

RIVO

TO 85-10

WERKING VAN DE PULSGENERATOR TEN
BEHOEVE VAN DE ELEKTRISCHE VISSERIJ

Ing. J.C. van den Berg

TO 85-10

RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK
RIJMUIDEN

RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK

Haringkade 1 - Postbus 68 - IJmuiden - Tel. (02550) 3 16 14

Afdeling: TECHNISCH ONDERZOEK

Rapport: TO 85-10
WERKING VAN DE PULSGENERATOR TEN
BEHOEVE VAN DE ELEKTRISCHE VISSERIJ

Auteur: Ing. J.C. van den Berg

Project: 7-7153 "Elektrische stimulering"

Projectleider: Ing. J.C. van den Berg

Datum van verschijnen: november 1985

Inhoud: Inleiding

1. De werking van de installatie summier verklaard aan de hand van een principe-schema
2. De werking van de installatie in detail verklaard aan de hand van het totale schema
 - 2.1. Hart van het systeem (tijdbasis)
 - 2.2. Het beveiligingscircuit
 - 2.3. Voeding
 - 2.4. De container
3. Alternatieve aftastmethode van de elektroden
4. Diskussie veiligheidseisen

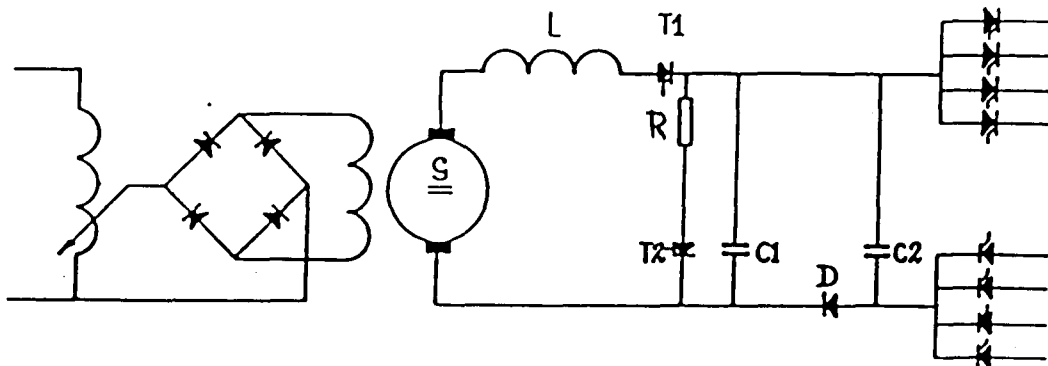
DIT RAPPORT MAG NIET GECITEERD WORDEN ZONDER TOESTEMMING VAN DE DIRECTEUR VAN HET R.I.V.O.

2293037

1. INLEIDING

Het projekt "Elektrische Stimulering van Platvis" heeft ten doel te onderzoeken of het vissen op platvis met vermindering van brandstofkosten mogelijk is. Bij de tot nu toe in gebruik zijnde boomkorvisserijmethode heeft men grote wrijvingsweerstand te overwinnen. Bij deze methode gebruikt men de zgn. "wekkerkettingen". Met behulp van deze wekkerkettingen wordt de platvis uit de bodem opgeschrikt. Dit resulteert in een hoog brandstofgebruik, omdat een aanzienlijk gewicht aan stalen kettingen over de bodem wordt gesleept. Bij de elektrische stimulering worden de wekkerkettingen vervangen door elektroden. Tussen deze elektroden staat volgens een bepaald patroon een elektrisch veld. De bedoeling is met behulp van dit veld de platvis uit de bodem te jagen. Omdat de elektroden zeer licht over de zeebodem slepen, heeft men aanzienlijk minder wrijvingsverlies. Gebleken is dat ook de kwaliteit van de gevangen vis hoger is, omdat minder beschadiging van de vis optreedt. De mogelijkheid om selektiever te vissen is wellicht ook aanwezig. Met selektief vissen wordt hier bedoeld jonge vis sparen en de bijvangst verminderen.

1. DE WERKING VAN DE INSTALLATIE SUMMIER VERKLAARD AAN DE HAND VAN ONDERSTAAND PRINCIPE-SCHEMA



De installatie wordt gevoed door een gelijkstroomgenerator met een maximale klemspanning van 500 V. Het generatorveld wordt bekrachtigd uit het boordnet 220 V/50 Hz via een variac en Greatzbrug gelijkrichter. De spanningen die in het systeem voorkomen kunnen ten gevolge van opslinging maximaal circa 1800 V bedragen.

De slingerketen die voor de opslinging verantwoordelijk is bestaat uit de spoel L en de condensatoren C1 en C2.

C1 heeft een zeer kleine capaciteit vergeleken met C2.

C1 en C2 zijn verbonden via diode D.

Het laadcircuit in de schakeling gaat over thyristor T1.

De acht onbenoemde thyristoren schakelen de elektroden steeds paarsgewijs in vier paren.

Thyristor T2 in serie met de weerstand R verzorgt de ontsteking van de onbenoemde ontladthyristoren.

Stel nu T1 wordt in geleiding gebracht door een stuurpuls op de gate van T1. De generator brengt dan lading op de condensatoren C1 en C2. Bij een generatorspanning van 500 V wordt de spanning over C1 en C2 circa 900 V.

Als de totale serie weerstand van het circuit verwaarloosd wordt, gaat dit gedurende de laadtijd volgens onderstaande vergelijking:

$$\frac{1}{C1 + C2} \quad idt = V_{gen} + L \frac{di}{dt}$$

C1 + C2 is de vervangcapaciteit van C1 en C2 gedurende de lading van C1 en C2.

Als $\frac{1}{C1 + C2} \quad idt$ zijn maximum heeft bereikt, verandert de laadstroom

van richting. Voor C2 wordt dit door de diode D belet en voor C1 tot de afschakeltijd is bereikt van T1. Op dit moment verschijnt een puls op de gate van T2 en gaat thyristor T2 in geleiding. C1 ontlad zich via de weerstand aan de anode van T2.

De lading van C2 blijft gelijk en derhalve de spanning over C2. Omdat C1 ontladen wordt en dus de spanning daalt, moet C2 de resterende spanning over de diode D plaatsen die voor deze spanning in sperrichting geschakeld is.

Het ontladen van C1 maakt dus dat de spanning van C2 vanuit de elektroden gezien zich verschuift. Deze verschuiving wordt toegelaten totdat de spanning van C2 symmetrisch is ten opzichte van de elektroden. Precies op dit moment worden de ontlaadthyristoren van het elektrodenpaar dat voor ontsteking aan de beurt is ontstoken.

Nu levert C2 stroom door de elektroden en C1 zal volgen zodra de spanning over C2 gelijk is aan de spanning over C1.

Dit ontlaadcircuit, gevormd door het zeewater, is laag-ohmig.

De elektroden met bekabeling hebben een inductief karakter.

Gedurende de ontlading zijn stroom en spanning daarom niet in fase. De stroom ijlt na op de spanning. Condensator C1 en C2 krijgen daardoor een tegengestelde lading. De hoogte van deze spanning bedraagt V2 en is in dezelfde richting als de door de generator opgedrukte spanning. Omdat voor de tweede puls op A de beginvoorwaarden niet gelijk zijn aan de beginsituatie, zal de eindspanning over C1 en C2 nu hoger worden.

$$\int_0^t \frac{1}{C_1 + C_2} \text{idt} = V_{\text{gen}} + V_{C_1+C_2} + L \frac{di}{dt}$$

Na enige pulsen ontstaat een stabiele situatie begrensd door de maximale stroom die de generator kan leveren aan dit systeem. De maximale spanning over C1 en C2 zal dan ongeveer 1800 V bedragen bij een generatorspanning van 500 V. De puls herhalingsfrequentie op de gate van thyristor T1 bedraagt maximaal 100 Hz. Dit wil zeggen: elk elektrodenpaar in het ontlaadcircuit heeft een frequentie van $100 : 4 = 25$ Hz maximaal.

De generator en het gehele laadcircuit zijn zodanig gedimensioneerd dat de condensator viermaal zo snel geladen wordt als noodzakelijk is voor de gewenste visfrequentie.

De volgorde van de ontsteking van de elektrodenparen is vastgelegd door middel van een teller. Het ontsteken van de elektrodenparen kan slechts plaatsvinden als de generator is geïsoleerd, d.w.z. T1 is niet in geleiding. Op deze manier is het mogelijk een hoge spanning met bijbehorende hogestroom op de elektroden te plaatsen.

De koeling van de ontlaadthyristoren geschiedt door het zeewater.

Ze zijn op het deksel van de container gemonteerd.

De container bevat ook de condensatorbatterij C2 en de condensator C1.

2. VERKLARING TOT IN DETAIL VAN HET SCHEMABLAD ACHTERIN DIT RAPPORT

2.1. HART VAN HET SYSTEEM (TIJDBASIS)

In het tijdbasiscircuit worden de pulsen opgewekt voor het sturen van de laadthyristor. Deze pulsen moeten aan de volgende voorwaarden voldoen:

- 1e voldoende energie bevatten;
- 2e een steile voorflank bezitten;
- 3e voldoende tijd op de gate van de thyristor aanwezig zijn;
- 4e galvanisch gescheiden zijn van de hoogspanning.

De eerste drie eisen zijn gesteld om de thyristor in het hoofdcircuit een lange levensduur te geven. De vierde eis is gesteld in verband met de veiligheid.

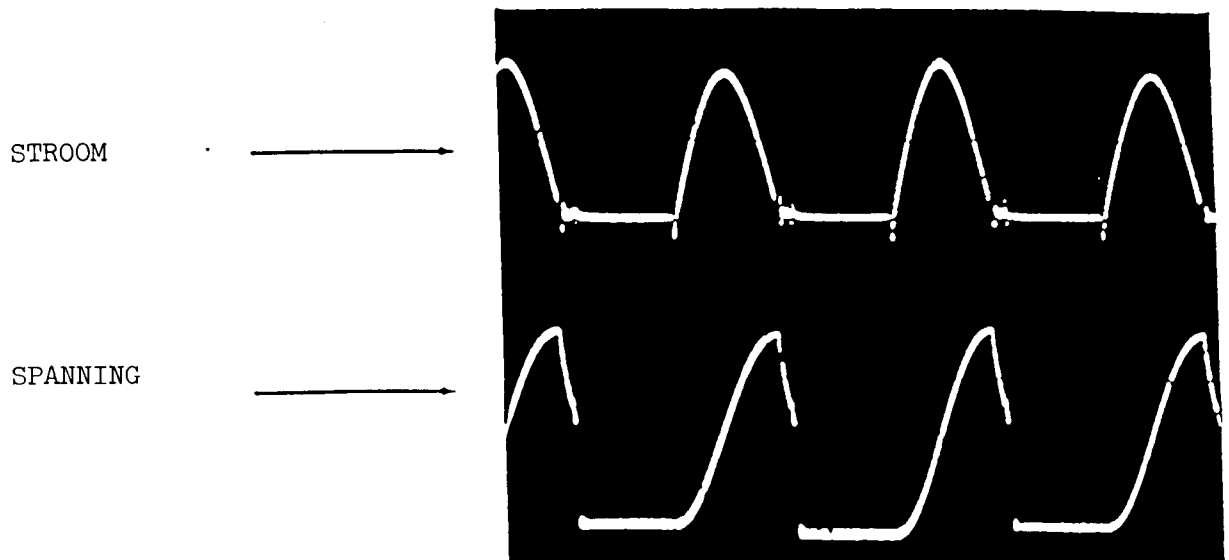
De frequentie van de stuurpulsen is regelbaar.

Tijdens de proefvisserij moet nog blijken bij welke frequenties de beste vangstresultaten worden bereikt. De basis van de schakeling is de geïntegreerde schakeling LM 566. De uitgangsfrequentie van de LM 566 is instelbaar tussen 0--100 Hz met een pot.-meter van 10 K Ω , welke op het front van de bedieningskast is gemonteerd. Nauwkeurige afregeling geschiedt in het laboratorium met behulp van een instel-pot.-meter van 200 K Ω .

Deze is op de printplaat gemonteerd en niet bereikbaar voor de bedieningsman. De pulsen staan op een gelijkspanningsniveau van 6 V. Daarom is een drempel van 6,8 V aangebracht voordat we de basis van de tun bereiken. Op de collector van de tun hebben de pulsen een amplitude van 24 V. Het gelijkspanningsniveau is door de drempel van 6,8 V verdwenen. Deze pulsen worden gedifferentieerd om de pulsbreedte frequentie-onafhankelijk te maken. Deze gedifferentieerde puls stuurt de BDX 67. De BDX 67 stuurt de gewenste stroom door de ontstektrap. De condensator van 22 μ F ondersteunt deze stroomlevering, omdat zij steeds tot 24 V wordt geladen indien de puls afwezig is. Als de laadthyristor na in geleiding te zijn gestuurd, weer spert, loopt er stroom door de diode van de Optocoupler 6 N 135. De transistor in de Optocoupler ontsteekt de thyristor die parallel op de voedingskabel is geplaatst. Hierdoor ontstaat een ontlaadcircuit voor de condensator van 2 μ F in de container en wordt het ontsteekmoment van de ontlaadthyristoren bepaald.

Dit is reeds gezegd bij het bespreken van het principe-schema en hier zal nog nader op ingegaan worden bij de uitleg van de werking van de container. De pulsform op de voedingskabel wordt zichtbaar gemaakt op een differentiaal scope. De verzwakker hiervoor is geheel rechts op het schema te zien.

De laadstroom wordt zichtbaar gemaakt op de scope door de uitgang van een stroom-meettang op een ander kanaal van de scope te plaatsen. Onderstaande kopie is afkomstig van een foto gemaakt van de scope met de pulsgenerator in werking. Na het laden van de condensatoren is het leegmaken van de condensator van 2 μ F zichtbaar. De puls op de elektroden is onzichtbaar, omdat dit belemmerd wordt door de diode in de container.



Condensator laadspanning en stroom

$$U_{top} = 500 \text{ V}$$

$$I_{top} = 35 \text{ A}$$

frequentie 80 Hz

2.2. HET BEVEILIGINGSCIRCUIT

Indien de hoofdthyristor in geleiding blijft door bijvoorbeeld een defekt zoals kabelsluiting, of onderbreking van de voedingskabel, moet direkt worden afgeschakeld. De puls welke, indien de installatie goed werkt, op de kathode van de hoofdthyristor verschijnt, wordt gedifferentieerd. De differentiatie vindt plaats met behulp van een condensator van $0,1 \mu\text{F}$ en een weerstand van $1 \text{M}\Omega$.

Differentiatie is nodig om te voorkomen dat aansluitpunt 1 van de Schmitt-trigger 4093 hoog blijft indien geen pulsen aanwezig zijn op de kathode van de thyristor. De uitgang 3 van de Schmitt-trigger gaat naar aansluitpunt 6 van een poort die het signaal invertteert. Dit inverteren geschiedt alleen als de installatie in werking is gezet, want dan is relais A getrokken en A-2 omgeschakeld. Dezelfde gate blokkeert als A-2 niet omgeschakeld is, dus als het A-relais af is. Voorts gaat de puls als de generator in werking is naar de reset-ingang van de 4017 decade counter. Deze counter wordt dus na elke ontsteekpuls gereset als de hoofdthyristor heeft geschakeld. De pulsen op de tel-ingang van de counter komen uit het stuurcircuit van de hoofdthyristor. Heeft een ontsteking van de hoofdthyristor geen gevolg, omdat deze in geleiding blijft of niet in geleiding komt, dan wordt de teller niet gereset. Dit kan zoals gezegd zijn oorzaak vinden in kabelbreuk of kabelsluiting. De counter stuurt nu een thyristor open die hier gebruikt wordt als geheugen-element. De led "stroom tehoog" zal oplichten en via de NOR 4025 wordt relais A stroomloos gemaakt. De alarm-zoemer wordt bekrachtigd en de hoofdschakelaar uitgeschakeld. Pas na volledige uitschakeling van de voeding kan opnieuw gestart worden. Dit omdat de thyristor welke als geheugenfunctie wordt gebruikt eerst stroomloos moet worden. Het A-relais kan ook stroomloos gemaakt worden door de benaderingschakelaar. Deze kan ter beveiliging op de bomen of de lier gemonteerd worden. De installatie schakelt dan uit bij halen of vieren c.q. het ophalen van de bomen. Ook door verbreking van een deurenkontakt (de voedingskast wordt geopend) of door het drukken van een noodstop-drukker valt het A-relais af. Omdat nu de geheugenfunctie van de thyristor niet aanwezig is kan onmiddellijk worden ingeschakeld.

2.3. VOEDING

Het A-relais (zie beveiligingscircuit) kan alleen bekrachtigd worden door het indrukken van de drukknop "in". Als voorwaarde geldt dat de basis van de BDX 67 hoog moet zijn. De benaderingsschakelaar mag dus niet aangesproken zijn. De stroom kan niet te hoog geweest zijn in voorgaande werkingscyclus. Dit geldt ook voor de container aan de andere viskant.

Het A-1 kontakt koppelt het A-relais na bedienen van de "in" drukker. Het A-2 kontakt schakelt het beveiligingscircuit in en de zoemer uit. Het A-3 kontakt bekrachtigt de hoofdschakelaar, zodat de generator verbonden wordt met de container.

De hoofdthyristor kan nu via de tijdbasis in geleiding worden gebracht. De bekrachtiging van het generatorveld is regelbaar met een variac gevolgd door een brugcel. In serie met de generator is een diode geplaatst en een buffer van 10mF aangebracht.

Deze buffer heeft voor de werking geen betekenis en dient alleen om de generator te beveiligen tegen spanningspieken. Dit is vooral noodzakelijk als met hoge spanning wordt gewerkt.

De generatorspanning is afleesbaar op een V-meter parallel geschakeld aan de generator. De hoofdschakelaar heeft vier kontakten, waarvan twee parallel in de plusleiding en twee parallel in de minusleiding.

Hierdoor kan betrouwbaar worden afgeschakeld bij de hoogste piekstromen, bijvoorbeeld bij kortsluiting van de voedingskabel naar de container.

De 16 mH smoorspoel dient zoals reeds eerder gezegd voor opslingering van de spanning op de condensatorbatterij in de container.

De voeding voor de sturing en beveiliging is onafhankelijk van de veldwikkeling inschakelbaar. Dit is noodzakelijk omdat, bij aanspreken van de beveiliging "stroom te hoog", de thyristor in het beveiligingscircuit stroomloos gemaakt moet kunnen worden.

Dit vergt enige tijd, omdat deze thyristor een zeer lage houdstroom heeft. Hierdoor is een verplichte rustpauze afgedwongen om te zorgen dat het systeem weer de juiste beginvoorwaarde heeft voordat kan worden ingeschakeld. Het wederom inschakelen is nu een bewuste handeling. Men heeft nota moeten nemen van dit alarm.

Het alarmcircuit is zo snel dat de generatorzekeringen niet defekt raken.

2.4. DE CONTAINER

De voedingsspanning van de geïntegreerde schakelingen en de ontsteekspanning van de thyristoren wordt afgeleid van de opgedrukte spanning op de container. Om deze spanningen met weinig vermogensverlies (warmte) af te leiden wordt gebruik gemaakt van twee condensatoren die een spanningsdeler willen vormen. Met twee vermogenszeners wordt dit echter onmogelijk, omdat een deling van 12 V en 24 V wordt afgedwongen. Als de condensator van $2\mu\text{F}$ zich ontladde naar de stuurkast wordt ook de condensator van $0,33\mu\text{F}$ ontladen, omdat beide zeners nu als dioden functioneren.

De volgende laadcyclus kan de condensator van $0,33\mu\text{F}$ dus weer lading opnemen. Hierdoor komt een nieuwe vermogensinjectie op de condensatoren van de voeding.

Zodra voedingsspanning voor de geïntegreerde schakelingen aanwezig is op punt B, worden alle tellers in de container gereset.

Dit resetten dient om steeds dezelfde beginvoorwaarden te verkrijgen.

De voedingpuls wordt iets vertraagd doorgegeven door een netwerk bestaande uit een weerstand van $1\text{M}\Omega$ en een condensator van $1\mu\text{F}$.

De Schmitt-trigger 4093 die de spanning op de condensator als ingangsspanning ziet zal dus een keer een puls genereren die deze reset verzorgt.

Via drie X-OR 4070 poorten worden nu de tellers gereset.

De X-OR poorten zijn noodzakelijk, omdat alle tellers nog een tweede reset-mogelijkheid moeten hebben. Zodra de eerste hoogspanningspuls wordt ontvangen die het systeem wil starten, wordt de filterteller 4017 gereset met behulp van een Schmitt-trigger gevolgd door een differentiërend netwerk. Een tweede Schmitt-trigger invertteert de gedifferentiëerde puls en verzorgt de reset via een X-OR gate op aansluiting 15 van de filterteller. Door twee weerstanden van $1\text{M}\Omega$ wordt bepaald wanneer de condensatorspanning op de condensator van $680\mu\text{F}$ symmetrisch is ten opzichte van de elektroden.

Indien de spanning door nul gaat wordt dit door de Schmitt-trigger gedetecteerd. Dit is mogelijk omdat de voedingsspanning van deze trigger is gerelateerd aan de kathode-spanning van de diode in de minusleiding. De spanning moet door nul gaan, omdat de condensator van $2\mu\text{F}$ ontladde naar de stuurkast. De condensator van $680\mu\text{F}$ kan zich niet ontladen, daar de ontladstroom wordt geblokkeerd door de diode in de minusleiding. Bij de detectie van de nuldoorgang ontvangt de filterteller een telpuls en geeft op zijn beurt een telpuls door aan de scanteller.

De scanteller geeft nu een puls af op uitgang "1"; dit is aansluiting 2.

Via het differentiërende netwerk van 6n8F en 68K wordt de stuurthyristor van elektrodenpaar 2 in geleiding gebracht. Deze stuurthyristor maakt dat de condensator van 3,3 F, welke is doorverbonden naar punt A, zich geheel ontladst over de ontsteektrafo van elektrodenpaar 2. Er volgt nu een zeer krachtige ontsteekpuls op de gates van de thyristoren 3 en 4. Een krachtige puls is noodzakelijk, omdat deze thyristoren in geleiding moeten worden gestuurd, zodat de ontladstroom op zijn maximale waarde kan komen.

Het oppervlak van de thyristor moet totaal worden gebruikt, zodat geen inbranden ontstaat. Om de di/dt's op de thyristoren in de hand te houden zijn verzadigingsspoelen aangebracht. Daar de belasting niet uitsluitend ohms is doch ook zelfinductie bevat, worden spanning en stroom niet gelijktijdig nul. De condensator van 680 μ F zal dan ook ompolen. De Schmitt-trigger die de nuldoorgangen detecteert zal weer aanspreken. Dit zijn de stoerpulsen waarop geen actie ondernomen mag worden. De condensator van 3,3 μ F die de ontsteekpuls moet leveren is leeg, zodat hier niets kan gebeuren. De teller die als filter funktioneert telt verder zonder gevolgen voor de scanteller. In stand "9" wordt de teller geblokkeerd, omdat de enable-ingang hoog wordt. De filterteller wordt slechts gereset als een volgende laadpuls van de generator de reset opnieuw bekrachtigd. Daarna volgt weer een zinvolle nuldetectie. De scanteller triggert nu het derde thyristorpaar, te weten 5 en 6, etc.

Als stand 4 van de scanteller is bereikt reset de scanteller en verschijnt een puls op uitgang "0". Deze puls loopt in tegenstelling tot de andere pulsen over een 2-deler 4017. Om en om wordt het eerste thyristorpaar ontstoken via de toegevoegde Schmitt-triggers 4093.

Eénmaal rechtstreeks en éénmaal iets vertraagd door het netwerk van 47K Ω en 10nF. De X-OR poort combineert deze ontsteeksignalen.

Door zo te handelen wordt de condensator van 680 μ F bij het eerste elektrodenpaar wisselend iets eerder of later ontladen. Dit is zichtbaar op de differentiaalscope in de stuurkast. Elektrodenpaar 1 is hierdoor gemarkeerd en het is zichtbaar of de teller rondtelt.

3. ALTERNATIEVE AFTASTMETHODE VAN DE ELEKTRODEN

In het hiervoor beschreven systeem is de volgorde van aftasting van de elektroden:

1 - 2, 3 - 4, 5 - 6, 7 - 8

Tussen de elektroden 2 en 3, 4 en 5, 7 en 8 is dan een relatief zwak veld aanwezig.

Hiernaast staat het schema van een iets gewijzigd ontwerp met een andere aftast volgorde.

Deze is voor dit schema:

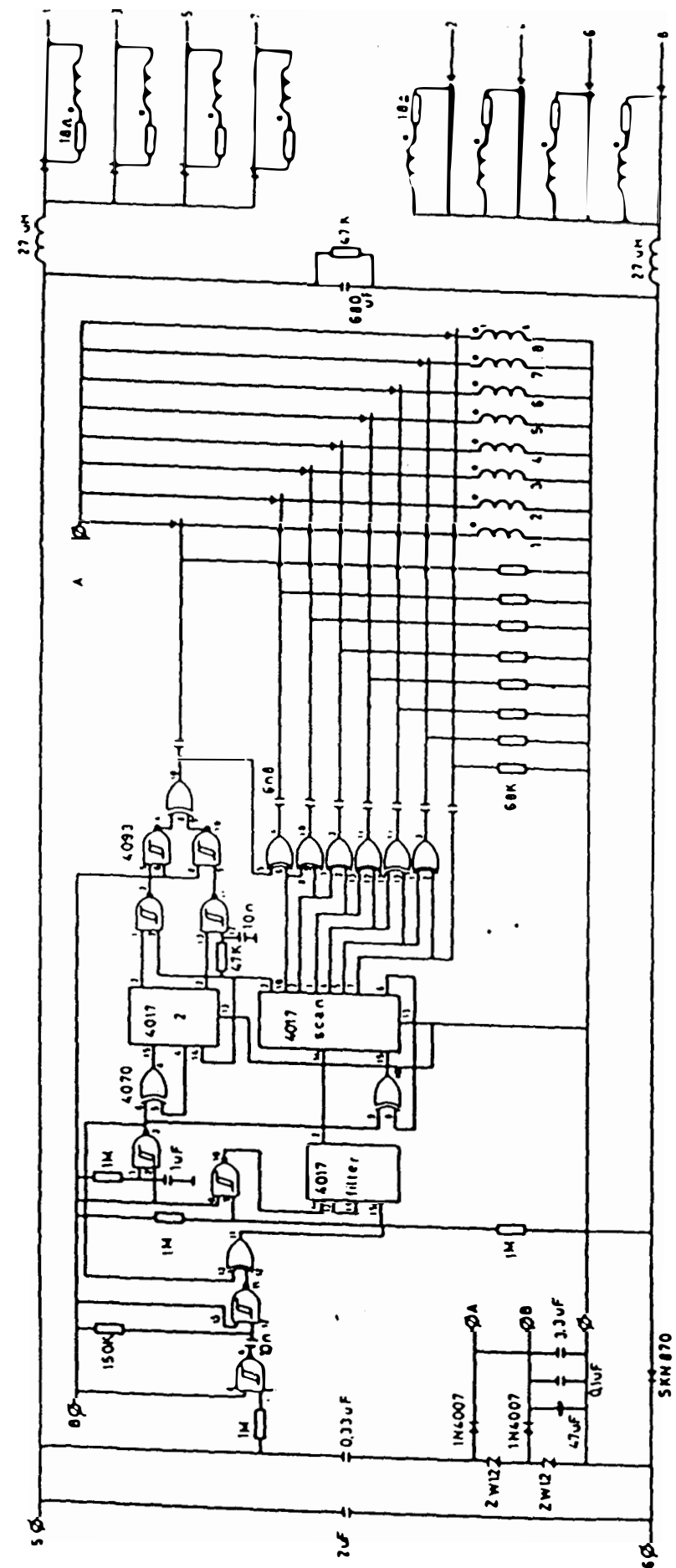
1 - 2, 3 - 4, 5 - 6, 7 - 8

en daarna dichting van de open plekken:

2 - 3, 4 - 5, 6 - 7.

De veldsterkte is dan beter verdeeld over het door de elektroden bestreken oppervlak.

Er moet nog onderzocht worden of dit een betere vangst tot gevolg heeft.



4. DISKUSSIE VEILIGHEIDSEISEN

Voor de installatie aan boord en de apparatuur gelden onverkort de installatie-eisen gesteld door de Scheepvaart Inspectie.

Bij veranderingen aan de door het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek (RIVO) ontworpen installatie is diegene, die de veranderingen uitvoert, aansprakelijk voor de eventuele gevolgen.

Het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek geeft een opleiding aan de gebruikers van de installatie voor de elektrische visserij.

In deze opleiding wordt uiteengezet waar de gevaren liggen en wordt de bediening van de installatie duidelijk gemaakt.

De bekabeling vanaf de container naar de elektroden en de voedingskabel vanaf de lier naar de container dienen mechanisch zodanig afgeschermd te zijn, dat beschadiging onmogelijk is bij normaal visserij-gebruik.

De elektroden mogen pas ingeschakeld zijn als het net volledig is uitgezet.

Er moet ingeschakeld worden als de vislier in bedrijf is.

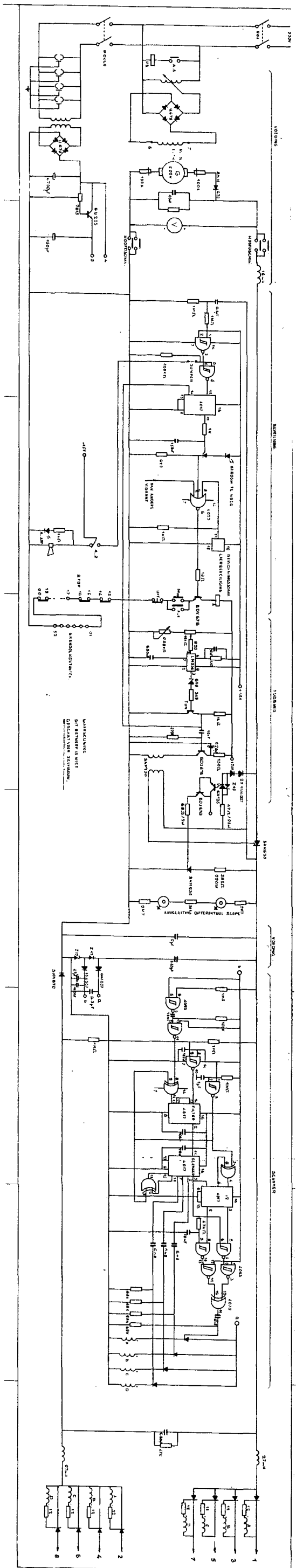
Aan dek bij de lier en in de stuurhut dienen noodstopknoppen aanwezig te zijn met een opvallende rode knop.

Alle noodstop-beveiligingen moeten uitgevoerd zijn met dubbele contacten. Deze contacten moeten mechanisch in de uitstand gedwongen worden.

De bedieningskast en de container mogen slechts geopend worden door personen die hiervoor toestemming hebben van de Directie van het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek (RIVO).

De installatie moet uitgeschakeld zijn bij geopende bedieningskast.

--



WASSERKLEBE
DIE STEIFER IS NICHT
GESCHÄTTZT