Sistema de propulsió multidireccional per barques amb transformador mecànic hipocicloide

Alex Cabello Martínez
Tina Torelló Brunet

Enginyeria Tècnica Industrial Mecànica

Resum

Aquest projecte consisteix en l'estudi d'una patent sobre un sistema de propulsió multidireccional (SPM) amb transformador hipocicloide, per barques.

Aquest sistema vol imitar la forma de nedar dels peixos, basant-se amb la Biomímesis.

L'objectiu principal d'aquest projecte consisteix en estudiar el funcionament del SPM per poder dissenyar en 3D les seves parts i realitzar la simulació mitjançant el Catia V5.

A partir de la realització del seu disseny, s'estudia i s'analitzen les proves de rendiment realitzades i s'arriba a una conclusió segons la comparació d'aquest rendiment amb diferents tipus d'hèlixs convencionals.

Finalment, hi ha un petit anàlisi dels materials utilitzats, els processos de fabricació, el medi ambient i el pressupost necessari per realitzar tot el sistema.

1. Introducció

Aquesta invenció s'engloba dins del camp de la construcció naval, més concretament, dins dels sistemes de propulsió i direcció d'embarcacions; en especial, els bucs a motor. Tracta sobre un nou sistema de propulsió per al medi aquàtic amb patent número ES 2319149 A1. Per ser més exactes, es tracta d'un sistema de propulsió multidireccional amb transformador mecànic hipocicloide.

Quan es parla d'un sistema de connexió multidireccional es refereix a un sistema que reorienta la força de propulsió generada per les pales cap a qualsevol direcció i sentit horitzontal canviant l'angle de les pales d' entre 0º fins a 360º. D'aquesta forma, l'embarcació pot desplaçar-se, per exemple, lateralment per atracar en un moll.

En canvi, quan es parla d'un sistema hipocicloide, es refereix que el transformador mecànic transforma un moviment circular en un de vaivé.

Mitjançant l'ajuda de plànols antics fets a mà i tot un seguit d'informació addicional facilitada per part de l'inventor del sistema; s'ha dissenyat el SPM mitjançant un software de disseny en 3D i s'ha fet la seva simulació també amb un software especial. Tot aquest estudi s'ha dut a terme amb la finalitat de trobar uns resultats de rendiments energètics i comparar-los amb els sistemes actualment utilitzats (les hèlixs) per demostrar si el nou sistema proporciona més rendiment.

2. Biomímesis

Aquesta patent crea un sistema el qual es basa en el moviment dels peixos al nedar i s'apliquen a la tecnologia. Aquesta ciència que estudia els sistemes i els models de la naturalesa per tal d'imitar-los és la biomímesis. Com a exemple hi trobem la màquina voladora que Leanardo da Vinci va dissenyar imitant la forma de volar de les aus.

3. Descripció i funcionament del SPM

A la patent del SPM es descriuen les parts que el componen i els seus avantatges. Aquest està format principalment per tres grans parts: el Sistema Motriu, el Sistema de Connexió multidireccional i el Sistema Propulsor.

3.1. Sistema Motriu

Aquest és l'entrada de moviment del SPM. El moviment prové d'un motor elèctric de 4CV, el qual està unit mitjançant una cadena a la roda dentada del SPM.

El moviment de rotació de la roda dentada es transmet als semi eixos, els quals tenen uns discs bolons. Aquests discs bolons, disposen d'uns engranatges satèl·lits. L'engranatge satèl·lit engrana amb la corona directriu del cos del Sistema Motriu. A l'engranar l'engranatge satèl·lit amb la corona directriu combinat amb el moviment de rotació dels semi eixos, es genera un moviment de vaivé que es transmet a les bieles mitjançant el boló que disposen els discs bolons.

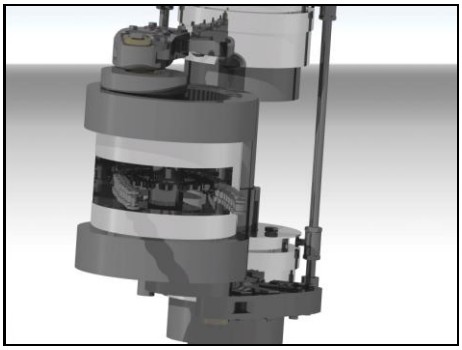

Fig. Sistema Motriu

3.2. Sistema de Connexió multidireccional

Després que en el sistema motriu es transforma el moviment de rotació provinent del motor en un moviment de vaivé, el qual són transmesos als discos motrius de cada connexió mitjançant les bieles; el sistema de connexió multidireccional té la funció de transmetre aquest moviment de vaivé als eixos verticals que estan units als cossos de les lires.

Aquest sistema disposa d'un embragatge, el qual garanteix que el moviment sigui transmès als eixos si aquest està embragat, Pel contrari, si aquest està desembragat no hi haurà cap tipus de transmissió i es podrà canviar l'orientació de tot el sistema propulsor.

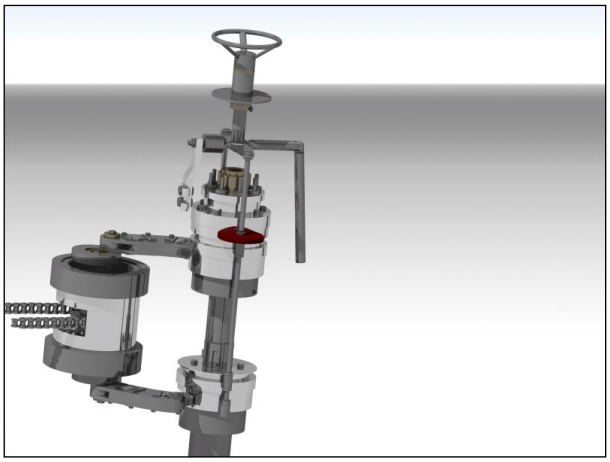

Fig. Sistema de Connexió multidireccional

Aquest sistema de connexió multidireccional està format per una connexió superior i una inferior. Les quals transmeten el moviment de vaivé als eixos mitjançant uns estriats.

A la connexió inferior s'hi col·loca un passacascos, el qual s'ancora al llagut. Aquest a la seva part interior, entre l'eix extern i el passacascos, s'hi col·loca un reten per tal d'evitar l'entrada d'aigua al sistema de connexió multidireccional.

3.3. Sistema propulsor

Aquest sistema està ancorat a la quilla del llagut. Està format per dos lires, les quals cadascuna disposa de 4 pales de diferents mesures (130 mm, 90 mm, 60 mm i 50 mm). El sistema propulsor rep el moviment de vaivé generat al Sistema Motriu mitjançant els eixos del Sistema de Connexió multidireccional. L'eix extern proporciona el moviment a la Lira Superior, i per altra banda, l'eix intern proporciona el moviment a la Lira inferior.

El cos de les lires està format per unes parts extraïbles de proa i popa, que és on van situades les pales i els topalls. Els topalls són els encarregats de limitar l'angle del moviment de les pales. Aquest angle pot ser modificat per obtenir un menor o major moviment. Per altra banda, els eixos i els cossos de les lires estan units entre si mitjançant uns estriats.

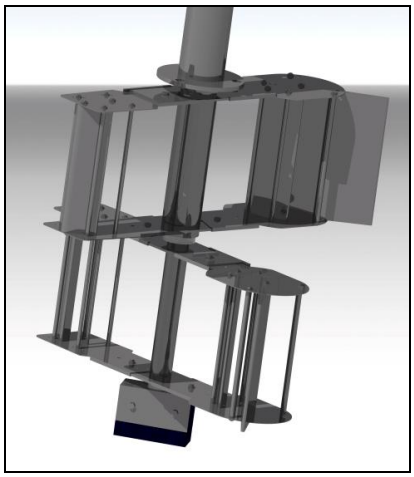

Fig. Sistema Propulsió

4. Materials

La majoria de material utilitzats són acers, tot i que hi ha una sèrie de peces que han estat realitzades amb alumini, bronze, PVC, niló i fusta IPÉ.

Els acers utilitzats són l'acer 1015, l'acer 52100, l'acer O2, l'acer cementat, l'acer inoxidable 316, l'acer 6150, l'alumini 2030, el bronze forsforós, el PVC, el niló i la fusta IPÉ.

5. Procés de fabricació

Els principals processos utilitzats per la fabricació del SPM són el tornejat, foradat, la electroerosió, el tall per fil, el fresat, la soldadura TIG i el roscat intern.

6. Proves realitzades de la patent

Per dur a terme les tres sèries de proves de l'estudi del rendiment del SPM, s'ha utilitzat un dispositiu que subjecta les pales o l'hèlix; depenen el tipus de propulsió que s'estigui estudiant.

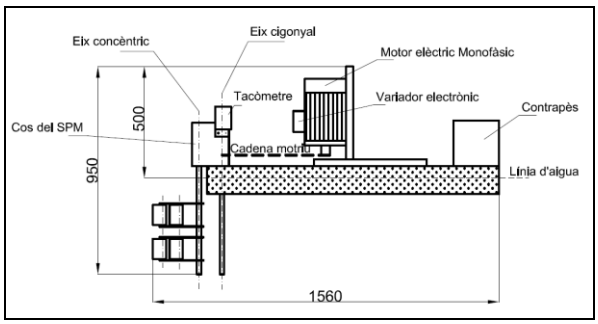

Fig. Dispositiu de proves

6.1. Primera sèrie de proves

Aquestes s'han realitzat amb el prototip de propulsió ja esmentat. El prototip s'ha instal·lat en una piscina i s'ha amarrat a terra per tal de realitzar les proves d'una forma estàtica.

La finalitat principal és la de comparar els rendiments de les pales amb tres hèlix convencionals de mercat.

Aquesta es pot separar amb dues fases. A la primera fase el dispositiu només consta d'un eix i una lira. En canvi, a la segon fase s'han utilitzat dos eixos concèntrics. Tot i així, han seguit sortint resultats totalment incoherents.

El motiu pel qual són incoherents, és perquè no s'ha tingut en compte la igualtat de superfícies, és a dir, la superfície total de les pales utilitzades no és la mateixa que la de les pales de l'hèlix comparada.

6.2. Segona sèrie de proves

En aquest cas s'ha realitzat amb el mateix dispositiu, amarrat a terra i dins d'una piscina, però la gran diferència entre les primeres proves és la igualtat de superfícies. Es tracta que en cada combinació de pales, la suma de les superfícies muntades al dispositiu, sigui igual a la suma de les superfícies de les pales de les hèlixs que es de comparar.

Tot i que en aquestes proves s'ha realitzat la igualtat de superfícies de pales, aquestes proves continuen realitzant-se dins d'una piscina amb un volum limitat d'aigua. A conseqüència d'això es produeix un error a altes velocitats. L'aigua expulsada per les pales queda acotxada a la paret de la piscina, endarrerint la recirculació de l'aigua. Això provoca que a mida que s'augmenta la velocitat de batuda de les pales, disminueix el consum relatiu d'energia i a la vegada augmenta la força d'empenta. Evidentment, en aigües lliures no hi ha un mur sòlid que provoqui aquest efecte; per aquest motiu, s'ha decidit dur a terme una tercera sèrie de proves en aigües lliures.

6.3. Tercera sèrie de proves

La finalitat principal i més important d'aquestes proves és la de conèixer els rendiments energètics del sistema en aigües lliures per poder-los comparar amb els d'una hèlix equiparable.
Partint de la base que els recursos per poder realitzar les proves han estat molt limitades, s'ha volgut ser molt exhaustiu i per tant s'ha limitar a buscar la possible existència d'indicis raonables que puguin suggerir la conveniència d'obrir noves línies d'investigació més profundes.

La principal premissa d'aquesta sèrie de proves no s'ha tractat de l' igualtat de superfícies, sinó trobar la combinació de pales que guanyi directament pel que fa al rendiment, a una hèlix comercial de desplaçament.
El sistema proposat en aquesta sèrie permet canviar fàcilment varis paràmetres , com pot ser la variar de forma independent per cada pala, el seu angle d'atac per tal d'endurir-lo o bé suavitzar-lo, canviar les pales per d'altres d'amplades diferents, modificar el radi d'escombrada de les pales i treballar simultàniament amb una o dues pales a cada lira.

7. Anàlisi de tensions i deformacions

En l'anàlisi s'ha realitzat un estudi de les tensions que es generen al SPM quan en aquest només actua la força de la gravetat i quan se li transmet el moviment de rotació que genera el motor elèctric. Els resultats que s'han obtingut són les tensions màximes generades a cada peça o bloc, les deformacions que es produeixen i les forces de Von Mises que es generen.

7.1. Anàlisis estàtic

Quan el sistema està estàtic, és a dir, que només actua la força de la gravetat totes les peces treballen a la zona elàstica, ja que cap tensió de Von Mises supera el límit elàstic del material on es produeix la màxima força.

També s'ha observat com les deformacions que es generen a l'actuació de la gravetat són molt petites i no es produeixen grans variacions.

Un altre punt que s'ha pogut observar és que en cap cas les tensions màximes generades superen la tensió de ruptura, per tant, no tenim cap punt que amb l'actuació de la gravetat arribi a trencar.

7.2. Anàlisis dinàmic

En aquest cas, s'ha analitzat el SPM quan hi actua el moment que es transmet a la roda dentada del sistema Motriu mitjançant la cadena que uneix el motor i el SPM.

Al aplicar el moment als eixos i estudiar totes aquelles peces o conjunts als quals li afecta aquest moment, s'ha observat com el conjunt segueix treballant a la zona plàstica, ja que en cap cas la màxima força de Von Mises supera el límit elàstic del material on es troba aquesta força màxima.

Al aplicar un moment, les deformacions varien. Tot i això, es segueix considerant que les deformacions són petites, d'aquesta manera no hi ha grans variacions de la forma.

Per una altra banda, en cap cas les tensions màximes superen la tensió de ruptura, d'aquesta manera no hi ha cap punt crític per on pugui produir-se una ruptura en una peça del SPM.

8. Aspectes mediambientals

S'analitzen els materials utilitzats en la construcció del SPM i s'observa principalment que els materials que podrien substituir-se serien el PVC i el niló per plàstics biodegradables. Els acers, l'alumini i el bronze; si es realitzes un estudi previ, es podrien trobar materials més adients per poder treballar a les mateixes condicions que les donades pels acers, l'alumini o el bronze elegits.

Les emissions a l'atmosfera que allibera el motor de l'embarcació són les mateixes que qualsevol altre motor Diesel d'una embarcació. En un futur es podria arribar a fer un projecte on s'eliminessin per complet els motors de Diesel i es substituïssin per sistemes amb energies renovables.

En general, el SPM, no presenta grans vibracions i en conseqüència no es produeixen grans sorolls. Però si durant el funcionament, per qualsevol causa no desitjada, per exemple un xoc amb algun objecte flotant, es fracturés una pala del sistema propulsor; aleshores sí que es produirien grans vibracions que obligarien a reduir la velocitat o fins hi tot, a parar l'embarcació.

En general, totes les peces del SPM són relativament senzilles de substituir si es donés el cas. Tot i així, la part que ha estat dissenyada pensant amb la facilitat per substituir, és la de les pales.

Pel que fa al reciclatge dels components a la fi de la seva vida útil un punt important del SPM és el procés de separació de materials és senzill, ja que estan unides mitjançant cargols i passadors. Per tant, al no haver-hi cap peça que estigui feta de més d'un material; aquestes són fàcils de separar per tal de poder reciclar cada material per separat.

Finalment, les empreses gestores de residus són aquelles empreses que tenen certs permisos per poder gestionar i reciclar materials, i per tant, s'envia cada material a aquella empresa que gestiona el material en concret. Pel cas del SPM, si es situa el projecte per la zona de Vilanova i la Geltrú i els seus voltants, segons el material a gestionar hi ha una sèrie d'empreses amb permisos.

9. Conclusions

L'objectiu principal del projecte de dissenyar i simular el SPM en 3D per comparar els resultats obtinguts amb els realitzats a la patent; s'ha aconseguit amb èxit.

Tot i haver aconseguit aquest objectiu, no s'ha arribat a un resultat positiu. És a dir, el que des d'un bon principi semblava que el SPM havia de tenir més rendiment que una hèlix comercial, no ha estat així; sinó tot el contrari.

Tot i així, amb això no es vol assegurar que el nou sistema de propulsió no tingui més rendibilitat que una hèlix; sinó que el més provable és que el motiu d'aquesta discrepància siguin els continus errors produïts durant el procés de la realització de les proves de la patent. Per tant, en un futur; si es realitzessin les proves amb altres condicions més reals; possiblement els resultats canviarien cap a positiu.

A més, tot i que el SPM té una bona estructura pel que fa al seu disseny; no es descarta una futura millora en el disseny de les seves peces per tal d'aconseguir més rendibilitat al sistema. Per altra banda, la fabricació de cada peça es podria fer amb diferents processos i màquines, mirant de cara a una possible comercialització en grans produccions del SPM per tal de reduir el seu cost.

En referència al medi ambient, no es descarta la instal·lació d'una possible font d'alimentació totalment sostenible suprimint del tot els motor que hi ha actualment al sistema.

Finalment, analitzant els resultats obtinguts a la simulació, tan estàtica com dinàmica; s'arriba a la conclusió que el SPM està molt ben dissenyat i construït pel que fa a les seva alta resistència a les deformacions.

Cal tenir en compte per últim punt, que la realització de totes les millores necessàries que s'haurien de realitzar al SPM per tal d'augmentar el seu rendiment; requeririen certs coneixements tècnics de mecànica, hidràulica, materials, energies renovables i disseny sostenible.

10. Agraïments

Volem agrair especialment tota l'ajuda obtinguda per part d'en Miquel Huguet. Gràcies a ell hem arribat a conèixer l'Hugo i hem pogut fer aquest projecte com a nostre. També li volem agrair tota la gran paciència que ha tingut amb nosaltres al dia a dia d'aquest projecte.

Gràcies també a en Manel per oferir-nos aquesta gran oportunitat de dur a terme tal projecte i per orientar-nos en aquest camí.

A totes aquelles persones que ens han compartit els seus coneixements, els quals ens han servit de gran ajuda per la realització d'aquest projecte: l'Alejandro Arbós, el Jordi Segalás i la Mònica Cardús.

Referències

BENYUS, Janine. *Biomkimicry: Innovation inspired by nature*

GENERALITAT DE CATALUNYA. AGÈNCIA DE RESIDUS DE CATALUNYA. Gestors. www.gentcat.cat *[Consultat 28/05/2012]*

MATWEB. http://www.matweb.com *[Consultat 23/04/2012]*

SIVATTE, Maurici. *Fresadora*. Vilanova i la Geltrú: UPC, 2010. [PDF]

- *Introducció al Mecanitzat. Màquines Eina*. Vilanova i la Geltrú: UPC, 2010. [PDF]
- *Torn*. Vilanova i la Geltrú: UPC, 2010. [PDF]