

NORGE

[B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 129370



**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

(51) Int. Cl. G 05 b. 19/18

(52) Kl. 42r¹-19/18

(21) Patentsøknad nr. 31/70

(22) Inngitt 6.1.1970

(23) Løpedag 6.1.1970

(41) Søknaden alment tilgjengelig fra 8.7.1970

(44) Søknaden utlagt og
utlegningsskrift utgitt 1.4.1974

(30) Prioritet begjært fra: 7.1.1969 USA,
nr. 789585

(71)(73) DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION,
146 Main Street, Maynard, Mass., USA.

(72) Alan William Ricketts, Jr., R.F.D. No. 2, Box 75, Derry,
New Hampshire,
Allan Thomas Devault, 11 Haynes Road, Framingham, Mass.,
Russell Clinton Doane, 129 Bishop Drive, Framingham, Mass.,
John Magnus Dumser, Jr., Woodside Road, Harvard, Mass. og
John McCord Holzer, Jr., 80 East Hartsdale Avenue, Hartsdale,
N.Y., alle: USA.

(74) Siv.ing. Karsten B. Halvorsen.

(54) Automatisk styrbart maskinanlegg.

Foreliggende oppfinnelse angår styring av maskinfunksjoner, og mer spesielt dreier den seg om automatisk innledning og avslutning av de forskjellige arbeidsoperasjoner som utføres av en verktøy maskin når den tilvirker et stort antall av like deler.

Det er kjent automatisk styrbare maskinanlegg som for dette formål omfatter flere tilstandsfølere med adresserbare utganger, flere styrbare innretninger med adresserbare innganger, og en styreanordning innkoblet mellom nevnte innganger og utganger samt innrettet for energisering og de-energisering av nevnte

129370

styrbare innretninger i overensstemmelse med styrefunksjoner, som hver er sammensatt av funksjonselementer som representerer uavhengige variable og tilsammen definerer et sett föler-tilstander, for derved å samordne nevnte innretningers arbeidsoperasjoner med utgangssignaler fra tilstandsfölerne, idet styreanordningen omfatter en hukommelse for lagring av styrefunksjoner og en prøveinnretning for sammenligning av styrefunksjoner med utgangssignaler,

Oppfinnelsens hovedformål er å forenkle såvel utförelsen som driften av styreanordning for et sådant anlegg, og dette opprås i henhold til oppfinnelsen ved at hukommelsen er innrettet for lagring av nevnte styrefunksjoner i en form som muliggjør gjenvinning av disse funksjoner funksjonselement for funksjonselement, mens nevnte prøveinnretning er utstyrt med en periodisk omkoblingsbar inngang tilsluttet nevnte fölerutganger og hukommelsen, for i rekkefølge å kunne sammenligne verdier av nevnte gjenvunne funksjonselementer, som representerer uavhengig variable, med tilsvarende verdier av tilstandsfölerne nevnte utgangssignaler, idet en styresignalgenerator er tilkoblet de styrbare innretningers innganger og anordnet for, på grunnlag av mottatte sammenligningssignaler frembragt av prøveinnretningen ved nevnte sammenligning, å utföre nevnte energisering og de-energisering av de styrbare innretninger.

Foreliggende oppfinnelse gjør bruk av det forhold at idet innledning og avslutning av en hvilken som helst gitt maskinoperasjon kan utföres i avhengighet av en kompleks boolsk styrefunksjon som forbinder sådanne operasjoner med tilstandene for et antall tilstandsfölere (f.eks. grensebrytere), kan styrefunksjonen alltid sammenlignes med de forskjellige föler-tilstander i rekkefølge, dvs. på en element-for-element basis, for å avgjöre om tilstandene i sin helhet tilfredsstillende styrefunksjonen. Denne sekvensielle arbeidsoperasjon kan anvendes uavhengig av formen eller kompleksiteten av styrefunksjonen. De grunnleggende prinsipper for en sådan fremgangsmåte vil imidlertid kunne forstås lettere ved betraktning av en styrefunksjon som er blitt skrevet ut i en "direkte sekvensiell" form, f.eks. som en "sum av produkter":

12937021

$$a = (X_{1,1} \cdot X_{1,2} \cdot X_{1,3} \cdot \dots \cdot X_{1,m_1}) + (X_{2,1} \cdot X_{2,2} \cdot X_{2,3} \cdot \dots \cdot X_{2,m_2}) + \dots + (X_{l,1} \cdot X_{l,2} \cdot X_{l,3} \cdot \dots \cdot X_{l,m_l})$$

eller som et "produkt av summer":

$$b = (Y_{1,1} + Y_{1,2} + \dots + Y_{1,m_1}) \cdot (Y_{2,1} + Y_{2,2} + \dots + Y_{2,m_2}) \cdot \dots \cdot (Y_{l,1} + Y_{l,2} + \dots + Y_{l,m_l})$$

der $X_{i,j}$ og $Y_{i,j}$ osv. representerer betingelsene ("på" eller "av") for de respektive folere: a, b representerer tilstandene (f. eks. "på" eller "av") for de innretninger som skal styres i overensstemmelse med styrefunksjonene; og (·) og (+) representerer henholdsvis de logiske OG- og ELLER-operasjoner.

I alminnelighet kan hver av de symboler som står for en uavhengig variabel ($X_{1,1}$, $Y_{1,1}$, osv.) representere en hvilken som helst av de mulige utgangsnivåer fra en bestemt foler.

Folerne vil vanligvis foreligge i form av tilstandsfoler som brytere som enten er lukket eller åpne. Når en bryter er lukket eller "på" overføres en endelig utgangsspenning til maskinens styreanordning, og når den er åpen eller "av" har den en nullspennings-utgang.

Anta, f. eks., at hver av symbolene eller funksjonselementene i funksjonene (1) og (1a) representerer tilstanden for en foler og at en innretning i maskinen som skal styres slås på hvis den tilsvarende styrefunksjon tilfredsstilles av vedkommende

(folerens tilstand) ved "sum av produkter"-funksjonen tilfredsstillles denne hvis et hvilket som helst av dens ledd tilfredsstillles. Styreutrustningen undersøker følgende etter tur tilstandene for de folere som tilsvarende symbolene i det første ledd ($X_{1,1} \cdot X_{1,2} \cdot \dots \cdot X_{1,m_1}$) og hver gang en foler er av, registrerer utrustningen i dette det statusregisteret.

Ved enden av det første ledd, inspekteres statusregisteret for å fastslås om noen av de undersøkte folere var av. Hvis ingen av dem var av, dvs. alle var på, er styrefunksjonen tilfredsstillt på dette punkte og styreutrustningen kan derfor utføre den operasjon som styres av vedkommende funksjon.

129370

Hvis på den annen side styrefunksjonen ikke var tilfredsstillet, dvs. at statusregisteret indikerte at en eller flere av de undersøkte følere var av, vil styreutrustningen fortsette til det annet ledd av styrefunksjonen (1) og undersøker tilstandene for de følere som tilsvarer symbolene i dette ledd. Hvis også disse følere var av, som angitt av statusregisterets tilstand etter at alle følere er blitt undersøkt, kan styreutrustningen utføre den operasjon som styres av vedkommende funksjon. Hvis funksjonen ikke er tilfredsstilt, vil anlegget fortsette til symbolene i det neste ledd av styrefunksjonen og så videre inntil det når slutten av funksjonen.

Når et enkelt ledd i styrefunksjonen (1) er tilfredsstilt, kan anlegget utslutte resten av funksjonen og utføre den påkrevde operasjon umiddelbart og så fortsette til en styrefunksjon som styrer en annen innretning i den maskin som skal styres. En utførelse av oppfinnelsen fungerer på den ovenfor angitte måte, mens en annen versjon av oppfinnelsen lagrer informasjon om at styrefunksjonen er blitt tilfredsstilt, således at styreanlegget deretter fortsetter gjennom de øvrige ledd av funksjonen og først utfører den påkrevde operasjon ved enden av denne.

Hvis styrefunksjonen skrives i form av et produkt av summer (1a), vil funksjonen ikke være tilfredsstillet hvis en hvilket som helst av dens faktorer ikke er tilfredsstillet. Anlegget er derfor programmert til å fortsette gjennom hver faktor ledd for ledd. Det skriver inn i statusregisteret en hver forekomst av "på"-tilstanden av leddene i faktoren. Ved enden av hver faktor, inspekteres statusregisteret og hvis det indikerer at ingen av de undersøkte følere var på, vil styrefunksjonen (1a) som helhet ikke kunne tilfredsstilles. Anlegget kan derpå utføre den nødvendige arbeidsoperasjon. Avhengig av hvilken versjon av oppfinnelsen som anvendes kan styreanlegget utslutte de gjenværende faktorer og fortsette til styrefunksjonen

129370

for en annen maskinoperasjon, eller det kan skrive inn det faktum at styrefunksjonen ikke vil kunne tilfredsstilles, fortsette gjennom de gjenværende ledd av styrefunksjonen, og derpå unnlate å slå på den innretning som styres i overensstemmelse med vedkommende funksjon. Hvis i motsetning til dette i det minste en av de undersøkte følere var på, ville styreanlegget fortsette til den neste faktor i styrefunksjonen og undersøke de følere som tilsvarer leddene i denne faktor.

Styrefunksjonene for de forskjellige arbeidsoperasjoner for den styrte maskin er lagret i en styreanordning som også undersøker tilstandene for maskinens følere, tar de avgjørelser som dikteres av følertilstandene og avgir styresignaler i overensstemmelse med dette til de forskjellige styrbare elementer i maskinen. Styreanordningens oppbygning ligner oppbygningen for en siffer-regnemaskin, særskilt ved at den har et lagret program. Styrefunksjonene er lagret i form av de enkelte instruksjoner i dette program, idet hver av symbolene utgjør en enkelt instruksjon.

En type av instruksjoner får styreanordningen til å undersøke tilstanden for en bestemt føler som identifiseres av instruksjonen og, avhengig av den tilsvarende verdi i styrefunksjonen, å innskrive enten den foreliggende verdi eller den komplementære av denne verdi, for vedkommende følerutgang. Som reaksjon på en annen type av instruksjoner, innstiller styreanordningen en gitt tilstand for et styrbart element i maskinen, dvs. at den energiserer eller de-energiserer vedkommende element, avhengig av om den tilsvarende styrefunksjon er blitt tilfredsstilt eller ikke.

Hvert symbol eller funksjonselement som representerer en uavhengig variabel i styrefunksjonen, lagres med andre ord på et adskilt sted i styreanordningens hukommelse i form av en instruksjon om å undersøke en spesiell føler med henblikk på en spesiell tilstand. Anlegget gjenvinner disse instruksjoner fra hukommelsen hver for seg og undersøker derpå følerne en for en for å fastslå om styrefunksjonen tilfredsstilles av den

129370

statusfunksjon som representerer de foreliggende tilstander for følerne i maskinen. Når statusfunksjonen oppfyller de kriterier som er definert ved styrefunksjonen, utfører anlegget den operasjon som styres av sistnevnte funksjon.

Med det utstyr som foreligger nå for tiden kan denne trinnvise sammenligning utføres så raskt at den tid som går med til dette er uten betydning i den utstrekning det angår verktøy-maskin-operasjoner. En elektronisk dataprosessor kan faktisk i rekkefølge sammenligne leddene i styrefunksjonene for alle maskinens arbeidsoperasjoner med de tilsvarende ledd i statusfunksjonene i løpet av et forsvinnende lite tidsrom. Det er således dette arrangement som foretrekkes i praksis, hvorved prosessoren kontinuerlig sirkulerer gjennom alle styrefunksjoner.

Oppfinnelsen muliggjør i høy grad nedsettelse av antallet nødvendige forbindelsesledninger. Der er heller ikke i henhold til oppfinnelsen nødvendig å anordne kompliserte og lite fleksible dekodings- og kodingskretser, slike som anvendes ved arrangement for parallelle sammenligninger, av den type som omfatter de rele-matriser, som tidligere har vært brukt, eller deres faststoff ekvivalenter. Videre kan foreliggende anlegg lettere forandres for å tilpasses et annet sett av maskin-operasjoner. Det eneste som trengs i denne forbindelse er å modifisere de styrefunksjoner som er lagret i styreanordningen. Det er således ikke noe behov for å gjøre forandringer i ledningsforbindelsene fra maskinens følere til styreanordningen, eller fra denne til de forskjellige motorer og drivinnretninger i maskinen. Dette resulterer i en meget påtagelig omkostningsbesparelse hver gang den styrte maskin skal innstilles for å tilvirke en ny del.

Den hukommelse som lagrer styrefunksjonene utføres fortrinnsvis som en utløsningshukommelse, hvori innholdet bestemmes av forskjellige faste ledende baner inne i hukommelsen.

129370

En ledningshukommelse av denne type er vanligvis billigere enn en utlesnings-innskrivnings-hukommelse, f.eks. en magnet kjerne-enhet, men den er for det meste betydelig mer pålitelig. Dens totale omkostninger er faktisk mindre, skjönt hele hukommelsen må utskiftes når den styrefunksjon som er lagret i anlegget skal forandres. Utskiftningen kan imidlertid lettes ved bruk av innpluggbare enheter som gjør det mulig på enkel måte å ta ut lagringsregisteret fra en hukommelse og plugge inn et nytt som erstatning for dette. Det arrangement som er beskrevet nedenfor for tilvirkning av hukommelser, medvirker ytterligere til øket pålitelighet og lavere omkostninger.

For en dypere forståelse av foreliggende oppfinnelses særtrekk og formål vil den nå bli beskrevet i detalj med henvisninger til de vedføyde tegninger, der:

Fig. 1 er blokkdiagram for en styreanordning i henhold til oppfinnelsen,

Fig. 2 er et deldiagram av en annen utførelse av den styreanordning som anvendes i anlegget, og

Fig. 3 er et blokkdiagram av en tredje versjon av vedkommende styreanordning.

Fig. 1 og 2 illustrerer de to grunnleggende varianter av oppfinnelsen. Anlegget i fig. 1 kan behandle en boolsk styrefunksjon skrevet i en vilkårlig form med et hvilket som helst antall variable og med hvilket som helst arrangement av de logiske operasjoner som forbinder de variable eller grupper av variable. Denne fleksibilitet er oppnådd ved hjelp av visse sprang-instruksjoner som er beskrevet i detalj nedenfor.

129370

I anlegget i fig. 1 styres nærmere bestemt en verktøymaskin som skjematisk er vist ved 10, av en programmerbar styreanordning, som generelt er angitt ved 12. Som andre elektronisk styrte verktøymaskiner, har verktøymaskinen 12 et sett av styreinngangsklemmer 14a, 14b, osv., som energiseres ved utførelsen av de forskjellige maskinoperasjoner. Disse operasjoner omfatter, f.eks. forskjellige linømere og roterende bevegelser av det arbeidsstykke som bearbeides, samt innstilling, fremmating og tilbaketrekning av de verktøy som anvendes under bearbeidingen, og rotasjon av verktøyspindlene. De spenninger som tilføres klemmene 14 energiserer motorer, clutcher og magnetpoler for frembringelse av mekanisk kraft for de respektive arbeidsoperasjoner.

Verktøymaskinen 10 omfatter også et sett av følere (ikke vist) som tilsammen angir maskinens arbeidsstatus. Denne maskinstatus vil generelt utgjøres av de samlede kvantiserte posisjoner for de forskjellige bevegelige elementer i maskinen, dvs. angivelse av om disse elementer har nådd visse forut bestemte posisjoner eller ikke. Et eksempel på dette er en eventuell angivelse av om et boreverktøy har nådd enden av sin arbeidsbane inn i arbeidsstykket ved boring av et bestemt hull. Følerne utgjøres vanligvis av brytere som er plassert for påvirkning av de bevegelige elementer når de når de forut bestemte posisjoner. Hver føler frembringer således et "på" eller "av" signal, f.eks. spenning eller ingen spenning, avhengig av om de er blitt aktivert eller ikke av de bevegelige elementer som de avføler posisjonen for. Følerutgangssignalene opptrer ved et sett av utgangsklemmer 16A, 16B, osv. De respektive styreinnganger 14 energiseres av styreanordningen 12 i overensstemmelse med maskinens status som representert ved de spenninger som opptrer ved følernes utgangsklemmer 16. Styreanordningen 12 har en grunnleggende oppbygning av samme art som en konvensjonell sifferregnemaskin. Den omfatter en hukommelse

129370

PATENTKRAV

1. Automatisk styrbart maskinanlegg som omfatter flere tilstandsfølere (10) med adresserbare utganger (A, B, C, D, E), flere styrbare innretninger med adresserbare innganger (a, b, c), og en styreanordning (12) innkoblet mellom nevnte innganger og utganger samt innrettet for energisering og de-energisering av nevnte styrbare innretninger i overensstemmelse med styrefunksjoner, som hver er sammensatt av funksjonselementer som representerer uavhengige variable og tilsammen definerer et sett fölerstilstander, for derved å samordne nevnte innretningers arbeidsoperasjoner med utgangssignaler fra tilstandsfölerne, idet styreanordningen omfatter en hukommelse (18) for lagring av styrefunksjoner og en prøveinnretning (38) for sammenligning av styrefunksjoner med utgangssignaler, k a r a k t e r i s e r t v e d at hukommelsen (18) er innrettet for lagring av nevnte styrefunksjoner i en form som muliggjør gjenvinning av disse funksjoner funksjonselement for funksjonselement, mens nevnte prøveinnretning (38) er utstyrt med en periodisk omkoblingsbar inngang (31) tilknyttet nevnte fölerutganger (A, B, C, D, E) og hukommelsen (18), for i rekkefølge å kunne sammenligne verdier av nevnte gjenvunnede funksjons-elementer, som representerer uavhengig variable, med tilsvarende verdier av tilstandsfölernes nevnte utgangssignaler, idet en styresignalgenerator (34) er tilknyttet de styrbare innretningers innganger og anordnet for, på grunnlag av mottatte sammenligningssignaler frambragt av prøveinnretningen (38) ved nevnte sammenligning, å utføre nevnte energisering og de-energisering av de styrbare innretninger.

2. Anlegg som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte prøveinnretning (38) er innrettet for cyklisk sammenligning av de gjenvunnede funksjonselementer for hver styrefunksjon etter tur med de tilsvarende verdier av tilstandsfölernes utgangssignaler.

3. Anlegg som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at hvert gjenvunnet funksjonselement tilsvarende tilstanden for en bestemt tilstandsföler,

129370

idet hver tilstandsfölers utgangssignal utgjøres av ett av to mulige signalnivåer, og hvert funksjonselement definerer en av nevnte to signalnivåer for nevnte bestemte tilstandsföler.

4. Anlegg som angitt i krav 3, karakterisert ved at den omfatter et statusregister (40) hvis inngang er forbundet med en utgang for de sammenligningssignaler som frembringes av prøveinnretningen (38), og som er innrettet for å anta en forut bestemt register-tilstand tilsvarende prøveinnretningens signaltilstand.

5. Anlegg som angitt i krav 4, og hvori minst en av styrefunksjonene omfatter flere underfunksjoner, karakterisert ved at det er anordnet en inngangsvelger (28) for å muliggjøre en undersøkelse av nevnte statusregister (40) ved tidspunkter når statusregisterets tilstand kan avgjøre om tilstandsfölernes utgangssignaler (A,B,C,D,E) stemmer overens med den tilsvarende styrefunksjon eller underfunksjon, idet styreanordningen (12), som reagerer på tilstanden for nevnte statusregister (40) ved nevnte tidspunkter på dette grunnlag bevirker avlysning av nevnte undersøkelse for de gjenværende funksjonselementer av den foreliggende styrefunksjon eller underfunksjon når tilstanden for nevnte statusregister angir at styrefunksjonen eller underfunksjonen er blitt, eller ikke kan bli, tilfredsstillet av tilstandsfölernes utgangssignaler (fig. 1).

6. Anlegg som angitt i krav 4, og hvori minst en av styrefunksjonene omfatter flere underfunksjoner, karakterisert ved at det omfatter et mellomregister (50) samt en ytterligere prøveinnretning (48), for undersøkelse av statusregisteret ved tidspunkter når statusregisterets tilstand angir om en styrefunksjon eller en underfunksjon har blitt tilfredsstillet, eller ikke kan bli tilfredsstillet av tilstandsfölernes tilsvarende utgangssignaler, idet nevnte mellomregister er anordnet for å påtrykkes en gitt tilstand avhengig av tilstanden for nevnte statusregister (40) ved sådanne tidspunkter og tilstanden for mellomregisteret (50)

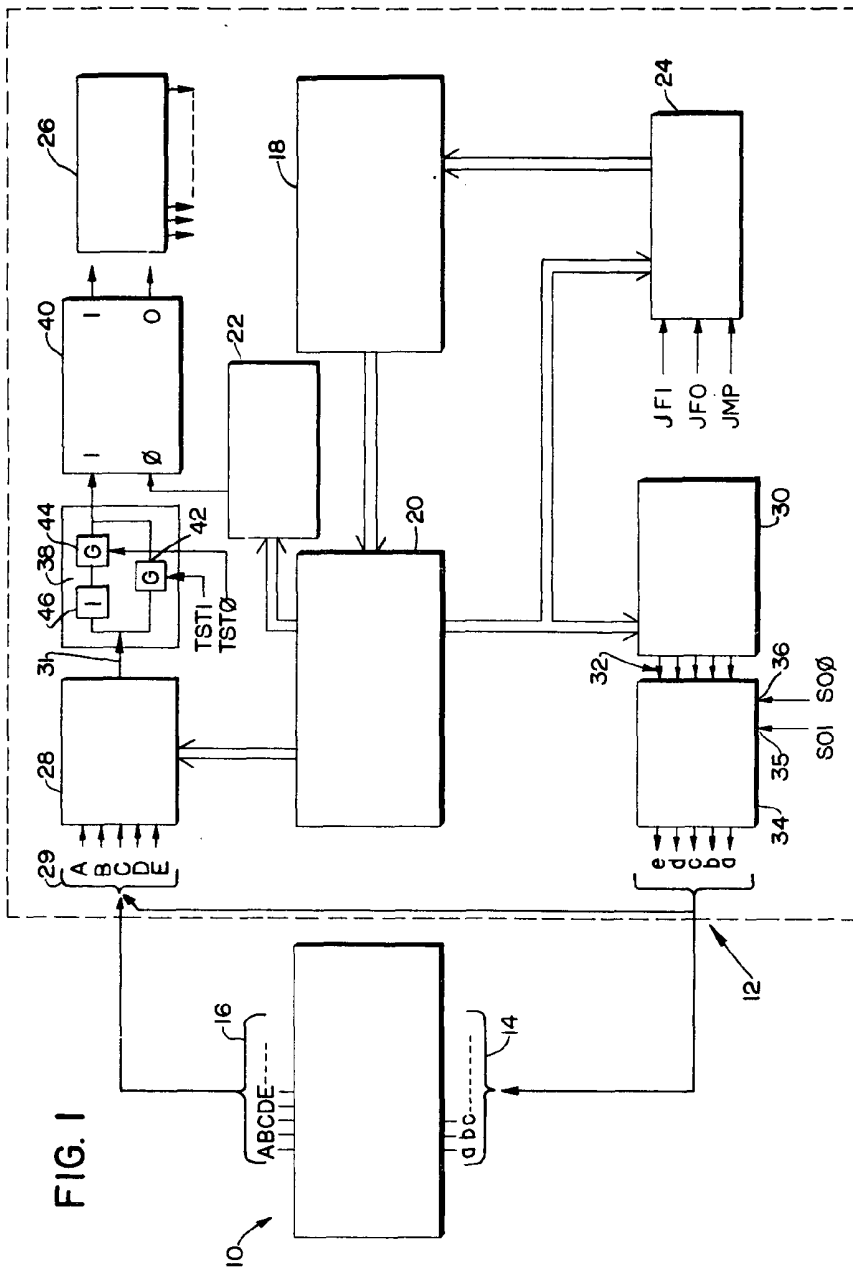
129370

undersökes av styreanordningen (12) etter at alle sammenligninger mellom styrefunksjonens gjenvunne funksjonselementer og tilstandsfölernes tilsvarende utgangssignaler er utfört, hvorved styreanordningens videre tiltak bestemmes i overensstemmelse med den foreliggende tilstand for nevnte mellom register. (fig. 2).

7. Anlegg som angitt i krav 1, karakterisert ved at nevnte hukommelse (18) er en digital hukommelse, at hver verdi av de nevnte funksjonselementer utgjör deler av et data-ord i en bestemt hukommelse-lokalisering, idet data-ordet også angir den tilstandsföler som tilsvarer vedkommende funksjonselement, samt at prøveinnretningen (38) er utstyrt med midler som reagerer på hvert data-ord i rekkefølge for utvelgelse av den tilstandsföler som er angitt i ordet, og sammenligner tilstanden for nevnte föler med den uavhengig variable verdi som inneholdes i nevnte data-ord, for på denne måte å kunne utföre hver nevnt sammenligning i rekkefølge.

8. Anlegg som angitt i krav 7, karakterisert ved at hver av de sammenligningssignaler som frembringes av prøveinnretningen (38) og angir en arbeidsoperasjon som skal utföres, lagres som en del av et data-ord i en bestemt lokalisering, i hukommelsen (18), idet nevnte data-ord også angir en bestemt styrbar innretning (10) tilsvarende nevnte signal, idet styresignalgeneratoren (34) er anordnet for henholdsvis energisering eller de-energisering av vedkommende styrbare innretning når dette data-ord gjenvinnes fra hukommelsen (18), i avhengighet av om styrefunksjonen er blitt tilfredsstillet eller ikke.

(56) Anførte publikasjoner:
U.S. patent nr. 3400374, 3403386



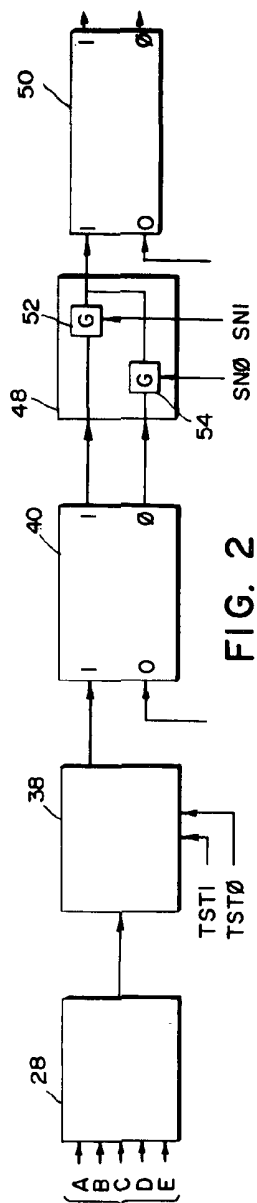


FIG. 2

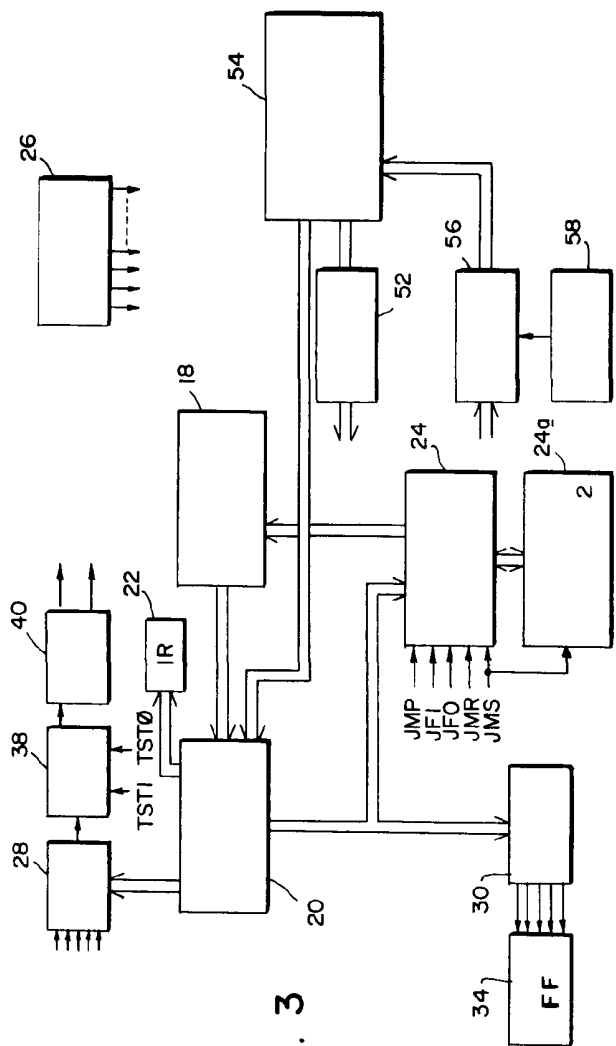


FIG. 3