

# INHOUD

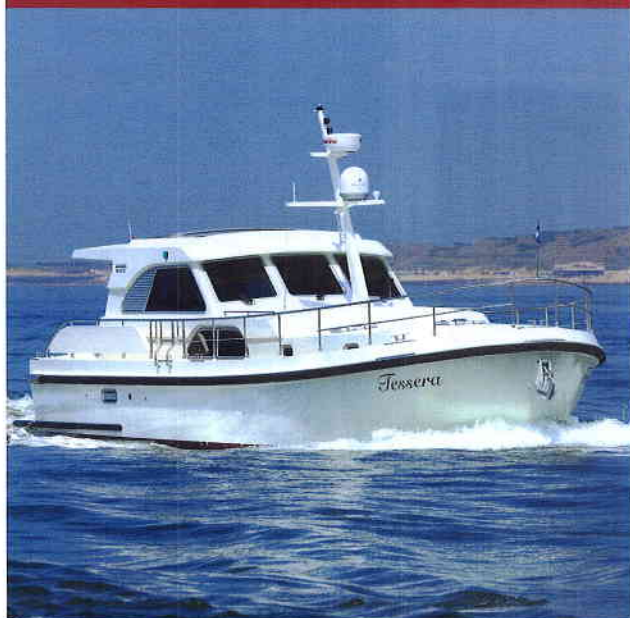
## 21 Thema Alten past robotica toe in elektronenmicroscop Fei

Met het Robot Operating System versnelde Alten de motionplanner voor de vacuümkamers in de microscopiesystemen van Fei.



## 25 Thema Rotorswing-stabilisator stopt rollen van jachten

Het Raamsdonksveerse Rotorswing Marine heeft een stabilisator bedacht die het misselijkmakende rollen van een jacht tegengaat.



### OPINIE

- 3 TNO 2.0 – Paul van Gerven
- 9 Tesla, ultieme (e)motion & control – Lucas Wintjes
- 11 Smart systems: wanneer wordt deze droom werkelijkheid? – Heico Sandee

### NIEUWS

- 8 Kort nieuws

### THEMA MOTION & DRIVES

- 12 Belang hygiënisch ontwerp groeit en groeit
- 18 Lineaire motoren in vacuüm zijn hot
- 21 Alten past robotica toe in elektronenmicroscop Fei
- 25 Rotorswing-stabilisator stopt rollen van jachten
- 28 Systematische aanpak voor efficiëntieverhoging aandrijvingen

### FOCUS

- 31 Continu en betrouwbaar monitoren met draadloze vibratiesensoren

### EN VERDER

- 35 Agenda
- 38 Fedactueel
- 44 Kompas
- 45 Colofon



◀ Schepen hebben de vervelende eigenschap dat ze draaien om hun lengteas. Rotorswing kan die rolbeweging onderdrukken.

# Rotorswing-stabilisator stopt rollen van jachten

Deze zomer eindigde Rotorswing Marine als vierde in de Mkb Innovatie Top 100. Het Raamsdonksveerse bedrijf heeft een oplossing bedacht tegen het rollen van een jacht, het misselijkmakende draaien om de lengteas. Een ingenieus stabilisatiesysteem dat handig gebruikmaakt van het fenomeen waardoor ook draaiende tennisballen effect krijgen.

Rudolf Geurink

**M**otorjachten hebben een gedrag dat lijkt op een slinger: inkomende golven exciteren de rolbeweging van een schip, met grote versnellingen tot gevolg. De schommelingen zorgen ervoor dat glazen van tafel vallen, voorwerpen uit kasten vallen, mensen zich moeten vasthouden en zelfs zeezieke kunnen worden. Een stabilisatiesysteem biedt uitkomst door deze beweging te dempen en zo het comfort voor de stuurman en vooral ook voor de rest van de bemanning van het jacht te verhogen. Rotorswing Marine levert zo'n oplossing.

Op 12 juni eindigde Rotorswing Marine als hoogste Brabantse bedrijf en als vierde van Nederland in de Mkb Innovatie Top 100. Het bedrijf uit Raamsdonksveer ontwikkelt en levert stabilisatiesystemen voor jachten. Dat klinkt misschien als een gezapige wereld, maar door toepassing van het Magnus-effect (het fenomeen dat ook zorgt voor effect aan draaiende ballen), servo-aandrijftechniek, modelvorming en motion control samen met hoogwaardig mechanisch ontwerp is een effectieve oplossing ontwikkeld voor jachten tot dertig meter. Het bedrijf groeit snel: meer dan een verdubbeling elk jaar.

De geschiedenis van Rotorswing gaat terug tot 1982. In dat jaar bouwt Theo Koop

met zijn bedrijf Koopnautic Holland de eerste inklapbare stabilisator op basis van het Magnus-effect. De systemen zijn hydraulisch aangedreven. De prestaties zijn indrukwekkend, maar een aantal technische aandachtspunten rondom afdichting van het product voor zout water zorgt ervoor dat het project in de ijskast belandt.

Ruim vijf jaar geleden is het project weer opgestart. Inmiddels zijn goede afdichtingen namelijk commercieel verkrijgbaar. Koop gooit het echter over een andere boeg. Om maximaal te kunnen profiteren van de vooruitgang in servotechniek kiest hij voor elektrische aandrijftechniek en PLC's met Ethercat-communicatie. Hiermee wordt een flexibele architectuur gecreëerd, waarmee klantspecifieke wensen snel kunnen worden geïntegreerd.

Voor de ontwikkeling en de productie van de mechanische constructies werken Koop en ik – zijn technische kompaan – intensief samen met Wetech uit Nuth. Dat bedrijf brengt veel achtergrondkennis en ervaring in, opgedaan in veel succesvolle stabilisatieprojecten. Na een serie veelbelovende tests in een watertank en aan boord van een 13,5 meter lang jacht hebben we Rotorswing Marine opgericht. Vervolgens hebben we met een nieuw demoschip en feedback van de eerste serie

commerciële leveringen de hardware en de besturing geoptimaliseerd.

Door juist aan het einde van de kredietcrisis te beginnen, is veel aandacht gegaan naar het opzetten van een flexibele, doelgerichte organisatie. Zo heb ik voor de ontwikkeling en de productie van de besturingen een apart bedrijf opgericht: Applied Mechatronic Solutions. Voor verkoop en marketing wordt samengewerkt met partners. Voor de Europese markt is DMS Holland de distributeur. Inmiddels zijn al tientallen systemen opgeleverd en ziet de orderportefeuille er gezond uit.

## Sluizen

Stabilisatievinnen zijn de bekendste slingerdempingsystemen voor motorjachten. Hierbij worden midscheeps twee vinnen geplaatst. Deze sturen het schip niet, maar leveren een rolmoment op. Ze genereren een op- en neerwaartse hydrodynamische kracht wanneer ze in de juiste hoek door het water bewegen. Ze zijn daardoor geschikt voor slingerdemping, relatief eenvoudig en leveren goede prestaties bij hogere snelheden.

Traditionele systemen gebruiken hydrauliek voor de verstelling van de vinnen. Voor hydrauliek is een significante hoeveelheid infrastructuur nodig en er is een

risico op een olielek. Inmiddels zijn er ook elektrische vnaandrijvingen. De benodigde momenten zijn echter dusdanig hoog dat hiervoor een complexe aandrijflijn nodig is. De montage midscheeps van vinnen betekent dat ze vaak op een moeilijk bereikbare plaats in de machinekamer van het schip moeten worden gemonteerd. Om het risico van schade aan de uitstekende vinnen te voorkomen, moet bovendien een compromis worden gesloten rond het formaat van de vinnen. Ze mogen niet zijdelings uitsteken buiten de romp of aan de onderzijde uitsteken onder de kiel van het schip.

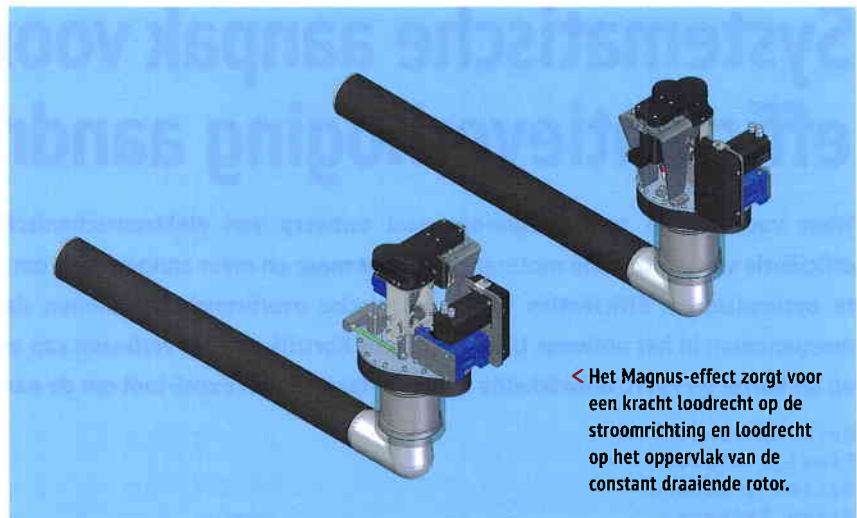
Rotorswing Marine heeft gekozen voor stabilisatoren op basis van het Magnus-effect. Dit effect zorgt juist voor grote krachten bij lage snelheden en past daarom goed bij waterverplaatsende motorjachten, waar Nederland traditioneel sterk in is. De rotors staan in operatie haaks op de vaarrichting en steken enigszins uit buiten de romp. Ze zijn zo ontworpen dat ze intrekbaar zijn zodat ze parallel aan de vaarrichting en dicht tegen de romp staan. Handig bij bijvoorbeeld sluizen. Het intreksysteem zorgt ervoor dat er weinig beperkingen zijn in de afmetingen van de rotors die daardoor verder naar buiten kunnen worden gemonteerd. Hierdoor leveren de rotors grote krachten en hebben ze een grotere momentarm, dus meer lift en een effectievere actuator voor roldemping.

### Niet-lineair

Voor een regelsysteem moet je de grootheid meten en die gegevens koppelen aan een actuator. We meten de rolbeweging met hoogwaardige, industriële Mems-sensoren zodat we een volledige reconstructie van de relevante toestanden van het schip genereren. Deze accelerometers leveren vergelijkbare signalen als de bekende sensoren in mobiele telefoons of spelcomputers maar met betere specificaties.

De actuatie doen we met rotors. Het Magnus-effect wordt gebruikt voor de aandrijving. Als een rotor met een constant toerental draait in een stromend medium, dan vormt zich een kracht loodrecht op de stroomrichting van het medium en loodrecht op het oppervlak van de rotor. De besturing moet ervoor zorgen dat de draairichting en het toerental zo aangestuurd worden dat demping maximaal is met minimale mechanische belasting voor de aandrijving.

Voor een effectieve motion control is een model van de dynamica van het sys-



< Het Magnus-effect zorgt voor een kracht loodrecht op de stroomrichting en loodrecht op het oppervlak van de constant draaiende rotor.

teem nodig. Zoals al eerder aangegeven, lijkt de dynamica van een rollend jacht op een slinger; het is echter wel een flink niet-lineaire slinger door de vorm van het schip. Deze vorm en de massaverdeling is ook specifiek voor elk schip. Ook het Magnus-effect zelf is niet-lineair. De ontwikkeling van een geschikte motion-controller voor deze toepassing is daardoor complex. Uiteindelijk is het doel van deze controller dat hij een nulsetpoint (geen rolbeweging) volgt onder externe verstoringen ofwel verstoringsonderdrukking. De toestandsmetingen worden gebruikt om het effect op het schip te bepalen met diverse lineaire en niet-lineaire filters. Een directe meting van de verstoring zou het probleem veel eenvoudiger maken, maar de golven vormen een tweedimensionaal, breedbandig spectrum met diverse voortplantingsrichtingen en snelheden. Er zijn in de literatuur tests te vinden om dit te meten maar geen succesvolle toepassingen in stabilisatiesystemen.

Onze stabilisatoren gebruiken snelle servomotoren en servodrives. Zo kan de draairichting van de rotors zeer snel worden veranderd, terwijl via metingen de dynamica van de aandrijving kan worden geoptimaliseerd voor snelheid, energie, geluidsniveau en mechanische belasting.

Recentelijk is ook het materiaal van de rotors veranderd naar carbon. Dit levert een aanzienlijk lagere traagheid op en daarmee energiebesparingen en nog betere prestaties. Ook is de oppervlaktestructuur van de rotor uitgebreid onderzocht voor optimale prestaties. Al met al zijn we erin geslaagd om met twee rotors van een meter lang en 140 millimeter doorsnede een schip van vijftig meter en bijna honderd ton waterverplaatsing te stabiliseren.

### Zerospeed

Momenteel ligt de focus binnen Rotorswing Marine op de marktontwikkeling voor de stabilisatoren. Stapsgewijs willen we groeien naar de buurlanden van Nederland, de rest van de EU en vervolgens wereldwijde klanten. De voorbereiding voor export en de opschaling van de distributieketen en de eigen organisatie vereisen veel aandacht. In het afgelopen jaar is een aantal aanvullingen aan het portfolio geïntroduceerd, om ook (snellere) jachten met casco's van aluminium en glasvezelversterkt kunststof te kunnen voorzien van stabilisatoren.

De grootste ontwikkeling in de afgelopen twee jaar is echter de Zerospeed-stabilisator, die ook werkt terwijl het schip stilligt, bijvoorbeeld wanneer het in een baai voor anker ligt. Dan komen de golven lange tijd vanuit dezelfde richting en kan het schip flink gaan rollen. Om te kunnen profiteren van het Magnus-effect moet er echter water langs de rotors stromen, dus was er een aanpassing nodig. Bij Zerospeed worden de draaiende rotors op en neer door het water bewogen. Door deze beweging te synchroniseren met de rolbeweging van het jacht wordt demping gecreëerd. Zowel de rotatie als de zwenking van de rotors wordt met servomotoren aangedreven. De eerste orders zijn binnen en de installatie van het eerste systeem wordt nu intensief voorbereid.

*Rudolf Geurink is technisch manager en mede-eigenaar van Rotorswing Marine in Raamsdonksveer. Daarnaast is hij eigenaar van Applied Mechatronic Solutions in Raamsdonksveer en fulltime werkzaam bij Fei Company in Eindhoven.*

Redactie Alexander Pil