, som begge har mulighet for trådløs forbindelse. I en andre utførelse er hvert nettverk utrustet med en feltmodul, som har en trådløs port som tillater at alle enheter koplet til nettverket kan nås av en slik terminal eller et slikt håndapparat. I en tredje utførelse er det skaffet tilveie en såkalt H2/H1 Fieldbus bridge i form av en bro for overgang mellom to standarder innenfor kategorien Fieldbus (og som kan betjene en rekke H1-nettverk), og broen har en trådløs Fieldbus-port som tillater at alle Fieldbus-enheter som er koplet til H1-nettverkene håndtert at broen kan gis adgang til fra en terminal eller et håndapparat av den type som er nevnt ovenfor. I en fjerde utførelse er broen bygget ut til kombinasjon med en omvandler og danner derved en overgangsenhet mellom eldre typer kommandosentraler med analogt utstyr og nyere sentraler som er utrustet med feltenheter av kategori Fieldbus.



Denne oppfinnelse gjelder sikring av aksess til feltenheter i et fordelt regulerings-, kontroll- eller styresystem (eng.: control system - i det følgende kalt reguleringsystem). Nærmere bestemt gjelder oppfinnelsen aksess til slike feltenheter ved bruk av sender/mottakere fra en bestemt avstand, aksess til feltenhetsfunksjoner som ikke er tilgjengelige fra reguleringsystemets regulator eller kommandoenhet, men hvor apparatet sørger for tilleggsadgang via radio til slike feltenheter som ligger perifert i reguleringsystemet og som har samband med dette via en trådløs forbindelse og sender/mottakere.

I et typisk industrielt anlegg brukes et fordelt reguleringsystem (DCS: "distributed control system") for å styre og regulere en rekke av de industrielle prosesser som utføres i anlegget. Typisk kan anlegget ha et sentralt rom som utgjør en kommandosentral (KS) og med et computer- eller prosessorsystem med tilkoplede utstyr (I/O) for brukere, lagringsmedia og annet tilknyttet utstyr, slik det er vanlig innenfor bransjen. En regulator ("controller") og et I/O-undersystem for prosessen er koplet til computersystemet.

Prosessundersystemet omfatter flere I/O-porter som er koplet til forskjellige feltenheter i anlegget. Feltenheter som er kjent innenfor reguleringsteknikkområdet omfatter forskjellige typer analytisk utstyr, silisiumtrykkfølere, kapasitive trykkfølere, temperaturdetektorer basert på motstand, termopar eller -kors, strekkmålere, begrensningsbrytere, av/på-vendere, strømningsgivere, trykkgivere, nivåbrytere basert på elektrisk kapasitet, veieskalaer, transduktorer, ventilstillere, ventilregulatorer, aktuatorer, solenoider og indikatorlys. I dette konsept vil uttrykket feltenhet gjelde samtlige av disse enheter/elementer såvel som andre enheter som kan utføre en funksjon i et fordelt reguleringsystem og allerede er kjent innenfor teknikken.

Tradisjonelt har analoge feltenheter vært koplet til kommandosentralen via strømsløyfer med par av sammensnodde ledninger, og med hver enhet koplet med sitt separate ledningspar. Analoge feltenheter vil kunne gi respons på eller sende ut et elektrisk signal innenfor et nærmere bestemt område. I en typisk konfigurasjon er det vanlig å ha en spenningsforskjell på omkring 20 - 25 V mellom de to ledninger i paret, og en strøm på 4 - 20 mA gjennom strømsløyfen. En analog feltenhet som sender et signal til kommandosentralen modulerer strømmen som går i strømsløyfen med en modulert strøm som er proporsjonal med den registrerte prosessparameter. På den annen side styres en analog feltenhet som utfører en aktiv funksjon under kommando fra kommandosentralen ved den strøm som i sløyfen føres gjennom enheten og som moduleres av I/O-porten i prosess-I/O-systemet, som på sin side styres av regulatoren. Konvensjonelle totråds analoge enheter med aktive elektroniske kretser kan også motta opp til 40 mW effekt fra sløyfen. Analoge feltenheter som krever mer effekt er typisk koplet direkte til kommandosentralen med fire ledninger, idet to av dem leverer effekten til enheten, og slike enheter er kjent innenfor teknikken som firelederenheter og har ikke den samme effektbegrensning som tolederenheter.

I kontrast til dette sender eller mottar de såkalte diskrete eller digitale feltenheter tonivåsignaler i hh til det binære system. Typisk arbeider diskrete feltenheter med et 24 V signal (enten ved veksel- eller likestrøm), et 110 eller 240 V vekselspenningssignal eller et 5 V likespenningssignal. Naturligvis kan en diskret enhet også være beregnet for andre elektriske spesifikasjoner, f.eks. krevet i spesielle reguleringsomgivelser. En diskret inngangsfeltenhet er rett og slett en bryter eller vender som enten slutter eller isolerer forbindelsen med kommandosentralen, mens en diskret utgangsfeltenhet vil aktiveres ved tilstedeværelse eller fravær av et signal fra sentralen.

Historisk har de fleste konvensjonelle feltenheter hatt enten en enkelt inngang eller en enkelt utgang som direkte var relatert til enhetens primærfunksjon. F.eks. er den eneste funksjon som er tilordnet en tradisjonell analog resistiv temperaturføler å sende ut en temperaturparameter ved å modulere strømmen som går gjennom føleren via tolederen, mens den eneste funksjon en ventilstiller av analog type har er å sørge for at en ventil er i åpen eller lukket stilling, ut fra om strømmen som kommer inn via strømsløyfen med to ledere er stor eller liten.

I den senere tid har man også fått hybridsystemer som også innfører digitale størrelser i strømsløyfen, og slike hybridsystemer har funnet anvendelse i de fordelte reguleringsystemer. Et hybridsystem er kjent i reguleringsteknikken som HART (Highway Addressable Remote Transducer) og tilsvarer modemspeifikasjonen angitt som Bell 202. HART-systemet bruker strømverdien i strømsløyfen for å registrere en prosessvariabel (som i det konvensjonelle system), men overlager også et digitalt bærebølgesignal på strømsløyfesignalet. Bærebølgesignalet forløper relativt langsomt og kan gi oppdatering av en sekundær prosessparameter ved en takt som gir tilnærmet 2 - 3 oppdateringer per sekund. Generelt brukes bærebølgesignalet for å sende sekundær og diagnostisk informasjon og ikke for å utføre de primære kontrollfunksjoner som gjelder feltenheten. Eksempler på informasjon som kan formidles over bærebølgesignalet innbefatter sekundære prosessparametre, diagnostisk informasjon (innbefattet følerdiagnose, enhetsdiagnose, ledningsføringsdiagnose og prosessdiagnose), driftstemperaturer, følertemperaturen, kalibreringsinformasjon, enhetens identifikasjonsnummer, konstruksjonsmaterialer, konfigurasjon vedrørende programmering av informasjon etc. Følgelig kan en enkelt hybridfeltenhet ha en rekke inngangs- og utgangsvariable og kan implementere et stort antall funksjoner. HART er et ikke eid industristandardssystem, men det er relativt langsomt og andre bedrifter i industrien har utviklet egne digitalsambandsskjemaer som forløper raskere, selv om disse skjemaer generelt ikke kan anvendes av andre eller konkurrenter.

Fra den kjente teknikk skal nevnes et system for automatisk produksjon hvor en sentral datamaskin styrer flyten av informasjon i to datanettverk. Det første av disse er eksternt, mens det andre er internt. Systemet er beskrevet i patentskriftet EP 0 491 657.

I den senere tid har en ny styre/kontrollprotokoll blitt satt opp av ISA (the Instrument Society of America), og denne protokoll kalles generelt "Fieldbus" og angis

formelt som SP 50, idet denne betegnelse står for "Standards and Practice Subcommittee 50". Fieldbusprotokollen setter også opp to subprotokoller på hhv et H1 feltbussnettverk som sender data på opp til 31,25 kb/s og sørger for effekt til feltenheter som er koplet til dette nettverk, og et H2 feltbussnettverk som sender data opp til 2,5 Mb/s, men som ikke gir
5 effekt til feltenheter koplet til nettverket, men derimot har transmisjonsmidler for reserveforbindelser. Fieldbus er et ikke eid åpent standardsystem og trekker nå til seg positiv oppmerksomhet i industrien.

Etter hvert som tilleggsprotokoller og ny arkitektur innenfor strukturoppbyggingen vinner popularitet i industrien vil det bli større og større utfordring for å smelte de
10 forskjellige teknologiske grener sammen til et enkelt fordelt reguleringssystem. F.eks. kan nyere enheter koples til allerede eksisterende fordelte reguleringssystemer, og i slike situasjoner vil signalene som kommer fra kommandosentralen kunne forvente tradisjonell analog eller hybrid teknologi, men feltenhetene selv kan være koplet opp til et H1 eller H2 Fieldbusnettverk. Motsatt kan kommandosentralen være fornyet og ha innganger og
15 utganger som innbefatter et moderne H1 eller H2 feltgrensesnitt, mens de enkelte signaler som går ut støter på eldre analoge og hybride feltenheter og kanskje bare sjeldnere nyere Fieldbusbaserte enheter.

I tillegg til utfordringen ved integrasjon av forskjellige teknologier til et enkelt fordelt reguleringssystem vil nyere feltenheter ha vedlikeholdsmodi og forbedrede
20 funksjoner som ikke er tilgjengelige via et eldre styresystem. I tillegg er det slik at selv om alle komponenter i et fordelt reguleringssystem er knyttet til samme standard (så som Fieldbusstandarden) vil en fabrikants kommandosentralutstyr kunne være uegnet for adgang til sekundære funksjoner eller sekundær informasjon som tilveiebringes fra en annen fabrikants feltenheter.

25 Av bakgrunnsteknikk for oppfinnelsen skal videre vises til en artikkel "OLCHFA, a distributed time-critical fieldbus" av D.A. Roberts i Database Inspec. Inst. of El. Eng., Stevenage, GB., Insp. No. 4566466, 1993.

Den foreliggende oppfinnelse bygger videre på den kjente teknikk og foreslår et apparat for sekundær aksess uten redundans eller reserve til feltenheter i et fordelt
30 reguleringssystem som innbefatter en kommandosentral for å gi primær aksess til samme feltenheter, hvorved sekundær aksess til all informasjon og samtlige funksjoner som er tilgjengelige i feltenhetene muliggjøres. Særsilt foreslås, slik det fremgår av patentkrav 1, et fordelt reguleringssystem som omfatter en kommandosentral for å tilveiebringe primær styring av/adgang til reguleringssystemet, flere nettverkbaserte feltenheter som hver har en
35 primær reguleringsnettverksport, et reguleringsnettverk koplet til hver nettverksport tilhørende hver feltenhet, og en regulator koplet til kommandosentralen og innrettet for å regulere og gi adgang til de nettverkbaserte feltenheter, og nettverk/regulatorforbindelsesmidler for å kople reguleringsnettverket til regulatoren. Dette fordelte reguleringssystem kjennetegnes spesielt ved sekundæraksessmidler for å tilveiebringe ikke-redundant sekundær

trådløs adgang til sekundærfunksjoner i de nettverkbaserte feltenheter, og en trådløs terminal eller et håndapparat for implementering av trådløs adgang til sekundærfunksjonene i hver av feltenhetene.

Videre foreslås ifølge oppfinnelsen og slik det fremgår av krav 14, et fordelt
 5 reguleringssystem med en kommandosentral for å tilveiebringe primær styring av/adgang til reguleringssystemet via trådkoblede media, flere nettverkbaserte feltenheter som hver har en primær reguleringsnettverksport, et reguleringsnettverk koplet til hver nettverksport tilhørende hver feltenhet, en regulator koplet til kommandosentralen og innrettet for å regulere og gi adgang til de nettverkbaserte feltenheter, og nettverk/regulatorfor-
 10 bindelsesmidler for å kople reguleringsnettverket til regulatoren, og kjennetegnet ved sekundæraksessmidler for å tilveiebringe redundant trådløs adgang til de samme funksjoner i nettverkbaserte feltenheter, og en trådløs terminal som er koplet til en trådløs forbindelse i kommandosentralen.

Ytterligere særtrekk ved disse utgaver av systemet fremgår av de øvrige underkrav
 15 2-13 og 15-16.

Den beskrivelse som nå følger støtter seg til tegningene, hvor fig. 1 viser teknikkens stilling i form av et kjent, typisk fordelt reguleringssystem, fig. 2A viser et skjema over et industrianlegg med to fordelte reguleringssystemer og med tre utførelser av den foreliggende oppfinnelse, fig. 2B viser et skjema over et industrianlegg med to fordelte regulerings-
 20 systemer og med tre utførelser av oppfinnelsen, og fig. 3 viser et skjema over et industrianlegg med et eldre analogt fordelt reguleringssystem som det er tilføyd nyere nettverkbaserte feltenheter til, og en utførelse av den foreliggende oppfinnelse.

Fig. 1 viser således et blokkskjema over den kjente teknikk for fordelte reguleringssystemer, i form av et system DCS 10. Systemet omfatter en kommandosentral
 25 12, en regulator 14, en inn/utenhet (I/O) for diskret eller digital omvandling til analog, en H2/H1-bro 18 og en rekke feltenheter som her er representert ved solenoider 24, brytere eller vendere 26 og 54, ventilstillere 28, 46 og 52, givere 30, 34 og 44, prosessanalysatorer 36 og 50, og disse enheter representerer vilkårlige typer feltenheter kjent innenfor regulerings-teknikken. Fig. 1 viser også bærbar brukermøduler i form av håndapparater 38 og 39,
 30 innrettet for å gi adgang til informasjon i en hybrid eller feltbussbasert feltenhet via en fysisk ledningsforbindelse, og en lokal brukerstasjon 40 som er innrettet for å sende ut og motta kommandoer av den type som er vanlig for kommandosentraler, til og fra feltenheten som den er koplet til via en fysisk ledningsforbindelse.

Kommandosentralen 12 innbefatter prosessorer og datamaskiner, her kalt
 35 computere, bruker-I/O-enheter eller grensesnitt, forskjellige former for datalagringsmedia og andre computerapparater kjent innenfor fagområdet. Kommandosentralen 12 er koplet til regulatoren 14 via en linje (buss) 20 som typisk kan være et privat digitalt sambandsnett eller et åpent digitalt kommunikasjonsnett som bruker en særegen transmisjonsprotokoll.

Regulatoren 14 mottar forskjellige kommandoer fra kommandosentralen 12 og viderefører data til denne.

Som vist på fig. 1 er reguleringsystemet 10 et hybrid system som omfatter to forskjellige typer feltenheter. Feltenhetene 24 - 36 er tradisjonelle analoge, diskrete (digitale) og hybride analog/digitalenheter hvis primære reguleringsfunksjon skjer ved modulasjon av en strøm. Disse feltenhetene er koplet til inn/utenheten 16 og med hver enhet koplet til sin respektive kanal i denne enhet 16 via et enkelt ledningspar (og eventuelt to ytterligere effektledninger i tilfelle det dreier seg om en tradisjonell firelederinnretning). F.eks. er solenoiden 24 koplet via en toleder i form av en snodd parledning 42 til kanalen 43 tilhørende enheten 16.

For en konvensjonell analog eller diskret feltinnretning er den eneste kommunikasjon enheten har med omverdenen via modulasjon eller omkopling av den strøm som er ført gjennom den via tolederen, og størrelsen av strømmen representerer en målt prosessvariabel (som i tilfelle med giveren), eller en aksjon som forespørres av regulatoren 14 (som i tilfelle for en ventilstiller eller solenoid). Tradisjonelle analoge enheter har en frekvensrespons som er begrenset til omkring 10 Hz og mottar strøm via den snodde toleder.

Hybride analog/digitalenheter arbeider på tilsvarende måte som rene analoge enheter, men tillater også digitalt samband med sekundær informasjon ved å overlagre et digital bæreølgesignal på den modulerte strøm som føres av tolederen. Et slikt hybrid analog/digitalt system er kjent innenfor regulerings teknikken som det allerede omtalte system HART og sender data på tilsvarende måte som via et konvensjonelt computermodem som hører til spesifikasjonen Bell 202. Generelt er disse enheters primærfunksjon fremdeles realisert ved å modulere strømmen gjennom strømsløyfen, mens andre typer sekundær informasjon, så som diagnostiske data, driftstemperatur, identifikasjonskoder, feilkoder og sekundære variable eller parametre blir overført digitalt. I et slikt system er digitalsambandet relativt langsomt og er begrenset til omkring 300 baud. Når en vedlikeholdsperson ønsker å prøve om en analogenhet virker må det koples opp fysisk til selve enheten, f.eks. en lokal brukerstasjon 40 koplet til giveren 30, eller til tolederpåret som fører til enheten, så som den bærbare brukermodule (håndapparatet) 38 koplet til tolederen til ventilstilleren 28.

I motsetning til dette er enhetene 44 - 54 digitale feltenheter som er basert på modemnettbruk og hvor all informasjon overføres digitalt til og fra hver enhet. Selv om en rekke regulerings systemfremstillere har utviklet sine egne digitale systemer, har som nevnt ISA utviklet standarder for spesifisert arkitektur, kjent som den allerede omtalte "Fieldbus". Fieldbusspesifikasjonen innbefatter to nettverkstyper, et lavhastighets nettverk som er angitt som H1 og et nettverk beregnet for høyere overføringshastigheter, benevnt H2. Begge nettverk kan takle multippelforbindelser til/fra en enkelt nettverkbuss i kontrast til tradisjonelle analogforbindelser som bare kan håndtere en eneste enhet per toleder. Selv om oppfinnelsen imidlertid her er beskrevet med referanse til et Fieldbusnettverkbasert

reguleringssystem kan oppfinnelsen også brukes i andre utførelser i et hvilket som helst fordelt reguleringssystem som har nettverkbaserte feltenheter.

Et feltbussnettverk av typen H2 kan overføre data på opp til 2,5 Mb/s, og dessuten er et slikt nettverk selvsupplerende eller redundant, med to sett fysiske ledningsmedia omfattet i det. Denne reserve arter seg slik at hvis primærledningsmediet skulle svikte vil sekundærledningsmediet automatisk kunne brukes av systemet. Siden et slikt H2 nettverk har stor kapasitet og god sikkerhet har man begynt å bruke slike nettverk som forbinder regulatoren i et system med forskjellige fordelingsenheter i systemet. Tradisjonelle fordelingsnettverk er imidlertid private og bruker enten parallell- eller serieforbindelse.

På fig. 1 kopler H2-fordelingsnettverket 22 regulatoren 14 til H2/H1-broen 18, og den private bus 21 kopler regulatoren 14 til inn/utenheten 16. I andre konfigurasjoner som er kjent i fagkretser kan enheten 16 og broen 18 være koplet til et felles fordelingsnettverk. Som tidligere nevnt innbefatter enheten 16 diskrete kanaler, med hver kanal koplet til en enkelt enhet.

H2/H1-broen forbinder de data som føres i nettverket 22 med H1-Fieldbus-linjene 45 og 47. Linjen 45 er koplet til givere 44, ventilstilleren 46 og et relé 48, mens H1-linjen 47 er koplet til prosessanalysatoren 50, ventilstilleren 52 og solenoiden 54. Selv om et H1-Fieldbusnettverk ikke er redundant og har lavere dataoverføringshastighet på tilnærmet 31,25 kb/s er det i stand til å sørge for strømforsyning til enhetene nettverket er koplet til, mens H2-Fieldbusnettverket ikke kan dette. Av denne grunn er H1-nettverket ideelt for å tilveiebringe endelige forbindelser til enkelte feltenheter, mens H2-nettverket er ideelt for å fordele reguleringssignaler via hele det fysiske anlegg hvor systemet er installert.

I den senere tid har feltenheter blitt utrustet med mikroprosessorer og annen funksjonalitet, og slike "smarte" feltenheter vil kunne overvåke flere prosessvariable, utføre forskjellige kontroll- og styrefunksjoner, gjennomføre kompliserte diagnoser og tilveiebringe et stort omfang forskjellige typer tilstandsinformasjon. Fieldbus-spesifikasjonen vil spesifisere et større antall funksjoner som kan håndteres av forskjellige Fieldbus-feltenheter. I tillegg kan mange fremstillere ha sørget for sekundærfunksjoner ut over de som er spesifisert i Fieldbus-spesifikasjonen. Selv om Fieldbus-feltenheter som er fremstilt av forskjellige fabrikanter er innbyrdes forenlige (kompatible) i den utstrekning at bare Fieldbus-spesifiserte funksjoner gis adgang til er de slett ikke forenlige når det gjelder de sekundære funksjoner, og f.eks. kan en regulator for Fieldbus-systemet og fremstilt av et firma A generelt ikke åpne adgang til de sekundærfunksjoner som tilveiebringes av en ventilstiller innenfor Fieldbus-systemet, men fremstilt av firmaet B. Derfor vil en industri som har en rekke Fieldbuskomponenter fremstilt av forskjellige fabrikanter ikke alltid være i stand til å utnytte fordelene med alle funksjoner som er tillegg hos de enkelte komponenter og enheter.

Problemet er verre i eldre fordelte reguleringssystemer som i sin tid ble konstruert for å bruke konvensjonelle analoge/diskrete og hybride enheter. Ofte vil et firma ønske å ta

vare på en investering i allerede eksisterende installasjoner og vil i stedet supplere denne med nyere Fieldbusfeltenheter, og i en slik installasjon vil kontrollrommet eller kommandosentralen ikke alltid kunne åpne adgang til de standardiserte Fieldbusfunksjoner en gang, tilbudt av de enkelte enheter av eldre eller nyere årgang. Således er det et behov
 5 mange steder for å få komme til de sekundærfunksjoner som de enkelte fabrikanter tilbyr, såvel som de standardiserte Fieldbusfunksjonene når en Fieldbusbasert enhet er koplet inn i et eldre fordelt reguleringsystem.

Fig. 2 viser et skjema over et industrielt anlegg med to fordelte reguleringsystemer. Det første system 56 (av kategori DCS) består av en kommandosentral 60, en regulator 62,
 10 en overføringslinje 64 (en buss), en feltenhet 66, en ventilstiller 68, en giver 70, en prosessanalysator 72, et H1-Fieldbusreguleringsnettverk 74, en giver 76, en ventilstiller 78, en solenoid 80, en feltmodul 82 og et ytterligere H1-nettverk 84. Det andre reguleringsystem 58 har i stedet en kommandosentral 86, en regulator 88, en bus 90, et H2-Fieldbus-fordelingsnettverk 94, en H2/H1-bro 92, givere 96 og 100, en ventilstiller 98 og et
 15 H1-Fieldbus-reguleringsnettverk 102. Bussene eller linjene 64 og 90 er normalt private digitale sambandsnettverk eller åpne kommunikasjonsnett som bruker en særskilt og privat protokoll. Fig. 2 viser også en terminal 104 og en brukerstasjon 110 i form av et håndapparat. Terminalen 104, på tegningen vist som en computerarbeidsstasjon, er koplet til en modul 106 for trådløs forbindelse, og modulen er på sin side koplet til en radiosender/mottaker 108.
 20 Håndapparatet 110 omfatter likeledes en radiosender/mottaker 112.

To utførelser av oppfinnelsen er illustrert i systemet 56. Den første utførelse gjelder de feltenheter som er koplet til nettverket 74, idet hver enhet omfatter en radiosender/mottaker. Feltenheten 66 representerer enhver feltenhet innenfor de tilgjengelige, og koplet til nettverket 74 og omfattende radiosender/mottakeren 114. Ventilstilleren 68
 25 innbefatter en tilsvarende sender/mottaker 116, en giver 70 omfatter en sender/mottaker 118, og prosessanalysatoren 72 innbefatter en sender/mottaker 120. Hver radiosender/mottaker implementerer en trådløs Fieldbuskopling til terminalen 104 og håndapparatet 110 slik at det gis adgang til sekundære funksjoner hos hver feltenhet, ellers ikke tilgjengelig via kommandosentralen 60, såvel som å tilveiebringe hensiktsmessig aksess til hver feltenhet for
 30 en vedlikeholdsperson uten at vedkommende må kommunisere med kommandosentralen direkte og uavhengig av selve det fordelte reguleringsystem.

De trådløse Fieldbusforbindelser som her er beskrevet er implementert ved sekundære radionettverkporter som brukes i tillegg til primære nettverkporter som er trådkoplet til forbindelse med en kommandosentral. Følgelig kan et nettverkbasert
 35 feltapparat (en feltenhet) alternativt gis adgang til via enten den trådkoplede forbindelse med kommandosentralen eller den trådløse Fieldbusforbindelse. I motsetning til dette har mange allerede kjente nettverkbaserte feltenheter en reservetrådkopling som brukes som nødhjelp hvis en første forbindelse skulle svikte. Feltenheten vil imidlertid generelt ikke alternativt kunne gis adgang til ved enten den første eller den reserveoppkoblede forbindelse, med

unntak av situasjoner under prøving av sistnevnte. I tillegg er også typisk reserve-oppkoplingen rutet til kommandosentralen.

Et annet nytt trekk ved oppfinnelsen er at den trådløse forbindelse via Fieldbusporten og koplet til hver feltenhet er strømforsynt fra den trådkoblede H1-Fieldbusporten som er tilordnet hver enhet, og derfor vil en kunde eller abonnent som har kontroll- eller reguleringsutrustning av Fieldbustypen, fra en bestemt fabrikant lett kunne kople feltenheter opp i systemet så lenge de har en trådløs Fieldbusport (i samsvar med oppfinnelsen) til et eksisterende H1-Fieldbus-reguleringsnettverk slik at vedkommende kan få adgang til samtlige funksjoner i de tilføyde feltenheter ved å bruke et håndapparat som har innebygget en trådløs Fieldbusforbindelse eller en terminal (PC) med en tilsvarende forbindelse. Siden den trådløse Fieldbusforbindelse tilhørende feltenhetene får strømforsyning fra det eksisterende H1-Fieldbus-reguleringsnettverk trengs ingen ytterligere tråduppkopling.

De trådløse forbindelser eller radiokoplingene som her er angitt representerer enhver trådløs sambandsmetode som er kjent innenfor teknikken, innbefattet, men ikke direkte begrenset til radiooverføring, overføring via infrarødt lys, via synlig lys, eller via lydbølger av en eller annen art (ultral lyd).

En andre utførelse av oppfinnelsen er illustrert ved enhetene koplet til nettverket 84. Giveren 76, ventilstilleren 78 og solenoiden 80 er samtlige koplet til dette nettverk 84, og det er også en feltmodul 82 som omfatter en sender/mottaker 122 som strømforsynes fra nettverket. Feltmodulen 82 danner i dette tilfelle en trådløs bro mellom nettverket 84 og håndapparatet 110 eller terminalen 104 og tillater håndapparatet 110 eller terminalen 104 adgang til hver enhet som er koplet til nettverket 84, og følgelig er modulen 82 ideelt egnet for bruk i en allerede eksisterende omgivelse som har forskjellige H1-Fieldbus-enheter fra forskjellige fabrikanter. Håndapparatet 110 og terminalen 104 kan lett programmeres til å gi adgang til funksjonene tilhørende hver enhet i nettverket som feltmodulen 82 er koplet til.

En tredje utførelse av den foreliggende oppfinnelse er illustrert ved det fordelte reguleringsystem 58. I systemet 58 er regulatoren 88 koplet til H2/H1-broen 92 via nettverket 94 som er H2-Fieldbus-fordelingsnettverk. Broen forbinder nettverket med reguleringsnettverket 102 og omfatter en andre Fieldbusport som er koplet til sender/mottakeren 124 for samband med en fjerntliggende enhet så som håndapparatet 110 eller terminalen 104. Følgelig kan den fjerntliggende trådløst koblede feltenhet få adgang til samtlige feltenheter som ivaretas eller betjenes av H2/H1-broen, så som giverne 96, 100 og ventilstilleren 98. I andre konfigurasjoner ville det være vanlig for en H2/H1-bro å betjene en rekke H1-nettverk, i hvilket tilfelle samtlige feltenheter som er koplet til samtlige reguleringsnettverk betjent av broen, kan gis adgang til fra mer fjerntliggende steder.

En rekke industrielle anlegg har flere fordelte reguleringsystemer. Ved å bruke trådløse Fieldbus-nettverk, kan en vedlikeholdsperson bevege seg fra system til system ved å bruke et enkelt håndapparat og kople seg inn til enheter som hører til hvert enkelt system.

Siden håndapparatet kan programmeres til å gi adgang til hver feltenhet, kan vedlikeholdspersonen skaffes aksess til samtlige funksjoner tilhørende enheter som er levert av forskjellige fabrikanter.

Den foreliggende oppfinnelse skaffer også tilveie et apparat og en fremgangsmåte for å tilveiebringe redundant trådløs aksess til feltenheter i et fordelt regulerings/kontroll/styresystem ved å tillate aksess til feltenheter i tilfelle svikt i de trådkoblede media som forbinder feltenhetene med et kontrollrom eller en kommandosentral. Adgangen eller aksessen kan brukes på forskjellige måter, og for det første kan den brukes for å tillate kontinuerlig drift av et fordelt reguleringsystem i tilfelle svikt eller vedlikehold ved de trådkoblede media, men selv om kontinuerlig drift ikke er ønsket, kan redundant aksess fremdeles være verdifull for overvåking av prosessparameteret og for å utføre kontroll- og reguleringsaksjoner, så som de som trengs for å kjøre ned en prosess. F.eks. kan man ta for seg et fordelt reguleringsystem som utsettes for en eller annen svikt, så som en eksplosjon. Eksplosjonen kan i mange tilfeller gjøre de trådkoblede media som forbinder feltenhetene med kommandosentralen, ubrukbare. Ved å bruke reserveadgangen som tilveiebringes ved oppfinnelsen, kan en kommandosentraloperatør fremdeles komme i kontakt med feltenhetene for derved å få utført en foreskrevet nedkjøring av systemet, idet operatøren kan observere kritiske temperaturer, trykk etc og regulere eller lukke ventiler og andre hjelpemidler for å avslutte prosessen på riktig måte. Ved å ha reserveadgang til enhetene, vil altså operatøren kunne kjøre ned system på slik måte at tapet reduseres til et minimum.

Fig. 2B viser et skjema over et industrielt anlegg som har to fordelte reguleringsystemer tilsvarende det som er vist på fig. 2A, og hvor samme komponenter også har samme henvisningstall. Systemet 56 på fig. 2B omfatter som før en kommandosentral 60 (som imidlertid nå omfatter en terminal 104 koplet til modulen 106, som på sin side er koplet til en sender/mottaker 108), en regulator 62, en buss 64, en feltenhet 66 etc, akkurat som på fig. 2A. Systemet 58 har på tilsvarende måte en kommandosentral 86 (som nå innbefatter terminalen 103 koplet til modulen 107, som på sin side er koplet til sender/mottakeren 109), en regulator 88, en buss eller overføringslinje 90 etc, på tilsvarende måte som på fig. 2A.

To utførelser av oppfinnelsen vist på fig. 2B inngår i systemet 56. Den første utførelse er illustrert ved de feltenheter som er koplet til H1-nettverket 74, og hver enhet omfatter en sender/mottaker for trådløs overføring. Hver sender/mottaker inkorporerer en redundant trådløs Fieldbus-forbindelse med terminal 104, slik at man kan få reserveadgang til hver feltenhet fra kommandosentralen 60.

En andre utførelse av oppfinnelsen vist på fig. 2B er illustrert ved enhetene koplet til nettverket 84. Giveren 76, ventilstilleren 78 og solenoiden 80 er hver koplet til nettverket 84, og dessuten er en feltmodul 82 koplet til det, omfattende en trådløs sender/mottaker 122, som strømforsynes fra nettverket 84, idet feltmodulen 82 i virkeligheten danner en trådløs bro mellom nettverket 84 og terminalen 104 i kommandosentralen 86 og tillater terminalen

104 å få forbindelse med hver enhet som er koplet til nettverket 84. Følgelig vil feltmodulen 82 være ideelt egnet for å tilveiebringe redundant trådløs aksess i en allerede eksisterende omgivelse som har forskjellige H1 Fieldbus-enheter fra forskjellige fabrikanter.

En tredje utførelse av oppfinnelsen vist på fig. 2B er illustrert ved systemet 58 som omfatter en regulator 88, som er koplet til en H2/H1-bro via et H2-nettverk 94. Broen forbinder nettverket 94 med nettverket 102 og innbefatter en andre Fieldbus-port som koplet til den trådløse sender/mottaker 124, for samband med en fjernliggende enhet, så som terminalen 103. Følgelig kan en slik terminal 103 i kommandosentralen 86 få adgang til samtlige feltenheter som betjenes av broen, så som givene 96 og 100, og ventilstilleren 98.

Fig. 3 viser en utførelse av den foreliggende oppfinnelse og innrettet for bruk i eldre fordelte, reguleringssystemer som i ettertid er tilleggsutrustet med nyere Fieldbus-feltenheter. Systemet 126 omfatter en kommandosentral 128, en regulator 130, en buss 132, en inn/ut-enhet 134 for digital eller diskret omvandling til analoge verdier, en bro/omvandler 136, en overføringslinje eller buss 137, et H1-Fieldbus-reguleringsnettverk 138, nok et tilsvarende nettverk 140, solenoider 142 og 152, givere 144 og 148, ventilstillere 146 og 150, et håndapparat 154 for styre- og reguleringsformer og en terminal 156 i form av en arbeidsstasjon (computer, PC).

Systemet 126 representerer et eldre fordelt reguleringssystem som er konstruert for bruk med tradisjonelle diskrete analog/digitale og hybride enheter. Med unntak av terminalen 156, er alt det som er tegnet på oversiden av den stiplede linje 158 komponenter som inngår i eldre eksisterende installasjoner, mens det som er tegnet på undersiden av linjen (og terminalen 156) representerer nyere Fieldbus-komponenter som er tilføyd installasjonen senere.

Broen/omvandleren 136 gir grensesnittfunksjon overfor de eldre deler av systemet 126 (på oversiden av linjen 158) til Fieldbus-enhetene. Broen/omvandleren 136 omfatter flere inn-/ut-prosesskanaler (så som kanal 160) og som er koplet til tilsvarende prosesskanaler tilhørende inn/ut-enheter 134 (så som kanal 162) via et snodd ledningspar (så som tolederen 164). Broen/omvandleren 136 omvandler de analoge, diskrete og/eller hybride informasjonssekvenser som tilveiebringes fra enheten 134 til digitale tilsvarende informasjonssekvenser som overføres til enhetene i nettverkene 138 og 140, og omvandler den mottatte digitale informasjon fra enhetene i nettverkene 138 og 140 til analoge, diskrete og/eller hybride informasjonssekvenser som "er forespurt" av enheten 134.

Betrakter man det hele fra kommandosentralen 128, vil Fieldbus-enhetene tilsynelatende være tradisjonelle analoge/diskrete og hybride feltenheter, og følgelig vil sentralen 128 ikke få adgang til noen av sekundærfunksjonene som er knyttet til disse enheter. For å få adgang til disse sekundære funksjoner, har broen/omvandleren 136 en aktiv trådkoplet Fieldbus-port 166 og en trådløs Fieldbus-port 168.

Den trådkoplete Fieldbus-porten 166 er koplet til Fieldbus-nettverket 170, som på sin side er koplet til terminalen 156. I en bestemt utførelse er terminalen 156 plassert i

kommandosentralen 128 og gir operatører i sentralen adgang til samtlige funksjoner som tilveiebringes av Fieldbus-felthenetene, men som ikke er tilgjengelige via de allerede eksisterende kommandosentralkomponentene. Porten 166 er ikke en reserveport med redundans, den er i stedet mer å betrakte som en sekundær port som kan gi
 5 kommandosentralen adgang til samtlige funksjoner som tilveiebringes av de Fieldbus-baserte enheter, og følgelig vil en kommandosentraloperatør alternativt kunne få aksess til en Fieldbus-basert enhet via enheten 134 eller terminalen 156. I motsetning til dette vil en redundant port kunne brukes som reserve, hvis en første port skulle svikte. I den konfigurasjon som er vist på fig. 3 vil ikke en redundant port kunne koples til
 10 kommandosentralen i det hele tatt.

Fieldbus-porten 168 er koplet til den trådløse sender/mottaker 172, slik at det dannes et trådløst Fieldbus-nettverk tilsvarende det trådløse Fieldbus-nettverk som er vist på fig. 2. Håndapparatet 154 har den trådløse sender/mottaker 174 og står i forbindelse med Fieldbus-enheten 142/152 via den trådløse sender/mottaker 172, som på sin side er koplet til den
 15 trådløse port 168 tilhørende broen/omvandleren 136. I tillegg til håndapparatet 154 kan en terminal med en trådløs forbindelse (så som terminalen 104 og den trådløse forbindelse i form av modulen 106 på fig. 2), brukes for samband med felthenetene som er koplet til broen/omvandleren 136.

Den foreliggende oppfinnelse tilveiebringer et apparat for å fremskaffe sekundær
 20 aksess til feltheneter i det fordelt reguleringssystem som omfatter en kommandosentral for å skaffe frem primær aksess til felthenetene. I et moderne fordelt reguleringssystem som har Fieldbus-enheter koplet til et Fieldbus-kontrollrom, vil den foreliggende oppfinnelse kunne tilby en trådløs forbindelse til/fra fjerntliggende enheter, så som et håndapparat eller en terminal som på sin side har en trådløs forbindelsesmulighet, slik at en vedlikeholdsperson
 25 tillates adgang til Fieldbus-enhetene ute i felten via den ene fjerntliggende enhet eller eventuelt flere slike enheter. Siden et Fieldbus-kontrollrom eller en kommandosentral med utstyr fra én fabrikant ikke behøver være innrettet for å få aksess til sekundærfunksjoner tilhørende en Fieldbus-enhet fra en annen fabrikant, kan håndapparatet også være et middel for på en hensiktsmessig måte å formidle adgang til sekundærfunksjoner som tilveiebringes
 30 eller tilbys av forskjellige fabrikanter, ved hjelp av et enkelt og lett programmerbart håndapparat eller en tilsvarende fjernstyringsterminal.

Den foreliggende oppfinnelse tilveiebringer også et apparat for å gi redundant adgang til feltheneter i et fordelt reguleringssystem som har en kommandosentral som allerede er tråddoppkoplet for adgang til felthenetene. I et moderne fordelt reguleringssystem
 35 som har Fieldbus-enheter koplet til et Fieldbus-kontrollrom eller en Fieldbus-kommandosentral, gir den foreliggende oppfinnelse en reservemulighet for trådløs forbindelse med en terminal som har en trådløs forbindelsesmulighet. Apparatet ifølge oppfinnelsen tillater adgang til feltheneter i tilfelle svikt eller annen utilgjengelighet hos de trådkoblede media

som kopler kontrollrommet til feltenhetene, hvilket er den primære måte å få adgang til enhetene i systemet på.

I en bestemt utførelse har hver Fieldbus-basert enhet sin egen sekundære trådløse H1- eller H2-Fieldbus-port som får strømforsyning fra H1-Fieldbus-reguleringsnettverket.

5 Denne utførelse gir maksimal fleksibilitet, siden man ikke trenger noen modifikasjon av det eksisterende fordelte reguleringsnettverk, og utførelsen er ideelt egnet for nye enheter som skal tilføyes et allerede eksisterende anlegg. Så snart H1-Fieldbus-enheten er koplet til det eksisterende H1-nettverk, kan enheten gis adgang via det trådløse håndapparat eller den trådløse terminal.

10 I en annen utførelse av oppfinnelsen er en feltmodul koplet til et eksisterende Fieldbus-reguleringsnettverk. Feltmodulen har en trådløs H1- eller H2-Fieldbus-port som får strømforsyning fra reguleringsnettverket og gis adgang fra det trådløse håndapparat eller den trådløse terminal, til samtlige Fieldbus-enheter koplet til reguleringsnettverket. Denne utførelse er ideelt egnet for fordelte reguleringsnettverk som allerede har Fieldbus-enheter.

15 I nok en annen utførelse av oppfinnelsen har det fordelte reguleringsnettverk en H2/H1-bro, som har en eller flere H1-reguleringsnettverk koplet til Fieldbus-enheter, i en trådkoplet H1-port som er koplet til en regulator, og en trådløs H2- eller H1-Fieldbus-port. Den trådløse Fieldbus-port tillater at et trådløst håndapparat eller en trådløs terminal kan formidle aksess til samtlige Fieldbus-enheter i samtlige H1-reguleringsnettverk som
20 betjenes/håndteres av H2/H1-broen.

I en fjerde utførelse av oppfinnelsen er en bro/omvandler koplet til det toleders snodde ledningspar som kopler de analoge/diskrete og hybride enheter i en eldre kommandosentral og kopler denne sentral til de nyere Fieldbus-enheter, idet denne utførelse bruker broen/omvandleren til en H1- eller H2-Fieldbus-port for å gi adgang til funksjoner
25 hos Fieldbus-enhetene, som ikke er tilgjengelige fra kommandosentralene direkte. I en bestemt konfigurasjon er en terminal koplet til broen/omvandleren via et trådkoplet Fieldbus-nettverk. Terminalen, som kan ha sin plass i kommandosentralen eller et tilsvarende kontrollrom, gir reguleringsnettverkets operatører adgang til samtlige funksjoner hos Fieldbus-enhetene. I en annen konfigurasjon (som kan være et komplement til den
30 første) har broen/omvandleren en trådløs H1- eller H2-Fieldbus-port som tillater at Fieldbus-felthenetene åpnes for adgang via en trådløs terminal eller et trådløst håndapparat.

I en særlig utførelse omfatter broen/omvandleren altså en trådkoplet terminal i sentralen og som kan gi et håndapparat eller en terminal aksess til enhetene den betjener.

En vedlikeholdsperson kan få adgang til felthenetene ved vedlikeholdsarbeider i
35 felten, og sekundærfunksjoner som hører til de enkelte feltheneter (og som kan variere fra fabrikant til fabrikant av disse enheter) kan også gis fristilles fra en enkelt fjernstyringsenhet. En operatør i en kommandosentral kan dermed få kontakt med og adgang til feltheneter i tilfelle svikt eller utilgjengelighet hos de trådkoplede media som ellers gir primær adgang til felthenetene.

Selv om den foreliggende oppfinnelse her er beskrevet med referanse til foretrukne utførelsesformer, vil arbeidere som er bevandret i denne teknologi innse at endringer kan utføres både i form og detalj, uten at dette vil fravike oppfinnelsens bakgrunn og idé, idet oppfinnelsen som sådan er angitt nærmere i de nedenfor oppsatte patentkrav.

5

10

P a t e n t k r a v

1. Fordelt reguleringssystem (10, 56, 58, 126) som omfatter:

en kommandosentral (60, 86) for å tilveiebringe primær styring av/adgang til
15 reguleringssystemet,

flere nettverkbaserte feltenheter (66, 72) som hver har en primær
reguleringsnettverksport,

et reguleringsnettverk (74, 84, 94) koplet til hver nettverksport tilhørende hver
feltenhet (66, 72), og

20 en regulator (62, 88) koplet til kommandosentralen og innrettet for å regulere og gi
adgang til de nettverkbaserte feltenheter, og

nettverk/regulatorforbindelsesmidler (92, 134, 136) for å kople reguleringsnettverket
til regulatoren (62, 88),

karakterisert ved: sekundæraksessmidler (114-120) for å tilveiebringe ikke-
25 redundant sekundær trådløs adgang til sekundærfunksjoner i de nettverkbaserte feltenheter
(66-72), og en trådløs terminal (104) eller et håndapparat (110) for implementering av
trådløs adgang til sekundærfunksjonene i hver av feltenhetene (66-72).

2. System ifølge krav 1, **karakterisert ved** at sekundæraksessmidlene omfatter en
30 trådløs sender/mottaker (114) koplet til en ikke-redundant sekundær port tilhørende hver av
de nettverkbaserte feltenheter (66-72).

3. System ifølge krav 2, **karakterisert ved** at den trådløse sender/mottaker (114)
mottar strøm for strømforsyning fra reguleringsnettverket via den primære nettverksport.

35

4. System ifølge krav 1, **karakterisert ved** at sekundæraksessmidlene omfatter en
feltmodul (82) som er koplet til reguleringsnettverket (84) og på sin side omfatter:

en første nettverksport koplet til reguleringsnettverket (84),

en ikke-redundant sekundær port, og

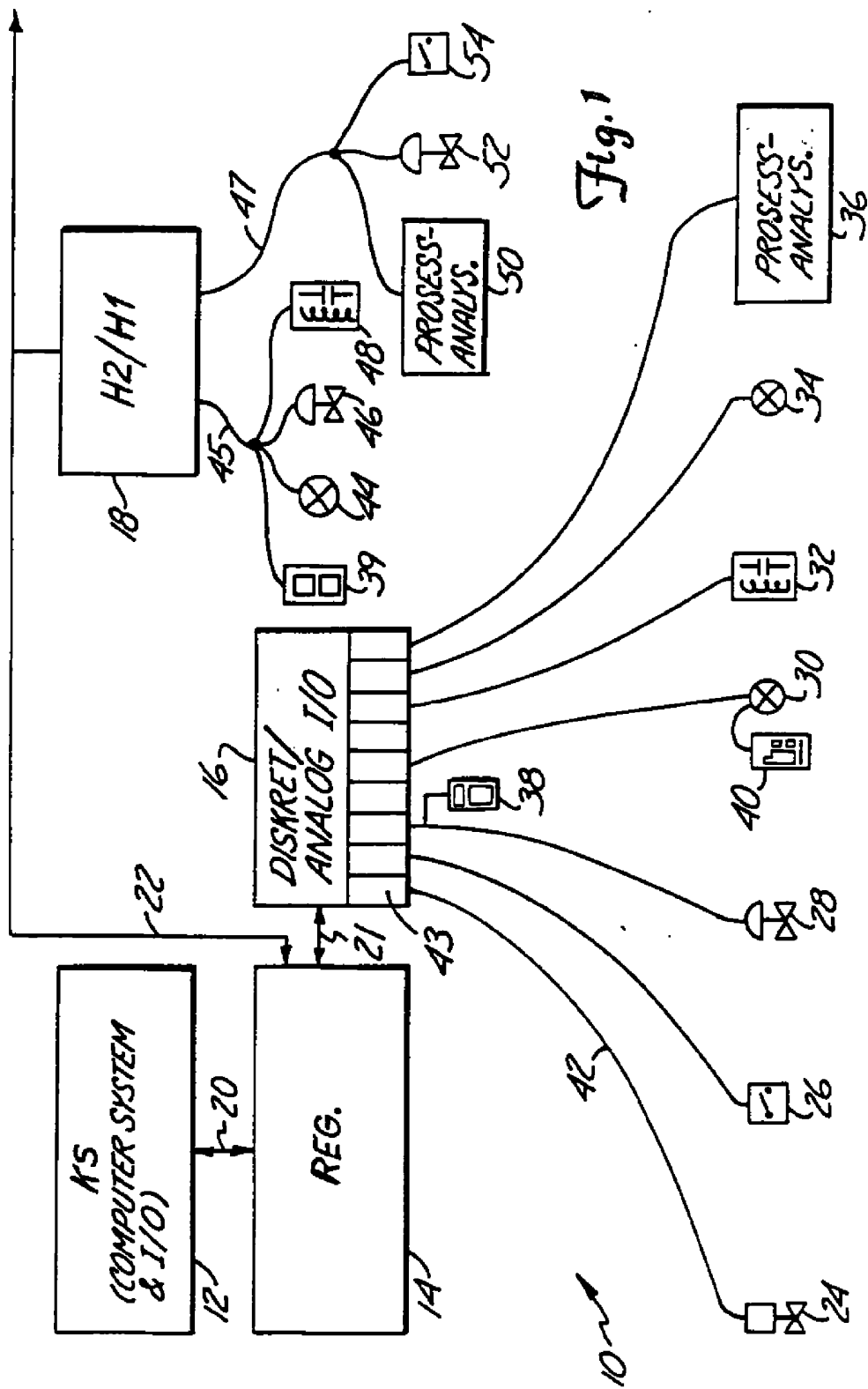


Fig. 1

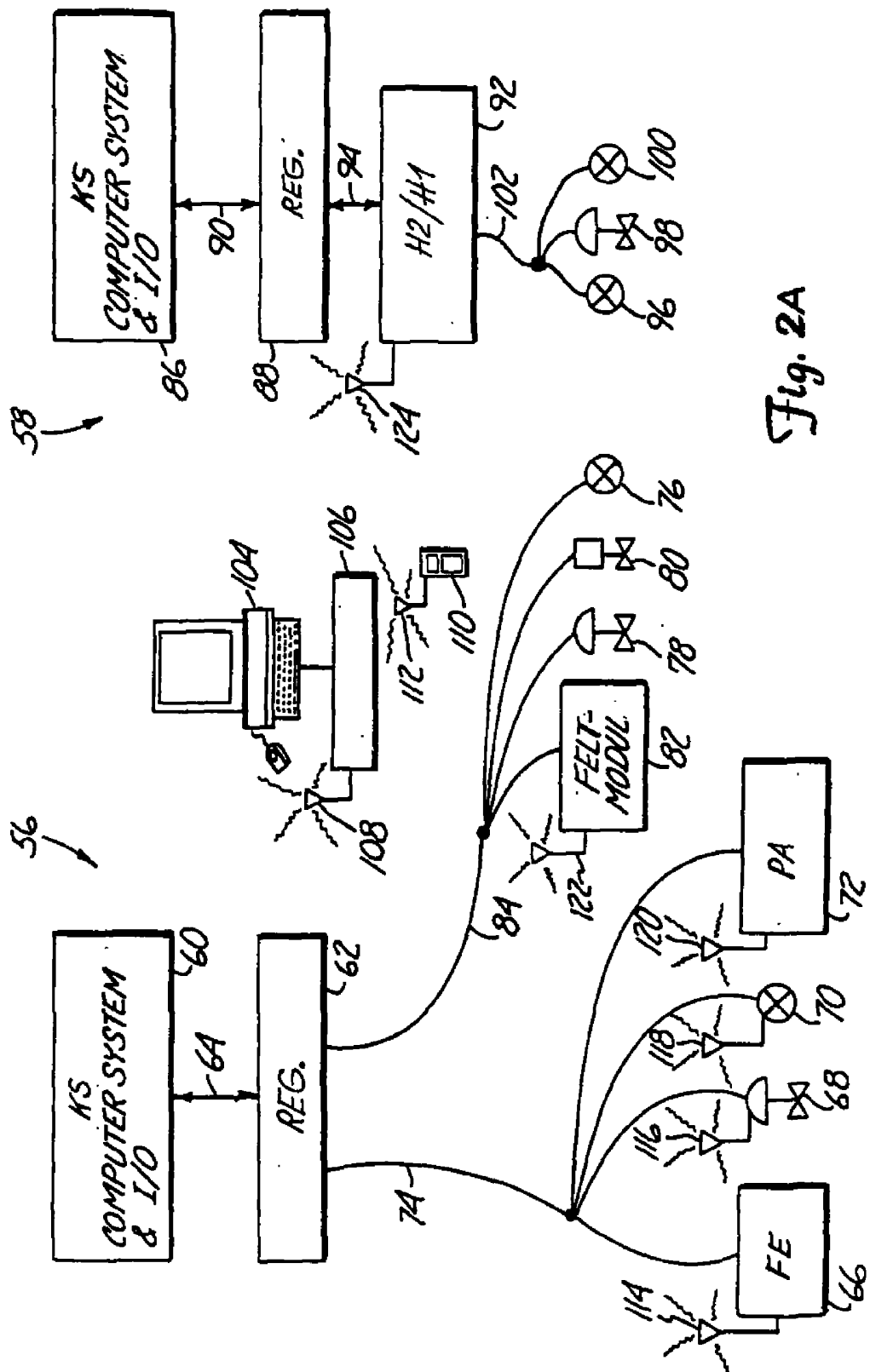


Fig. 2A

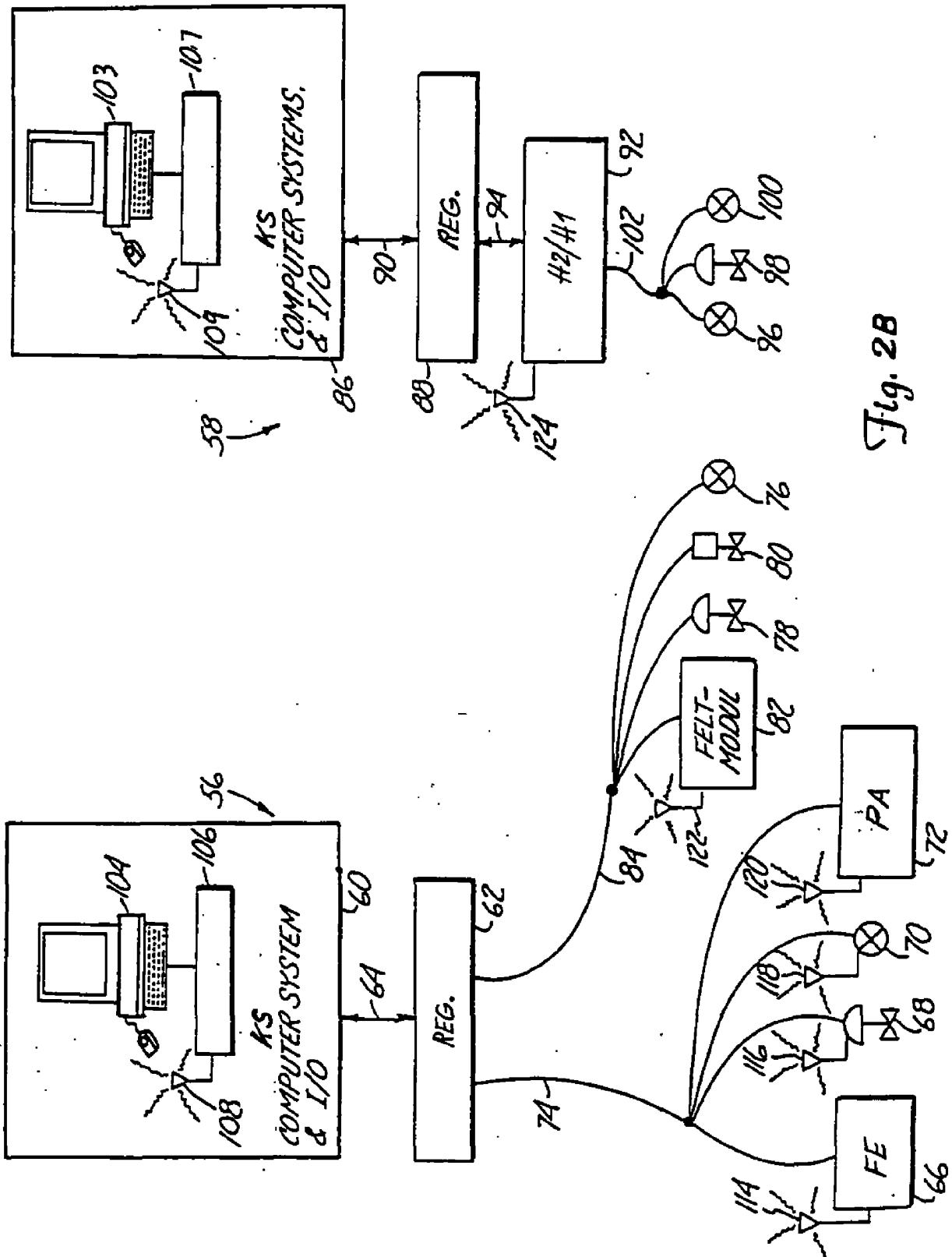


Fig. 2B

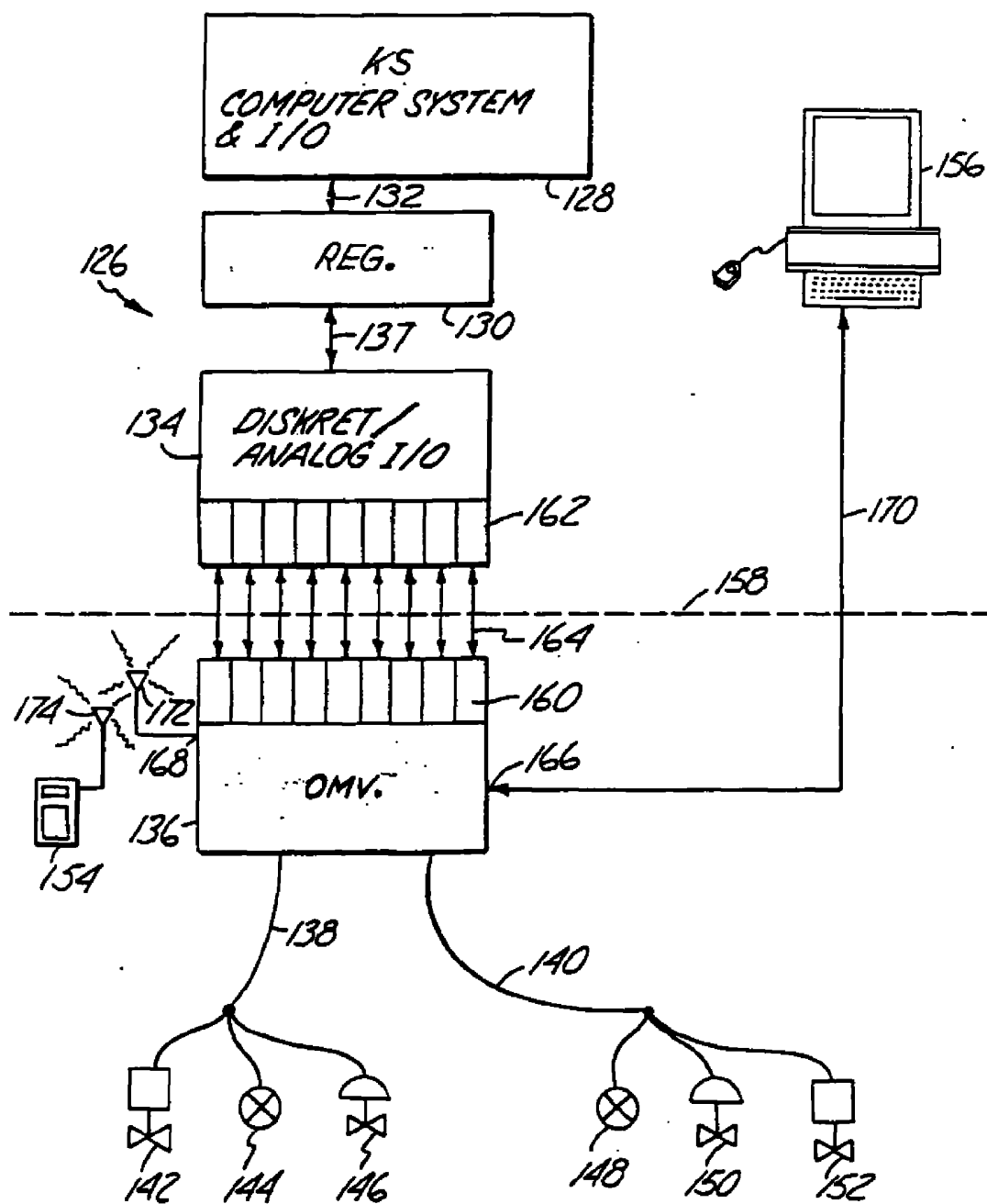


Fig. 3