



Patent- og  
Varemærkestyrelsen

(51) Int.Cl.: **G 01 T 1/164**

(21) Patentansøgning nr: **PA 1985 00531**

(22) Indleveringsdag: **1985-02-06**

(24) Løbedag: **1985-02-06**

(41) Alm. tilgængelig: **1985-08-07**

(45) Patentets meddelelse bkg. den: **2003-06-10**

(30) Prioritet: **1984-02-06 US 577442**

(73) Patenthaver: **General Electric Company, 1 River Road, Schenectady, New York 12305, USA**

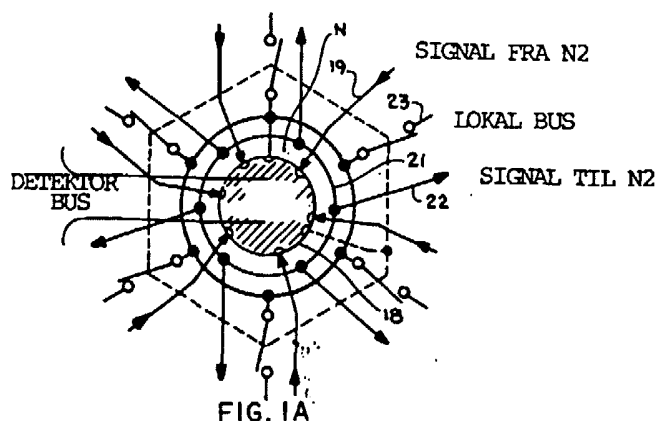
(72) Opfinder: **Jesper Malm Barfod, Petersborgvej 4, 3120 Dronningmølle, Danmark**

(74) Fuldmægtig: **Zacco Denmark A/S, Hans Bekkevolds Allé 7, 2900 Hellerup, Danmark**

(54) Benævnelse: **Scintillatordetektor til hændelsesrelateret gruppering**

(57) Sammendrag:

Et gammakamera er forsynet med et toretningsskiftenetværk mellem hvert af sine fotomultiplikatorrør (N) og dets omgivende rør (N1-N6), således at hvert rør kan informere sine naborør, når det har modtaget en scintillationshændelse. Alle de rør, som således har modtaget en scintillationshændelse, bliver derpå behandlet som en gruppe, hvor det ene af rørene virker som en koordinator for hele gruppen. Der er truffet foranstaltning til validering af signalerne i gruppen, og udgangssignalerne fra de individuelle fotomultiplikatorrør (N-N6) i gruppen bliver derpå synkront og kollektivt ført til signalbehandlingskredsløbet for afbildning. På denne måde er det muligt at behandle flere gyldige hændelser, som forekommer samtidigt, for derved at forøge både strømværdien og gyldighedsgraden for et system af angertypen.



**Scintillatordetektor til hændelsesrelateret gruppering**

Den foreliggende opfindelse angår generelt gammakameraer og mere specielt et kredsløb til et scintillationskamera svarende til den første del af krav 1. Et sådant kredsløb er kendt fra US-A-3732419.

En af de begrænsende egenskaber ved et kernebilleddannelsessystem er dødtiden, dvs. den tid, i hvilken systemet behandler en enkelt hændelse og derfor ikke er i stand til at behandle en efterfølgende hændelse. En almindelig måde at reducere dødtiden for et system på er at tilvejebringe redundans ved hjælp af muffere i de dele af behandlingscyklen, som er de langsomste, som f.eks. i energi- eller rumkorrektionsfunktionerne. Der er også andre metoder, som anvendes til at fremskynde signalbehandlingsfunktionerne for derved at reducere systemets dødtid. Til trods for anvendelsen af disse metoder er der imidlertid praktiske betragtninger, som begrænser den hastighed, hvormed tællingerne kan modtages og behandles. Denne praktiske grænse anses almindeligvis at være omkring 200.000 tællinger pr. sekund for et typisk konventionelt gammakamera. En årsag til denne begrænsning er, at et sæt af fotomultiplikatorrør kun er i stand til at modtage eller behandle én hændelse ad gangen. Dvs. hvis to hændelser forekommer samtidigt eller næsten samtidigt på forskellige steder et eller andet sted i sættet, vil i det mindste en af hændelserne og eventuelt begge hændelserne blive kasseret. Den sædvanlige forekomst vil være, at den hændelse, som fremkommer først eller som behandles først, bliver anvendt, og den anden kasseres.

Det kan ske, at begge de i øvrigt gyldige hændelser bortkastes, fordi de tolkes som en enkelt hændelse. Hvis f.eks. to forskudte hændelser forekommer samtidigt, kan de blive betragtet kollektivt som en enkelt lysere hændelse ved en position imellem de to. I et sådant tilfælde kan vinduesniveaudiskrimineringen forårsage, at hændelsen bortkastes, fordi dens lysstyrke overstiger det tilladte tærskelniveau. En sådan eliminering af to tællinger er derfor af betydning ved reduktion af systemets tællehastighed.

Et andet uønsket fænomen, som kan forekomme, er tolkningen af to dårlige hændelser som én enkelt god hændelse. Dette kan ske, når et par

indbyrdes forskudte svage hændelser ses kollektivt som en enkelt lysere hændelse beliggende på et sted imellem de to. Hvis den lysere hændelse ligger indenfor det foreskrevne lysstyrkevindue, vil den fejlagtigt blive talt som en gyldig hændelse og derved bidrage til processens unøjagtighed.

Formålet med den foreliggende opfindelse er at tilvejebringe et kernekamerasystem, som er i stand til at arbejde med en forøget tællehastighed.

Et andet formål med den foreliggende opfindelse er i et kernekamerasystem at muliggøre, at det accepterer flere hændelser, som forekommer samtidigt eller næsten samtidigt.

Et yderligere formål med den foreliggende opfindelse er i et kernekamera at muliggøre, at dette skelner mellem diskrete hændelser, som forekommer samtidigt eller næsten samtidigt, og betragter dem som individuelle hændelser.

Endnu et formål med den foreliggende opfindelse er i et kernekamera at muliggøre en mere nøjagtig og pålidelig bestemmelse af gyldigheden af forekommende scintillationshændelser.

Endnu et yderligere formål med den foreliggende opfindelse er i et kernekamera at muliggøre en mere nøjagtig og pålidelig måling af udgangssignalerne fra fotomultiplikatorrør for anvendelse som repræsentative signaler ved dannelse af et billede.

Disse formål og andre træk samt fordele vil fremgå endnu tydeligere i forbindelse med den følgende beskrivelse, når denne sættes i forbindelse med de vedlagte tegninger.

Ifølge den foreliggende opfindelse er et gammakamera med et scintillationskrystal og et antal fotomultiplikatorrør forsynet med et kommunikationsnetværk, som muliggør den synkroniserede behandling af udgangssignalerne fra alle fotomultiplikatorrørerne i en bestemt gruppe. Der er tilvejebragt validering af signalerne i gruppen, og udgangssignalerne fra de individuelle multiplikatorrør i en gruppe bliver derpå

synkront og kollektivt ført til signalbehandlingskredsløbet for afbildning.

I henhold til et andet aspekt ved opfindelsen er hvert af fotomultiplikatorrørene i et gammakamera forsynet med kommunikationsledninger til og fra hvert af dets omgivende rør. Der er yderligere tilvejebragt et toretningsskiftenetværk mellem hvert af fotomultiplikatorrørene og dets omgivende rør. Et sådant arrangement tillader hvert rør at informere sine naborør, når det har modtaget en scintillationshændelse. Logikorganer er tilvejebragt for at erkende, når hosliggende rør på samme måde har modtaget en gyldig hændelse og for i afhængighed deraf at slutte toretningsskifteorganerne samtidigt. Alle de rør, som således er indbyrdes forbundet, bliver derpå behandlet tilsammen som en gruppe, hvor et af rørene virker som en koordinator for hele gruppen. Målinger udføres på hvert af de grupperede rør, og deres udgangssignaler summeres og sammenlignes med et diskrimineringsvindue for at bestemme, om de skal behandles. Hvis summen ligger indenfor det foreskrevne vindue, bevirker det koordinerende rørkredsløb synkronisering af den samtidige tilførsel af de individuelle rørs udgangssignaler til signalbehandlingskredsløbet af anger-typen for afbildning. På denne måde kan både tællehastigheden og validitetsgraden forøges, dvs. da mere end én gruppe kan eksistere ad gangen, er det muligt at behandle gyldige hændelser, som forekommer samtidigt, en rutine, som hidtil har været umulig. I stedet for at hvert af udgangssignalerne fra fotomultiplikatorrørene behandles uafhængigt som i konventionelle systemer, bliver de endvidere behandlet i kombination med de andre udgangssignaler i gruppen for derved at muliggøre mere pålidelige og nøjagtige validerings- og målefunktioner.

I en udførelsesform er valideringslogikken således indrettet, at det, for at et signal fra et bestemt fotomultiplikatorrør skal anses for gyldigt, er nødvendigt, at der blandt dets omgivende rør skal være mindst to tilstødende rør, som har fået et signal på dette tidspunkt. Der er også truffet foranstaltning til kassation af et signal, som har været aktivt i mere end et forudbestemt tidsrum.

I tegningerne, der herefter beskrives, er en foretrukket udførelsesform vist, dog kan forskellige modificeringer laves i forhold hertil uden at afvige fra opfindelsens sande omfang og ånd.

Opfindelsen skal herefter forklares nærmere under henvisning til tegningen, hvor

- fig. 1 og 1A skematisk viser et antal fotomultiplikatorrør og indbyrdes forbindelsesnetværk i henhold til en foretrukken udførelsesform for opfindelsen,
- fig. 1B og 1C skematisk viser respektive alternative tordnetings digital og analog indbyrdes forbindelsesnetværk,
- fig. 2 skematisk viser validerings- og synkroniseringsdelen af den foretrukne udførelsesform ifølge opfindelsen,
- fig. 3 viser et kredsløbsdiagram over signaldetekterings- og relaxationsdelen af netværket i fig. 2,
- fig. 4 viser et logikdiagram over signalvaliderings- og spærredelen af netværket i fig. 2,
- fig. 4A og 4B viser repræsentative tidsdiagrammer derfor,
- fig. 5 viser et logikdiagram, som viser tids- og styredelen af netværket ifølge opfindelsen,
- fig. 5A viser et tidsdiagram, som er repræsentativt derfor,
- fig. 6 skematisk viser en udførelsesform for bustilegneses og konkurrencedriftdelen (contention) ifølge opfindelsen,
- fig. 6A viser en skematisk afbildning af relative spændingsniveauer deri, og

fig. 7 og 7A viser skematiske afbildninger af en anden udførelsesform for bustilegnelses- og konkurrence-driftdelen ifølge opfindelsen sammen med et repræsentativt tidsdiagram derfor.

Fig. 1 viser et hexagonalt fotomultiplikatorrør N og dets omgivende fotomultiplikatorrør N1-N6, som de normalt er anbragt i et gammakamera med en ikke vist scintillatorkrystal og et antal fotomultiplikatorrør anbragt i nærheden af dette for at modtage scintillations- "hændelser" i afhængighed af bestråling af krystallet. Det vil naturligvis forstås, at der normalt er flere fotomultiplikatorrør i arrangementet, som ikke er vist af hensyn til den foreliggende beskrivelse.

Til forskel fra arrangementet i et sædvanligt kamera er hvert af fotomultiplikatorrørene N-N6 indbyrdes forbundet til hvert af dets nabofotomultiplikatorrør ved hjælp af et kommunikationsnetværk som vist. I fig. 1 er fotomultiplikatorrøret N således vist at være individuelt forbundet til hvert af sine nabofotomultiplikatorrør N1-N6, men det vil forstås, at hvert af fotomultiplikatorrørene N1-N6 også er forbundet på samme måde til hvert af sine naboer osv. i hele arrangementet. De yderste fotomultiplikatorrør er naturligvis således kun forbundet med tre eller fire fotomultiplikatorrør i stedet for de seks, som de indre rør er forbundet med. Kommunikationsnetværket er identisk for hvert indre rør og er vist mere detaljeret i fig. 1A.

Fotomultiplikatorrøret N er vist skematisk i fig. 1A indbefattende sit udgående og indgående kommunikationsnetværk. En del af kredsløbet 18 tjener til at indsamle signaler fra nabofotomultiplikatorrørene, når disse rør har registreret en hændelse. Når eksempelvis fotomultiplikatorrøret N2 registrerer en hændelse, vil det kommunikere denne information til fotomultiplikatorrøret N ved hjælp af et signal, som sendes langs ledningen 19 til kredsløbet 18. På samme måde har hvert af de andre fotomultiplikatorrør N1 og N3-N6 indkommende ledninger, der er forbundet til kredsløbet 18 som vist. Ligeledes findes der en udgående bus 21 til at tilvejebringe en indikation til dens nabofotomultiplikatorrør, når fotomultiplikatorrøret N registrerer en hændelse. Hver af de udgående ledninger er vist i fig. 1A. For simpelhedens skyld er imidlertid kun den ene ledning 22 til røret N2 nummereret.

Efter at have etableret et kommunikationsforbindelsessystem for at informere fotomultiplikatorrørerne om status af deres naboer er der yderligere truffet foranstaltning til at overføre de respektive udgangssignaler til et af nabofotomultiplikatorrørerne for yderligere behandling på en koordineret måde. Det antages f.eks., at fotomultiplikatorrøret N er det fotomultiplikatorrør, som vil koordinere og styre behandlingen af de tilhørende signaler. Det antages endvidere, at hvert af fotomultiplikatorrørerne N1-N6 har registreret en hændelse som følge af en scintillation i krystallet. Signalerne fra de respektive rør vil derpå blive lokalt valideret af kredsløb, som skal beskrives nedenfor. Antages det, at hændelsen er fastlagt at være gyldig, bliver den lokale bus 23 og de lokale busser i tilknytning til de andre omgivende fotomultiplikatorrør lukket for at tillade, at de respektive udgangssignaler sendes til nabofotomultiplikatorrørerne. De lokale busser 23 indbefatter toretningsomskiftere, som det bedst fremgår af fig. 1, til udførelse af OG-funktioner, dvs. for at fuldføre kredsløbet skal f.eks. hvert af fotomultiplikatorrørerne N og N2 slutte sin afbryder for at tillade udgangssignalet at passere fra fotomultiplikatorrøret N2 til fotomultiplikatorrøret N. På lignende måde vil fotomultiplikatorrørerne N1 og N3-N6 lukke deres afbrydere og sende deres udgangssignaler til nabofotomultiplikatorrøret. Et af fotomultiplikatorrørerne i gruppen vil da få tilgang til behandlingskredsløbet over detektorbussen som vist i fig. 1 (punkteret) og 1A på den nedenfor nærmere beskrevne måde.

Det vil i fig. 1 ses, at detektorbussen er forbundet til hvert af de individuelle fotomultiplikatorrør, således at et hvilket som helst af disse rør kan få tilgang til behandlingskredsløbet. I denne forbindelse skal det bemærkes, at for en hvilken som helst enkelt scintillationshændelse kan et hvilket som helst af disse rør være det styrende rør til koordinering af udgangssignalerne på dets naboer. Det skal endvidere bemærkes, at selv om gruppen heri er beskrevet at omfatte syv fotomultiplikatorrør, kan gruppen ligesåvel udgøres af et større eller mindre antal rør (men mindst tre). Det væsentlige punkt er, at for en hvilken som helst enkelt hændelse vil et enkelt fotomultiplikatorrør synkronisere alle fotomultiplikatorrørernes udgangssignaler knyttet til denne hændelse og vil derpå få tilgang til hoveddetektorbussen med henblik på behandling og visning.

Fig. 1B og 1C viser alternative metoder, som kan anvendes til opnåelse af toretningsskiftemuligheden, som anvendes i den ovenfor beskrevne struktur. I fig. 1B er et par NANDporte 15 og 20 med åben kollektor forbundet på den viste måde for at tilvejebringe en digital toretningsslåseforbindelse mellem naborør for et jord-sandt signal. I udførelsesformen i fig. 1C er et par afbrydere 25 og 30 således indbyrdes forbundet, at de tilvejebringer den ønskede egenskab for enten en analog eller digital forbindelse.

Der henvises nu til fig. 2, som viser systemkredsløbet for det ene fotomultiplikatorrør N, idet det vil forstås, at hvert af de andre rør har tilsvarende kredsløb. Det analoge signal fra fotomultiplikatorrøret N føres langs ledning 24 til en forforstærker 26 på sædvanlig måde. Udgangssignalet fra forforstærkeren 26 føres til en integrator eller spidsværdidetektor 27 for at behandles på sædvanlig måde, men i afhængighed af et logisk styrekredsløb, som skal beskrives nedenfor. Udgangssignalet fra forforstærkeren 26 føres også til et signaldetekterings- og relaxationskredsløb 28, der virker som en buffer til udledning af et digitalt signal til anvendelse i valideringsprocessen under samtidig bibeholdelse af integriteten af forforstærkerudgangssignalet med henblik på senere måling.

Signaldetekterings- og relaxationskredsløbet 28 er vist detaljeret i fig. 3. Udgangssignalet fra forforstærkeren 26 føres til den positive terminal på en operationsforstærker 27 i et spændingsfølgerkredsløb med en diode 28 og en tilbagekoblingssløjfe 29. En kondensator 31 og en modstand 32 er anbragt på udgangen for at tilvejebringe en relaxationstidskonstant med en forudbestemt værdi. Kredsløbet fungerer som en spidsværdidetektor, hvis udgangssignal føres til den positive terminal på en komparator 33 med en tærskelspænding  $V_{THR}$ , der føres til dens negative terminal. Resultatet er et digitalt udgangssignal, i det følgende betegnet som "SIGNAL", som indikerer, at en hændelse er blevet detekteret af dets tilhørende fotomultiplikatorrør, røret N i dette tilfælde.

Som vist i fig. 2 føres "SIGNALET" til nabofotomultiplikatorrørene N1-N6 på den ovenfor beskrevne måde. Ligeledes vil digitale "SIGNALER" blive modtaget fra nabofotomultiplikatorrørene N1-N6 og føres sammen

med "SIGNALET" hidrørende fra røret N til signalvaliderings- og spærrelogikkredsløbet 34.

Signalvaliderings- og spærrelogikkredsløbet 34 er vist detaljeret i fig. 4 og indbefatter et antal OG-porte G1-G6, hvor hver port har indgange fra et par hosliggende rør i N1-N6 gruppen. Eksempelvis for at porten G1 skal indkobles, er det nødvendigt, at et signal modtages fra både N1 og N6 fotomultiplikatorrørene. Udgangssignalerne på G1-G6 rørene føres til en ELLER-port G7, hvis udgangssignal føres til en OG-port G8. Til OG-porten G8 føres også "SIGNALET" fra signaldetekterings- og relaxationskredsløbet 28. Hvis der følgelig er et "SIGNAL" hidrørende fra en hændelse i fotomultiplikatorrøret N, og hvis der er tilsvarende signaler fra hvilke som helst to hosliggende rør i gruppen, som omgiver fotomultiplikatorrøret N, skulle "SIGNALET" være gyldigt, og porten G8 vil have et positivt udgangssignal, som angiver dette. Der er imidlertid også som vist i fig. 4 en spærreterminal på indgangen af porten G8, som stadig kan gøre "SIGNALET" ugyldigt.

Spærrekredsløbet forneden i fig. 4 tjener til at gøre "SIGNALET" ugyldigt i det tilfælde, hvor et hvilket som helst af naborørene N1-N6 har været aktivt i mere end en forudbestemt tilladt tid. Dette kan forekomme, når en forforstærker mættes, eller når et fotomultiplikatorrør er fejlbehæftet, eller eksempelvis når et par hændelser registreres i meget tæt rækkefølge. ELLER-porten G9 vil indkoble, når et signal modtages fra et hvilket som helst af rørene N1-N6. Udgangssignalet fra porten G9 føres til tre parallelle arme, som fører til en OG-port G10. Den ene indgangsledning 34 er en direkte ledning, en anden ledning 36 har en tildelt åbningsforsinkelse  $\tau_1$ , og den tredje ledning 37 har den tildelte formationsåbning  $M_1$ . Hvis alle tre af disse indgange skulle være høje, vil udgangen på G10 være høj, hvilket igen vil bevirke, at udgangen på G8 spærres for at ugyldiggøre "SIGNALET". Som det vil ses i fig. 4A, bliver formationsåbningen  $M_1$ , der tilvejebringer et lavt signal ved punktet C, trigget, samtidig med (bortset fra den viste portforsinkelse) at den første nabo (som optræder på punkt A i dette tilfælde), bliver høj. Hvis "SIGNALET" fra det betragtede rør bliver høj i hver koincidens ( $< M_1$ ) med det første af naborørene, og samtidig aktivitet registreres i to naborør (2N høj), vil udgangssignalet på G8 blive højt i resten af valideringsperioden ( $M_1$ ). Forsinkelsen  $\tau_1$  til-

vejebringes i ledning 36 for at sikre, at der er tilstrækkelig tid til, at formationsåbningen  $M_1$  kan gøre sig gældende.

Det logiske kredsløb i fig. 4 arbejder som vist ved hjælp af det typiske tidsdiagram vist i fig. 4B. I dette eksempel er der signaler hidrørende fra rørene N3, N2 og N ("SIGNAL") i denne rækkefølge. N3 signalet bringer  $M_1$  signalet til at blive højt for således at initiere formationsåbningen. Både "2N" og "gyldig"-signalerne bringes til at blive høje, når det andet nabosignal (dvs. N2 signalet) modtages. Det vil ses, at ved enden af formationsåbningen  $M_1$  er alle tre rørsignaler tilbage. Følgelig bliver "spærre" trigget på dette tidspunkt, og "gyldig"-signalet bringes til at blive lavt for derved at ugyldiggøre processen. Når N3 signalet falder til nul, falder også 2N signalet til nul. Når N3 og N2 signalerne er faldet til nul, falder også "spærre"-signalet derpå til nul for at tilbagestille kredsløbet.

Der henvises igen til fig. 2, og det antages nu, at porten G8 har et positivt udgangssignal, som indikerer, at "SIGNALET" er gyldigt, og et positivt "gyldig"-signal vil over ledningen 38 føres til tids- og styrekredsløbet 39 vist i fig. 2. Den del af tids- og styrekredsløbet 39, som nu bliver aktiv, er vist i fig. 5.

Når en "gyldig"-signalimpuls føres til en låsende flip-flop 41, føres et "forbinde"-signal til de lokale busafbrydere vist kollektivt ved 42 (fig. 2), så at hvert af naborørene N1-N6 forbindes til den lokale energibus 43 (ved anvendelse af kredsløbet i fig. 1C). På denne måde bliver udgangssignalerne fra de individuelle rør summeret for vinduesdiskrimineringsformål som forklaret nærmere nedenfor.

Flip-flop'en 41 i fig. 5 fører også et "sample"-signal til integratoren 27, der tjener til at frigive signalmålekredsløbet fra en fikseret tilstand og starter signalmåleprocessen, der skal udføres på sædvanlig måde, såsom ved integration, spidsværdidetektering eller lignende. Når målingen er afsluttet, føres et "parat"-signal tilbage til tids- og styrekredsløbet (fig. 2). "Parat"-signalet, som aktiverer det logiske kredsløb i fig. 5, føres først til et tidsforsinkelseskredsløb 44, som derpå frembringer et "afgiv forespørgsel"-signal for anvendelse på den nedenfor beskrevne måde. Med henblik på tilbagestilling af den interne

logik i systemet anvendes "parat"-signalet også til at starte en monostabil udløbstid-multivibrator 46. Udgangssignalet fra den monostabile multivibrator 46 føres sammen med "afgiv forespørgsel"-signalet til en OG-port G11, hvis udgangssignal igen føres til en NOR-port G12. Til NOR-porten G12 føres også et udgangssignal fra en OG-port G13 med inverterede indgange fra både "signal" og "parat"-signalerne. Et tredje indgangssignal til NOR-porten G12 er "tilbagestilling"-signalet, der føres til en inverteret terminal. Dette logiske kredsløb arbejder på en sådan måde, at det tillader: (1) "tilbagestillings"-signalet eller (2) "SIGNALET" og "parat"-signalet begge lave eller (3) "afgiv forespørgsel" højt og udløbstid udløbet at tilbagestille flip-flop'en 41 og endelig timeren 46.

Tidsdiagrammet i fig. 5A viser, at snart efter modtagelse af et "signal" bliver "gyldig"-signalet højt, og "sample" og "forbind"-signalerne bliver også høje. Når samplen er taget, og målingen er blevet udført, bliver et "parat"-signal derpå sendt tilbage, og dette bringer "udløbstid"-signalet til at blive højt. Efter en forsinkelse på en forudbestemt tid  $\tau_2$  bliver "afgiv forespørgsel"-signalet højt. Når "tilbagestillings"-signalet bliver lavt, bringes alle de andre signaler til at blive lave for derved at tilbagestille kredsløbet for det næste signal.

"Afgiv forespørgsel"-signalet hidrørende fra kredsløbet i fig. 5 anvendes som vist i fig. 2 og 6. "Afgiv forespørgsel"-signalet indikerer, at en synkroniseret afgivelse af information fra indbyrdes forbundne fotomultiplikatorrør nu er parat til at ske. Dette signal frembringes af alle rør i detektoren, som har nået den rigtige tilstand. Den busbetingede logik i fig. 6 (eller fig. 7) sikrer, at et og kun et kredsløb tager skridt til at synkronisere informationsafgivelse (og da kun et indenfor dets gruppe) til anerknudepunkterne vist i fig. 2. Angerknudepunkterne vist som X+ og X-, Y+ og Y- sammen med deres respektive modstande 47, 48, 49 og 51 er af den sædvanlige type, som fotomultiplikatorrørens udgangssignaler føres til på den nedenfor beskrevne måde.

Der henvises nu til fig. 6, hvor der er vist bus handshake- og konkurrencedrift (contention) logikken, som styrer tilgangen til bussen.

"Afgiv forespørgsel"-signalet føres til en OG-port G14, hvis udgangssignal taktstyrer en flip-flop 52, der tilvejebringer et "optaget ud"-signal på sin udgang. "optaget ud"-signalet føres til en logisk inverter 53 med åben kollektorudgang, der tjener til at forbinde "knodepunkt optaget"-ledningen med jord over modstanden R. Dette bringer den normale spænding  $V_B$  på "knodepunkt optaget"-ledningen til at falde til  $0,6 V_B$  som vist i fig. 6A. Dette bringer igen "knodepunkt optaget"-ledningen til at være "optaget" for alle andre grænsefladekredsløb, dvs. så længe "optaget ud"-signalet fra flip-flop'en 52 eksisterer, vil spændingen på "knodepunkt optaget"-ledningen forblive på  $0,6 V_B$ , og intet andet kredsløb kan få tilgang til ledningen. For at vise hvad der sker i de andre kredsløb, antages det, at "knodepunkt optaget"-ledningen var "optaget", da "afgiv forespørgsel" blev ført til porten G14 i fig. 6. Komparatoren 54, der har en tærskel over  $0,6 V_B$  (f.eks.  $0,8 V_B$ ), vil derpå blive lav, og OG-porten G14 vil ikke aktiveres. Så snart "knodepunkt optaget"-ledningen er fri, vil dens spænding imidlertid igen gå tilbage til  $V_B$ , og da den overstiger optaget tærskelværdien på  $0,8 V_B$  for komparatoren 54, vil komparatoren 54 blive høj og aktivere porten G14 og taktstyre flip-flop'en 52 for at tilvejebringe "optaget ud"-signalet. De respektive spændingsniveauer på komparatorerne og knodepunkt optaget-ledningen er vist fig. 6A.

Foruden at sørge for "optaget"-tilstanden er der også tilvejebragt mulighed for en koincidenstilstand, hvor to af kredsløbene søger at få adgang til bussen på samme tid. Dette kan sandsynligvis forekomme ved kredsløb, som er i den samme indbyrdes forbundne gruppe for en enkelt hændelse. Når dette sker, vil spændingen på "knodepunkt optaget" falde til  $0,3 V_B$ , som er under  $0,5 V_B$  koincidenstærsklen for komparatoren 56 (se fig. 6A) for derved at tilbagestille flip-flop'en 52 ved hjælp af den inverterede ELLER-port G15. Det samme vil ske ved hvilke som helst andre koincidenkredsløb. Når flip-flop'en er blevet tilbagestillet, vil "knodepunkt optaget"-spændingen igen stige til  $V_B$  niveauet, og en anden taktstyring af flip-flop'en forsøges. På grund af de forskellige tærskel og udbredelsesforsinkelser, der mest sandsynligt ligger i kredsløbene, er det sandsynligt, at kun et fotomultiplikatorrørkredsløb ligger foran i det andet forsøg på at få tilgang til "knodepunkt optaget"-ledningen. Hvis man imidlertid ønsker at undgå muligheden for langvarig oscillation, indtil tidsudløb forekommer, kan en

buskonkurrencedrifttilstand bringes til at resultere i en "tilbagestilling" af hele gruppen af fotomultiplikatorrørskredsløb, eller alternativt kan en lidt mere kompliceret "daisy-chain"-metode anvendes som vist i fig. 7 og som beskrevet nedenfor.

Der henvises igen til "optaget ud"-signalet, som kommer fra flip-flop'en 52, og det føres nu til energivinduedetekteringskredsløbet 55 som en "imødekommet"-kwittering (se fig. 2 og 6). Energivinduedetekteringskredsløbet 55 er af en sædvanlig type med øvre og nedre områder, indenfor hvilke den målte energi skal falde for at kvalificere til yderligere behandling. Som det vil ses i fig. 2, er den energi, som måles, summen af udgangssignalet fra alle fotomultiplikatorrørene N1-N6, som fremkommer på den lokale energibus 43. Det er vigtigt at erkende, at da bussen er et løbende-summerende knudepunkt, er der kun et fotomultiplikatorrørskredsløb i en gruppe, som måler den fælles aktivitet på den lokale energibus 43 på et bestemt tidspunkt.

Som det vil ses i fig. 6, bliver "optaget ud"-signalet også ført til et forsinkelseskredsløb 57 og derfra til en OG-port G16. Efter at "optaget ud"-signalet har været aktivt kontinuerligt i mere end en bestemt tidsperiode  $\tau_3$ , bliver resultatet af vinduesmålingen følgelig ført til porten G16. Hvis summen af udgangssignalerne fra alle rørene viser sig at ligge udenfor det eller de forudbestemte energivinduer, vil "vindues"-signalet være lavt. Den logiske inverter 58 vil derpå tilvejebringe et "afvisnings"-signal til "kwitterings"-ledningen, som igen over OG-porten G18 vil tilbagestille alle kredsløbene i gruppen (alle med "afgiv" høj).

Som nævnt ovenfor bringer "imødekommet"-signalet energivinduesdetekteringskredsløbet 55 til at måle de summerede udgangssignaler fra de indbyrdes forbundne nabofotomultiplikatorrør i den pågældende gruppe. En anden funktion af vinduesdiskriminatoren er at initiere energiafgivelse til angermatrixen. Den gør dette ved først at sætte det lokale energiknudepunkt 43 på jordpotential. Denne tilstand bliver derpå detekteret af en "afgiv"-komparator 59 (fig. 2), som tidligere på sin positive terminal har modtaget et "afgiv forespørgsel"-signal ved hjælp af en spændingsdeler 61. En sådan "afgiv"-komparator aktiveres i hvert af fotomultiplikatorrørene, som indgår i gruppen, så at hver

lukker sit sæt af afbrydere 62, som forbinder de respektive rørdugange med angersummeringsknudepunkterne X+, X-, Y+ og Y- ved hjælp af matrixmodstandene 47-51. Udgangssignalet fra eksempelvis fotomultiplikatorrøret N vil da passere fra måleorganet 27 over ledningen 60, gennem afbryderne 62 til angerknudepunkterne X+, X-, Y+ og Y-. På lignende måde og samtidig vil udgangssignalerne fra fotomultiplikatorrørene N1-N6 føres over deres respektive afbryderorganer til angerknudepunkterne. På denne måde tjener behandlingskredsløbet for et styrende fotomultiplikatorrør, i dette tilfælde røret N, til først og fremmest at måle de kombinerede udgangssignaler fra naborørene for at sikre, at summen ligger indenfor den eller de tilladte tærskelværdier, og dernæst til at synkronisere tilførslen af deres udgangssignaler til angerknudepunkterne ved at bringe den lokale summerende bus på nulpotential. Ud fra dette synspunkt fungerer behandlingskredsløbet på en sædvanlig måde til visning af hændelsen på et katodestrålerør eller lignende. Når signalbehandlingskredsløbet har modtaget signalet, føres et "kvitterings"-signal over NOR-porten G17 og OG-porten G18 for at tilbagestille alle rørkredsløb, som har "afgiv"-signalet aktivt.

Der henvises nu til fig. 7 og 7A, hvor der er vist en såkaldt "daisy-chain"-metode til at muliggøre en koincidenstilstand, hvor to af kredsløbene anmoder om bussen på samme tid. Der er flere sådanne kredsløb, som er forbundet serielt i en ring, således at et kredsløbs spærre/(ud) er forbundet med det næste kredsløbs spærre/(ind). Det er ikke nødvendigt, at hvert rør har et sådant kredsløb, men derimod at visse rør vælges til at virke som "afgivelsessynkronisatorer", der på grund af beskaffenheden af valideringslogikken vil være repræsentative for alle rørene. Når eksempelvis gyldighedskriteriet kræver, at mindst to hosliggende naborør modtager koincidente signaler som beskrevet ovenfor, behøver kun en trediedel af det samlede antal rør at være udstyret med kredsløbet i fig. 7 for at virke som deres afgivelsessynkronisator. Forbindelsesrækkefølgen er fortrinsvis tilfældig i stedet for systematisk.

Som det vil ses, har hvert kredsløb en flip-flop 63, der styrer fortsættelsen af den nævnte daisy-chain. Indledningsvis bliver alle flip-flop'ene tilbagestillet undtagen en, idet denne bryder ringen på et sted. "Spærre"(ud) signalet fra kredsløbet med flip-flop'en sat vil

altid være højt for at indikere, at det følgende kredsløb vil have den højeste prioritet i tilfælde af bustilgangskoincidens.

Idet det antages, at kredsløbet med flip-flop'en sat er lige under kredsløbet i fig. 7, så at "spærre"(ind) i fig. 7 er højt (ikke aktivt), fungerer kredsløbet på følgende måde: Et "afgiv forespørgsel"-signal føres til OG-porten G21, og idet det antages, at "knodepunkt optaget"-signalet, som føres til ELLER-porten G22 er højt, er udgangssignalet på OG-porten G21 højt for derved at tilkendegive et "imødekommet"-signal. Dette høje signal, som føres til inverteren 64 bringer "knodepunkt optaget"-ledningen på en lav tilstand. ELLERporten G22 tilvejebringer en låsefunktion for "imødekommet"-tilstanden (så længe "afgiv forespørgsel" vedvarer, og "spærre(ind)" er højt (ikke aktivt). Det inverterede udgangssignal på OG-porten G21 føres til OG-porten G23 sammen med det høje signal fra "spærre" (ind). Udgangssignalet på OG-porten G23 føres derpå til ELLER-porten G24, som igen bringer "spærre"(ud)-signalet til at blive lavt, med mindre flip-flop'en 63 er sat for at indikere enden af kæden. Signalvejen fra "spærre(ind)" til G23 over G24 til "spærre(ud)" sikrer for andre kredsløb, at spærresignalet føres gennem resten af ringen.

"Imødekommet"-signalet indikerer overfor logikken, at bussen er blevet optaget, og "knodepunkt optaget"-signalet tjener til at forhindre alle kredsløbene i at anmode om bussen, indtil den er blevet frigivet. Frigivelse udføres af "kvitterings"-signalet, som over inverteren 66 føres til OG-porten G26 for at tilbagestille kredsløbslogikken. "Kvitterings"-signalet tjener også til at låse "imødekommet"-signalet i flip-flop'en 63 for derved at rekonfigurere ringen, således at det sidste kredsløb, som synkroniserer afgivelse af data nu vil være kredsløbet med den laveste prioritet i den næste afgivelsescyklus. En sådan kædestruktur sikrer på et meget kort tidsrum (højest udbredelsesforsinkelsetiden for "spærre" at vandre gennem hele kæden), at det første kredsløb i kæden vil få forrang og vil anmode om bussen ved at sende "spærre"-signaler baglæns i ringen og derved sikre, at alle "imødekommet"-signaler i kredsløb længere tilbage i ringen bliver sat på nul ved hjælp af porten 21. Som nævnt ovenfor føres "spærre"-signalet gennem kredsløbene ved hjælp af portene G21 og G23 indtil enden af ringen.

I fig. 7A viser den venstre del tidsstyringen for et betragtet rørkredsløbs synkroniserede informationsafgivelse. Afgivelsescyklen fuldføres ved, at ACK bliver lavt, og END bliver højt, hvilket indikerer, at det pågældende kredsløb nu afslutter ringen. Den højre del af fig. 7A viser tidsstyringen af signaler for det betragtede kredsløb, når et andet rørkredsløb med højere prioritet i ringen synkroniserer informationsafgivelse fra en rørgruppe. Busstyresignalerne, knudepunkt optaget og ACK (kvittering) anvendes som før, hvorimod spærre(ind) og spærre(ud) udnyttes i konsekvens af det aktive kredsløbs højere prioritet. Ved afslutningen af afgivelsescyklen anvendes ACK, som nu vil tilbagestille END-signalet i det betragtede kredsløb (da dette kredsløb ikke var det synkroniserende kredsløb) og følgelig skifte endepositionen af ringen til det sidste aktive synkroniseringskredsløb.

Det skal nævnes, at det lavere prioriterede kredsløb kan komme ud for et meget kort "imødekommet"-signal, som kan undertrykkes ved hjælp af passende midler om nødvendigt. Da "imødekommet"-signalet imidlertid ikke vil vedvare over et betydeligt tidsrum, vil et "tilbagestillings"-signal ikke modtages, når "ACK"-signalet anvendes. Der er følgelig ikke truffet foranstaltning til undertrykkelse af disse korte signaler.

Mens denne opfindelse er blevet beskrevet med reference til særlige udførelsesformer og eksempler, vil andre modifikationer og variationer forekomme for en fagmand set i lyset af de ovenfor beskrevne fremgangsmåder. Det skal således forstås, at opfindelsen indenfor omfanget af kravene kan udføres på en anden måde end den her specifikt beskrevne.

**P a t e n t k r a v**

1. Kredsløb til anvendelse sammen med et scintillationskamera med et antal lysfølsomme indretninger, der er anbragt i en gruppe, til modtagelse af fotoner fra et krystal i afhængighed af en scintillationshændelse i krystallet, hvor indretningerne frembringer repræsentative udgangssignaler, som kan behandles til mapping af beliggenheden og størrelsen af scintillationshændelsen, k e n d e t e g n e t ved,

organer til at sende signaler til og modtage signaler fra de lysfølsomme indretninger, der umiddelbart omgiver mindst en anden lysfølsom indretning i gruppen, når den mindst ene anden lysfølsomme indretning registrerer en scintillationshændelse,

organer til at bestemme gyldigheden af scintillationshændelsen, som gør hændelsen gyldig, hvis der er mindst et signal fra den mindst ene anden lysfølsomme indretning, som indikerer, at denne anden lysfølsomme indretning også har registreret en scintillationshændelse,

og organer til kun at behandle udgangssignalet, der er repræsentativt for scintillationshændelsen, hvis hændelsen er blevet bestemt at være gyldig.

2. Kredsløb ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at signal-sendeorganerne omfatter et kredsløb til frembringelse af et digitalt signal i afhængighed af et analogt udgangssignal fra en lysfølsom indretning.

3. Kredsløb ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at gyldighedsbestemelsesorganerne omfatter et antal logisk porte.

4. Kredsløb ifølge krav 1, 2 eller 3, k e n d e t e g n e t ved, at gyldighedsbestemelsesorganerne omfatter organer til at ugyldiggøre scintillationshændelsen, når et signal, som modtages fra en omgivende lysfølsom indretning, vedvarer i et forudbestemt tærskeltidsrum.

5. Kredsløb ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved et antal knudepunkter, der er anbragt i en matrix, hvortil det repræsentative sig-

nal føres, og hvor organerne til behandling af udgangssignalet indbefatter organer til at synkronisere tilførslen af udgangssignalet fra et antal lysfølsomme indretninger således, at de tilføres matrixknodepunkterne i det væsentlige på samme tid.

6. Kredsløb ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at signal-sendeorganerne omfatter et antal ledninger, der er forbundet med de lysfølsomme indretninger, idet hvert par er forbundet med en af de omgivende lysfølsomme indretninger,

et antal busser, som er forbundet med den nævnte ene lysfølsomme indretning, idet hver bus er forbundet med en af de omgivende lysfølsomme indretninger, og tovejskommunikationsorganer tilknyttet hver af busserne til selektiv slutning af et buskredsløbsorgan mellem de tilknyttede omgivende lysfølsomme indretninger og den ene lysfølsomme indretning således, at et repræsentativt udgangssignal kan sendes til den ene lysfølsomme indretning, når de omgivende lysfølsomme indretninger reagerer på scintillationshændelsen.

7. Kredsløb ifølge et hvilket som helst af kravene 1 til 6, k e n d e t e g n e t ved, at de lysfølsomme indretninger er fotomultiplikatorrør.

8. Kredsløb ifølge krav 6, k e n d e t e g n e t ved, at det indbefatter organer i tilknytning til nævnte antal ledningspar til at sende signaler til de omgivende lysfølsomme indretninger, når nævnte ene lysfølsomme indretning reagerer på en scintillationshændelse og til at modtage signaler fra de omgivende lysfølsomme indretninger, når de omgivende lysfølsomme indretninger reagerer på en scintillationshændelse.

9. Kredsløb ifølge krav 6, k e n d e t e g n e t ved, at det indbefatter summeringsorganer i tilknytning til antallet af busser til at summere de repræsentative signaler fra de omgivende lysfølsomme indretninger.

10. Kredsløb ifølge krav 6, k e n d e t e g n e t ved, at kommunikationsorganerne omfatter et tovejskommunikationsorgan til at sende et

repræsentativt signal fra nævnte ene lysfølsomme indretning til de omgivende lysfølsomme indretninger.

11. Kredsløb ifølge et hvilket som helst af kravene 1 til 10, k e n d e t e g n e t ved, at den omgivende lysfølsomme indretning er nær den mindst ene anden lysfølsomme indretning.

12. Kredsløb ifølge krav 11, k e n d e t e g n e t ved, at valideringsorganerne kun tilvejebringer et udgangssignal, når i det mindste et par hosliggende lysfølsomme indretninger indikerer en tilhørende scintillationshændelse, og når selve parret er hosliggende.

13. Kredsløb ifølge krav 5, k e n d e t e g n e t ved afbryderorganer til selektivt at forbinde udgangen fra både de lysfølsomme indretninger og den mindst ene anden lysfølsomme indretning med antallet af matrixknodepunkter.

14. Kredsløb ifølge krav 13, k e n d e t e g n e t ved, at afbryder- og synkroniseringsorganerne omfatter en multipelafbryderindretning i tilknytning til hver af de lysfølsomme indretninger og den mindst ene anden lysfølsomme indretning og et fælles aktiveringsorgan til slutning af begge afbryderorganerne i afhængighed af styresignaler til den lysfølsomme indretning.

15. Kredsløb ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved et summeringskredsløb til selektivt at summere udgangssignalerne fra antallet af omgivende lysfølsomme indretninger og at sammenligne den resulterende sum med mindst en forudbestemt tærskelværdi for at bestemme, om udgangssignalerne skal behandles.

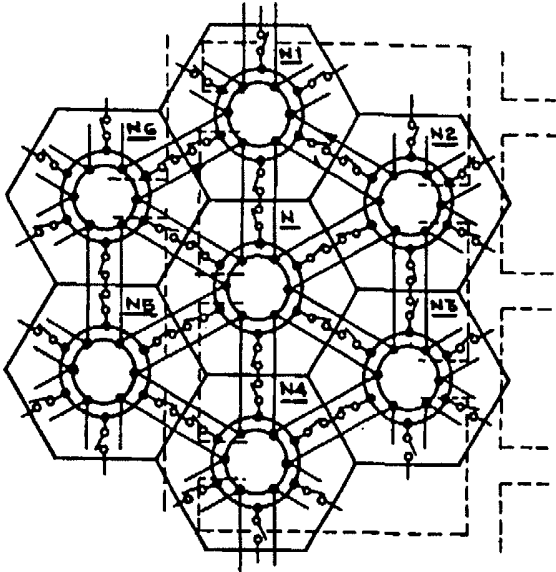


FIG. 1

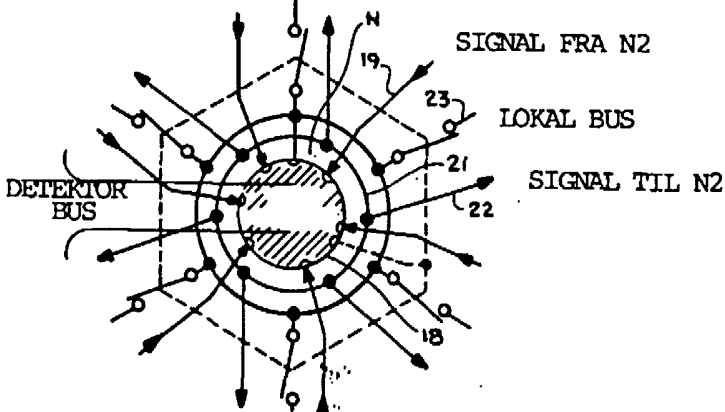


FIG. 1A

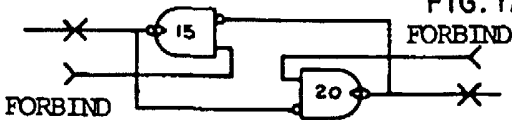


FIG. 1B

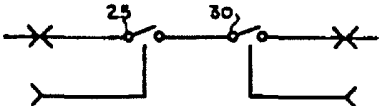


FIG. 1C

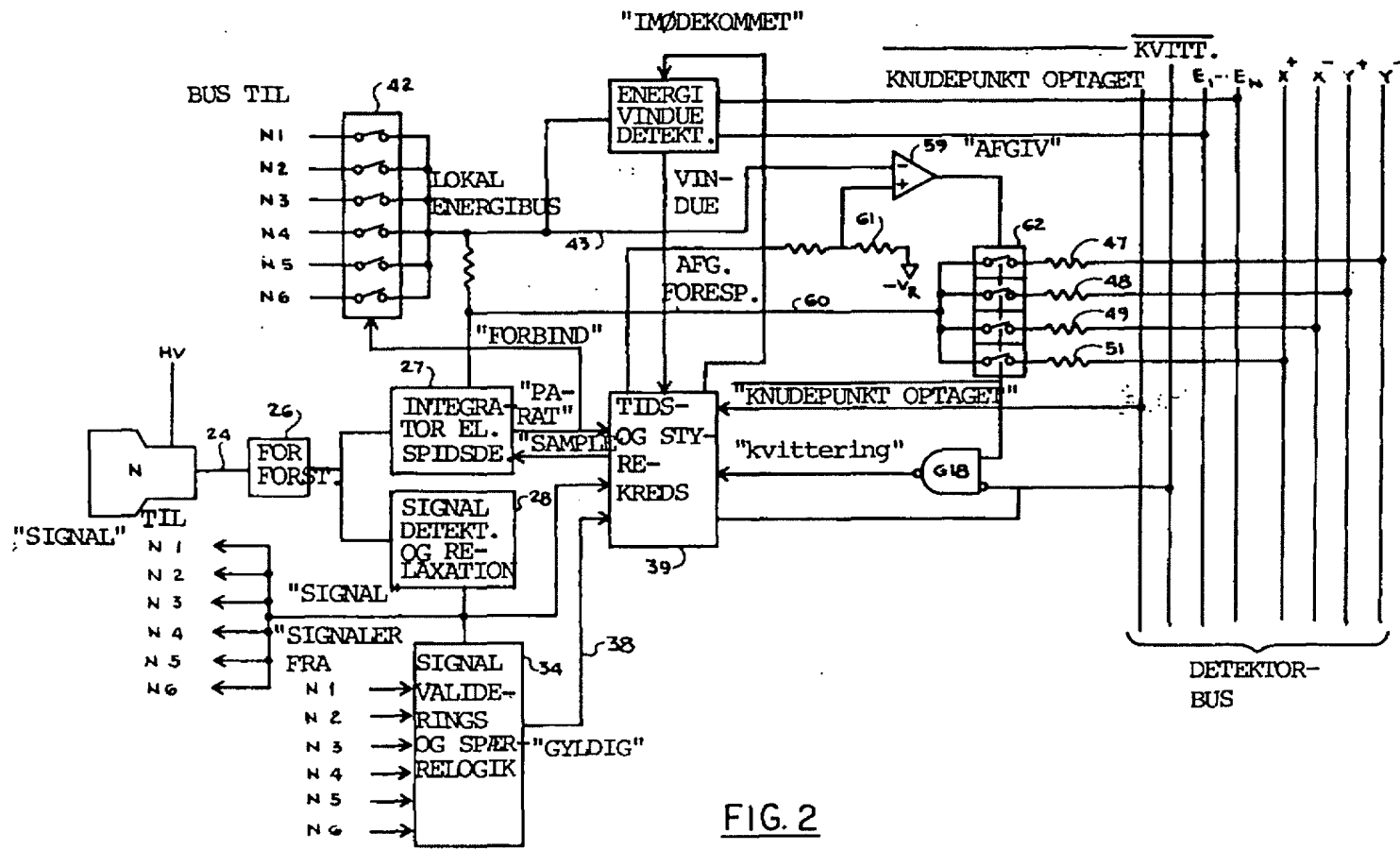


FIG. 2

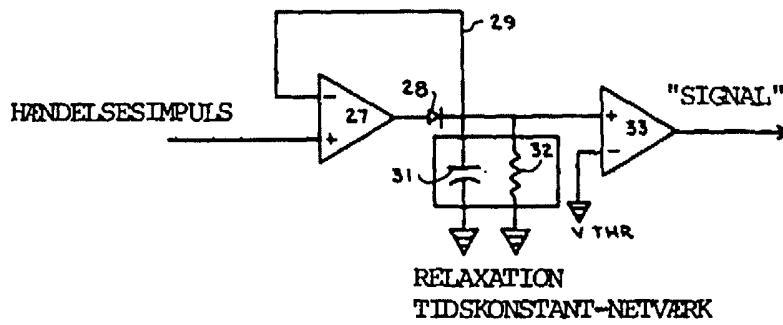


FIG. 3

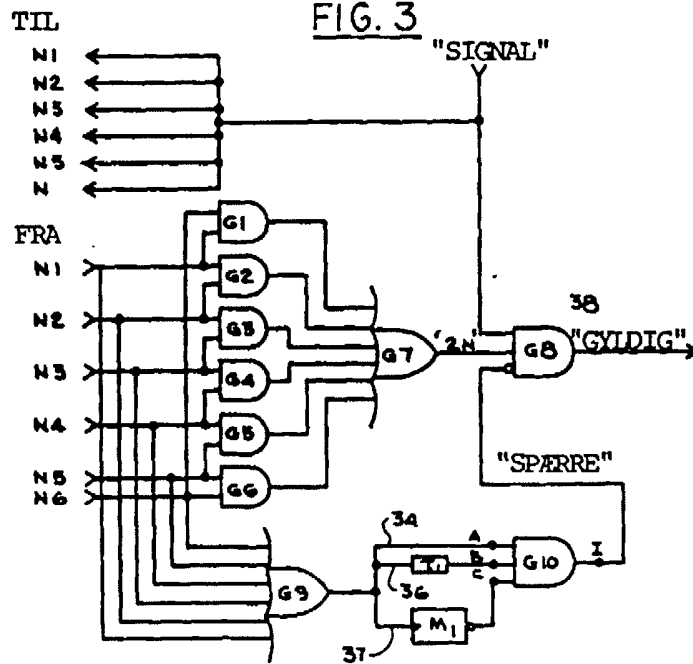


FIG. 4

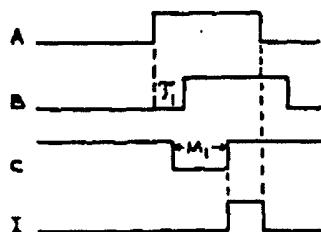


FIG. 4 A

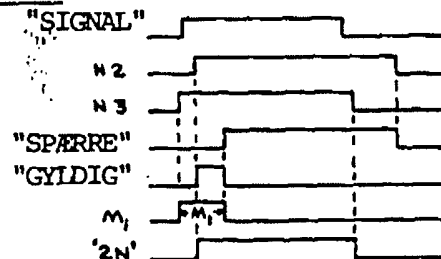


FIG. 4 B

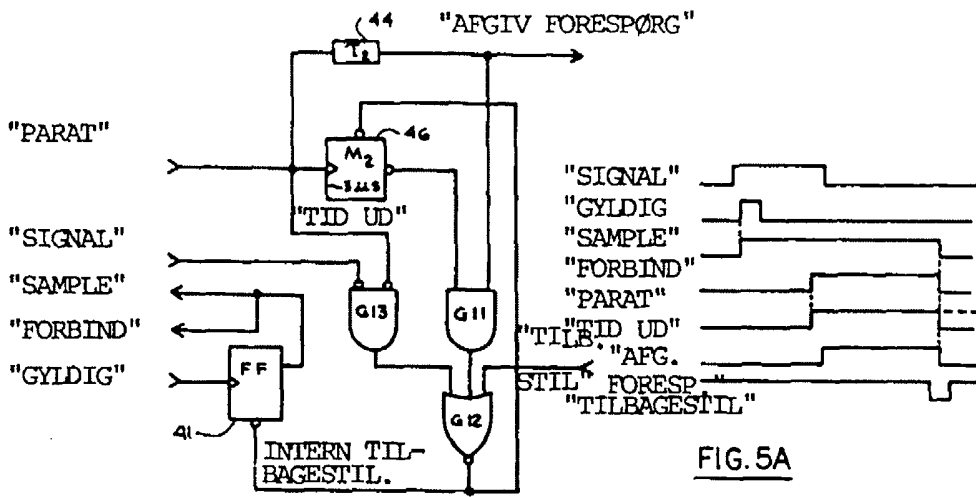


FIG. 5

FIG. 5A

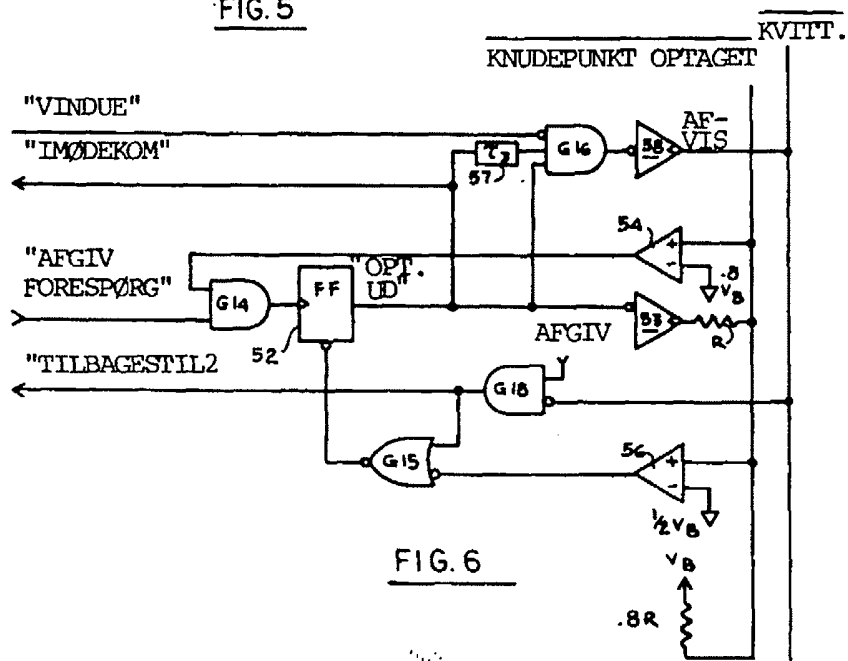


FIG. 6

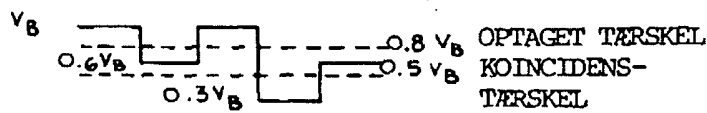


FIG. 6A

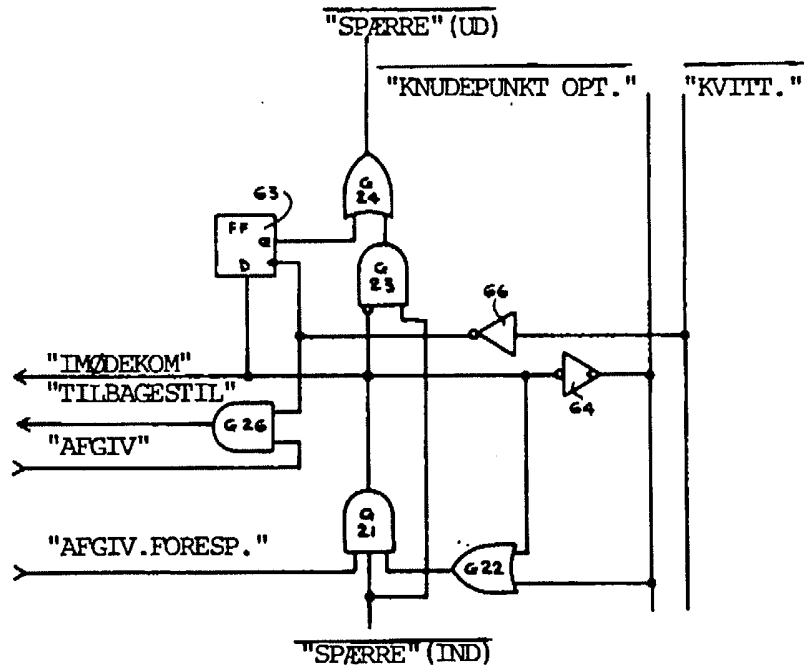


FIG. 7

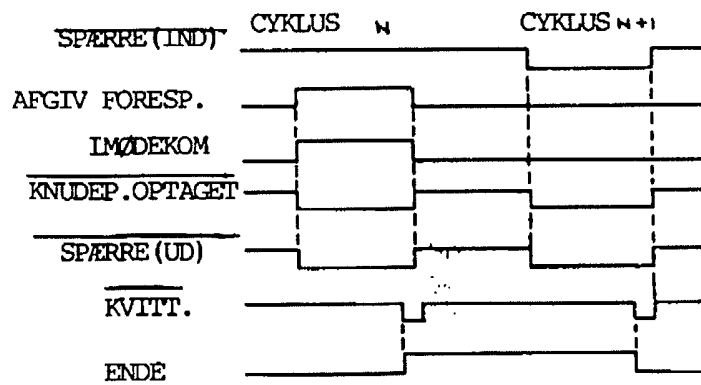


FIG. 7A