

19



NL Octrooi Centrum

11

1038114

12 C OCTROOI

21 Aanvraagnummer: **1038114**

51 Int.Cl.:  
**C02F 1/467** (2006.01)

22 Aanvraag ingediend: **20.07.2010**

43 Aanvraag gepubliceerd:  
-

73 Octrooihouder(s):  
**Water Waves B.V. te Joure.**  
**Automatic Electric Europe Special Products**  
**B.V. te Schagen.**

47 Octrooi verleend:  
**24.01.2012**

72 Uitvinder(s):  
**Mateo Jozef Jacques Mayer te Amersfoort.**  
**Wilhelmus Blaauw te Schagen.**  
**Maurice Paul Tax te Sneek.**  
**Roelof Jan Jorritsma te BURGUM.**  
**Gerrit Oudakker te Broek op Langedijk.**

45 Octrooischrift uitgegeven:  
**01.02.2012**

74 Gemachtigde:  
**Geen.**

54 **Werkwijze en inrichting voor desinfectie van ballastwater in schepen door middel van een op een gelijkspanning gesuperponeerde wisselspanning.**

57 Onderhavige vinding betreft een werkwijze en inrichting voor de desinfectie van ballastwater in schepen gekenmerkt door tenminste een eerste spanningsbron, tenminste middelen om de door de tenminste eerste spanningsbron geleverde spanning te gelijk te richten, tenminste middelen om de gelijkgerichte spanning ten minste ten dele af te vlakken en / of de amplitude van de gelijkgerichte spanning met een instelbare frequentie te laten fluctueren als functie van de tijd, verderop effectieve spanning genoemd, en tenminste elektroden die zich tenminste ten dele in te desinfecteren water bevinden en die werkzaam verbonden zijn met de effectieve spanning.

NL C 1038114

Dit octrooi is verleend ongeacht het bijgevoegde resultaat van het onderzoek naar de stand van de techniek en schriftelijke opinie. Het octrooischrift komt overeen met de oorspronkelijk ingediende stukken.

## **Werkwijze en inrichting voor desinfectie van ballastwater in schepen door middel van een op een gelijkspanning gesuperponeerde wisselspanning**

Onderhavige vinding betreft een werkwijze en inrichting voor de desinfectie van ballastwater in schepen gekenmerkt door tenminste een eerste spanningsbron, tenminste  
5 middelen om de door de tenminste eerste spanningsbron geleverde spanning te gelijk te richten, tenminste middelen om de gelijkgerichte spanning ten minste ten dele af te vlakken en / of de amplitude van de gelijkgerichte spanning met een instelbare frequentie te laten fluctueren als functie van de tijd, verderop effectieve spanning genoemd, en tenminste elektroden die zich tenminste ten dele in te desinfecteren water bevinden en die werkzaam  
10 verbonden zijn met de effectieve spanning.

### **Inleiding**

Een beproefde en zeer effectieve manier om ballastwater in schepen te desinfecteren is het toepassen van elektrolyse. Volgens stand der techniek wordt deze elektrolyse  
15 uitgevoerd in een vloeistof die chloride-ionen bevat zodat actief chloor wordt geproduceerd dat een sterk desinfecterende werking heeft.

Een belangrijk voordeel van een chloorelektrolyse voor desinfectie van ballastwater is de grote effectiviteit van deze methode en de relatief lage kostprijs van de desinfectiemiddelen ten opzichte van andere technieken. Een nadeel dat gepaard gaat met de productie van  
20 actief chloor is dat niet alleen (micro)organismen worden gedood maar dat organische verbindingen, die in het water aanwezig zijn, gechloreerd kunnen worden. Dergelijke gechloreerde organische verbindingen zijn vaak giftig en / of hebben een hormonale werking waardoor zelfs zeer lage concentraties van deze verbindingen (in de orde grootte van nanogrammen per liter) ongewenst zijn.

In de markt is vraag naar een desinfectiemethode van ballastwater in schepen die enerzijds de effectiviteit van de elektrolyse volgens stand der techniek heeft en anderzijds niet de nadelen met zich meebrengt dat gechloreerde organische verbindingen worden gevormd. De technologie volgens onderhavige vinding betreft een nieuwe elektrolysetechnologie die het mogelijk maakt om ballastwater in schepen effectief te desinfecteren en tegelijkertijd te  
30 voorkomen dat ongewenste gechloreerde organische verbindingen worden gevormd.

### **Beschrijving van de technologie volgens onderhavige vinding**

De technologie volgens onderhavige vinding beoogt om middels een wisselstroom en / of een wisselende gelijkstroom tijdelijk het functioneren van cellen van levende organismen in  
35 ballastwater dat wordt ingenomen door een schip of dat wordt geloosd door een schip te beïnvloeden.

Volgens een eerste aspect van de technologie volgens onderhavige vinding worden door

een wisselstroom of wisselende gelijkstroom de cellen van bacteriën waaronder cyanobacteriën en / of schimmels en / of protozoa en / of algen en / of sporen en / of eieren waaronder wormeneieren en / of cysten in ballastwater tijdelijk aanzienlijk gevoeliger gemaakt voor chemicaliën waaronder actief chloor. Met name (wormen)eieren en cysten  
5 zijn berucht om hun resistentie tegen desinfectie met actief chloor volgens stand der techniek en de technologie volgens onderhavige vinding is dan ook bij uitstek geschikt om eieren die in het ballastwater voorkomen zoals eieren van schelpdieren, wormen alsmede cysten reeds bij een lage concentratie actief chloor te doden. Zonder hiermee enige beperking aan te brengen in de draagwijdte van onderhavige vinding hebben de uitvinders  
10 van de technologie volgens onderhavige vinding de volgende verklaring voor de waargenomen grote gevoeligheid van levende cellen voor chemicaliën in het geval dat deze cellen zijn blootgesteld aan een wisselstroom en / of wisselende gelijkstroom: door de wisselstroom en / of wisselende gelijkstroom in het ballastwater waarin de cellen zich bevinden verandert tijdelijk de permeabiliteit van het celmembraan van de cellen met als  
15 gevolg dat chemicaliën sneller en met een hogere concentratie in de cel terechtkomen. Hierdoor is bij toepassing van electrolyse de minimale hoeveelheid actief chloor die nodig is om ballastwater te desinfecteren lager dan in afwezigheid van de wisselspanning of wisselende gelijkspanning.

Volgens een tweede aspect maakt de technologie volgens onderhavige vinding gebruik van  
20 elektroden die tenminste ten dele in contact staan met het te desinfecteren ballastwater en die werkzaam verbonden zijn met een stroombron die de wisselstroom of wisselende gelijkstroom via het contactoppervlak van de elektroden met het ballastwater door het ballastwater stuurt.

Volgens een derde aspect bestaan de elektroden volgens de technologie van onderhavige  
25 vinding uit een geleidend materiaal dat onder de toegepaste procesomstandigheden stabiel is en / of met een acceptabele snelheid corrodeert of wegreaageert en dus als opofferingselektrode dienst doet. Een niet limiterend voorbeeld van geleidend materiaal dat onder de toegepaste procesomstandigheden stabiel is, is metaal dat is voorzien van een titaniumoxide coating. Een niet limiterend voorbeeld van geleidend materiaal dat onder de  
30 toegepaste procesomstandigheden als opofferingselektrode fungeert is koolstof of actieve kool of een composiet van koolstof of een composiet van actieve kool. Een ander niet limiterend voorbeeld van geleidend materiaal dat onder de toegepaste procesomstandigheden als opofferingselektrode fungeert is een anode die tenminste ten dele uit koper en / of zilver bestaat of uit een composiet materiaal dat zouten of oxiden van  
35 deze metalen bevat. Het is de vakman bekend dat koperionen en zilverionen een desinfecterende werking hebben. Indien dergelijke metalen in een elektrode van een elektrolyseproces worden toegepast die als opofferingselektrode wordt gebruikt, kan

volgens de technologie volgens onderhavige vinding een drievoudige desinfecterende werking worden verkregen: de wisselstroom en / of wisselende gelijkstroom verstoort de functie van het te doden organisme zodat dit organisme gevoeliger wordt voor desinfecterende chemicaliën; er wordt actief chloor gevormd dat dankzij de wisselstroom en / of wisselende gelijkstroom reeds bij lage concentratie werkzaam desinfecteert; er worden koperionen en zilverionen gevormd die eveneens bij een lage concentratie een desinfecterende werking hebben.

Volgens een vierde aspect bestaat de technologie volgens onderhavige vinding uit middelen om een wisselende gelijkspanning op te wekken. Hiertoe wordt gebruik gemaakt van ten minste een eerste voedingsbron. Deze eerste voedingsbron bestaat uit een batterij of accu. De eerste voedingsbron kan ook uit een generator bestaan zoals een windturbine of een waterturbine die een wisselspanning opwekt die vervolgens tenminste ten dele wordt gelijkgericht. Eventueel wordt de tenminste gelijkgerichte voedingsspanning aangewend om een batterij of accu op te laden. Verder kan de eerste voedingsbron ook uit een door het net gevoede inrichting bestaan. Bij voorkeur bevat een dergelijke voedingsbron uit tenminste een scheidingstransformator en vermogensdiodes ter gelijkrichting van de wisselspanning. Nog meer bij voorkeur wordt de gelijkgerichte wisselspanning tenminste ten dele afgevlakt met een condensator. Het meest bij voorkeur is deze condensator een parallelschakeling van een elektrolytische condensator en een keramische condensator of een ongepolariseerde condensator met vergelijkbare eigenschappen als een keramische condensator. Nog meer bij voorkeur wordt tenminste een smoorspoel in het circuit van de gelijkrichter opgenomen om de amplitude van storende wisselspanningen te minimaliseren.

Volgens een vijfde aspect bestaat de technologie van onderhavige vinding uit een microcontroller. Deze microcontroller wordt aangewend om de stroom die door de eerste voedingsbron wordt geleverd met een softwarematig instelbare frequentie altemnerend in en uit te schakelen. Dit kan bijvoorbeeld worden gerealiseerd door met een microcontroller een vermogens FET, die werkzaam verbonden is met de eerste voeding, altemnerend in en uit te schakelen. Een groot voordeel van toepassing van een microcontroller voor dit doeleinde is dat de frequentie van de gepulseerde gelijkspanning softwarematig kan worden ingesteld. Tijdens een uitgebreid onderzoek naar de effectiviteit van gepulseerde gelijkspanning voor het doden van micro-organismen is gebleken dat verschillende soorten micro-organismen in ballastwater voor verschillende frequenties gevoelig zijn. Hierdoor is het bij een aantal toepassingen van belang om het te behandelen ballastwater bloot te stellen aan een wisselstroom en / of wisselende gelijkstroom met verschillende frequenties. Dit kan door toepassing van een microcontroller softwarematig worden gerealiseerd. Volgens een zesde aspect bestaat de technologie volgens onderhavige vinding uit een

elektrolysereaktor die slechts een beperkt volume heeft i.e., waarin de te behandelen vloeistof slechts een beperkte tijd verblijft. Bij voorkeur verblijft het te desinfecteren ballastwater minder dan 1 uur in de elektrolysereaktor. Meer bij voorkeur verblijft het te desinfecteren ballastwater minder dan 10 minuten in de elektrolysereaktor. Nog meer bij  
5 voorkeur verblijft het te desinfecteren ballastwater minder dan 1 minuut in de elektrolysereaktor. Het meest bij voorkeur verblijft het te desinfecteren ballastwater minder dan 10 seconden in de elektrolysereaktor. De reden dat de technologie volgens onderhavige vinding bijzonder geschikt is voor desinfectie van ballastwater in een elektrolysereaktor met korte verblijftijd is dat in de reaktor de functie van de te  
10 desinfecteren organismen wordt verstoord door toepassing van de wisselstroom en / of wisselende gelijkstroom. Een van de gevolgen van de wisselstroom en / of wisselende gelijkstroom is dat het celmembraan van de organismen tijdelijk permeabel wordt. Aangezien in de elektrolysereaktor tevens actief chloor wordt gevormd, kan dit snel de cel(len) van de in het ballastwater aanwezige micro-organismen binnendringen. Hierdoor  
15 wordt in de reaktor een dodelijke dosis chloor in het organisme gebracht dat vervolgens hetzij in de reaktor hetzij na inwerking van het chloor buiten de reaktor sterft. Opgemerkt wordt dat een door de wisselstroom en / of wisselende gelijkstroom verstoorde cel of celmembraan enige tijd vermeerderd gevoelig is voor chemicaliën in de directe omgeving van die cel. Hierdoor is het heel goed mogelijk dat de beoogde effecten van actief chloor en  
20 de behandeling met wisselstroom en / of wisselende gelijkstroom buiten de elektrolysecel optreden. Indien het ballastwater wordt gedesinfecteerd bij inname in een schip betekend dit dat ook in de ruimte waarin het ballastwater wordt opgeslagen desinfectie plaatsvindt. Het is de vakman duidelijk dat dankzij de technologie volgens onderhavige vinding desinfectie van ballastwater mogelijk is in aanzienlijk kleinere reaktoren met een kleiner  
25 elektrode-oppervlak dan noodzakelijk volgens stand der techniek. Tevens is de vakman duidelijk dat de hoeveelheid energie per kubieke meter ballastwater die nodig is voor desinfectie van dat water met de technologie volgens onderhavige vinding aanzienlijk kleiner is dan het energieverbruik met elektrolysetechnologie volgens stand der techniek. Volgens een zevende aspect bestaat de technologie volgens onderhavige vinding uit  
30 tenminste een condensator die parallel wordt geschakeld aan de elektroden die worden aangewend voor elektrolyse. Indien een gepulseerde gelijkstroombron werkzaam is verbonden met de elektroden waaraan de condensator parallel is geschakeld zal een gelijkspanning ontstaan waarop een wisselspanning is gesuperponeerd (alternating current over direct current of verderop kortweg AC over DC genoemd). Tijdens een groot aantal  
35 experimenten is gebleken dat deze methode een goedkope en zeer betrouwbare methode is om AC over DC te realiseren. Aangezien de frequentie van de wisselstroomcomponent bij voorkeur in het gebied tussen 10 kHz en 1 MHz ligt, kan met een condensator van

bepaalde capaciteit worden volstaan. Verder is door het door toepassing van de parallelschakeling van de elektroden en de condensator mogelijk om met relatief eenvoudige elektronische middelen en een hoge energie-efficiency AC over DC te realiseren. Hierdoor kan tegen een relatief lage kostprijs een duurzaam en betrouwbaar AC over DC apparaat worden gerealiseerd waarvan de elektrische eigenschappen zowel softwarematig als door keuze van de condensator instelbaar zijn.

Zoals in de nu volgende tekst duidelijk zal worden, bestaat de AC over DC technologie enerzijds uit een unieke procestechnologische concepten die in plaats van of in combinatie met desinfectietechnologieën volgens stand der techniek kunnen worden toegepast en anderzijds uit een elektrotechnisch ontwerp dat dankzij het toegepaste desinfectiemechanisme verrassend eenvoudig kan zijn. Zowel de procestechnologische concepten als het elektrotechnisch ontwerp van de AC over DC technologie maken zowel separaat als gezamenlijk nadrukkelijk deel uit van de technologie volgens onderhavige vinding.

Bij het ontwerp en de realisatie van de elektrotechnische installatie voor het behandelen van ballastwater met AC over DC dient tenminste rekening te worden gehouden met de volgende aspecten:

- Er mag geen hoogfrequente storing in het net worden gebracht.
- De installatie mag niet als antenne gaan werken en storende elektromagnetische straling opwekken.
- De installatie moet geschikt zijn voor grote vermogens en grote stromen i.e., stromen tot 300 Ampere.
- Afhankelijk van de samenstelling van het ballastwater (geleidbaarheid van de vloeistof) moet de spanning over de elektroden automatisch worden aangepast zodanig dat de gewenste stroom door het ballastwater loopt en daarmee de juiste hoeveelheid actief chloor wordt geproduceerd.
- De frequentie van de AC component die op de DC is gesuperponeerd moet softwarematig instelbaar zijn.
- De amplitude van de AC component die op de DC is gesuperponeerd moet kunnen per applicatie op een optimale waarde kunnen worden ingesteld.

Het is de vakman duidelijk dat alleen door ontwerp van een speciaal voor de AC over DC technologie volgens onderhavige vinding ontworpen inrichting ter desinfectie van ballastwater aan bovenstaande ontwerpcriteria kan voldoen. Verder is de vakman duidelijk dat commercieel verkrijgbare schakelende voedingen niet eenvoudig aan te passen zijn zodat deze geschikt zijn voor de AC over DC toepassingen.

Na een ontwikkeltraject en een serie experimenten werd een verrassend eenvoudig ontwerp verkregen voor het behandelen van ballastwater met AC over DC dat aan alle

bovengenoemde functionele eisen voldoet. Hiertoe werd klassieke voedingstechnologie gecombineerd met microcontrollertechnologie enerzijds en de karakteristieke eigenschappen van de elektroden anderzijds. Door vervolgens ook nog softwarematig de klassieke voeding in- en uit te schakelen werd een robuuste en flexibele elektrotechnische oplossing verkregen om de AC over DC technologie in de praktijk toe te passen.

In de nu volgende voorbeelden worden de elektrotechnische aspecten van de technologie volgens onderhavige vinding nader toegelicht. Nadrukkelijk wordt opgemerkt dat de voorbeelden alleen ter toelichting van de technologie worden genoemd en geenszins beperkingen aanbrengen in onderhavige vinding voor de behandeling van ballastwater.

#### 10 **Voorbeeld 1.**

Voor het aansturen van de AC over DC toepassing werd gebruik gemaakt van de elektronische schakeling zoals weergegeven in figuur 1.

Transformator TR1 is een 50 Hz transformator die met de primaire spoel op het lichtnet (230 V AC) wordt aangesloten. De secundaire spoel van TR1 heeft een middenaftakking.

- 15 De transformator is zodanig gedimensioneerd dat deze een secundaire effectieve wisselspanning over de volledige wikkeling van de secundaire spoel van 19 Volt kan leveren bij een belasting op de secundaire spoel van 10 Ampere. De secundaire wisselspanning wordt dubbelzijdig gelijkgericht door middel van diodes D1 en D2 die beiden van het type BYV29 zijn. Spoel L1 is een smoorspoel met een zelfinductie van 100
- 20 milli Henry. Condensator C1 is een electrolytische condensator van 10.000 micro Farad. Het besturingsblok MC in figuur 1 geeft een schakeling weer met een microcontroller van het type PIC16F88. Blok MC bestaat uit microcontroller 16F88, een middels een spanningsregelaar LM317 gerealiseerde voedingsspanning voor de microcontroller van 5.0
- 25 Volt, een extern oscillatorcircuit met een 20 MHz kristal en 2 condensators van 18 pF zodat de microcontroller op een klokfrequentie van 20 MHz draait, ADC ingangen voor de microcontroller en digitale uitgangen voor de microcontroller. Op een digitale uitgang van de microcontroller is, via een weerstand van 3.3k, transistor T1 van het type BC547B aangesloten. Deze transistor wordt softwarematig in en uitgeschakeld. Weerstand R1 bedraagt 235 Ohm, weerstand R2 bedraagt 100 Ohm en weerstand R3 bedraagt 470 Ohm.
- 30 Weerstanden R1 t/m R3 vormen een spanningsdeler en de waarden van R1 t/m R3 zijn zodanig gekozen dat de spanning over R3 minder bedraagt dan 20 Volt. In figuur 1 is T2 getekend als ware het een NPN transistor. Hoewel de schakeling in figuur 1 goed functioneert indien T2 een NPN vermogenstransistor is, heeft toepassing van een N FET zoals de IRF640 de voorkeur boven een NPN transistor. In voorbeeld 1 is in plaats van T2
- 35 een N FET van het type IRF640 toegepast. Middels software in de microcontroller wordt vervolgens T1 en bijgevolg ook T2 alternerend ingeschakeld en uitgeschakeld. De FET T2 is werkzaam verbonden met de elektroden E2 en E1 van een elektrolyse-apparaat. Het

elektrolyse-apparaat bestaat in het voorbeeld uit een bekeerglas van 1000 ml met daarin 2 metalen plaatjes, respectievelijk E1 en E2, beiden voorzien van een TiO<sub>2</sub> coating en een NaCl oplossing van 25 gram NaCl per liter om de samenstelling van ballastwater (geleidbaarheid van zeewater) te simuleren. Een van beiden elektroden E1 en E2 is

5 verbonden met de FET en de andere elektrode met de plus van de voeding. Door relais RL1 te schakelen kan de polariteit van de elektroden worden omgedraaid. De schakelspoel van relais RL1 is via een schakeltransistor van het type BC547B werkzaam verbonden met een digitale uitgang van de microcontroller. Hierdoor is het mogelijk om na een instelbare periode softwarematig de polariteit van elektroden E1 en E2 om te draaien. Dit is van

10 belang omdat zich in ballastwater calciumionen, carbonaationen, bariumionen, sulfaationen en magnesiumionen bevinden die tijdens de elektrolyse scaling op de elektroden kunnen veroorzaken. Door de polariteit van de elektroden regelmatig om te draaien wordt de vorming van scaling tegengegaan en in de meeste gevallen zelfs volledig onderdrukt. Ten behoeve van het experiment in voorbeeld 1 is de microcontroller voorzien van een

15 softwareprogramma dat transistor T1 en dus ook FET T2 alternerend inschakelt en uitschakelt met een frequentie van 100 kHz. Het gevolg hiervan is dat in het bekeerglas via elektroden E1 en E2 gepulseerde elektrolyse optreedt middels een blok golf met een frequentie van 100 kHz. Tijdens het experiment bedroeg de spanning tijdens de elektrolyse circa 14 Volt (in het maximum van de blokspanning). De tijdsgemiddelde stroom bedroeg

20 circa 4 Ampere. De polariteit van elektroden E1 en E2 werd elke 5 minuten softwarematig omgedraaid en na een dag bleek geen scaling op de elektroden aanwezig te zijn. Met een oscilloscoop werd vastgesteld dat de spanning over E1 en E2 een blokspanning was en dat de polariteit van deze blokspanning inderdaad elke 5 minuten omdraaide.

### **Voorbeeld 2**

25 Het experiment in voorbeeld 1 is herhaald. Echter in dit geval is een condensator met een capaciteit van 1 micro Farad parallel aan elektroden E1 en E2 geplaatst. In dit geval bleek een tijdsgemiddelde gelijkspanning van 6.65 Volt over de elektroden te staan die met een frequentie van 100 kHz fluctueerde tussen 3.28 Volt en 9.2 Volt. De vorm van de wisselende gelijkspanning was veranderd van een blokspanning naar een "niet perfecte

30 sinusfunctie". Voorbeeld 2 toont eenduidig aan dat met de schakeling in figuur 1 vermeerderd met een condensator tussen elektroden E1 en E2, een AC over DC kan worden gerealiseerd volgens de definitie in deze aanvraag. De tijdsgemiddelde stroom gedurende het experiment in voorbeeld 2 bedroeg circa 5 Ampere.

### **Voorbeeld 3.**

35 Het experiment in voorbeeld 2 is herhaald. Echter in dit geval is na condensator C1 en in serie met de plus van de voeding een vermogensweerstand van 0.125 Ohm opgenomen. Parallel aan deze vermogensweerstand is een signaalscheidingstransformator geschakeld.



De verhouding van het aantal primaire windingen en het aantal secundaire windingen bedroeg 1:1. De signaaltransformator is geschikt voor overdracht van frequenties tot 500 kHz. Na opstart van de elektrolyse bleek op de secundaire zijde van de transformator een wisselspanning meetbaar met een frequentie van 100 kHz en een amplitude van circa 1

5 Volt. Vervolgens werd deze wisselspanning enkelzijdig gelijkgericht met een diode van het type BYV29 en een elektrolytische condensator van 1 micro Farad / 63V. De aldus verkregen gelijkspanning werd gevoed aan een ingang van een ADC (analoog naar digitaal converter) van de microcontroller PIC16F88 die in blok MC aanwezig is. Softwarematig werd vervolgens de middels de ADC gemeten spanning vertaald naar een tijdsgemiddelde

10 stroom. Indien de stroom de gewenste waarde overschreed werd softwarematig het signaal van 100 kHz afgewisseld door een periode waarin FET T2 uit geleiding was. Op deze wijze werd een soort dutycycle ingesteld en wel zodanig dat de tijdsgemiddelde stroom door elektroden E1 en E2 circa 5 Ampere bedroeg. Vervolgens werd de zoutoplossing in het bekersglas vervangen door een zoutoplossing met een zoutgehalte van 100 gram per liter.

15 De elektrolyse-unit volgens figuur 1 werd ingeschakeld en waargenomen werd dat de software automatisch de dutycycle zodanig instelde dat de tijdsgemiddelde stroom door de elektroden 4.9 Ampere bedroeg. Hierna werd de zoutoplossing in het bekersglas vervangen door een zoutoplossing met een zoutgehalte van 10 gram zout per liter. Het gevolg hiervan was dat de spanning over elektroden E1 en E2 steeg van circa 8 volt als maximale waarde

20 naar circa 12 volt als maximale waarde en dat de tijdsgemiddelde stroom ongeveer gelijk bleef aan 5 Ampere. Na een aantal simulaties met van het elektrisch circuit in figuur 1 met het simulatiepakket Edison bleek dat de Ohmse weerstand van diodes D1 en D2 samen met de Ohmse weerstand van de secundaire wikkeling van TR1 en de Ohmse weerstand van L1 samen met de zelfinductie L van L1 ervoor zorgen dat de spanning over E1 en E2

25 inzakt bij toenemende belasting. Van dit verschijnsel wordt in voorbeeld 3 handig gebruik gemaakt om de elektrolysestroom constant te houden bij veranderende zoutconcentratie in het te behandelen ballastwater.

Samenvattend toont voorbeeld 3 eenduidig aan dat met de technologie volgens onderhavige vinding de tijdsgemiddelde stroom softwarematig kan worden ingesteld door

30 de FET periodiek softwarematig uit te schakelen indien de tijdsgemiddelde stroom de gewenste maximale waarde overschrijdt. Verder toont voorbeeld 3 eenduidig aan dat de karakteristieke eigenschappen van TR1, L1 en C1 ervoor zorgdragen dat bij wisselende zoutconcentraties van het ballastwater in de elektrolyse-unit, de spanning over E1 en E2 via een zelfregulerend mechanisme wordt bijgesteld zodanig dat de stroom door de

35 elektrolyse-unit wordt gestabiliseerd.

#### **Voorbeeld 4**

In het bekersglas waarin zich de elektroden bevinden (de elektrolyse-reaktor) wordt een

chloorsensor geplaatst. De chloorsensor genereert een 4 mA tot 20 mA signaal dat gerelateerd is aan het in het bekersglas gemeten actief chloorgehalte. Middels een weerstand wordt het 4 mA tot 20 mA signaal omgezet in een spanning. Deze spanning wordt via een tweede ADC ingang van de PIC microcontroller in unit MC aan de

5 microcontroller gevoed. Vervolgens wordt het signaal softwarematig uitgelezen. De software wordt zodanig geconfigureerd dat de chloorproductie doorgaat totdat het actief chloorgehalte dat door de sensor wordt gemeten gelijk is aan 10 ppm. Vervolgens wordt de elektrolyse-unit ingeschakeld en na een korte periode schakelt de elektrolyse-unit softwarematig uit. Verversen van de zoutoplossing in het bekersglas doet de elektrolyse-unit

10 weer softwarematig opstarten. Hiermee is eenduidig aangetoond dat de schakeling in figuur 1 geschikt is om de chloorproductie automatisch en softwarematig in- en uit te schakelen wanneer het chloorgehalte in het ballastwater respectievelijk onder of boven de gewenste waarde komt.

#### **Voorbeeld 5**

15 Het experiment in voorbeeld 4 wordt herhaald, echter de schakeling is vermeerderd met een datalogger. De datalogger slaat de softwarematig gemeten tijdsgemiddelde stroom op. Deze stroom is een directe maat voor de hoeveelheid geproduceerd actief chloor. Na ijking bleek de in totaal geproduceerde hoeveelheid actief chloor goed overeen te komen met de middels de datalogger en tijdgemiddelde stroom berekende hoeveelheid geproduceerd

20 chloor per kubieke meter ballastwater.

#### **Voorbeeld 6**

De experimenten in voorbeelden 1 t/m 5 werden herhaald. Echter in dit geval werd een elektrolytische condensator van 10.000 micro Farad direct achter diodes D1 en D2 geschakeld, dat wil zeggen de + van de elektrolytische condensator op de kathode van

25 diodes D1 en D2 en de – van de elektrolytische condensator op de min van de voeding. Op deze wijze werd een C-L-C filter verkregen. Duidelijk werd waargenomen dat de piekwaarde van de spanning over elektroden E1 en E2 nu in een belastinggebied van 1 Ampere tot 6 Ampere nagenoeg constant was en dat het mogelijk was om, afhankelijk van de zoutconcentratie in het ballastwater, middels de dutycycle de gewenste tijdsgemiddelde

30 stroomsterkte in te stellen.

#### **Voorbeeld 7**

De experimenten in voorbeelden 1 t/m 6 werden herhaald. Echter in dit geval werd de elektronische schakeling in een kooi van Faraday gebouwd, werden afgeschermd kabels toegepast om de elektrische energie te transporteren van de voeding naar de

35 elektrolysecel en werd de elektrolysecel eveneens in een kooi van Faraday geplaatst. EMC tests lieten zien dat de desinfectie-apparatuur aan de ICNIRP richtlijnen voldoet. Verder bleek geen meetbare storing van de elektrolyse-apparatuur het elektriciteitsnet in te gaan.

Hierdoor was het niet noodzakelijk om de elektrolyse-inrichting te voorzien van een netfilter aan de primaire zijde van de scheidingstransformator. Opgemerkt wordt dat een dergelijk netfilter indien noodzakelijk kan worden geplaatst of als extra veiligheid kan worden geplaatst. Een dergelijk filter maakt deel uit van de technologie volgens onderhavige

5 vinding.

De voorbeelden tonen aan dat de ontworpen elektronische schakeling ondanks zijn eenvoud de volgende unieke eigenschappen heeft:

- Goede elektromagnetische compatibiliteit.
- Automatische regeling van de tijdsgemiddelde stroom
- 10 ● Automatische regeling van het chloorgehalte in het ballastwater
- Automatisch en periodiek omdraaien van de polariteit van de elektroden om scaling te voorkomen.
- Grote stabiliteit bij wisselende zoutconcentraties in het te behandelen ballastwater.

Opgemerkt wordt dat de conventionele voeding bestaande uit TR1, D1, D2, L1, C1 ook

15 vervangen kan worden door een schakelende voeding. De elektronische schakeling volgens figuur 1 alsmede een configuratie die is gecombineerd met een schakelende voeding maakt nadrukkelijk deel uit van onderhavige vinding.

Verder wordt opgemerkt dat de schakeling zoals uiteengezet in voorbeelden 1 t/m 6 bij uitstek geschikt is voor opschaling naar grote vermogens i.e., naar elektrolysestromen tot

20 300 Ampere. Uitgebreide analyse van de schakeling in combinatie met modelsimulaties in het softwareprogramma Edison voor dynamische simulatie van elektronische schakelingen laat zien dat de aansturing voor de FET zoals weergegeven in figuur 1 uitermate geschikt is voor aansturing van een IGBT. Een dergelijke IGBT (insulated gate bipolar transistor) kan stromen tot 300 Ampere schakelen en kan effectief worden aangestuurd met de

25 microcontrollerschakeling zoals beschreven in voorbeelden 1 t/m 6. Verder kan bij toepassing van grote vermogens een stroomspoel worden toegepast. Een dergelijke spoel bestaat uit een spoellichaam waardoorheen een stroomvoerende draad wordt geleid. Door de gepulseerde gelijkspanning ontstaat in de spoel een wisselspanning die na gelijkrichting kan worden gevoed aan een ADC ingang van de microcontroller.

30 Om de technologie volgens onderhavige vinding te kunnen toepassen zonder storingen door elektromagnetische golven te veroorzaken dient de elektronische schakeling in een kooi van Faraday te worden gebouwd. Verder dient gebruik te worden gemaakt van afgeschermd kabel die van de elektronische schakeling naar de elektrolysecel lopen. De elektrolysecel dient eveneens te zijn ingebouwd in een kooi van Faraday.

35 Tot slot wordt de frequentie van de AC component van de AC over DC wisselende gelijkspanning gedefinieerd. De AC component heeft een frequentie in het gebied tussen 0.01 Hz en 10 GHz. Bij voorkeur ligt de frequentie van de AC component in het gebied van

1 Hz en 100 MHz. Meer bij voorkeur ligt de frequentie van de AC component in het gebied van 1 kHz tot 1 MHz. Nog meer bij voorkeur ligt de frequentie van de AC component in het gebied van 10 kHz tot 500 kHz. Het meest bij voorkeur ligt de frequentie van de AC component in het gebied van 50 kHz tot 250 kHz.

- 5 De onderhavige uitvinding is geenszins beperkt tot de bovenbeschreven voorkeursuitvoeringsvormen daarvan. De gevraagde rechten worden bepaald door de navolgende conclusies binnen de strekking waarvan velerlei modificaties denkbaar zijn.

10

15

20

25

30

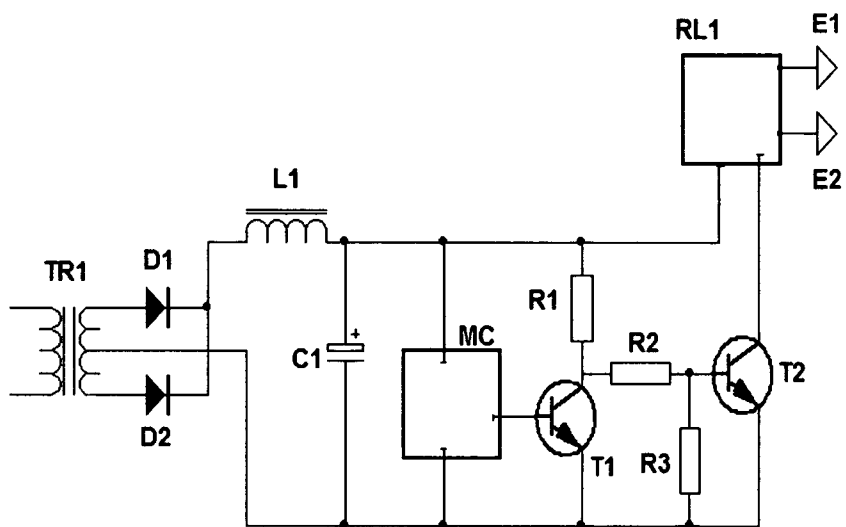
35

**Conclusies**

1. Inrichting voor desinfectie van ballastwater gekenmerkt door
  - een voedingsbron die een gelijkstroom levert en
  - middelen om deze gelijkstroom tenminste ten dele af te vlakken en
  - 5     ● middelen om de gelijkstroom om te zetten in een wisselende gelijkstroom en
  - een elektrolyse reactor die
  - tenminste 2 elektroden bevat die
  - werkzaam zijn verbonden met de wisselende gelijkstroom leverende voedingsbron
- 10    2. Inrichting volgens conclusie 1 waarbij de middelen om de gelijkstroom tenminste ten dele af te vlakken tenminste een smoorspoel omvatten.
3. Inrichting volgens een van de voorgaande conclusies 1 en 2 vermeerderd met tenminste een afvlakcondensator.
4. Inrichting volgens een van de voorgaande conclusies 1 t/m 3 waarbij de middelen
   
15     om de gelijkstroom in een wisselende gelijkstroom om te zetten tenminste een microprocessor en / of microcontroller omvatten.
5. Inrichting volgens een van de voorgaande conclusies 1 t/m 4 waarbij de elektrolyse reactor zelf een kooi van Faraday vormt dan wel in een kooi van Faraday is ondergebracht.
- 20    6. Inrichting volgens een van de voorgaande conclusies 1 t/m 5 waarbij de elektrolyse reactor een verblijftijd voor de te desinfecteren vloeistof heeft die korter is dan 1 minuut.
7. Inrichting volgens een van de voorgaande conclusies 1 t/m 6 waarbij tenminste een van de elektroden is voorzien van een titaniumoxidecoating.
- 25    8. Inrichting volgens een van de voorgaande conclusies 1 t/m 7 waarbij tenminste een van de elektroden wordt toegepast als opofferings elektrode.
9. Inrichting volgens conclusie 8 waarbij de opofferings elektrode tenminste koolstof bevat.
10. Inrichting volgens een van de voorgaande conclusies 7 t/m 9 waarbij de
   
30     opofferings elektrode tenminste zilver en / of zilverionen en / of zilverzouten en / of zilveroxide bevat.
11. Inrichting volgens een van de voorgaande conclusies 7 t/m 10 waarbij de opofferings elektrode tenminste koper en / of koperionen en / of koperzouten en / of koperoxide bevat.
- 35    12. Inrichting volgens een van de voorgaande conclusies 1 t/m 11 vermeerderd met een condensator die parallel is geschakeld met de elektroden van de elektrolyse reactor.
13. Inrichting volgens een van de voorgaande conclusies 1 t/m 12 vermeerderd met

een stroomsensor die een afspiegeling van de stroom door de elektrolysereaktor zijnde spanning voedt aan een ADC ingang van de microcontroller.

- 5 14. Inrichting volgens conclusie 13 vermeerderd met software om de AC over DC elektrolyse middels een dutycycle alternerend in- en uit te schakelen wanneer de tijdsgemiddelde elektrolysestroom een vooraf gedefinieerde waarde overschrijdt en software om de dutycycle iteratief bij te stellen zodat de gewenste tijdsgemiddelde stroom door de elektroden van de elektrolysereaktor loopt.
15. Inrichting volgens een van de voorgaande conclusies 1 t/m 14 voor de desinfectie van ballastwater in schepen.
- 10 16. Inrichting volgens een van de voorgaande conclusies 1 t/m 15 waarbij een IGBT wordt toegepast ter opschaling van de elektrolysereaktor.
17. Inrichting volgens conclusie 16 waarbij de tijdsgemiddelde wisselende gelijkstroom meer dan 50 Ampere bedraagt.
- 15 18. Inrichting volgens een van de voorgaande conclusies 1 t/m 17 waarbij de elektrische energie van de stroombron naar de elektrolysecel wordt getransporteerd door een afgeschermd elektrische kabel.
19. Inrichting volgens een van de voorgaande conclusies 1 t/m 18 waarbij de behuizing van de stroombron een kooi van Faraday is.
- 20 20. Inrichting volgens een van de voorgaande conclusies 1 t/m 19 vermeerderd met een netfilter om storingen van de elektrolyse-inrichting in het net te voorkomen.
21. Inrichting volgens een van de voorgaande conclusies 1 t/m 20 waarbij de voedingsbron die een gelijkstroom levert een schakelende voeding is.
22. Werkwijze voor desinfectie van een vloeistof gekenmerkt door een inrichting volgens een van de voorgaande conclusies 1 t/m 21.
- 25 23. Werkwijze voor de produktie van een inrichting volgens een van de voorgaande conclusies 1 t/m 22.
- 30
- 35



Figuur 1.



**RAPPORT BETREFFENDE HET ONDERZOEK NAAR DE STAND VAN DE TECHNIEK**  
**Octrooiaanvraag 1038114**

Classificatie van het onderwerp <sup>1</sup> : C02F1/467	Onderzochte gebieden van de techniek <sup>1</sup> : C02F
Computerbestanden: EPODOC, WPI	Omvang van het onderzoek: Volledig
Indien gewijzigde conclusies; indieningsdatum van deze conclusies:	Niet onderzochte conclusies <sup>2</sup> :

**Van belang zijnde literatuur**

Categorie <sup>3</sup>	Vermelding van literatuur met aanduiding, voor zover nodig, van speciaal van belang zijnde tekstgedeelten of figuren.	Van belang voor conclusie(s) nr.:
X	US 2003/0024879 A (CARSON ET AL), 3 februari 2003 * par. [0002], [0011], [0030] *	1-23
	---	
X	DE 2311504 A (SEUBERT), 12 september 1974 * blz. 5 regels 1-6, blz. 7 regels 4-21 *	1-23
	-----	
Datum waarop het onderzoek werd voltooid: 8 februari 2011		De bevoegde ambtenaar: Dr. M.W. de Lange NL Octrooicentrum

>> Als het gaat om octrooien

<sup>1</sup> Gedefinieerd volgens International Patent Classification (IPC).

<sup>2</sup> Voor motivering zie toelichting in de schriftelijke opinie.

<sup>3</sup> Verklaring van de categorie-aanduiding: zie apart blad.



Categorie van de vermelde literatuur:

- X: op zichzelf van bijzonder belang zijnde stand van de techniek
- Y: in samenhang met andere geciteerde literatuur van bijzonder belang zijnde stand van de techniek
- A: niet tot de categorie X of Y behorende van belang zijnde stand van de techniek
- O: verwijzend naar niet op schrift gestelde stand van de techniek
- P: literatuur gepubliceerd tussen voorrangs- en indieningsdatum
- T: niet tijdig gepubliceerde literatuur over theorie of principe ten grondslag liggend aan de uitvinding
- E: octrooiliteratuur gepubliceerd op of na de indieningsdatum van de onderhavige aanvraag en waarvan de indieningsdatum of de voorrangsdatum ligt voor de indieningsdatum van de onderhavige aanvraag.
- D: in de aanvraag genoemd
- L: om andere redenen vermelde literatuur
- &: lid van dezelfde octrooifamilie; corresponderende literatuur

**SCHRIFTELIJKE OPINIE**  
**Octrooiaanvraag 1038114**

Indieningsdatum:  
20 juli 2010

Voorrangsdatum:

Classificatie van het onderwerp<sup>1</sup>:  
C02F1/467

Aanvrager:  
Water Waves B.V. et al

Deze schriftelijke opinie bevat een toelichting op de volgende onderdelen:

- Onderdeel I      Basis van de schriftelijke opinie
- Onderdeel II      Voorrang
- Onderdeel III      Vaststelling nieuwheid, inventiviteit en industriële toepasbaarheid niet mogelijk
- Onderdeel IV      De aanvraag heeft betrekking op meer dan één uitvinding
- Onderdeel V      Gemotiveerde verklaring ten aanzien van nieuwheid, inventiviteit en industriële toepasbaarheid
- Onderdeel VI      Andere geciteerde documenten
- Onderdeel VII      Overige gebreken
- Onderdeel VIII      Overige opmerkingen

De bevoegde ambtenaar:

Dr. M.W. de Lange

**NL Octrooicentrum**

<sup>1</sup> Gedefinieerd volgens International Patent Classification (IPC).

**AANHANGSEL BEHORENDE BIJ HET RAPPORT BETREFFENDE HET ONDERZOEK NAAR DE STAND VAN DE TECHNIEK, UITGEVOERD IN OCTROOIAANVRAGE NR. 1038114**

---

Het aanhangsel bevat een opgave van elders gepubliceerde octrooiaanvragen of octrooien (zogenaamde leden van dezelfde octroofamilie), die overeenkomen met octrooigeschriften genoemd in het rapport. De opgave is samengesteld aan de hand van gegevens uit het computerbestand van het Europees Octrooibureau per 14 februari 2011.

De juistheid en volledigheid van deze opgave wordt noch door het Europees Octrooibureau, noch door NL Octrooicentrum gegarandeerd; de gegevens worden verstrekt voor informatiedoeleinden.

---

In het rapport genoemd octrooi- geschrift		datum van publicatie	overeenkomend(e) geschrift(en)		datum van publicatie
WO02085793	A	2002-10-31	US2003024879	A	2003-02-06
			CN1512967	A	2004-07-14
			MXPA03009702	A	2004-09-10
			JP2005505398T	T	2005-02-24
			AU2002258953B	B	2008-10-02
DE2311504	A	1974-09-12			

---

---

## Onderdeel I Basis van de schriftelijke opinie

---

Deze schriftelijke opinie is opgesteld op basis van de meest recente conclusies ingediend voor aanvang van het onderzoek.

---

## Onderdeel V Gemotiveerde verklaring ten aanzien van nieuwheid, inventiviteit en industriële toepasbaarheid

---

### 1. Verklaring

Nieuwheid	Ja:	Conclusies	1-23
	Nee:	Conclusies	
Inventiviteit	Ja:	Conclusies	
	Nee:	Conclusies	1-23
Industriële toepasbaarheid	Ja:	Conclusies	1-23
	Nee:	Conclusies	

### 2. Literatuur en toelichting

In de tabel op de eerste bladzijde van dit rapport worden de volgende documenten genoemd:

D1 = US 2003/0024879 A (CARSON ET AL), 3 februari 2003

D2 = DE 2311504 A (SEUBERT), 12 september 1974

Uit D1 is bekend een inrichting voor de desinfectie van ballastwater omvattende een voedingsbron die een wisselende gelijkstroom levert en een electrolysereactor met elektroden, zie par. [0002], [0011], [0030].

Uit D2 is eveneens bekend een inrichting geschikt voor de desinfectie van water omvattende een voedingsbron die een wisselende gelijkstroom levert en een electrolysereactor met elektroden, zie blz. 5 regels 1-6, blz. 7 regels 4-21.

Het enige verschil tussen deze bekende inrichtingen en de inrichting volgens conclusie 1 zijn middelen om de gelijkstroom af te vlakken. Dit soort middelen zijn echter algemeen gebruikelijk om de amplitude van storende wisselspanningen te minimaliseren. Conclusie 1 is daarom niet inventief in het licht van D1.

De overige conclusies voldoen evenmin aan de vereiste inventiviteit omdat ze gericht zijn op maatregelen die ofwel bekend zijn uit voornoemde stand van de techniek ofwel voor de vakman gebruikelijke keuzes betreffen.