

NORGE



**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

Utlegningskrift nr. 122043

Int. Cl. G 06 g 7/54 Kl. 42m⁴-7/54
G 21 c 17/00 21g-21/31

Patentsøknad nr. 2522/69 Inngitt 19.VI 1969

Løpedag -

Søknaden alment tilgjengelig fra 21.XII 1970

Søknaden utlagt og utlegningsskrift utgitt 10.V 1971

Prioritet begjært fra: -

Institutt for Atomenergi,
Postboks 40, 2007 Kjeller.

Oppfinner: Aksel Hybert Olsen,
Sørumsgt. 28, 2000 Lillestrøm.

Elektronisk sikkerhetssystem.

Oppfinnelsen vedrører et elektronisk sikkerhetssystem for overvåking av driftsparametre i kjemiske og fysikalske prosesser. Spesielt vedrører oppfinnelsen et elektronisk sikkerhetssystem for overvåking av en kjernereaktor.

For å forhindre uhell i et kjernereaktor-anlegg må dette bygges slik at nødvendige utkoblinger av reaktoren kan utføres hurtig og med stor sikkerhet. Det er derfor nødvendig å utstyre anlegget med en rekke måleinstrumenter som gir alarm når det oppstår feil og som bevirker at reaktoren blir stoppet automatisk dersom feilen er av alvorlig karakter. Disse instrumenter som overvåker parametre som temperatur, trykk, vannstand og gjennomstrømningshastighet, er koblet slik at signaler som overskrider på forhånd fastsatte grenser, vil påvirke reaktorens sikkerhetssystem.

For å unngå unødvendige utkoblinger av reaktoren på grunn av feil i måle- og alarmkretsene, er det vanlig å la hver parameter bli overvåket av flere

122043

separate målekanaler. Dersom det for eksempel benyttes tre målekanaler for hver parameter, kan disse kobles slik at reaktorens utkoblingsorganer bare blir påvirket når minst to av målekanalene registrerer en unormal tilstand i anlegget. I et slikt tilfelle sier man at sikkerhetssystemet arbeider etter 2 av 3 prinsippet. Dersom sikkerhetssystemet generelt omfatter et antall n målekanaler for hver parameter og reaktoren blir stoppet automatisk når et antall m av disse registrerer en unormal tilstand, sier man at systemet arbeider etter m av n prinsippet.

Alarmkontaktene for hver av de antall n målekanaler for en parameter vil vanligvis åpne når kanalene registrerer en unormal situasjon eller når det oppstår feil i kanalene. Hver av de antall n alarmkontakter kobles normalt i serie med én av n tilsvarende kontakter fra andre parametre, slik at det oppstår et antall n utkoblingslinjer. Reaktorens sikkerhetsorganer vil så i sin tur reagere når det oppstår brudd i minst et antall m av disse linjene. Sikkerhetsorganene vil imidlertid også bli påvirket når et antall m utkoblingslinjer blir brutt som følge av alarmimpulser fra like mange målekanaler for forskjellige parametre. Av dette kan man på ingen måte slutte at driftsforholdene i reaktoren er unormale, idet årsaken til utkoblingen med meget stor sannsynlighet er samtidige feil i et antall m uavhengige målekanaler. Reaktorutkoblingen er altså unødvendig og den derav følgende driftsstopp medfører unødvendige utgifter og ulemper.

Ved bruk av et sikkerhetssystem i henhold til oppfinnelsen vil ikke en slik situasjon kunne oppstå, idet oppfinnelsens formål er å tilveiebringe et sikkerhetssystem hvor m av n prinsippet er begrenset til å gjelde innenfor hver av de antall n målekanaler som overvåker hver parameter. Ved å gjøre et slikt sikkerhetssystem dynamisk og dermed selvkontrollerende og ved å benytte halvlederteknikk, vil systemet bli meget pålitelig i bruk.

Det er tidligere kjent at et sikkerhetssystem som beskrevet foran, kan gjøres dynamisk ved at hver av utkoblingslinjene tilkobles en pulsgenerator i sin ene ende og ved at OG-porter plasseres på alarmkontaktens sted i utkoblingslinjene. Pulssignalene vil kunne overføres gjennom kjedene av OG-porter så lenge disse mottar styresignaler fra tilkoblede målekanaler. Styresignalet fra en målekanal skal imidlertid forsvinne når målekanalen registrerer en alarmsituasjon, noe som medfører at den tilsvarende OG-port blir stengt slik at signaloverføringen blir brutt i en av kjedene.

I henhold til foreliggende oppfinnelse er et sikkerhetssystem hvor m av n prinsippet er begrenset til å gjelde innenfor de antall n målekanaler som overvåker hver parameter, karakterisert ved at det foran hver OG-port i utkoblingslinjene er anordnet et overføringsledd i form av en terskelport som sender ut pulser med et potensial som varierer regelmessig mellom 0 og U når potensialet for terskelportens inngangssignal varierer omkring en terskelverdi som er større enn

$\frac{m-1}{n} U$ og mindre enn $\frac{m}{n} U$, hvor $m \geq 2$ og $n = 2m - 1$, og ved at utkoblingslinjene er koblet til et felles forbindelsespunkt foran terskelportene slik at disse får et felles inngangssignal.

Ifølge den videre utforming av oppfinnelsen er pulsgeneratorene koblet sammen slik at de synkroniserer hverandre. I den beste utforming av oppfinnelsen er det dessuten en forutsetning at motstanden i de forskjellige utkoblingslinjers tilsvarende deler er så lik som mulig, mens inngangsmotstanden til en terskelport er av en høyere størrelsesorden enn motstanden til den nærmest foranliggende krets i vedkommende utkoblingslinje. Denne nærmest foranliggende krets vil enten være utgangskretsen i en OG-port eller utgangskretsen i en pulsgenerator.

Da terskelportens inngangssignal er en resultant av de signaler som virker i samtlige utkoblingslinjer foran terskelportene for en bestemt parameter, vil dette signals potensial, på grunn av potensialfall mellom utkoblingslinjene foran et forbindelsespunkt, variere i et område som reduseres med $1/n U$ for hver av de OG-porter som ved en alarmsituasjon ikke leverer et varierende signal til det etterfølgende forbindelsespunkt. Det er således potensialfallet mellom utkoblingslinjene foran terskelportene for en parameter som er grunnlaget for det m av n valg som foregår i terskelportene.

Grenseverdien for terskelportenes terskelverdi når m og n går mot uendelig er $1/2 U$. Denne terskelverdi gjelder således i alle m av n system i henhold til oppfinnelsen og blir benyttet i en foretrukket utførelse av denne.

Da et sikkerhetssystem som arbeider etter 2 av 3 prinsippet, er mest vanlig ved overvåking av en kjernereaktor, og da det for forståelsens skyld er ønskelig med en forenkling, vil et sikkerhetssystem i henhold til oppfinnelsen som arbeider etter 2 av 3 prinsippet, bli beskrevet som et eksempel under henvisning til tegningene der:

Figur 1 er et prinsippskjema for et elektronisk sikkerhetssystem i henhold til oppfinnelsen,

figur 2 viser prinsippet for utkoblingslinjenes sammenkobling foran terskelportene og

figur 3 - 5 viser kurver som fremstiller eksempler på resultantsignalene i utkoblingslinjenes forbindelses- eller summasjonspunkt.

Som det fremgår av figur 1, omfatter sikkerhetssystemet tre utkoblingslinjer A, B og C. Hver linje har sitt utgangspunkt i en pulsgenerator og avsluttes i en puls/DC-omformer. Hver overvåkingsenhet for en parameter er bygget opp av sett av tre terskelporter, OG-porter og alarmerheter. I figuren er de tre målekanalene r , s , t og r' , s' , t' for to av de parametre som overvåkes forbundet med tilhørende OG-porter. Utkoblingslinjene omfattes forøvrig av ytterligere sett av tre terskelporter, OG-porter, alarmerheter og målekanaler for hver av de parametre som overvåkes.

122043

De tre pulsgeneratorene utgjøres av frittstående multivibratorer. Disse er koblet sammen innbyrdes slik at de tvangstyrer hverandre og leverer signaler som er nøyaktig like i frekvens og fase.

Fra pulsgeneratorene føres signalene til et forbindelses- eller summasjonspunkt som er felles inngang for de etterfølgende overføringsledd eller terskelporter. Pulsgeneratorenes signaler svinger synkront mellom 0 og U og potensialet i summasjonspunktet vil dermed også normalt variere mellom disse verdier.

Overføringsleddene utgjøres av terskelporter med samme utgangssignaler som signalene fra pulsgeneratorene. Terskelportene har en terskelverdi på $1/2 U$. Dette betyr at overføringsleddene bare gir ut signal når resultantsignalet i summasjonspunktet, som representerer inngangssignalet til overføringsleddene, svinger omkring denne verdi. Fra overføringsleddene føres signalene isolert fra hverandre til tre elektroniske brytere eller tre flip-flops. Når det benyttes en elektronisk bryter, kobles bryteren inn i takt med signalet fra det foregående overføringsledd så lenge et på forhånd bestemt statisk signal fra den tilkoblede målekanal er tilstede. Anvendes flip-flop, blir denne "satt" av pulssignal fra overføringsledd og "tilbakesatt" av pulssignal fra målekanal. Ved en alarmsituasjon i en målekanal eller ved en komponentsvikt i denne, vil det relevante styresignal utebli, slik at signalet fra den aktuelle bryter eller flip-flop blir stoppet.

Fra disse brytere eller flip-flops føres signalene videre til neste overvåkingseenhet for en parameter som starter med et nytt summasjonspunkt for overføringsleddene. Parallelt føres signalene også inn på tre separate alarmenheter som gir alarm ved at en lampe tennes når det respektive pulssignal forsvinner som følge av feilindikasjon i den foranliggende målekanal eller komponentfeil i tilhørende utstyr.

Da det er resultantsignalet i et summasjonspunkt som danner inngangssignalet til terskelportene og som dermed er grunnlaget for den 2 av 3 utvelgning som foregår i disse, skal de viktigste av de signaltyper som kan forekomme forklares nærmere under henvisning til figurene 2 - 5.

I figur 2 representerer R1 motstandene i foranliggende OG-porters eller pulsgeneratorers utgang, mens R2 representerer motstandene i terskelportenes inngang. Dersom alle tre pulssignaler med et potensial som varierer mellom 0 og U er tilstede og i fase med hverandre, vil resultantsignalet i summasjonspunktet S også variere mellom 0 og U. Terskelportenes inngangssignaler vil altså variere slik som vist i figur 3, og utkoblingslinjene vil arbeide normalt da inngangssignalet svinger omkring terskelverdien $1/2 U$.

Den fullt optrukne kurve i figur 4 viser resultantsignalet når ett signal ligger på konstant nullpotensial mens de to andre signaler er normale. Det vil i dette tilfelle oppstå et potensialfall fra U til 0 over en parallellkobling av motstandene R1 i de to linjer som arbeider normalt og videre over motstanden

R1 i den linje som ligger på konstant nullpotensial. Det er her en forutsetning at $R2 \gg R1$. Potensialet i summasjonspunktet vil dermed bli $2/3 U$ og vil svinge mellom 0 og denne verdi i takt med de signaler som sendes ut fra foranliggende krets. Den stiplede kurve i figur 4 viser på sin side tilstanden når ett signal ligger på konstant plusspotensial mens de to andre signaler er normale. I dette tilfelle vil det oppstå et potensialfall fra U til 0 over motstanden $R1$ i den uvirksomme utkoblingslinje og videre over en parallellkobling av motstandene $R1$ i de to linjer som arbeider normalt. Potensialet i summasjonspunktet vil dermed bli $1/3 U$ og vil svinge mellom U og denne verdi. I begge tilfeller vil således signalet svinge omkring terskelverdien $1/2 U$, slik at signaloverføringen i de tre utkoblingslinjer ikke blir påvirket. Denne tilstand kan for eksempel være forårsaket av svikt i en pulsgenerator, alarmindikasjon i et målepunkt eller komponentsvikt i en målekanal. Det vil fremgå av det foregående at utkoblingslinjene heller ikke vil bli påvirket dersom det samtidig opptrer en alarmindikasjon eller feil i en målekanal for en eller flere av de andre parametre som overvåkes.

Den fullt optrukne linje på figur 5 viser situasjonen i summasjonspunktet når to signaler ligger på nullpotensial mens ett arbeider normalt. Den stiplede kurve angir på sin side situasjonen når to signaler ligger på konstant plusspotensial mens ett arbeider normalt. Ved anvendelse av samme resonnement som ovenfor kan det vises at potensialet i summasjonspunktet i det første tilfelle vil svinge mellom 0 og $1/3 U$ og i det andre tilfelle mellom U og $2/3 U$. Ikke i noen av disse tilfeller vil signalet svinge omkring terskelverdien $1/2 U$. Dette medfører at signaloverføringen i alle utkoblingslinjer blir sperret, noe som igjen vil føre til stopp av den prosess som overvåkes.

Som det vil fremgå av det foregående vil det foreliggende sikkerhetssystem alltid oppfylle kravet om at 2 av 3 feil skal stoppe den prosess som overvåkes. Samtidig har man oppnådd å begrense dette krav til bare å gjelde innenfor en bestemt del av kretsen, idet måleindikasjon fra en parameter eller komponentfeil i den tilhørende del av kretsen ikke kan kombineres med en tilsvarende indikasjon eller komponentfeil fra en annen parameter og således forårsake en unødvendig stopp av den prosess som overvåkes.

Sikkerhetssystemet får sin strømforsyning fra tre separate akkumulatorer som sikrer at systemet opererer normalt ved nettforstyrrelser. Også her er 2 av 3 prinsippet gjennomført, idet krafttilførselen fra en akkumulator kan svikte uten at den prosess som overvåkes blir stoppet. Forøvrig kan sikkerhetssystemet utstyres med en spesiell "elektronisk ventil" som tillater at to av akkumulatorene kan være ute av drift samtidig uten at dette forårsaker stopp av den prosess som overvåkes. Denne mulighet vil redusere sjansene for uønsket stopp under reparasjon og vedlikehold av kraftforsyningsenhetene.

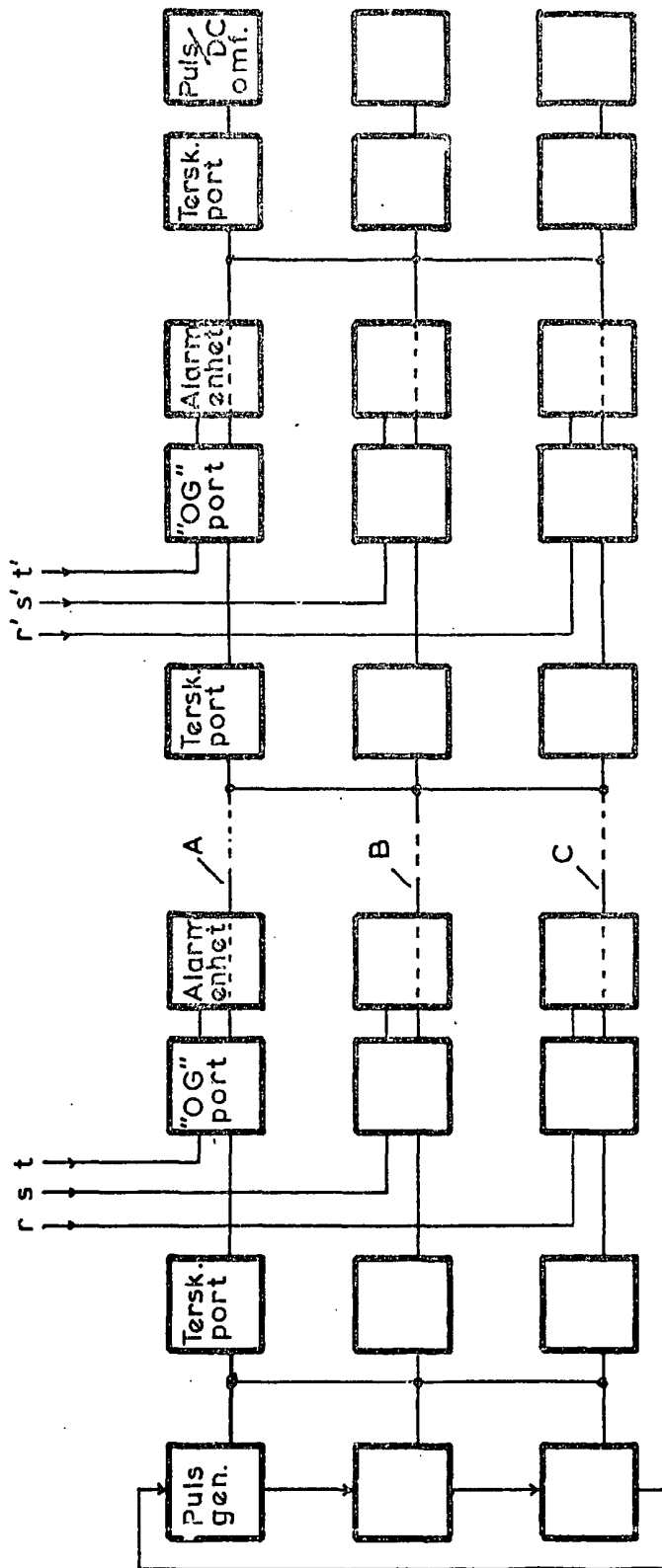
122043

P A T E N T K R A V

1. Elektronisk sikkerhetssystem for overvåking av driftsparametre i kjemiske og fysikalske prosesser, særlig for overvåking av driftsparametre i en kjernereaktor, hvor hver parameter overvåkes av et antall n målekanaler (r, s, t respektive r', s', t'), hvor signaler fra hver av disse kanalene utgjør det ene inngangssignal til en OG-port for hver av de n målekanaler, hvor hver av disse portene er koblet i kjede med en tilsvarende OG-port for hver av de parametre som overvåkes, hvor hver kjede av OG-porter i sin ene ende er tilkoblet en puls-generator som sender ut pulser med et potensial som varierer regelmessig mellom 0 og U og hvor disse pulsene utgjør det andre av to inngangssignaler til OG-portene som ved tilstedeværelse av begge inngangssignaler vil overføre pulsene til neste port i kjeden slik at det dannes et antall n utkoblingslinjer (A, B, C) som sørger for at den prosess som overvåkes, blir stoppet i et m av n valg, k a r a k t e r i s e r t v e d at det foran hver OG-port er anordnet et overføringsledd i form av en terskelport som sender ut pulser med et potensial som varierer regelmessig mellom 0 og U når potentialet for terskelportenes inngangssignal varierer omkring en terskelverdi som er større enn $\frac{m-1}{n} U$ og mindre enn $\frac{m}{n} U$, hvor $m \geq 2$ og $n = 2m - 1$, og ved at utkoblingslinjene er koblet til et felles forbindelsespunkt foran terskelportene slik at disse får et felles inngangssignal.
2. Elektronisk sikkerhetssystem ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at pulsgeneratorene er koblet sammen slik at de synkroniserer hverandre.
3. Elektronisk sikkerhetssystem ifølge krav 1 - 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at de forskjellige utkoblingslinjers tilsvarende deler har tilnærmet samme motstand.
4. Elektronisk sikkerhetssystem ifølge krav 1 - 3, k a r a k t e r i s e r t v e d at inngangsmotstanden til terskelportene er av en høyere størrelsesorden enn utgangsmotstanden til den foranliggende krets i kjeden.
5. Elektronisk sikkerhetssystem ifølge krav 1 - 4, k a r a k t e r i s e r t v e d at terskelverdien er lik $1/2 U$.

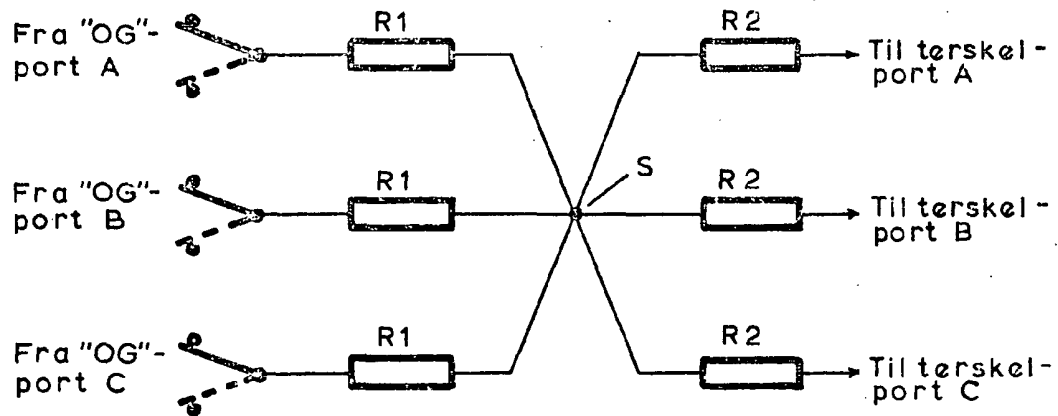
Anførte publikasjoner: -

122043

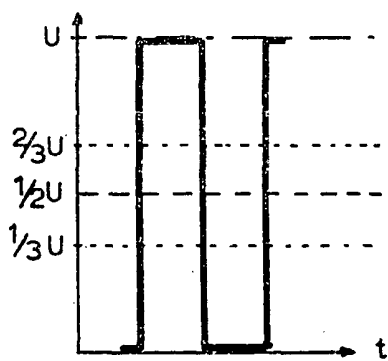


Figur 1

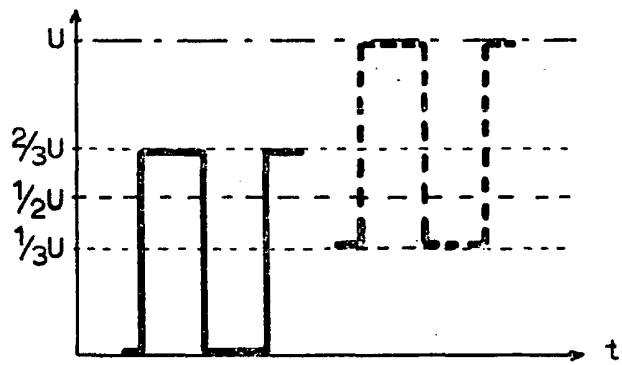
122043



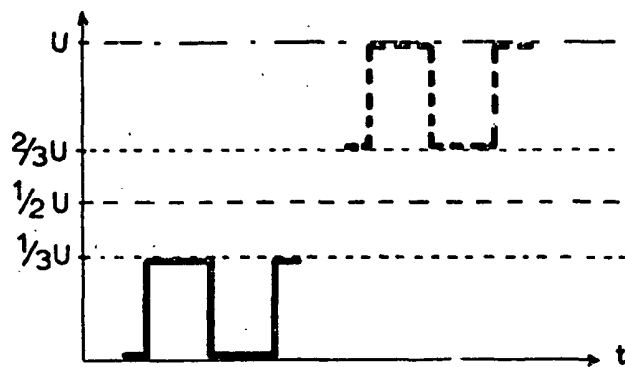
Figur 2



Figur 3



Figur 4



Figur 5