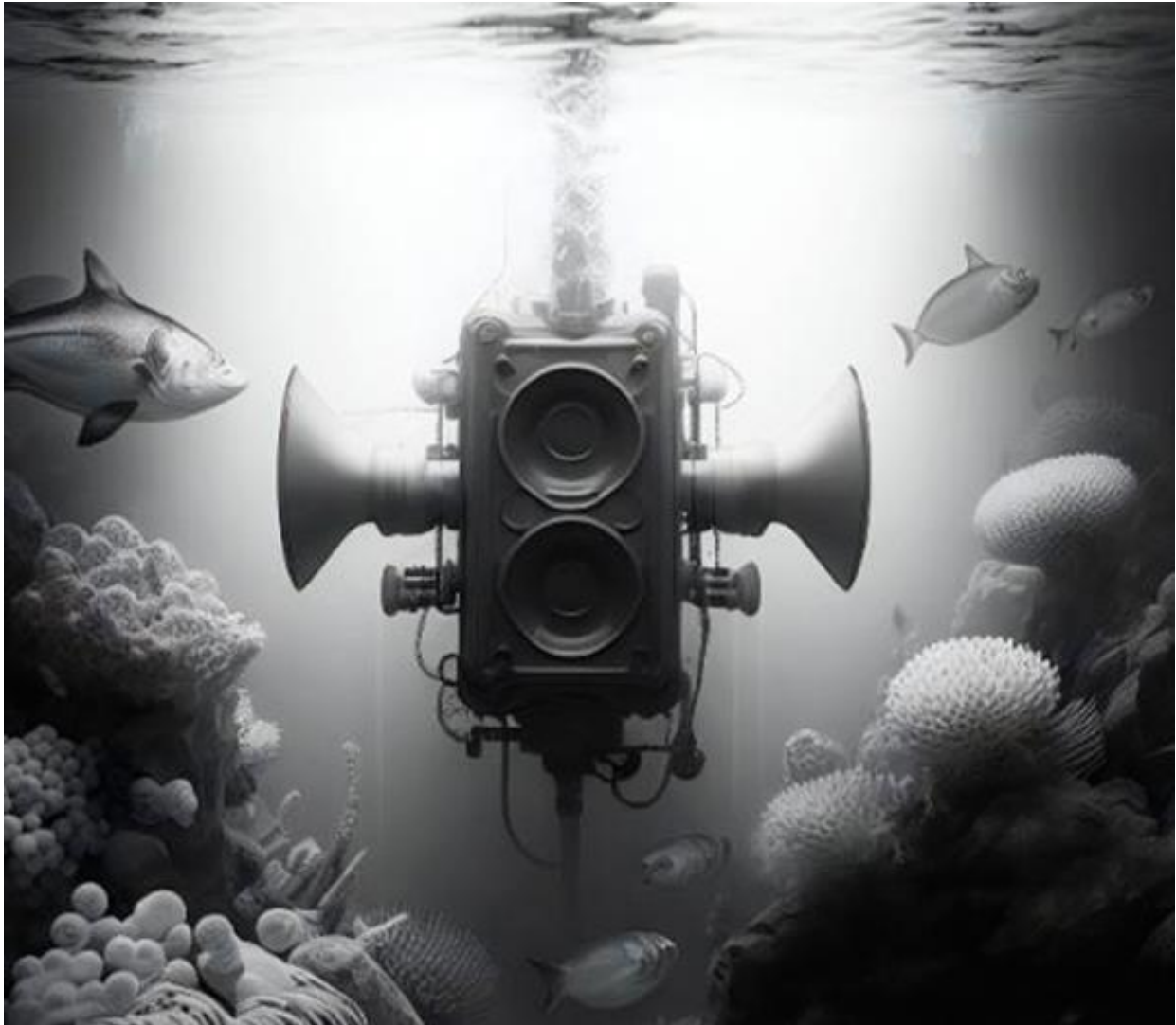


SOROLLS ANTROPOGÈNICS EN ELS ECOSISTEMES MARINS



Nom: Lydia Gibaja Kim

Curs: 2n d'ESO C

Assignatura: Robòtica

**“El mar mai no ha estat amic de l'home.
Com a màxim va ser còmplice de la
seva inquietud” (Jose Conrado)**



TAULA DE CONTINGUTS

1	INTRODUCCIÓ	4
1.1	Contextualització	4
1.2	Objectiu del projecte	4
1.3	Importància del problema	4
2	IDENTIFICAR	5
2.1	Descripció del problema	5
2.2	Impacte del problema.....	6
2.3	Investigació preliminar	8
3	DEFINIR SOLUCIÓ.....	12
3.1	Sessió de pluja d'idees	12
3.2	Solució escollida.....	17
	<i>Explicació detallada de la solució proposada.....</i>	<i>17</i>
4	RESOLUCIÓ DEL PROBLEMA	18
4.1	Descripció del model conceptual.....	18
4.2	Materials o recursos necessaris.....	19
5	RESULTATS	20
5.1	Presentació visual del projecte	20
6	CONCLUSIONS	21
6.1	Reflexió sobre el procés.....	21
6.2	Limitacions del projecte.....	21
7	BIBLIOGRAFIA.....	22
7.1	Fonts utilitzades: Relació de llibres.....	22
7.2	Fonts utilitzades: Articles.....	22
7.3	Fonts utilitzades: Pàgines web.....	22
8	ANNEX	24

1 INTRODUCCIÓ

Presentació del projecte

1.1 Contextualització

Explicació breu del repte plantejat per la First LEGO League.

La FIRST LEGO LEGUE (FLL) és un programa educatiu internacional per a joves de 4 a 16 anys que fomenta vocacions científiques i tecnològiques a través de desafiaments STEAM anuals. Els equips dissenyen robots, desenvolupen projectes d'innovació per resoldre problemes reals i presenten els seus resultats, tot promovent valors com el treball en equip, la inclusió i la innovació. L'objectiu és estimular la creativitat, el pensament crític i el disseny, inspirant més de 250.000 joves arreu del món. Des de l'àmbit del Projecte d'Innovació de la FLL, (un repte anual on els equips identifiquen un problema real relacionat amb el tema, dissenyen una solució innovadora i la presenten davant un jurat i que també comparteixen el projecte amb experts per obtenir comentaris) aquest any, han plantejat un projecte d'innovació anomenat "SUBMERGED" que significa submergit en anglès, que tal i com planteja el títol, va relacionat amb els mars i oceans.

1.2 Objectiu del projecte

Què es vol aconseguir amb aquest projecte.

Aquest any, els alumnes de 2n d'ESO de la Salle Manlleu han d'identificar un problema relacionat amb els mars i oceans, triar una problemàtica i un cop fet, han d'anar desenvolupant el seu projecte buscant informació, fent pluges d'idees, etc. Fins a arribar a un punt a on s'arriba a una solució representada en un prototip i finalment es presenta tant com al professorat com al jurat. En aquest cas, al llarg d'aquest treball es parlarà de com es pot disminuir els sorolls antropogènics causats pels éssers humans als ecosistemes marins.

1.3 Importància del problema

Per què és rellevant abordar aquest tema.

Els sorolls antropogènics als ecosistemes marins són una amenaça per a la salut dels animals marins, ja que interfereixen en la seva capacitat de comunicar-se, caçar i reproduir-se. Aquest soroll pot desorientar les espècies, afectar les seves migracions i canviar el seu comportament, amb conseqüències per a la biodiversitat i l'equilibri dels ecosistemes. A més, pot posar en perill la supervivència d'algunes espècies i afectar les comunitats humanes que depenen del mar. Abordar aquest problema és crucial per protegir la vida marina i preservar els oceans.

2 IDENTIFICAR

Identificar i investigar un problema a resoldre.

2.1 Descripció del problema

Descripció del problema identificat amb exemples reals o situacions on es manifesta.

El soroll causat per les persones als oceans (sorolls antropogènics) ha crescut molt ràpidament, duplicant-se en algunes zones cada dècada durant els últims 60 anys. Això posa en perill els ecosistemes i éssers marins, ja que interfereix en activitats essencials com navegar, buscar menjar, comunicar-se, reproduir-se i evitar depredadors. A més, pot causar problemes greus, des de ferides fins a la mort. Segons els estudis, almenys 55 espècies marines han patit efectes negatius pel soroll intens o moderat. Aquest soroll també pot combinar-se amb altres amenaces, com dificultar que els animals percebin sons que els ajuden a evitar vaixells o xarxes de pesca, o fer més complicat que els depredadors trobin preses ja escasses per la sobrepesca.

- Contaminació acústica oceans:
 - Freqüències (baixes, intermèdies i altes)

Banda de freqüències (Hz)	Capacitat potencial de propagació	Grau d'atenuació (dB/km)
Baixes freqüències (de 10 a 500 Hz)	Alta (centenars de km)	< 0,04
Freqüències intermèdies (de 500 Hz a 25 kHz)	Limitada (desenes de km)	<0,04
Altes freqüències (>25 kHz)	Mínima (< 10 km)	30

Il·lustració 1

2.2 Impacte del problema

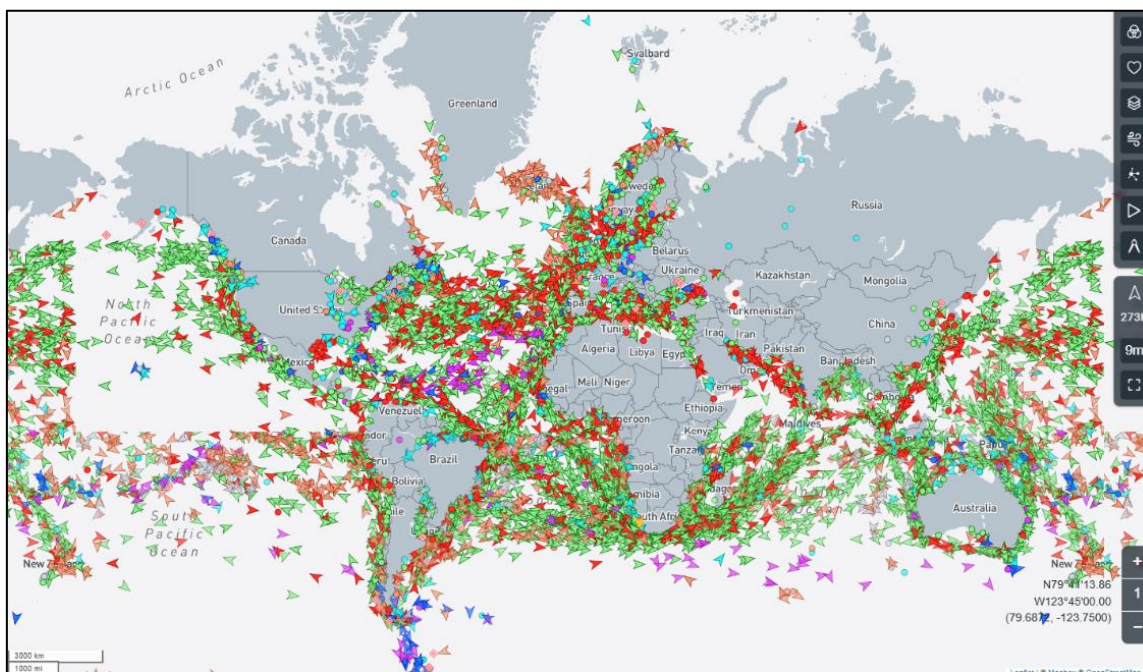
Com afecta aquest problema a la societat, el medi ambient o l'àmbit seleccionat.

Actualment, un dels grans causants de contaminació acústica en els ecosistemes marins és el tràfic marítim ja que els vaixells de transport són un gran causant del problema perquè els éssers humans ens basem de productes produïts arreu del món i per tant requerint de transport (degut al gran volum fa que el mitjà un dels mitjans de transport més usats sigui el marítim). També tenir en compte les activitats industrials que es porten a terme en els oceans (pesca, estacions petrolíferes, etc.).

Fonts antròpiques. Característiques i efectes de l'exposició sonora										
Font antròpica	Tipus	Rang de freqüències	Propagació del so	Duració de les emissions	Efectes					Grups afectats
					Canvis comportamentals	Afectació a la percepció	Avoidance	Danys tissulars auditius	Danys tissulars no auditius	
Tràfic marítim	Embarcacions grans	Baixes freqüències	Mitjana - Alta	Curta individualment, llarga en conjunt	x	x	x	x		Misticets i grans odontocets
	Embarcacions petites	Altes freqüències	Baixa	Curta; excepte en zones molt freqüentades i 'whale-watching'	x	x	x	x		Odontocets
Indústria	Explotació d'hidrocarburs	Baixes freqüències	Alta	Llarga	x		x	x	x	Misticets
	Aqüicultura (ADHs i ADDs)	Altes freqüències	Baixa	Curta o llarga		x	x			<i>Orcinus orca</i> , petits i mitjans odontocets
Investigació científica	Estudis sísmics	Baixes freqüències	Alta	Llarga	x	x	x	x	x	Totes les espècies
Operacions militars	LFAS (i altres)	Baixes (i altes)	Alta	Curta	x		x	x	x	Totes les espècies

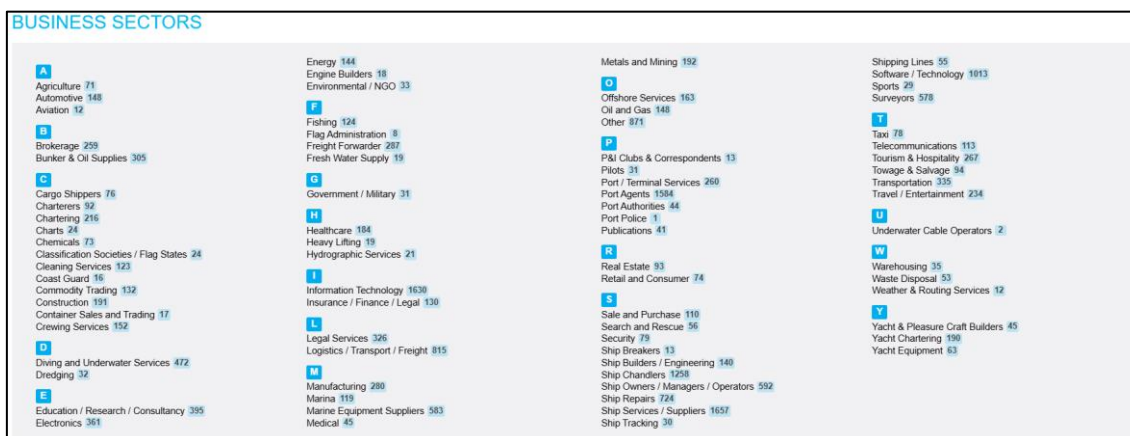
Il·lustració 2

Si es consulta la web de marinetraffic.com es troben un total de 2.395.545 d'embarcacions:



Il·lustració 3

En aquesta web també hi podem consultar una classificació segons sectors:



Il·lustració 4

Els éssers marins utilitzen freqüències per situar-se, comunicar-se, per navegar, etc. I els sorolls antropogènics interfereixen en les freqüències que utilitzen els éssers marins.

Freqüències segons funció:

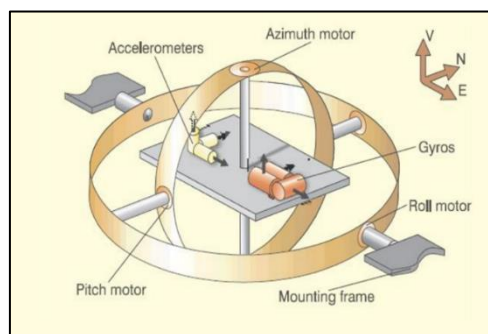
- Comunicació: <20 kHz
- Ecolocalització: 20-200 kHz
- Navegació: <1 kHz
- Mapeig(relleu al fons del mar): <20 Hz

2.3 Investigació preliminar

Resum de les dades o investigacions existents sobre el tema.

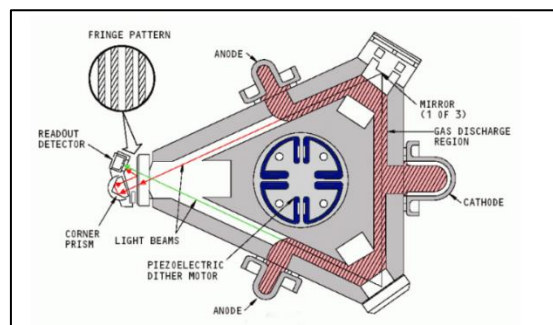
Tecnologies clau en sistemes de navegació i propulsió: resum de conceptes i funcions

- **INS (Sistema de Navegació Inercial):** és un sistema que utilitza sensors com acceleròmetres i giroscopis (IMU), juntament amb un receptor GNSS per obtenir dades de la posició dels satèl·lits. També pot incloure magnetòmetres per mesurar els camps magnètics. A més, té un processament avançat de dades, com el filtre de Kalman, per calcular en temps real la posició i direcció d'un objecte, com un cotxe, submarí o avió, basant-se en la seva posició inicial coneguda.



Il·lustració 5

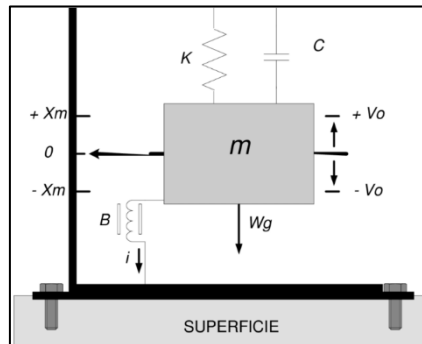
- **Giroscopi:** Un giroscopi és un dispositiu que ajuda a mantenir l'orientació d'un objecte. Quan es fa força sobre ell, es desvia en una direcció perpendicular a l'esperada, permetent-li conservar la seva orientació millor que altres objectes. Si està muntat sobre una suspensió de Cardan, aquesta permet que el giroscopi es mogui en diferents direccions sense perdre l'orientació, ajudant a estabilitzar vehicles o aparells en moviment.



Il·lustració 6

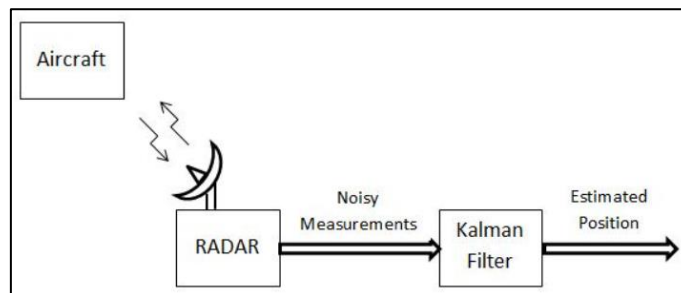
- **Acceleròmetre:** Un acceleròmetre és un dispositiu que mesura l'acceleració d'un objecte, és a dir, la variació de la seva velocitat en el temps. Aquesta

mesura pot ser en qualsevol direcció (eix X, Y o Z) i permet detectar canvis en el moviment o en la posició d'un objecte.



Il·lustració 7

- **Filtres Kalman:** El filtre de Kalman és un algoritme que estima l'estat d'un sistema utilitzant dades mesurades. Va ser desenvolupat per l'enginyer Rudolf Kalman i té dos passos: primer prediu l'estat del sistema i després ajusta l'estimació utilitzant mesuraments amb soroll. Avui en dia hi ha diverses versions d'aquest filtre, que s'utilitzen en aplicacions com la visió artificial, la navegació, l'economia i el processament de senyals.

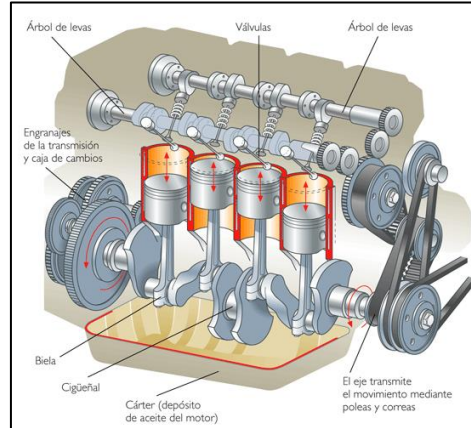


Il·lustració 8

- **LiDAR (Light Detection and Ranging):** És una tecnologia de mapeig que utilitza làsers per mesurar la distància fins a una superfície i després en fa un mapa 3D.

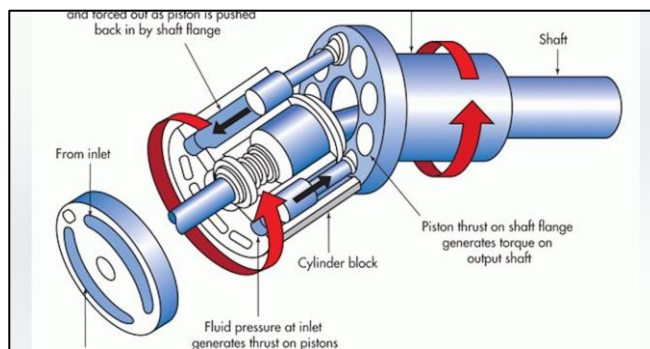
- **Motors (combustió, hidràulic, elèctric i electromagnètic):**

- **Combustió:** És un dispositiu mecànic que converteix l'energia química continguda en un combustible en energia mecànica.



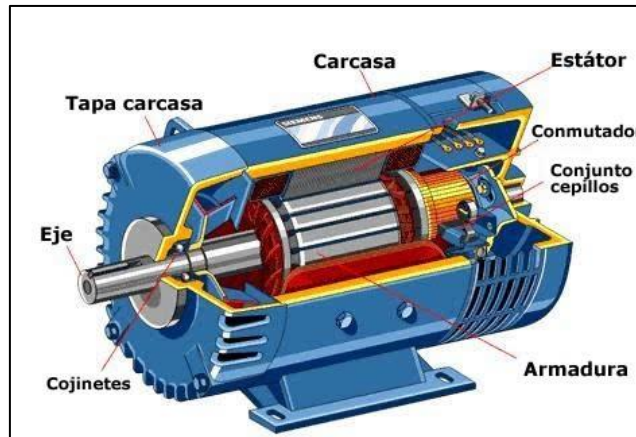
Il·lustració 9

- **Hidràulic:** Un motor hidràulic és un dispositiu que converteix l'energia d'un fluid a alta pressió (com oli o aigua) en moviment mecànic. Funciona així: el fluid entra al motor des d'una bomba, la seva pressió fa moure components interns (com pistons o engranatges) que generen moviment. Un cop utilitzat, el fluid surt amb una pressió més baixa. Hi ha diferents tipus de motors hidràulics, com els de pistó, de pales o d'engranatges, i són molt útils en aplicacions que requereixen molta força i control.



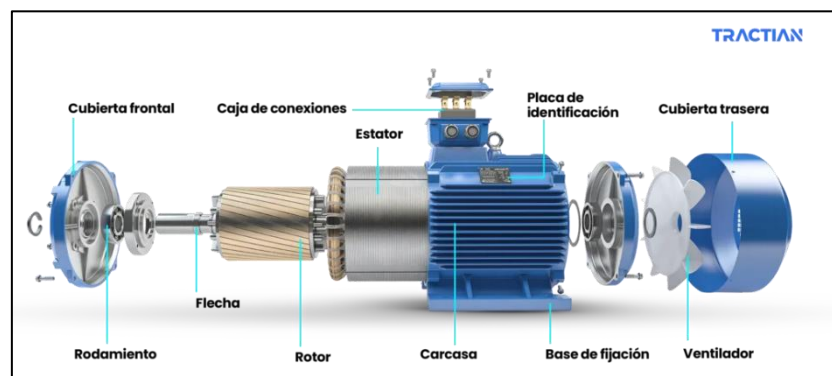
Il·lustració 10

- **Elèctric:** Un motor elèctric converteix l'energia elèctrica en moviment mecànic. Quan la corrent elèctrica passa per una bobina, genera un camp magnètic que interactua amb els imants fixos dins del motor, fent girar una part mòbil (l'eix). Aquest moviment es pot utilitzar per fer funcionar màquines o dispositius.



Il·lustració 11

- **Electromagnètic:** Un motor electromagnètic és una màquina que utilitza l'electricitat per crear un camp magnètic que genera moviment. Funciona gràcies a les forces magnètiques entre els imants i els cables amb corrent elèctrica. Aquests motors són comuns en molts aparells de la vida diària, com ventiladors, aire condicionat, rentadores i raspalls de dents elèctrics. El principi bàsic és que quan un cable amb corrent elèctrica hi passa, es crea un camp magnètic. Si el cable es fa girar, la força magnètica augmenta. Alguns motors utilitzen imants de ferro per fer més fort el camp magnètic, però també consumeixen més electricitat. Els motors electromagnètics es poden fer més potents utilitzant diversos electroimants.



Il·lustració 12

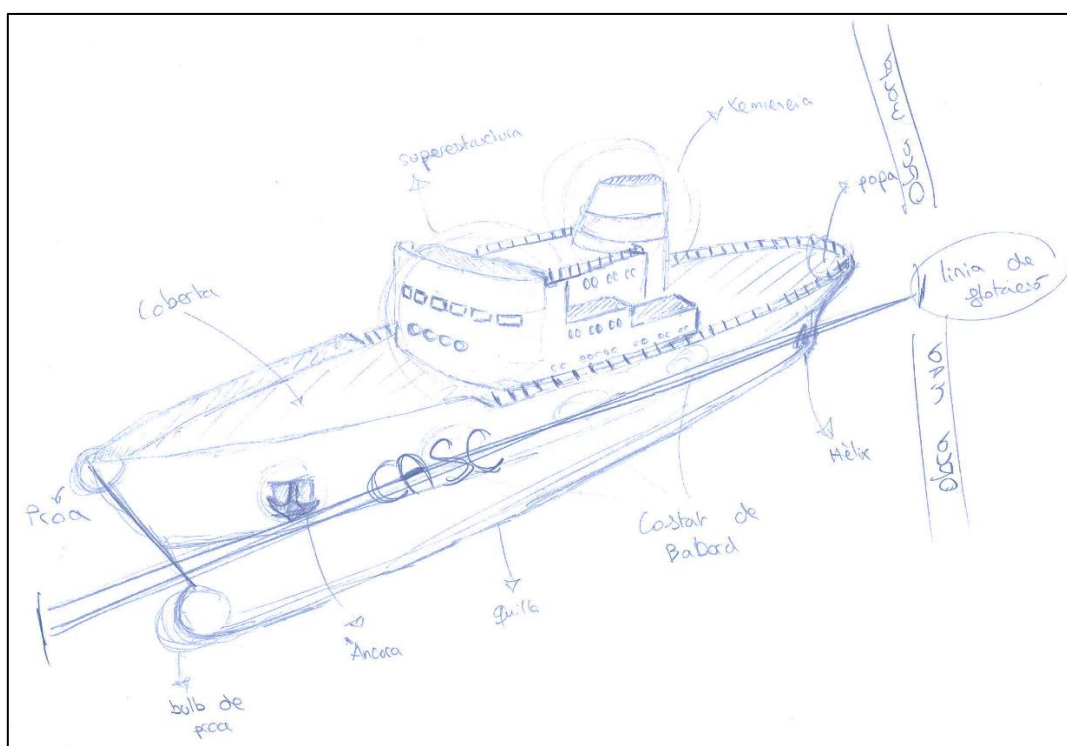
3 DEFINIR SOLUCIÓ

Dissenyar una nova solució o millorar una existent basant-se en una situació seleccionada, s'ha de fer un pluges d'idees i explicitar la solució proposada.

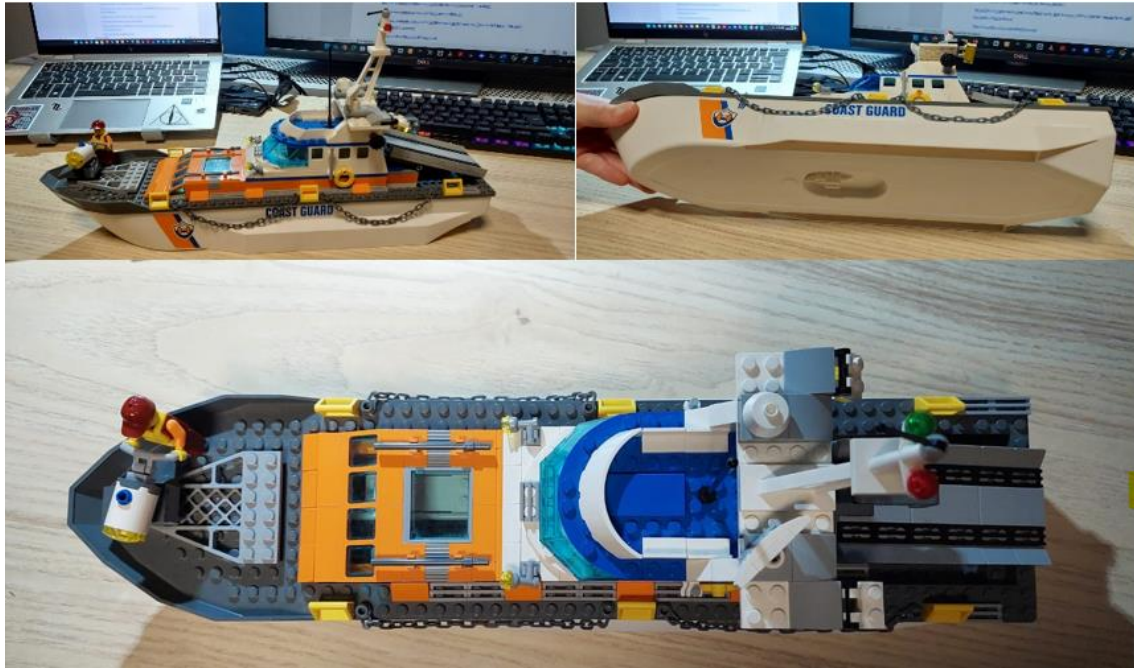
3.1 Sessió de pluja d'idees

Descripció de les idees generades i el procés seguit per seleccionar la millor.

L'objectiu d'aquest projecte és buscar una solució eficient que ajudi a reduir els sorolls antropogènics proposant alternatives per a cuidar la fauna i flora marina. Aleshores, analitzant dades anteriors, tal i com hem esmentat, el tràfic marítim (via vaixell) és gran part del problema antropogènic.



Il·lustració 13



Il·lustració 14

Sabent que bona part del problema són els vaixells el següent pas és saber quines són les seves parts i de què estan compostats, això ens permetrà identificar problemàtiques:

- El mecanisme amb el que funcionen juntament amb l'hèlix i el motor generen contaminació acústica generant freqüències baixes, intermèdies o bé altes depenent en la velocitat i en la grandària del vaixell.
- El motor més utilitzat en els vaixells són els de combustió on els problemes identificats són que generen molt CO₂ (contaminant) i busquem una solució sostenible.
- L'estructura i mecanisme del vaixell és metàl·lica i això significa que també genera contaminació acústica.

Tots aquests punts que acabem d'observar, perjudiquen tant com en la fauna com en la fauna marina.

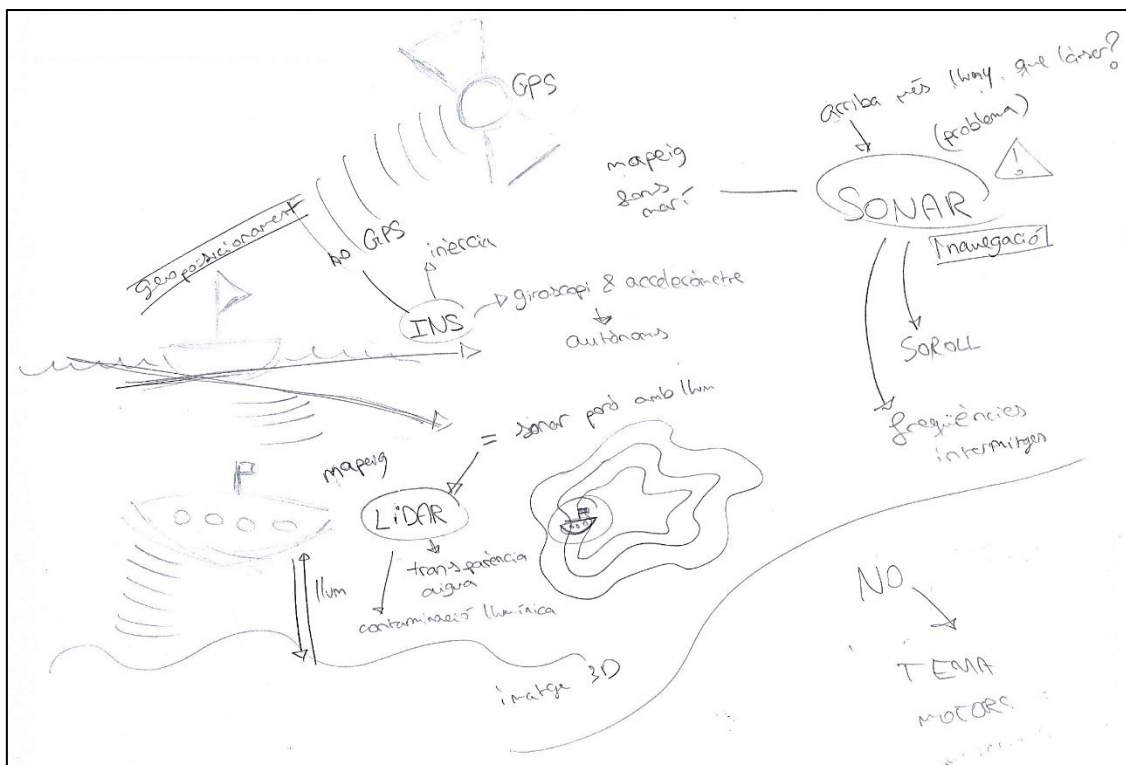
Un cop identificats els problemes passem al següent pas que és fer una pluja d'idees:

1. Pensar una alternativa per els sonars utilitzats per a fer un mapeig del fons marí ja que fan soroll i emeten freqüències intermèdies
2. Pensar en una alternativa diferent a la dels motors de combustió
3. Proposar materials alternatius als usats actualment per a estructures de vaixells fent que siguin més respectuoses amb el medi ambient, o sigui utilitzant materials orgànics.

Idea 1: (es descarta seguir desenvolupant la proposta degut a que no soc capaç d'idear una alternativa a sonars). Reducció de contaminació de freqüències intermitges.

Al fer recerca d'alternatives que pugin reemplaçar els sonars de les embarcacions, podem veure que podem pensar alternatives utilitzant sistemes com el INS o bé el LiDAR en els que no utilitzem el sonar o el GPS. Però de seguida podem veure que tot i que no utilitzem el sonar, hi ha inconveniències a les que no els fa ser eficients:

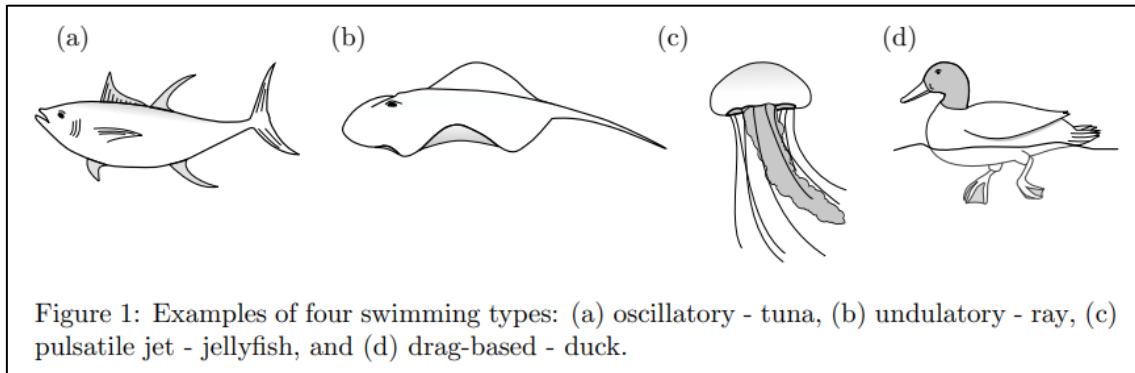
- INS: Aquest sistema es basa en giroscopis i acceleròmetres. L'inconvenient que trobem en aquest sistema és que amb el transcurs del temps es generen imprecisions degut a que els instruments (giroscopi i acceleròmetre) es descalibren. A part d'un recalibratge d'aquests, els factors de correcció són models matemàtics (filtres Kalman, etc.). *[Aquesta qüestió s'allunya de la meua comprensió]*.
- LiDAR: Aquest sistema tal i com s'ha esmentat anteriorment, funciona a base de làser el qual rebota i permet generar imatges 3D. Al basar-se en llum en aquest sistema hem de comptar amb la nitidesa de l'aigua (que permet/dificulta l'emissió i captació de senyal). A més amb el làser causaria contaminació lumínica.



Il·lustració 15

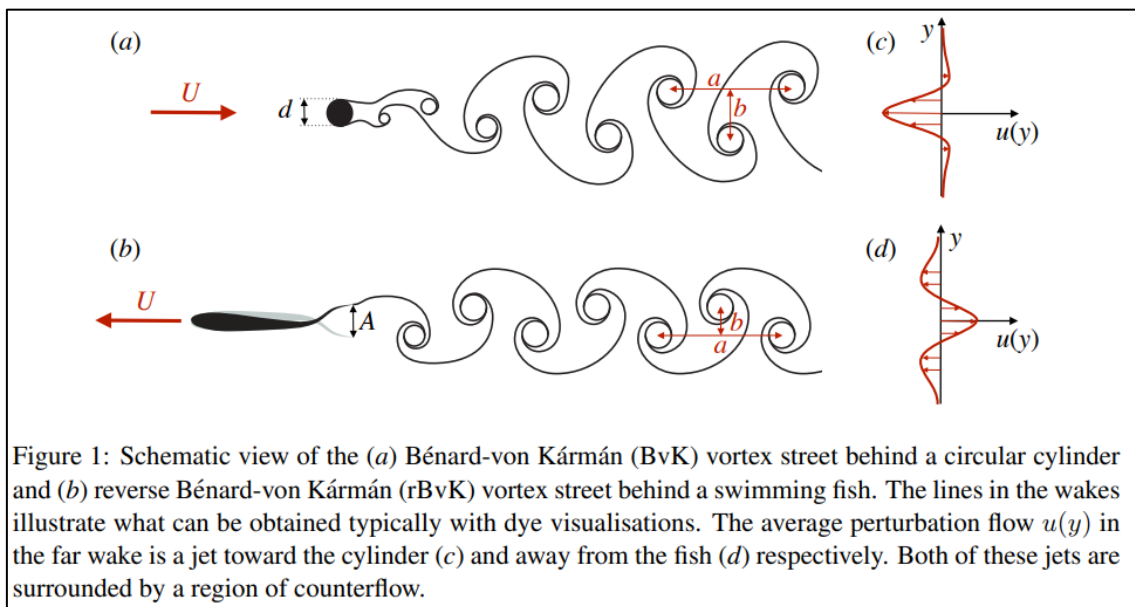
Idea 2: Proposa que es desenvolupa. Sistema propulsor. Reducció de contaminació de freqüències baixes.

En la segona idea, es busca una alternativa en els sistemes de propulsió, per començar, si observem com es propulsen diferents animals marins a través de l'aigua veiem molta varietat. No obstant, algun article publicat apunta a 4 tipologies de moviment locomotor/propulsió.

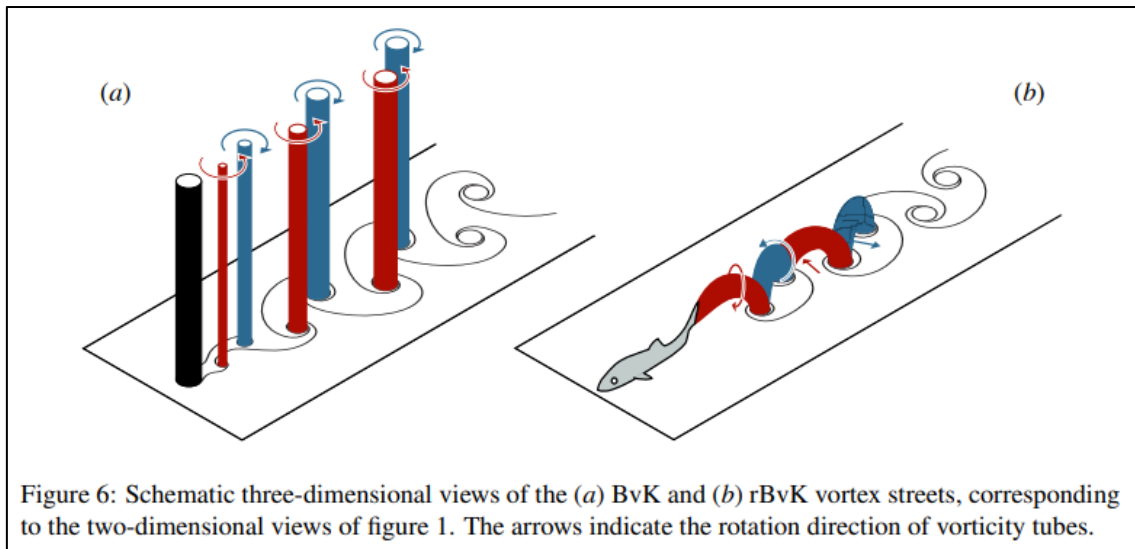


Il·lustració 16

Ni ha un en concret que em crida l'atenció, és la tonyina ja que la forma de l'aleta i el seu moviment oscil·lant estan dissenyats per minimitzar la resistència de l'aigua, es mou de manera ondulatòria. La seva aleta coneguda també com a mitja lluna fa pensar que sigui factible plantejar una proposta i plasmar-la en el món Lego.



Il·lustració 17



Il·lustració 18

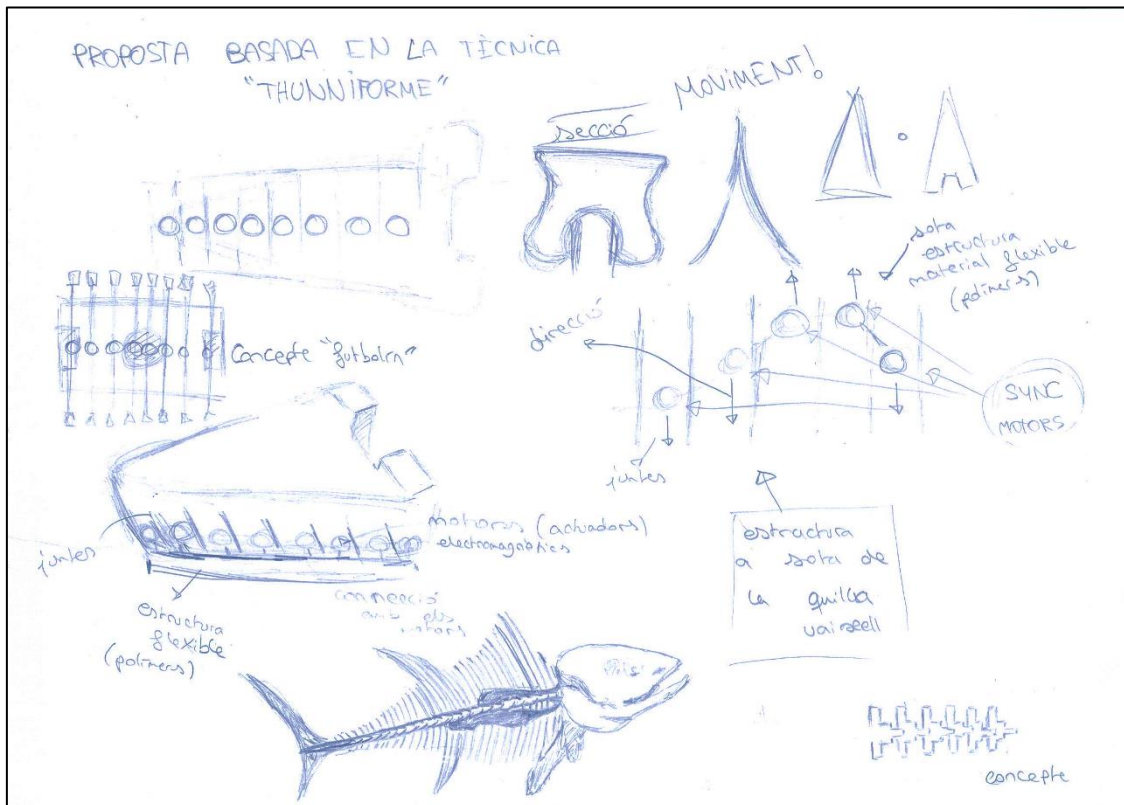
Vist això si es recerca sobre projectes que s'estan duent a terme el qual ja es basen d'estructures o moviments d'animals aquàtics, ja existeixen, com per exemple el projecte "Manta Ray" (agència DARPA) o bé el projecte "Proteus" (empresa francesa "Yacht Intelligence") però cap d'ells es basa d'algun dels moviments o estructures semblants a la tonyina, a més, no estan dissenyats per a reduir els sorolls antropogènics i tampoc són amb la finalitat de pacificar el món marí (reducció de contaminació acústica).

Idea 3 (Aprofundiment idea 2): Proposta de materials alternatius basat en materials orgànics. Es podrien utilitzar polímers com un material flexible en el que es pot utilitzar per la capa exterior del vaixell.

3.2 Solució escollida

Explicació detallada de la solució proposada.

Al final s'escull la idea 2 (amb possibilitat de combinar-la juntament amb la idea 3) fent el disseny complet d'un vaixell amb un sistema de propulsió basat en l'aleta cabdal de la tonyina i/o similar. I havent investigat sobre polímers, es podrien utilitzar com a materials flexibles (i respectuosos amb el medi ambient), reduint la contaminació de freqüències baixes ja que els materials no faran tant de soroll en fer el moviment.



Il·lustració 19

4 RESOLUCIÓ DEL PROBLEMA

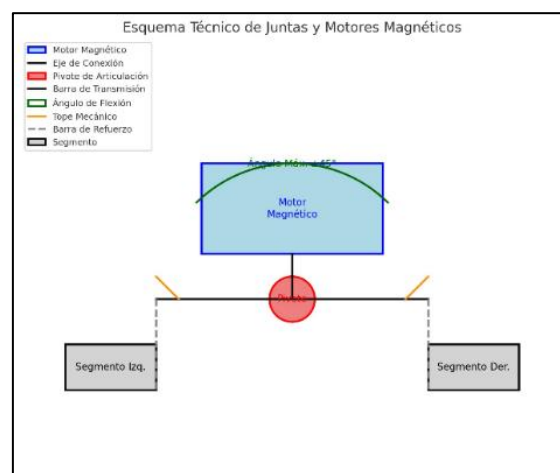
Crear un model, disseny o prototip.

4.1 Descripció del model conceptual

Explicació del model o prototip des d'un punt de vista teòric.

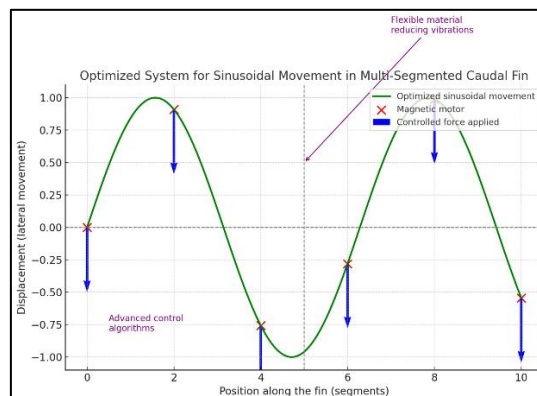
Sistema propulsió inspirat en aleta cabdal de tonyina (moviment horitzontal) – moviment ondulatori com a sistema de propulsió en mars i oceans.

Aquest esquema tècnic que mostra com es col·loquen les juntes i com treballen juntament amb els motors magnètics (imatge generada amb chatgpt):



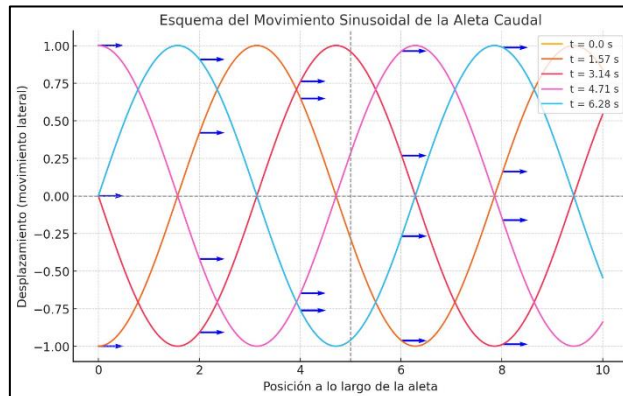
Il·lustració 20

Aquest esquema que inclou les millores per aconseguir un moviment més fluït i ondulant en el sistema amb múltiples segments (imatge generada amb chatgpt):



Il·lustració 21

Gràfic que representa el moviment sinusoidal que hauria de fer l'aleta caudal, imitant un moviment de fuet per a la propulsió d'una embarcació (imatge generada amb chatgpt):



Il·lustració 22

4.2 Materials o recursos necessaris

Llista dels recursos que caldria per portar la solució a la realitat.

Components clau per emular el moviment de l'aleta:

- **Estructura flexible:** La aleta ha de ser feta de materials flexibles i resistents que permetin el moviment ondulatori necessari per generar propulsió.
- **Sistema d'actuadors:** Fer servir motors que generen el moviment ondulatori de l'aleta.
- **Eixos i juntes:** Ús de juntes que permetin la connexió de l'aleta amb el cos de l'embarcació, facilitant el moviment.
- **Sensors i controladors:** components que ajustin el moviment de l'aleta, per assegurar que la propulsió sigui eficient i estable.

5 RESULTATS

Infografia del projecte

5.1 Presentació visual del projecte

5.2 Infografia que resumeixi el problema, la solució i els beneficis.



Enllaç:

https://www.canva.com/design/DAGYvWsbPvE/tg1m9BI8EePgCIBUsnCUDA/view?utm_content=DAGYvWsbPvE&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=uniquelinks&utlId=he56c3bcff8

6 CONCLUSIONS

6.1 Reflexió sobre el procés

Com ha evolucionat el projecte des de la seva concepció fins al seu estat final.

El projecte ha evolucionat donant-se forma des de la idea inicial fins al resultat final. Al principi, em vaig centrar a identificar el problema de la contaminació acústica als oceans i entendre el seu impacte en la fauna marina. A mesura que avançava, vaig aprofundir en la investigació de tecnologies i solucions possibles, descartant opcions que no eren viables, com substituir els sonars per altres sistemes. Però vaig veure que no tenia suficients coneixements com per desenvolupar un nou sistema. Finalment, em vaig enfocar en dissenyar una proposta concreta: un sistema de propulsió inspirat en l'aleta caudal de la tonyina, utilitzant materials sostenibles per reduir el soroll. Aquest procés m'ha servit per desenvolupar una solució per protegir els ecosistemes marins.

6.2 Limitacions del projecte

Aspectes que no s'han pogut abordar i possibles millores.

El projecte té limitacions com la manca de proves pràctiques del sistema de propulsió, una investigació insuficient sobre materials sostenibles i la seva resistència, i la falta d'estudis sobre la integració amb altres components dels vaixells. Tampoc s'ha analitzat el cost ni la viabilitat a gran escala.

Possibles millores:

- Desenvolupar i provar un prototip.
- Ampliar la recerca sobre materials duradors i sostenibles (polímers).
- Estudiar la compatibilitat amb vaixells existents i ajustar el disseny.

7 BIBLIOGRAFIA

7.1 Fonts utilitzades: Relació de llibres

7.2 Fonts utilitzades: Articles

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8600057>

https://ddd.uab.cat/pub/tfg/2013/113774/TFG_taniagrima1opez.pdf

["Optimal Strouhal number for swimming animals" por Christophe Eloy \(2011\)](#)

["Bio-inspired underwater propulsors" por Tyler Van Buren, Daniel Floryan y Alexander Smits \(2018\)](#)

["Biologically inspired force enhancement for maritime propulsion and maneuvering" por G.D. Weymouth \(2016\)](#)

7.3 Fonts utilitzades: Pàgines web

<https://la.mathworks.com/discovery/kalman-filter.html>

<https://dewesoft.com/es/blog/que-es-un-sistema-de-navegacion-inercial>

<https://www.marinetraffic.com>

https://es.123rf.com/photo_199690343_esqueleto-de-pe3-muerto-ilustrado-realista-aislado-sobre-fondo-blanco.html

<https://www.expertoanimal.com/las-serpientes-tienen-huesos-24981.html>

<https://wernher-krutein.pixels.com/featured/tuna-fish-skeleton-wernher-krutein.html>

https://open3dmodel.com/es/3d-models/tuna-fish-skeleton_40627.html

<https://ultimate-animals.com/shark-skeleton/>

<https://www.surfinghandbook.com/how-many-bones-does-a-shark-have/>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Mon%C3%B3mero>

<https://www.zschimmer-schwarz.es/noticias/que-son-los-polimeros-y-como-se-clasifican/>

<https://awionline.org/sites/default/files/products/13DrowningInSoundSpanish.pdf>

<https://www.gob.mx/semarnat/articulos/ruido-antropogenico-submarino-dana-ecosistemas-y-especies-del-oceano?idiom=es>

<https://www.artec3d.com/es/learning-center/what-is-lidar>

<https://rentingfinders.com/glosario/motor-hidraulico/>

<https://www.powermotiontech.com/hp-en-espanol/article/21886595/principios-ingenieriles-basicos-motores-hidraulicos>

<https://tercesa.com/tipos-de-motor-electrico-conoce-los-principales/>

<https://www.motor.es/que-es/motor-de-combustion>

<https://es.lumispot-tech.com/news/fiber-optic-gyroscopes-coil-for-inertial-navigation-and-transportation-systems/>

<https://ca.wikipedia.org/wiki/Giroscopi>

<https://ca.wikipedia.org/wiki/Acceler%C3%B2metre>

<https://www.youtube.com/watch?v=KTpph6d6LE>

<https://spiegato.com/es/que-es-un-motor-electromagnetico>

[https://ca.wikipedia.org/wiki/Categoria:Parts d%27un vaixell](https://ca.wikipedia.org/wiki/Categoria:Parts_d%27un_vaixell)

<https://ca.wikipedia.org/wiki/Vaixell>

https://en.wikipedia.org/wiki/Fish_locomotion

<https://firstlegoleague.soy/>

<https://events.eu-robotics.net/event/first-lego-league-2024-2025/>

<https://chatgpt.com/>

8 ANNEX

TAULA DE FIGURES

Il·lustració 1.....	5
Il·lustració 2.....	6
Il·lustració 3.....	7
Il·lustració 4.....	7
Il·lustració 5.....	8
Il·lustració 6.....	8
Il·lustració 7.....	9
Il·lustració 8.....	9
Il·lustració 9.....	10
Il·lustració 10.....	10
Il·lustració 11.....	11
Il·lustració 12.....	11
Il·lustració 13.....	12
Il·lustració 14.....	13
Il·lustració 15.....	14
Il·lustració 16.....	15
Il·lustració 17.....	15
Il·lustració 18.....	16
Il·lustració 19.....	17
Il·lustració 20.....	18
Il·lustració 21.....	18
Il·lustració 22.....	19