

DEPARTAMENT TECNOLOGIA

TRES MIL METRES D'ENERGIA MARINA



2n BAT
2011-2012

ÍNDEX

• 1. INTRODUCCIÓ	1
• 2. ELECCIÓ TREBALL	2
• 3. CONEIXEM LA UBICACIÓ	3
• 4. LES ONES	
- Paràmetres de les ones	6
- Mesura de les ones	8
• 5. Energia Marina	
- Energia mareomotriu	9
- Energia tèrmica dels oceans	10
- Energia eòlica marina	11
- Energia osmòtica	12
- Energia dels corrents marins	13
• 6. ENERGIA DE LES ONES	
- Mecanismes onamotrius	14
· Empeny de l'ona	15
· OWC	16
· Tapchan	17
· Wave dragon	17
· Pelamis	18
· Oyster Wave	18
· Rectificador Rusell	19
· Mecanisme pendular	20
· Ànec Salter	20
• 7. AVANTATGES I INCONVENIENTS	21
• 8. CREACIÓ SATURN	
- Parts Saturn	22

- Croquis funcionament	24
- Vista alçat Saturn	25
- Vista planta Saturn	26
- Plànol ubicació	27
- Llegenda plànol i càlculs	28
• 9. FUNCIONAMENT SATURN	30
- Aspectes a tenir en compte	31
- Valoració	32
• 10. TREBALL DE CAMP.....	33
- Calcular la pressió	34
• 11 CONCLUSIÓ	35
• 12 AGRAÏMENTS	37
• 13 BIBLIOGRAFIA	38
• 14 WEBGRAFIA	39
• Anex 1 : Cas “Sea Electronic Waves S.L”	

INTRODUCCIÓ

L'augment de la demanda dels combustibles fòssils, juntament amb l'increment de població, han provocat que cada vegada es vagin esgotant les convencionals fonts d'energia existents. Aquestes tenen en comú el fet de ser energies no renovables i contaminants pel medi ambient, a causa de l'emissió del CO₂ i que provoquen l'escalfament global. Uns exemples són: el petroli, el gas natural, el carbó i l'urani. Cadascuna d'elles té un procés d'obtenció i elaboració diferent. L'urani porta més risc, sens dubte, perquè és un element molt radioactiu i s'ha d'anar en compte amb la seva utilització i sobre tot, en el seu emmagatzematge. Aquestes energies també fan que uns països depenguin dels altres, provocant a vegades conflictes socioeconòmics.

Durant els darrers anys, a causa de l'esgotament de les esmentades fonts i l'interès d'aprofitar noves formes d'energia, ha sorgit un augment en la recerca d'energies renovables, ja que aquestes poden perdurar i poden ser no contaminants respecte a altres. Són per exemple: l'energia solar, eòlica, marina, geotèrmica, biomassa i hidroelèctrica. Els inconvenients poden ser que no a totes les zones geogràfiques de la Terra es puguin aprofitar aquestes energies perquè la construcció de màquines que puguin aprofitar-les requereix una gran inversió. Totes tenen un impacte mediambiental i algunes energies no poden produir el treball desitjat a causa de què encara estan en procés d'investigació.

Aquest projecte tracta sobre l'energia onamotriu o undimotriu, que aprofita l'energia mecànica de les ones per transformar-la en energia elèctrica mitjançant diferents mecanismes. Aquest és només un tipus que pertany a l'energia marina, ja que hi ha altres formes de captació, tal com: l'energia mareomotriu, la tèrmica dels oceans, la de les corrents marines, l'osmòtica i l'eòlica marina. La primera es basa en l'aprofitament de les pujades i baixades de les mareas per generar electricitat, la segona aprofita la diferència de temperatura entre la superfície i el fons oceànic... L'explicació de cada tipus la faré més endavant.

Finalment l'objectiu que pretenc és conèixer els diferents mecanismes per aprofitar l'energia de les onades per poder analitzar-les i cercar la manera d'aplicar-les a l'espigó de Tarragona.

ELECCIÓ DEL TREBALL

Aquest projecte ha estat escollit a causa del meu interès a fer un treball que tracti sobre energia, concretament sobre les energies renovables o sobre l'energia nuclear. La segona opció fou també interessant, perquè només amb una pastilla d'un gram d'urani es pot aportar una gran quantitat d'energia, però em va semblar que aquesta energia estava molt desenvolupada. La meva intenció era fer un estudi sobre l'evolució i una vista cap al futur millorant les normes de seguretat i les instal·lacions. La primera alternativa era un tema que està de moda i que té encara molt de futur, per això el meu interès. Aquí pretenia cercar formes per millorar el seu rendiment ja sigui des del procés de fabricació dels material emprats fins a l'obtenció de l'energia.

El meu tutor em va proposar fer un treball que tractés sobre les energies renovables, exactament sobre l'energia de les onades a un lloc concret del nostre entorn. A simple vista em va semblar una mica complicat, perquè amb prou feines tenia coneixement sobre aquest tema i a més a més encara es troba en procés de desenvolupament. Però pensant-ho millor, vaig arribar a la conclusió que l'objectiu del treball de recerca és la investigació que fa l'alumne, per a després exposar-lo als altes, donant a conèixer el tema i no explicar el que ja han vist. La idea que em va motivar va ser que si el treball es pogués portar a la realitat i fos rendible, Tarragona podria ser la tercera ciutat en emprar aquesta energia.

CONEIXEM LA UBICACIÓ

Aquest treball està pensat per realitzar-se a l'espigó de Tarragona, també anomenat dic del llevant o camí de l'escullera. Però abans de veure com és actualment, mirem una mica cap al passat.



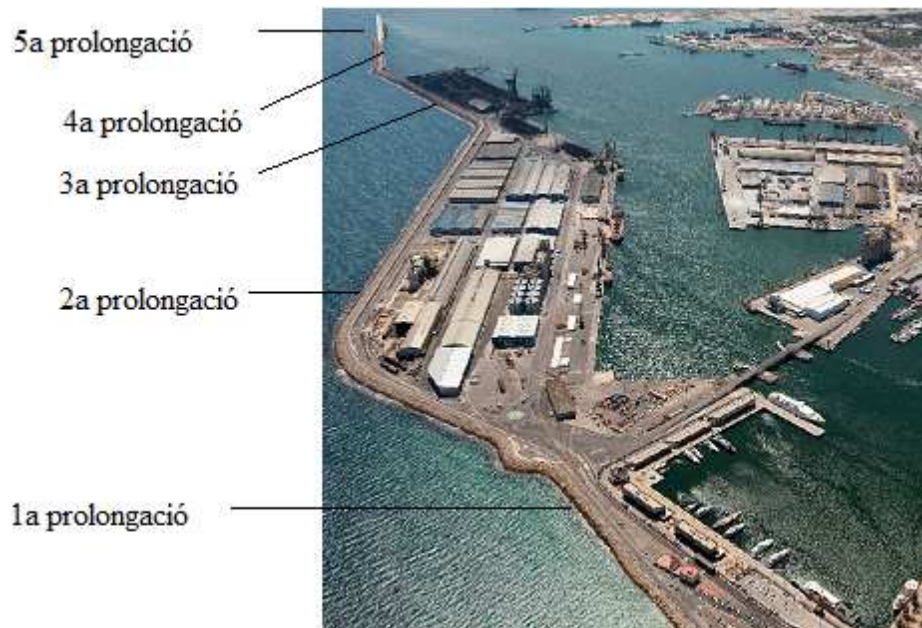
El dic primigeni a l'any 1806

Tarragona volia aprofitar aquell dic amb la intenció d'allargar-lo i a la mateixa vegada construir molls, per a què els vaixells poguessin atracar i les màquines de construcció tinguessin un lloc ferm on trobar-se.

La primera prolongació del dic del llevant va començar el 8 de Juny del 1966 amb la finalitat de que fos el port d'Espanya amb més tràfic. En total hi hagut cinc prolongacions.



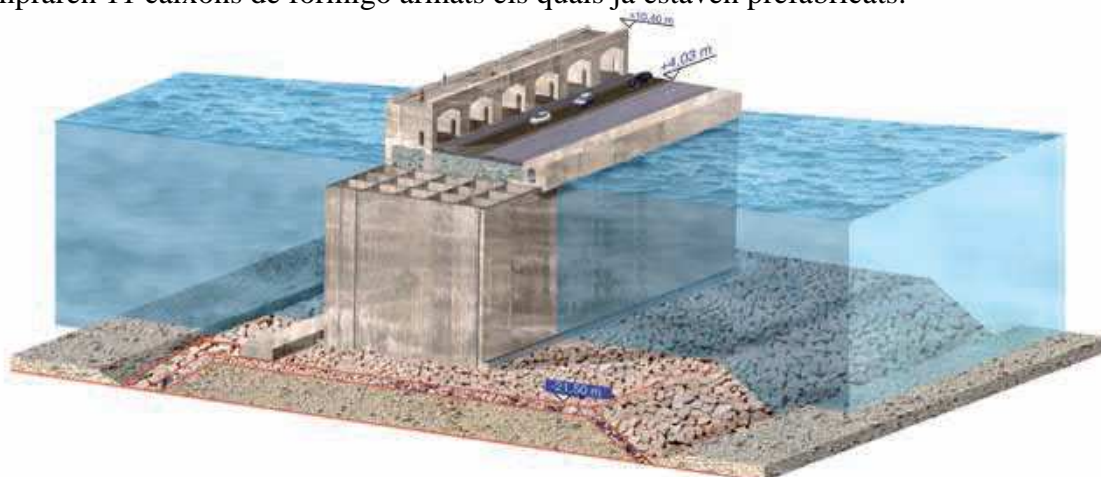
Pla general 1935



Vista aèria

Les prolongacions estan ordenades de la següent manera:

Al 1806 ja existia el dic primigeni, al voltant del 1930 van fer una petita prolongació. Al 1967 començà la segona prolongació amb la idea de realitzar futurs projectes, els quals es realitzarien al 1974, a la tercera etapa. Al 1990 aproximadament es realitzà la penúltima etapa, finalment les construccions acabaren entre 2004 i 2007. Allò que té d'especial aquesta última etapa és que la construcció del dic trencaones ha estat ràpida, ja que empraren 11 caixons de formigó armats els quals ja estaven prefabricats.



Caixó prefabricat.

El lloc aproximat on es ficarien els hipotètics dispositius seria a la part oest del dic.



1r Tram (dic del levant)



2n Tram



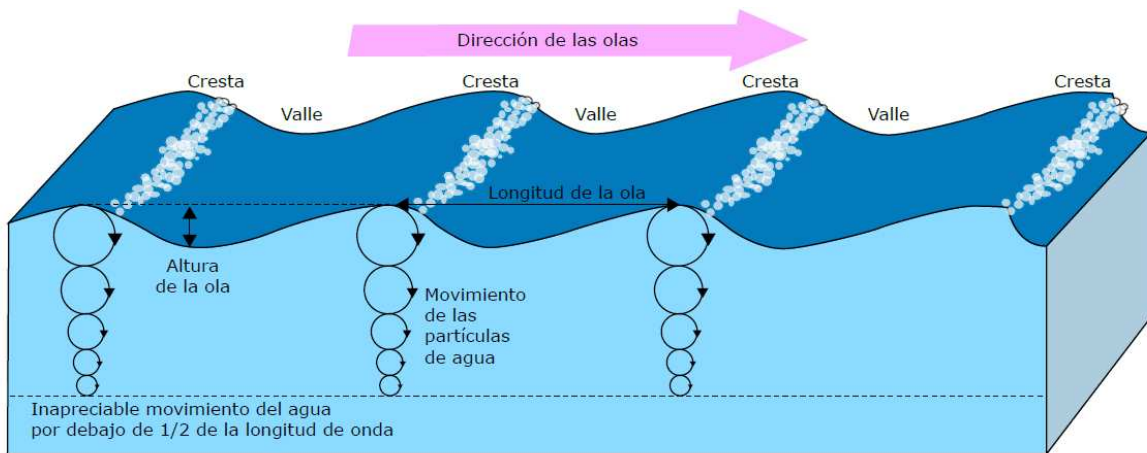
3r Tram (dic trencaones)

LES ONES

Els moviments oscil·latoris periòdics damunt de la superfície de l'aigua són el que entenem com ones. Aquests són originats pel vent, el que és provocat per l'escalfament de l'aire que hi ha damunt de les superfícies marines. La diferència de densitat provoca el desplaçament de l'aire. Quan el vent actua sobre les molècules d'aire, aquestes es posen en contacte amb les de l'aigua originant la fricció. Això dona lloc a la modificació de la superfície marina formant ones capil·lars, la superfície de les ones capil·lars provoca més contacte entre el vent i l'aigua, donant lloc al creixement de l'ona.

També hi ha altres fenòmens naturals que originen les ones, tal com les forces d'atracció gravitacional de la lluna que exerceix sobre les aigües dels mars, les turmentes i els tsunamis.

Paràmetres de les ones



Longitud d'ona $\lambda = \frac{g \cdot T^2}{2 \cdot \pi}$

Període $T = \frac{2 \cdot \pi}{\omega}$

Velocitat translació ona $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{\omega}{k}$ on $k = \frac{2 \cdot \pi}{\lambda}$

Velocitat translació grup d'ones $v = \frac{v}{2} = \frac{g \cdot T}{4 \pi}$

Pes específic aigua $\rho = 1028 \text{ kg} / \text{m}^3$

Alçada ona , distància entre cresta i vall H

$$Energia\ total\ (kJ / m^2) = \frac{\rho \cdot g \cdot H^2}{8}$$

$$P\ (W / m) = \frac{\rho \cdot g \cdot H^2}{8} \cdot C_g = \frac{\rho \cdot g^2 \cdot H^2 \cdot T}{32\pi} \approx 0,98 \cdot H^2 (m) \cdot T(s)$$

L'energia de les ones està relacionada amb l'energia cinètica i l'energia potencial de les partícules.

$$E_{Total} = E_{cinètica} + E_{potencial} = \frac{1}{2} \rho \cdot g \cdot H^2 \cdot \lambda$$

Exemple pràctic

Calcular la potència i l'energia total d'un onatge uniforme (una sola longitud d'ona) de x profunditat amb un període de 6 segons i una ona de 0.5 metres d'alçada.

$$\lambda = \frac{g \cdot T^2}{2\pi} = \frac{9.8 \cdot 6^2}{2\pi} = 56,15\ m$$

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{56,14}{6} = 9,36\ m / s$$

$$v_{grup} = \frac{v}{2} = \frac{9,36}{2} = 4,68\ m / s$$

$$P(W / m) = \frac{\rho g H^2}{8} \cdot v_{grup} = \frac{1028 \cdot 9.8 \cdot 0.5^2}{8} \cdot 3.89 = 1473,1W \cong 1.47\ Kw$$

$$E_T = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot H^2 \cdot \lambda = \frac{1}{2} \cdot 1028 \cdot 0.5^2 \cdot 56,16 = 7215,25\ J \cong 7,22\ KJ$$

Mesura de les ones

Per obtenir-ne dades fiables o aproximades, podem recórrer a:

Observacions instrumentals



Boia mar en dins



Boia prop de la costa

Les dades obtingudes es registren mitjançant dispositius que són ficats en zones geogràfiques concretes, els quals estan sobre estructures flotants o ancorats al fons marí i envien la informació a l'estació receptora situada a la costa. A fi que les dades siguin encertades, la distància entre l'estació i els sensors ha d'estar entre 10 km i 20 km.

Observacions visuals

Es solen realitzar des dels vaixells de ruta on una persona pren nota de l'alçada, el període i la direcció de l'ona dels dos estats de mar: el mar de vent i el mar de fons. L'estat del mar de vent, amb períodes curts, correspon a l'onatge provocat per l'acció contínua del vent i es caracteritza per tindre grans irregularitats. Per altra banda l'estat del mar de fons pren nota de les dades superficials per tindre una idea general del règim de l'onatge.

ENERGIA MARINA

Les tres quartes parts del planeta Terra estan cobertes per aigua en forma de pantans, llacs, rius, mars i oceans. Per què no aprofitem aquesta gran quantitat d'aigua que ens dóna la natura?

Aquests dos últims són uns grans recursos naturals que l'home pot aprofitar per generar energia, especialment l'energia marina. Quan sentim la frase energia marina ens ve al cap l'energia que es pot aprofitar de les marees i de les onades per transformar-les en altres tipus, però no tan sols són aquestes, sinó que encara n'hi ha altres quatre que tenen com a objectiu generar energia elèctrica. A continuació exposem els sis tipus d'energia.

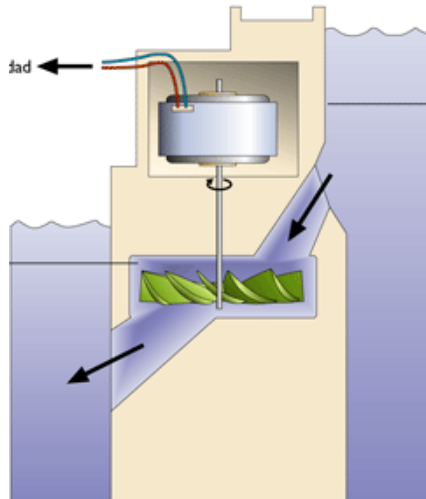
Energia mareomotriu

El seu funcionament es basa en aprofitar l'energia potencial dels desnivells de l'aigua del mar, provocada per les marees, per generar energia elèctrica a causa de l'atracció que exerceix la lluna sobre l'aigua de la superfície terrestre. El seu funcionament és semblant a la d'una central hidroelèctrica, quan la marea puja, l'aigua entra per uns embassaments accionant una turbina-alternador donant lloc a l'energia elèctrica. Quan ja acaba el màxim creixement de la marea, les turbines actuen com a bombes d'aigua provocant un sobreompliment de l'embassament. En baixar la marea l'aigua de l'embassament torna al mar accionant novament una turbina-alternador provocant un altre vegada energia elèctrica, a la baixamar les turbines actuen com a bombes i donant lloc a un sobrebuidatge de l'embassament.

Per a dur a terme aquest procés es requereix que la diferència del nivell del mar entre plenamar i baixamar sigui gran, la fisonomia de la costa ha de permetre la construcció de dics i les turbines han de ser reversibles. Hi ha 9 països que aprofiten aquesta energia.



Central mareomotriu La Rance



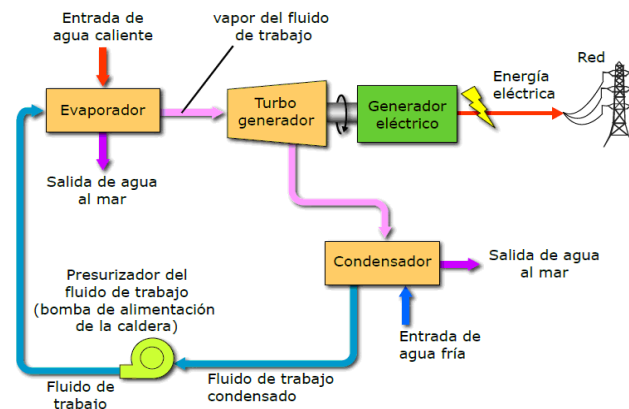
Funcionament central mareomotriu

Energia tèrmica dels oceans (OTEC)

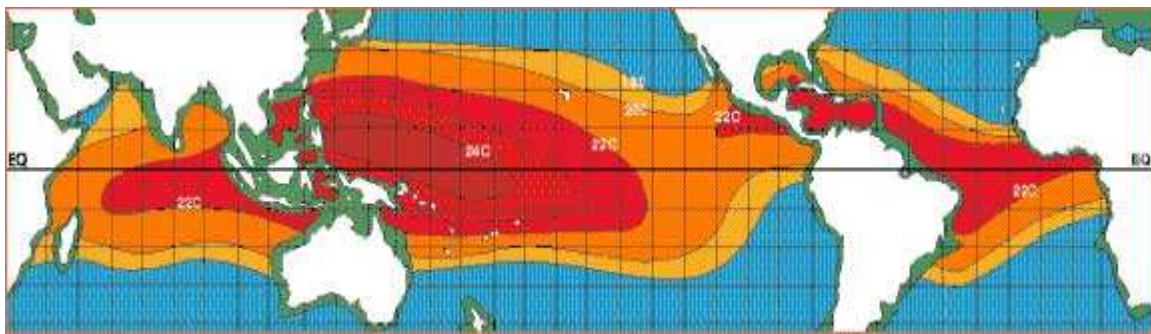
Els oceans són com grans col·lectors capaços d'absorbir la radiació solar i transmetre-la cap a l'aigua augmentant considerablement la seva temperatura. L'aigua de la superfície en trobar-se calenta (22-25°C) fa que sigui menys densa que l'aigua freda (4°C) que es troba al fons, com a conseqüència es crea una diferència de temperatura entre la superfície i el fons marí. Aquesta energia és més aprofitable als tròpics ja que hi ha més quantitat d'energia solar. El funcionament de la hipotètica central OTEC és semblant a una central tèrmica.

En un circuit tancat l'amoniac o Tetrafluoretà en estat líquid passa per uns conductes que hi ha a la superfície i s'evapora, ja que el seu punt d'ebullició és baix (25°C) i es troba a molta pressió, aquest vapor mou una turbina-alternador generant energia elèctrica. Una part del vapor és conduït cap al fons marí, on les temperatures arriben als 4°C. Quan

aquest vapor passa pels conductes on es condensa, a causa de les baixes temperatures, i una bomba dirigeix l'aigua cap a la superfície, repetint una altra vegada el procés.



Esquema central OTEC circuit tancat



Zones oceàniques tèrmiques

Energia eòlica marina

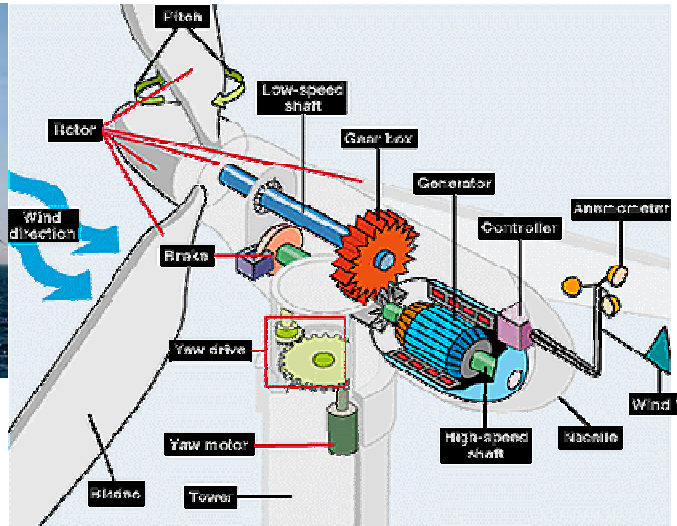
El seu funcionament és semblant als aerogeneradors eòlics terrestres. L'energia eòlica marina aprofita l'energia cinètica dels vents dels mars per moure les hèlixs. El lloc on es fa la transformació de l'energia cinètica de rotació de l'eix en energia elèctrica és la naveta.

Les hèlixs es poden inclinar per aprofitar la densitat del vent i poden regular la seva velocitat en cas que sobrepassi el límit marcat. Això es pot realitzar gràcies a un penell i un anemòmetre. La funció del penell és detectar la direcció del vent per a què les hèlixs ho puguin aprofitar i així fa girar la naveta cap a un senti o altre. En canvi l'anemòmetre detecta la velocitat del vent per si sobrepassa el límit marcat. Tota aquesta informació instantània s'envia a un microprocessador, el qual permet executar les tasques anomenades. L'eix fa girar uns engranatges i amb un sistema multiplicador augmenta les

rpm, després el generador s'encarrega de transformar l'energia mecànica en elèctrica. Aquesta última va cap a un transformador convertint-la en alt voltatge i després va cap a una subestació.



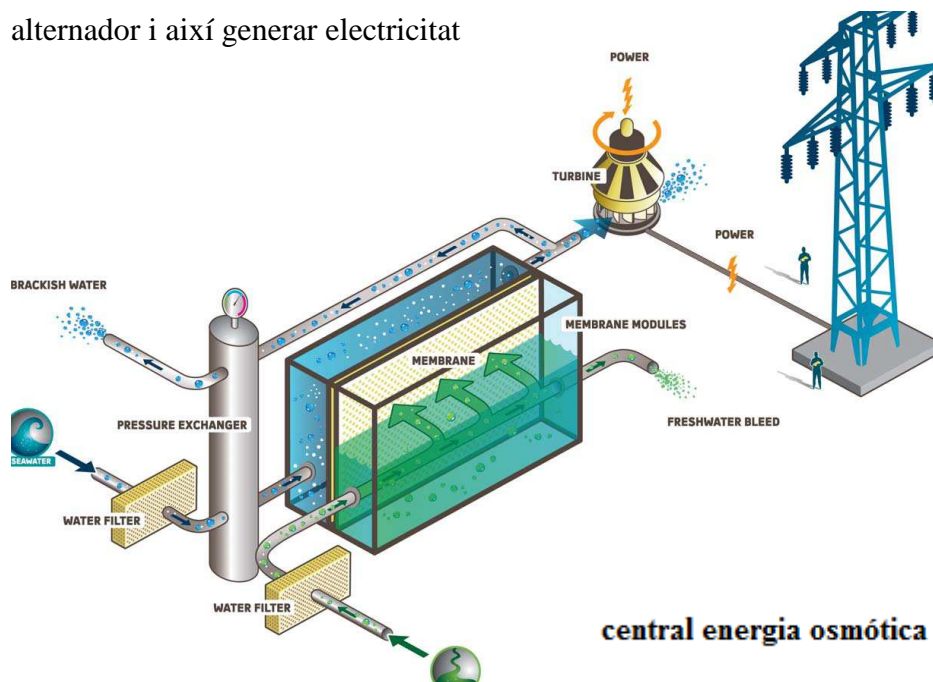
Parc eòlic Marí



Funcionament aerogenerador

Energia osmòtica

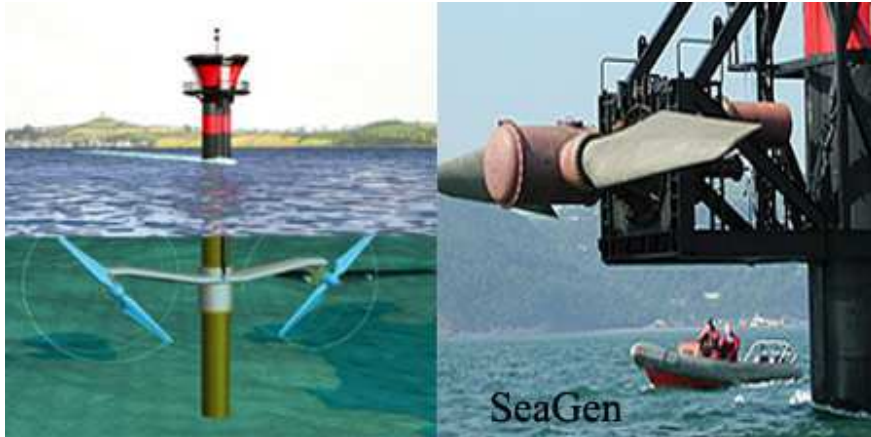
L'obtenció d'aquesta energia és mitjançant un procés d'osmosis. Quan entren en contacte dues solucions aquoses amb diferent concentració, en aquests cas l'aigua del mar i del riu, separades per una membrana semipermeable, dona lloc a l'atracció de les molècules d'aigua dolça cap a les molècules d'aigua salada alliberant molta energia. Com a conseqüència augmenta la pressió de l'aigua que es canalitzada per a moure una turbina-alternador i així generar electricitat



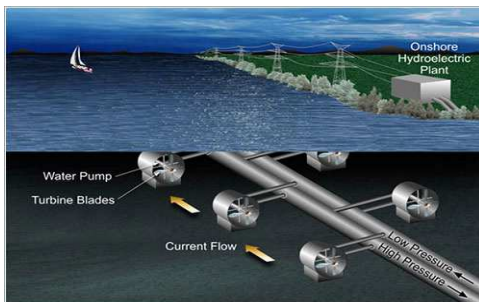
central energia osmòtica noruega

Energia dels corrents marins

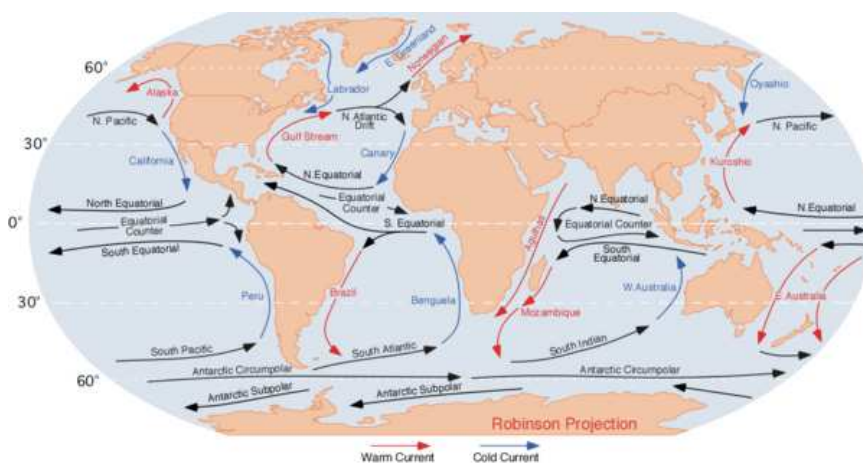
Aprofita l'energia cinètica de l'aigua en llocs on els corrents siguin forts o abundants, per poder moure turbines o pales similars a les dels aerogeneradors, provocant el moviment del rotor d'un aerogenerador. El lloc ideal és on la profunditat sigui considerable per poder aprofitar el potencial d'aquest recurs energètic.



Pala del Nord de Irlanda



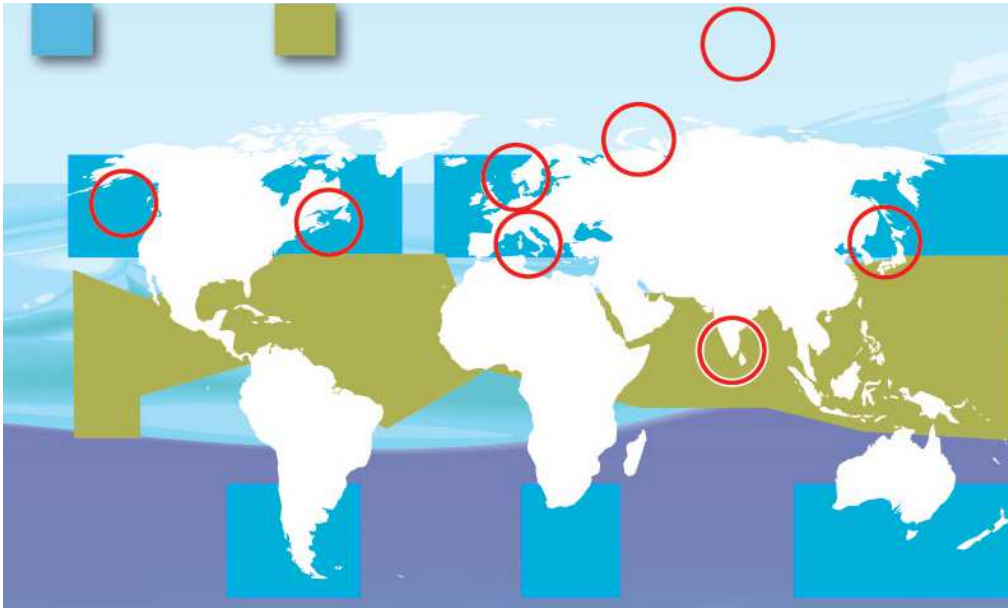
Prototip turbines Escòcia



Mapa de les corrents més importants

ENERGIA DE LES ONES

Durant molt de temps hem pogut comprovar la força bruta del mar i especialment la de les ones, però seria interessant poder aprofitar-la per a fer-ne un bon ús. Per aquesta raó en el següent apartat, exposaré els diferents dissenys de dispositius que són capaços de transformar l'energia de les ones en energia mecànica i conseqüentment en elèctrica.



Color blau: principals llocs d'onatge

Mecanismes onomotrius

Existeixen varis dispositius per extraure energia de les ones, tots tenen la finalitat d'extreure l'energia cinètica o potencial per convertir-la en elèctrica, però el desenvolupament d'aquests es veuen afectats per:

- La irregularitat en l'amplitud, fase i direcció de les ones, dificultant l'obtenció del màxim rendiment del dispositiu.
- Els dispositius han de tenir una estructura molt sòlida, per a suportar els forts onatges o les condicions naturals més extremes.
- Els generadors elèctrics necessiten tenir una freqüència d'excitació més elevada que la freqüència de les ones, per a què puguin funcionar correctament.

La primera classificació dels dispositius per aprofitar l'energia de les ones són:

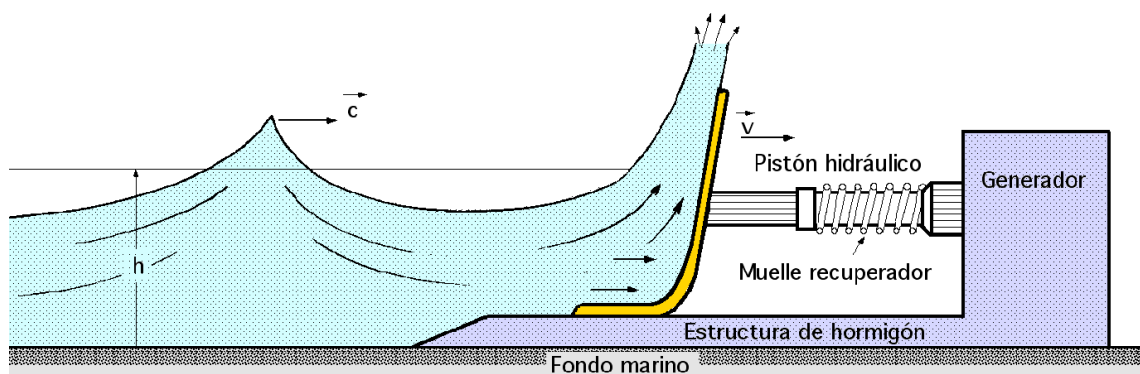
- Convertidors passius, els quals estan units a una estructura fixa a fi que les ones no els puguin moure.
- Convertidors actius, es troben sobre la superfície del mar, poden estar flotant o submergits amb un moviment oscil·latori.

També podem classificar-los segons la seva geometria i orientació respecte al front d'ones que incideixen.

- Terminadors, són dispositius llargs que tenen el seu eix principal paral·lel al front d'ones, absorbint l'energia d'un sol cop.
- Atenuadors, tenen el seu eix principal en direcció perpendicular al front d'ona per extraure l'energia de forma progressiva.
- Absorbidors puntuals, dispositius de petites dimensions respecte a la longitud d'ona incident, els quals només absorbeixen l'energia de les ones que envolten la seva àrea.
- Si es troben a prop o lluny de la costa i per la seva capacitat d'extracció de l'energia.

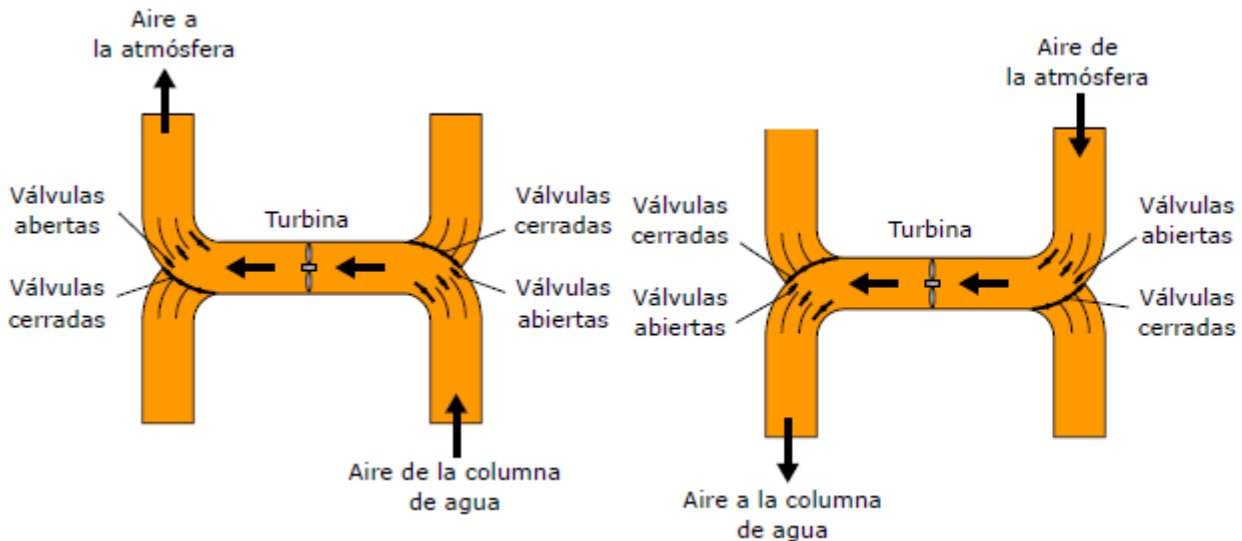
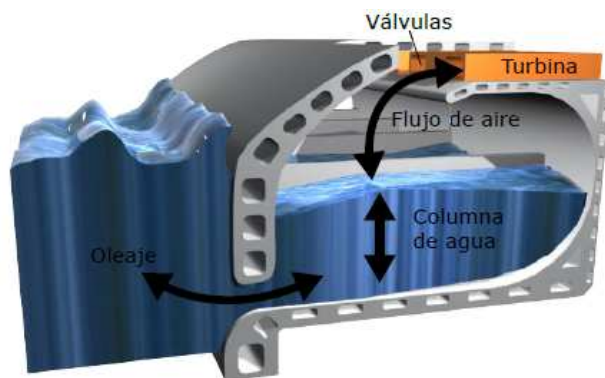
Empeny de l'ona

En aigües poc profundes la velocitat de les ones no varia amb la profunditat, sempre i quan, el vall de l'ona no xoqui abans d'arribar a l'obstacle marcat. L'energia de les ones es pot absorbir mitjançant uns obstacles que al rebre la força de les ones comprimeix un pistó.



Variació de la pressió sota la superfície d'ona (OWC)

Pertany al sistema de columna d'aigua oscil·lant. Consisteix en una cambra oberta al mar, que tanca un volum d'aire que es comprimit i expandit per l'oscil·lació de l'aigua produïda per l'onatge. Aquest aire acciona una turbina bidireccional, que està unida a un alternador per poder transformar l'energia de rotació en elèctrica. Una altra forma és utilitzar una turbina convencional i per mitjà d'un sistema de vàlvules unidireccionals aconseguim el seu moviment de rotació que després serà transformat en energia elèctrica.

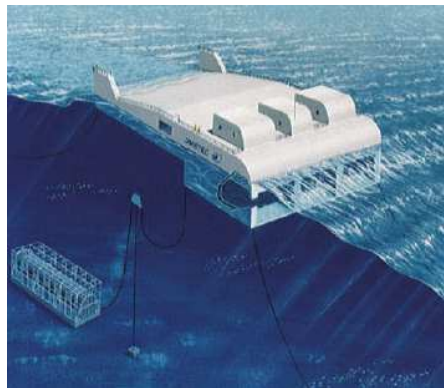


Força pressió

Força de succió

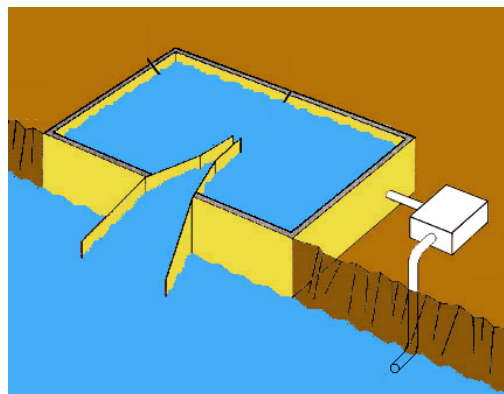
Un altre mecanisme OWC lluny de la costa és Mighty Whale, aquest sistema està ancorat en el fons del mar oposat a la direcció predominant de les ones. Té tres cambres, que

converteixen l'energia de les ones en energia elèctrica. Les ones empenyen un flux d'aire sobre les tres turbines, provocant la seva rotació.



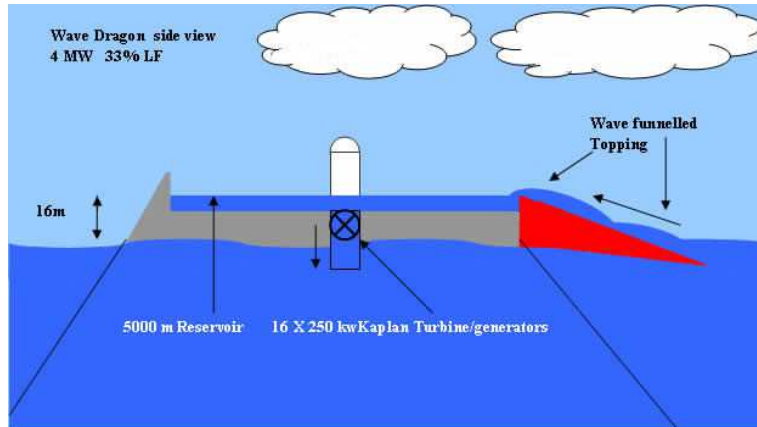
Tapchan

Les ones incideixen perpendicularment sobre el penya-segat, impulsant aigua a través d'un canal en forma d'embut fins arribar a una determinada alçada, formant un embassament. L'aigua surt per un conducte empenyent les turbines-alternadors donant lloc a l'energia elèctrica.



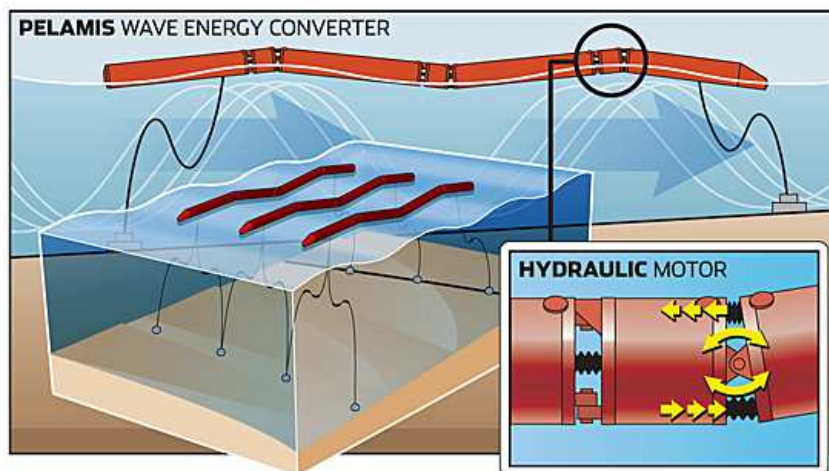
Wave dragon

Una barrera ajuda a la captació de les ones que sobrepassin un cert nivell i emmagatzema l'aigua en un dipòsit que s'ha de trobar a més de 10 m, per a què l'energia potencial sigui més considerable. Aquesta aigua passa per unes turbines i l'energia potencial es converteix en energia elèctrica.



Pelamis

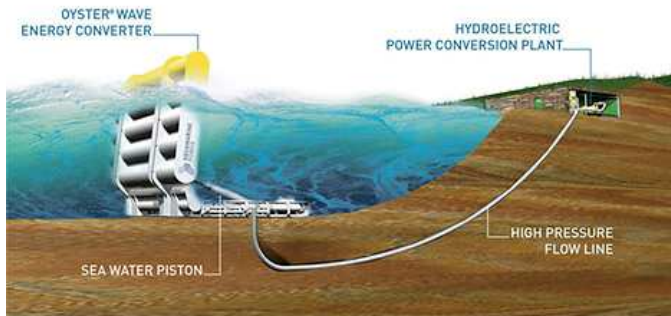
Aprofita l'energia de l'oscil·lació vertical de les ones mitjançant unes estructures cilíndriques, una mica submergides, que s'eleva i descendeixen, activant un sistema hidràulic interior que bombeja oli a alta pressió a través d'un sistema de motors hidràulics. Aquests estan acoblats a un generador elèctric per produir energia elèctrica.



Oyster Wave

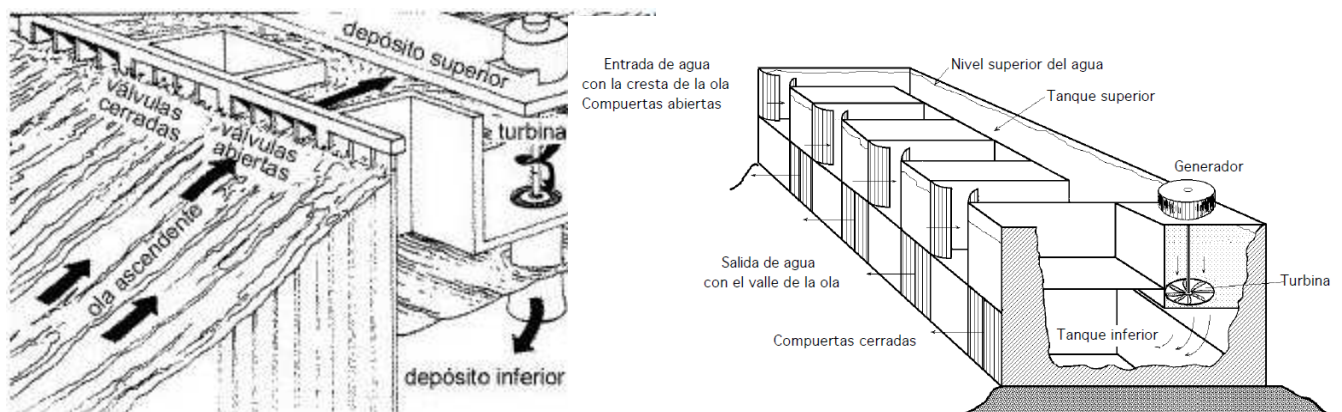
Es tractava d'una estructura formada per una frontissa flotant, unida a uns pistons hidràulics, que formen la base del dispositiu. Aquesta estructura es troba en posició vertical i queda sotmesa als continus impactes de les ones. La força de l'ona mou la frontissa i aquesta mou els dos pistons adaptats a ella. Els pistons envien aigua de mar a una elevada pressió mitjançant unes canonades fins a una central de transformació, on es transforma en energia elèctrica. Això s'aconsegueix amb la combinació d'acumuladors

hidràulics, una vàlvula d'agulla ajustable, un volant d'inèrcia al tren de potència mecànica i la rectificació i inversió de la producció elèctrica. Després l'aigua tornar al mar per una altra canonada.



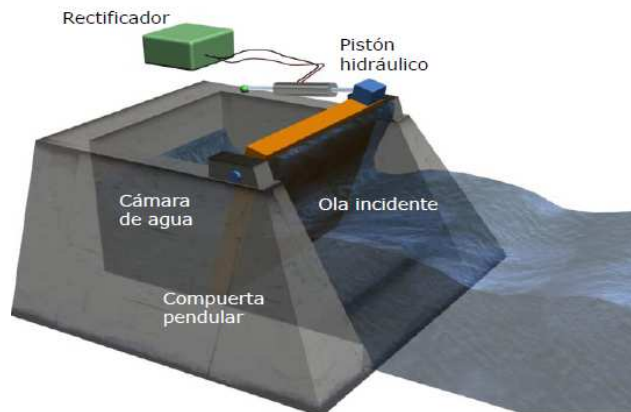
Rectificador Rusell

Aquest dispositiu està format per mòduls, cadascun constituït per dos tancs situats a altures diferents. Les crestes de l'ona penetren al tanc superior, després aquestes passen per una turbina situada entre el tanc superior i inferior, la qual és accionada per la diferència d'alçada (energia potencial), al final del procés l'aigua torna altre cop al mar. L'entrada i sortida de l'aigua s'aconsegueix gràcies a unes vàlvules unidireccionals. Quan el nivell de l'aigua és superior al nivell del tanc superior pot entrar i quan el nivell de l'ona passa per sota del nivell inferior pot sortir.



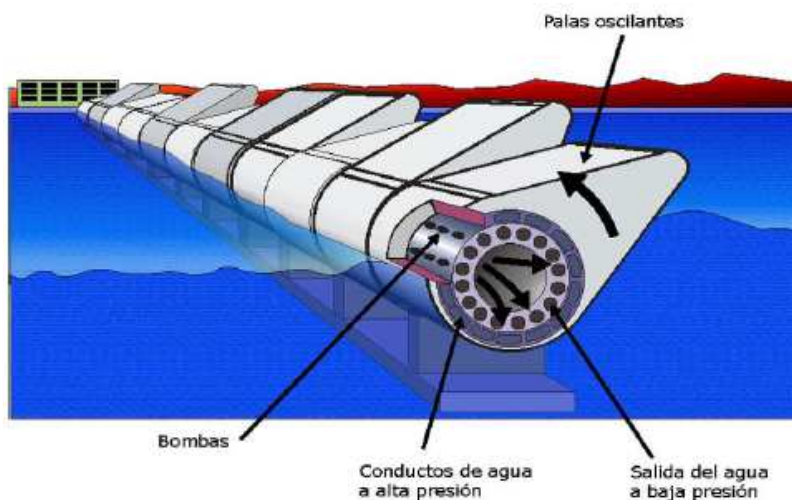
Mecanisme pendular

És una estructura de formigó, la longitud de la qual és la quarta part de la longitud d'ona més persistent al llarg d'un any. Les ones empenyen la porta quan entren, aquesta oscil·la accionant un cilindre hidràulic que comprimeix i aspira un fluid. L'energia cinètica del fluid passa per una turbina per transformar-la en energia elèctrica.



Ànec Salter

Dispositiu actiu i totalitzador, transformant l'energia cinètica i potencial en energia mecànica. Les ones transfereixen la seva energia a l'aparell gràcies al progressiu moviment cabotejant i oscil·lant. L'energia mecànica s'aconsegueix mitjançant unes peces que giren al voltant d'un punt que no és el seu centre, transformant el moviment circular en rectilini (lleves). En el dispositiu la superfície externa és la part mòbil, la qual caboteja i oscil·la impulsada per les ones. Mentre la part interna es troba fixa ja que està ancorada al fons marí o utilitzant un giroscopi.



AVANTATGES I DESAVANTATGES

Dels sistemes de producció d'energia onamotrius s'observen els següents avantatges:

- Les ones poden desplaçar-se durant llargues distàncies sense, amb prou feines, dissipar energia
- És renovable, neta, no contaminant i no produeix gasos d'efecte hivernacle o d'altres residus
- Redueix la dependència que tenim de la crema de combustibles fòssils.
- Pot reduir l'impacte de les ones en zones portuàries oferint-los major resistència.
- Una vegada que s'ha construït, l'energia és gratuïta, ja que prové de l'energia de l'oceà, no necessita combustible i produeix electricitat de forma fiable.
- Alguns dispositius permeten l'ús de generadors síncrons, que ajudarien a controlar la potència reactiva de la xarxa
- Utilitza l'aigua com a font, aquesta és abundant i no té un cost per generar energia.

No obstant, presenten els següents desavantatges:

- Aquest recurs no és gaire competitiu econòmicament amb altres fonts d'energia renovable. Al trobar-se els dispositius allunyats de la costa tenen uns costos d'instal·lació i manteniment alts. La construcció de l'estació de transformació també és alta.
- Els dispositius han de suportar l'impacte continu de les ones i han d'estar preparats per a qualsevol condició natural adversa tal com les fortes tempestes.
- Per a la fabricació dels dispositius s'ha de tenir en compte el tipus del material ja que l'aigua salada pot tindre un efecte corrosiu sobre aquests.
- El disseny d'aquests aparells pot resultar molt complex ja que pot funcionar a escala experimental, però pot deixar de ser útil a escala real.
- És difícil aconseguir el màxim rendiment en tot moment a causa de la irregularitat de l'amplitud, la fase i la direcció de l'ona.
- L'aprofitament de l'energia de les ones pot tenir un impacte ambiental associat, com és l'alteració del clima marítim, l'emissió de soroll, l'impacte visual i estructural sobre el paisatge i els efectes negatius sobre la fauna i la flora, etc.

CREACIÓ SATURN

Com que no vaig poder construir una maqueta, he intentat dissenyar un sistema que captés energia, tant de les ones com del sol o del vent. El seu nom es refereix a què té un anell molt gran, igual que l'anell de saturn. A continuació explicaré les seves parts, un petit esquema de funcionament, els respectius dibuixos indicant les seves parts, el funcionament del dispositiu i la ubicació sobre un mapa.

Parts Saturn

- 1.- **Cambra d'aire**, ajuda a mantenir a flotació el dispositiu.
- 2.- **Boia o anell d'aire**, manté en equilibri el sistema Saturn, evitant que bolqui per l'acció del vent i permet la flotació d'aquest.
- 3.- **Estructura de la semiesfera**, combinació amb fibra de vidre, alumini i acer d'ús naval.
- 4.- **Càpsula interior**, lloc on es crea i produeix la pressió de l'aire, mitjançant les ones i la concentració de l'aire, el qual passarà a la cambra d'aire
- 5.- **Sistema d'orientació** format per un motor i una corona dentada, el quals permeten la rotació del sistema, en funció de la direcció del vent.
- 6.- **“Porta” d'entrada d'ones**, l'espai d'entrada equivalent 1/3 del perímetre del saturn.
- 7.- **Cables d'ancoratge**, ajuden a mantenir ancorat al dispositiu amb els blocs de formigó (anomenats morts) que es troben en el fons del mar.
- 8.- **Morts**, situats en el fons del mar, la massa de cada un d'aquests en el fons del mar és 158976 Kg aproximadament, la qual ha estat calculada mitjançant les següents operacions.

El volum bloc és de 3x3x3 metres de longitud, és a dir, 27 m³ de formigó, la densitat del qual és de 2500 Kg/m³

Per a l'obtenció de la seva massa multipliquem $27 \text{ m}^3 \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 67500 \text{ Kg}$ per cada unitat. Com que sistema està ancorat a quatre blocs de formigó multipliquem $67500 \text{ Kg} \times 4 = 270000 \text{ Kg}$ que equivalen a 270 tones de massa real.

Densitat de formigó armat és de 2500 Kg./m^3 i la densitat d'aigua de mar és de 1028 Kg./m^3 si traiem la diferència de densitat entre el formigó i en el fons del mar seria :
 $2500 \text{ Kg/m}^3 - 1028 \text{ Kg./m}^3 = 1472 \text{ Kg/m}^3$.

Massa en el fons del mar: $1472 \text{ kg/m}^3 \times 27 \text{ m}^3 = 39744 \text{ Kg/unitat}$, $39744 \text{ Kg/unitat} \times 4$ unitats = 158976 Kg . Com que es troben submergides el seu pes és més inferior ja que a la superfície és més gran. La força d'aquesta massa ajudaria a sostenir el dispositiu.

9.- **Aerogeneradors verticals**, l'energia cinètica que serà transformada en energia elèctrica, serviria per incrementar el rendiment del dispositiu.

10.- **Anemòmetre**, ens indica la velocitat del vent en m/s o Km./h per evitar excés de velocitat en els aerogeneradors verticals.

11.- **Penell**, és el primer en assabentar-se del canvi de la direcció del vent i es fica perpendicularment a la direcció del vent. Aquesta provoca la rotació del dispositiu.

12.- **Sistema de control saturn**, un cop en funcionament, queda totalment automatitzat amb sistemes de control format per microprocessadors. Aquests gestionen la informació que subministren el penell i l'anemòmetre col·locats damunt de la semiesfera per orientar l'entrada de les ones i dels aerogeneradors verticals, per a què la generació d'energia intenti ser el màxim possible. Tota la informació sobre l'estat del sistema saturn es podria enviar a un servidor central, de la mateixa manera que ho fan les boies del mar.

13.- **Sistema matriu del saturn** on estan instal·lats:

a.- eixos dels aerogeneradors verticals, eix de la turbina wells, sistema multiplicador i generadors síncrons.

b.- entrada d'accés als mecanismes de generació elèctrica i al sistema de control del saturn.

14.- **Estructura d'ancoratges** dels aerogeneradors verticals.

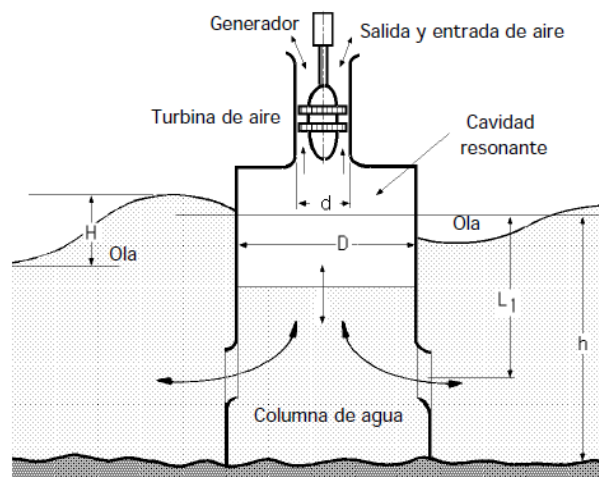
15.- **Coll d'entrada i escapament** de l'aire a pressió.

16.- **Turbina Wells** element principal del sistema saturn que s'encarrega de produir l'energia elèctrica gràcies a la pressió de l'aire, la qual és bidireccional.

17.- **Làmines solars fotovoltaïques** instal·lades sobre els cristalls de la part esfèrica superior del dispositiu. L'energia produïda per les làmines fotovoltaïques hauria de ser aprofitada al màxim per subministrar energia al motor elèctric i els dispositius electrònics.

18.- **Panells xapa d'alumini i fibra de vidre** instal·lats en la part superior de l'esfera, elements que permeten tindre accés a l'interior del sistema de control i al sistema de generació elèctrica

Petit croquis de funcionament



Aquest mecanisme està format per dos volums: una semiesfera i un cilindre. A més a més del volum del coll.

Semiesfera: radi = 5 m *Coll:* radi = 0.75 m

Cilindre: radi = 5 m // Alçada = 2 metres

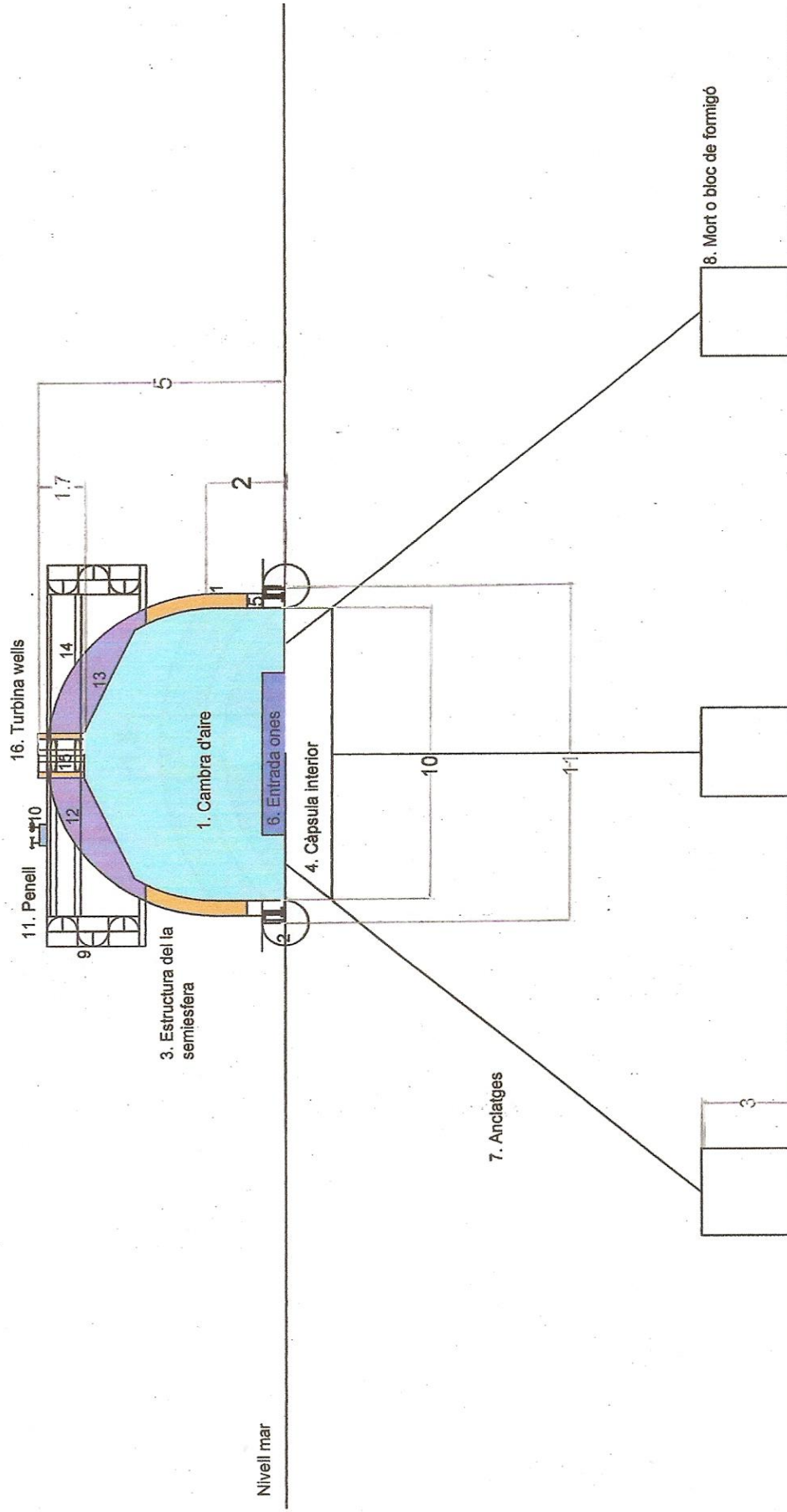
$$V_s = \frac{V_E}{2} = \frac{4 \cdot \pi \cdot r^3}{6} = \frac{4 \cdot \pi \cdot 5^3}{6} = 261.8 \text{ m}^3$$

$$V_C = \pi \cdot r^2 \cdot h = \pi \cdot 5^2 \cdot 2 = 157.08 \text{ m}^3$$

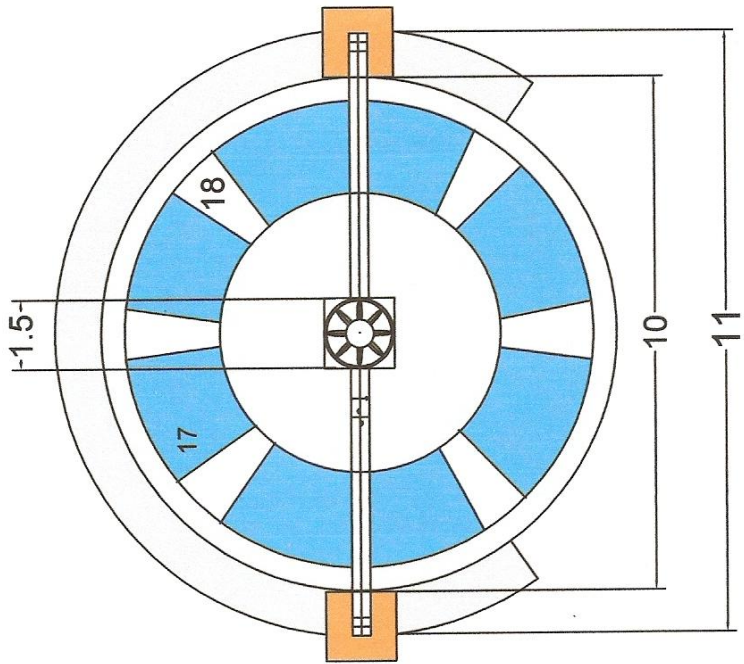
$$V_T = V_s + V_C = 418,88 \text{ m}^3 \cong 400.88 \text{ m}^3$$

$$V_{coll} = \pi \cdot r^2 \cdot h = \pi \cdot 0.75^2 \cdot 2 = 3.53 \text{ m}^3$$

VISTA ALÇAT SATURN



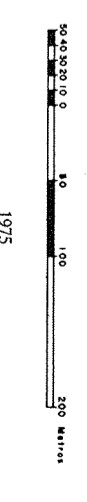
VISTA PLANTA SATURN





PUERTO DE TARRAGONA

Escala 1:5,000



1955

Llegenda plànol

- Dos branços.
- Branc nº1 = 16 dispositius
- Branc nº2 = 15 dispositius.
- 3 estacions de transformacions (ET).
- ET nº1 = 1 a 10
- ET nº 2 = 11 a 20
- ET nº 2 = 21 a 31
- Distància total branc 3100m
- Distància entre branços 100m
- Distància entre dispositius sobre els branços 200m

Càlculs

En el nostre cas, es tracta de determinar la velocitat amb la que passa el vent per la turbina, a resultes de que disminueix la secció de sortida de l'aire, al seu pas per la turbina, en referència a la velocitat de l'aire a l'entrada a la cambra per la part de sota.

Secció a l'entrada inferior de la cambra.

$$S_1 = \Pi \cdot (D_1)^2 / 4 = 78,54 \text{ m}^2$$

Diàmetre de l'entrada, D_1 : 10 m

Secció a la sortida de la cambra.

En aquest cas ens trobem a la zona on està instal·lada la turbina.

$$S_2 = \Pi \cdot (D_2)^2 / 4 = 1,76 \text{ m}^2$$

Diàmetre de la sortida, D_2 : 1,5 m

Velocitat d'entrada de l'aire per la part inferior

El moviment de l'ona empeny una columna d'aire a l'interior de la cambra, en un temps igual al del desplaçament de l'ona, que depèn de l'alçada de l'ona i de la secció de l'entrada, S_1 .

Prenent, de l'exemple de l'inici del treball, un temps de 6 segons i una alçada de 0,5 m, considerant aquesta alçada de l'ona, com la longitud de la columna d'aire, obtenim la velocitat d'entrada de l'aire:

$$v_1 = L_1 / t = 0,5 / 6 = 0,08 \text{ m/s}$$

Longitud de la columna d'aire, L_1 : 0,5 m

Volum d'aire que passa per la cambra

Tal com hem expressat abans, la cambra disposa d'una obertura inferior de 10 metres de diàmetre, i una superior, on es disposa la turbina, de 1,5 metres de diàmetre.

El mateix volum V d'aire que entra per la part inferior és el que surt per la part superior, a una velocitat superior, ja que passa per una secció menor en el mateix temps.

$$V = S_1 \cdot L_1 = S_2 \cdot L_2$$

A partir d'aquí, determinem la longitud de la columna d'aire de sortida:

$$L_2 = S_1 \cdot L_1 / S_2 = 22,31 \text{ m}$$

La velocitat de sortida de l'aire serà:

$$v_2 = L_2 / t = 3,71 \text{ m/s}$$

FUNCIONAMENT DEL SISTEMA SATURN

El sistema de Saturn es basa en la pressió que exerceix l'ona sobre l'aire. La planta té 31 mòduls flotants, en arribar al saturn, l'ona pressiona l'aire que es troba a l'interior de la cambra i ascendeix cap a l'exterior passant per les turbines.

En l'hipotètic cas que la velocitat obtinguda de l'aire en passar per la turbina, determinés que una velocitat mínima de rotació sigui 25 rpm, aquesta velocitat podria ser augmentada mitjançant un sistema multiplicador d'engranatges per aconseguir 300 i 500 rpm, el qual al seu torn té connexió directa amb un transformador d'energia mecànica de rotació en energia elèctrica, donant com a resultat una potència de 100 a 150 KW per unitat del dispositiu. L'energia elèctrica seria evacuada via submarina a una ET (estació de transformació) que tindria una connexió a la xarxa elèctrica d'alta tensió. Suposant que siguin útils 6 hores en un dia, obtindríem una energia (*KWh*) aproximada de:

$$100 \text{ KW} \cdot 6\text{h} = 600 \text{ KWh} \text{ i } 150 \text{ KW} \cdot 6 \text{ hores} = 900 \text{ KWh}$$

Segons les estadístiques sobre velocitat del vent, la mitjana anual a Tarragona, a nivell de mar és de 4 a 6 m/s, velocitat suficient per poder generar energia elèctrica en un sistema òptim. Aquest també podria donar una part de la seva energia a la rotació del sistema i com hem dit abans, al dispositiu.

Els mecanismes i elements que donen tota l'acció i informació pel seu correcte funcionament estan connectats a la central de control existent en la part superior del mecanisme .

S'ha de dir que la informació anual de la velocitat del vent, l'alçada de les ones i els períodes s'han extret de les dades històriques en la pàgina www.puertos.es



Aspectes a tenir en compte

El cost de la instal·lació dependrà del tipus de infraestructura marina i el cost de fabricació del sistema, en aquest cas com l'anomenada infraestructura ja existeix, no caldria construir-la. Per aquesta raó ens haurem de fixar en el cost de fabricació de cada dispositiu, ja que això comportarà una gran inversió. Si es requereix 300.000 €/unitat com que hi ha 31 unitats, la inversió seria de $300.000 \text{ €/unitat} \cdot 31 \text{ unitats} = 9.300.000 \text{ €} = 9.3 \text{ M€}$.

Ara bé, per gveure si és rendible hauríem de calcular l'energia generada anualment i el cost d'aquesta.

Energia anual per unitat

$$600\text{KWh} \cdot 365\text{dies} = 219000 \text{ KWh} = 219 \text{ MWh}$$

$$900\text{KWh} \cdot 365 \text{ dies} = 328500 \text{ KWh} = 328.5 \text{ MWh}$$

Energia total anual i mitjana anual

$$219 \text{ MWh} \cdot 31 \text{ unitats} = 6789 \text{ MWh} = 6789000 \text{ KWh}$$

$$328.5 \text{ MWh} \cdot 31 \text{ unitats} = 10183.5 \text{ MWh} = 10183500 \text{ KWh}$$

$$M_{E.A.} = \frac{6789000 + 10183500}{2} = 8486250 \text{ KWh} = 8.48625 \text{ GWh}$$

Energia mitjana anual : 8.48625 GWh

Cost anual (0.142319€/KWh)

$$6789000 \text{ KWh} \cdot 0.142319 \text{ €/KWh} = 966203.691\text{€} + 18\% \text{ IVA} = 173916.664 \text{ €}$$

$$10183500 \text{ KWh} \cdot 0.142319 \text{ €/KWh} = 1449305.537\text{€} + 18\% \text{ IVA} = 260874.9966 \text{ €}$$

$$\text{Cost anual mitjà} : 8486250 \text{ KWh} \cdot 0.142319\text{€/KWh} = 120775.614\text{€} + 18\% \text{ IVA} = 1425150.444 \text{ €} = 1.425150444 \text{ M€}$$

Benefici anual mitjà

D'aquests diners guanyats, el 60% aproximadament seria benefici propi i l'altre 40% aniria cap al manteniment, el personal, la reparació... Agafarem doncs el cost anual mitjà:

60 % de 1.425150444 M€ = 0.855090266 M€

40% 1.425150444 M€ = 0.086958332 M€

Per saber en quant de temps trigarem a recuperar la inversió feta, només cal que dividim la inversió entre el benefici propi.

$$T = \frac{9.300000}{0.855090266} = 10,8 \text{ anys}$$

Valoració

Després de realitzar els càlculs de l'energia obtinguda en el Saturn i mitjançant unes proporcions obtenim que per 1000KWh d'energia pot a bastir a 1 família, llavors per 16,972GWh podria abastir a 1697200 famílies aconseguint la no emissió de 1697200 t de CO₂, i tanmateix la reducció de la tala de 1425648 tones d'arbres.

1000kwh- 1Família

1000kwh- 1t CO₂

1000kw -84 t fusta

TREBALL DE CAMP

Un dubte que tenia era que si una ona xoca contra un volum, l'alçada d'aquesta al penetrar-hi hauria de ser més petita. Per tant vaig experimentar amb un tub de PVC, com es pot veure en les imatges de sota.

A partir d'aquí vaig realitzar uns càlculs per entrar en matèria, que tot i que puguin ser erronis, es presenten a continuació.

El tub emprat té una alçada de 60 cm, vam enfonsar-lo uns 30 cm aproximadament al nivell del mar. Per aconseguir que es mantingués ferm, el van acoblar un nivell mitjançant un serjant més l'aplicació de la nostra força per evitar que bolqués, ja que les ones portaven prou força. També vaig intentar calcular la velocitat amb què pujava l'aigua ja que coneixia l'espai i el temps també ajudat per un cronòmetre.

Per calcular el temps he fet la mitjana aritmètica.

$$M_t = \frac{0.66 + 0.59 + 0.65 + 0.68 + 0.62 + 0.66 + 0.69}{7} = 0,65 \text{ s}$$

Com que l'espai no era molt variable, la seva mesura és de 0.3 m. Llavors la velocitat serà:

$$M_t = \frac{0.66 + 0.59 + 0.65 + 0.68 + 0.62 + 0.66 + 0.69}{7} = 0,65 \text{ s}$$

$$v = \frac{e}{t} = \frac{0.3}{0.65} = 0,46 \text{ m/s}$$

Aquesta pràctica em serviria per a determinar l'alçada del dispositiu, ja que quan l'aigua xoca hi ha un sobrecompliment del volum.



Calcular la pressió.



En aquest cas no vaig poder calcular la pressió pràcticament, llavors vaig cercar un altre camí fent-ho matemàticament. Però en cap dels dos casos pogué resoldre el dubte en qüestió.

La idea inicial era acoblar el manòmetre a la tapa d'una olla, després aquesta hauria d'acoblar-se al tub de PVC.

Al primer cas el diàmetre del tub PVC era molt més gran que la tapa. En el segon cas existeix un error en la resolució del problema o la no comprensió del problema plantejat.

Suposant que la velocitat de pujada de l'ona és igual a la que té el vent.

$$S = \pi \cdot r^2 \quad \text{on} \quad r = 0.015 \quad L = 0.3 \text{ m} \quad d = 1.293 \quad v = 0.46 \text{ m/s}$$

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot S \cdot L \cdot d \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot 0.015^2 \cdot 0.3 \cdot 1.293 \cdot 0.46^2 = 2.92 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$

Si $E_c = W$ (sense tenir en compte el fregament)

$$P_{ext} = \frac{W}{\Delta V} = \frac{2.92 \cdot 10^{-5}}{\pi \cdot 0.015^2 \cdot 0.3} = 0,13 \text{ Pa}$$

Com podem veure, el resultat de la pressió no arriba ni tan sols a 101300 Pa (1 atmosfera), això em fa veure que el problema està mal plantejat.

CONCLUSIÓ

Després d'haver realitzat aquest treball, he après la importància de recercar energies alternatives per no dependre de les convencionals, d'aquesta manera ajudaríem al medi ambient. També m'he sorprès per la gran quantitat de sistemes d'aprofitament d'energia onamotriu, però amb l'inconvenient que no tots garanteixen un producció d'energia elevada. Per aquest motiu s'hauria d'investigar més com poder millorar el rendiment dels aparells ja existents.

A aquesta energia, avui dia, li queda molt camí per fer front a les energies convencionals, tals com la tèrmica, hidroelèctrica, nuclear, i fins i tot les conegudes energies renovables com la solar o la eòlica. Aquest fet és degut a què existeix una irregularitat en la distribució de producció de l'esmentada energia i per les irregularitats dels llocs geogràfics.

D'altra banda, és possible que per la meua inexperiència i limitació acadèmica no vaig poder realitzar amb èxit alguns aspectes com :

- L'energia aportada pel mecanisme Saturn, per resoldre aquesta incògnita vaig adoptar els valors de prototips existents en experimentació, per tenir una idea aproximada de l'energia produïda. D'aquesta manera vaig deixar de banda alguns càlculs erronis, perquè si donava como a cert que l'energia subministrada per l'aire al seu pas per la turbina, amb l'energia eòlica, fent servir l'expressió $E = \frac{1}{2} \cdot S_2 \cdot L_2 \cdot d \cdot v_2^2$, obtenia una energia massa petita. Aquesta energia la utilitzaria per calcular la pressió que hi ha dintre de Saturn.
- Relació entre pressió i rpm d'una turbina, pretenia obtenir una fórmula on el segon paràmetre estigués en funció de l'altre. Per la pressió hauria d'utilitzar la llei dels gasos ideals i no la fórmula que he emprat al treball, però encara així no aconseguiria trobar la relació.
- El procés de fabricació del dispositiu saturn, coneixent les característiques dels materials que s'haurien d'utilitzar, perquè puguin suportar els impactes ambientals. A més a més , com hauria estat l'estructura interior del saturn, no s'ha d'oblidar que cada dispositiu saturn és com una petita planta energètica.

- Donar a conèixer la part elèctrica, és a dir, com és el procés exacte de transformació de l'energia i els factors que intervenen, també com hauria estat la connexió a la xarxa elèctrica. Això juntament amb els càlculs de l'energia produïda, servien per determinar si el sistema és eficient o no i si resultaria rendible per desenvolupar-lo a l'espigó, tenint en comte la inversió i els guanys que implicaria aquesta construcció.
- Les parts internes i la seva distribució mitjançant dibuixos en tres dimensions, ja que només he donat a conèixer una vista general de la petita planta.
- Finalment crear una maqueta a escala que sigui capaç de transformar l'energia onamotriu en energia elèctrica, la qual representaria tot el treball de recerca realitzat.

Durant la realització del treball, he anat trobant adversitats, però, a poc a poc les he pogut resoldre. No obstant això, aquestes últimes “dificultats” anomenades, són les que em donen raons per seguir investigant en el tema i no deixar-ho de banda, a fi de poder portar-lo a la realitat, sempre que sigui convenient.

AGRAÏMENTS

Aquest treball s'ha pogut realitzar gràcies a:

El tutor del treball de recerca, a través d'ell he pogut tractar d'aquest tema, ja que ell em va donar una idea i jo he hagut de desenvolupar-la. També estic molt agraït pels seus continus ànims, consells, motivacions i sobretot per la seva atenció en qualsevol moment i perquè en cap moment ha perdut la confiança en mi durant la realització d'aquest treball. Amb ell vaig aprendre que els treballs són per divertir-se i no per deprimir-se.

Al meu pare per ajudar-me a fer una pràctica a la platja, per ensenyar-me a veure més enllà i no conformar-me amb el que sé o el que faig.

Al personal que treballa a l'arxiu del port de Tarragona, per la seva atenció i la facilitació de mapes i fotografies de l'espigó.

Al professor de matemàtiques, ell em va comentar que a un programa *Espai terra* va sortir una empresa catalana en recerca de l'energia onamotriu, un cop vist el programa a TV3 vaig poder posar-me en contacte amb l'enginyer Xavi Tous mitjançant la seva pagina web.

Al mateix Xavi Tous, per la seva col·laboració, per intentar resoldre els meus dubtes sobre l'energia onamotriu i facilitar-me informació sobre el seu prototip i dades tècniques per poder realitzar el càlculs energètics.

Al professor de física que en una tarda em va fer adonar que les dades sobre el paper semblen molt factibles , però només es pot comprovar aquestes dades a la pràctica.

A la professora de català per corregir el meu treball.

I finalment al present tribunal que ha estat llegint el treball.

BIBLIOGRAFIA

GONZÁLEZ-VELASCO,J., 2009, ENERGÍAS RENOVABLES, Barcelona: Reverté.

CASTRO,G, SÁNCHEZ,C., 1997, ENERGÍAS GEOTÉRMICA Y DE ORIGEN MARINO,
Sevilla: Progensa.

CRAIG,J., VAUGHAN,DAVID., SKINNER BRIAN.2007, RECURSOS DE LA
TIERRA:origen, uso e impacto ambiental, 3a edición, Madrid: Pearsón practice hall

WEBGRAFIA

http://www.marineturbines.com/23/advantages_of_marine_currents/

http://w3.puertos.es/es/oceanografia_y_meteorologia/banco_de_datos/oleaje.html

http://w3.puertos.es/es/oceanografia_y_meteorologia/banco_de_datos/index.html

<http://www.aquamarinepower.com/>

http://www.renewableenergymagazine.com/energias/renovables/index/pag/energias_del_mar/colleft/colright/energias_del_mar/tip/articulo/pagid/14327/botid/29/#slide_6

<http://www.marineturbines.com/21/technology/>

<http://erenovables.tv/videos-ext/E0ciSjRVitI-generacion-energ-a-con-las-olas-del-mar>

<http://www.eve.es/web/Jornadas/4%C2%AA-Jornada-internacional-sobre-energias-marinas.aspx?home=home>

<http://erenovables.tv/videos-ext/2021398947-kostalde-02-27-01-1011-mpg>

http://w3.puertos.es/es/oceanografia_y_meteorologia/banco_de_datos/index.html

<http://inhabitat.com/energy/>

<http://newenergycorp.ca/About/Technology/tabid/62/Default.aspx>

<http://tec.nologia.com/2009/08/06/oyster-sistema-que-capta-la-energia-de-las-olas/>

<http://www.textoscientificos.com/imagenes/energia/olas-3.gif>

https://www.engineeringforchange.org/news/2011/04/04/makers_wanted_an_inventor_of_a_new_hydro_power_generator_calls_for_prototypes.html

<http://www.cazatormentas.net/index.php/meteo-didica-topmenu-39/52-conceptos-y-procesos-meteorolos/1494-icomo-se-miden-las-olas.html>

<http://www.idae.es/index.php/mod.pags/mem.detalle/recategoria.1021/id.513>

<http://www.google.es/imgres?imgurl=http://www.textoscientificos.com/imagenes/energia/olas-3.gif&imgrefurl=http://www.textoscientificos.com/energia/dispositivos-generacion-energiaolas&h=503&w=387&sz=23&tbnid=PvR9gwoKvvIfM:&tbnh=130&tbnw=100&prev=/search%3Fq%3Dturbina%2Bwells%26tbm%3Disch%26tbo%3Du&zoom=1&q=turbina+wells&hl=es&usq= fOC7AGSKgeSykcjujSmuI5NUfB0=&sa=X&ei=CIERTumGsPHswaiyJDvDg&ved=0CCoQ9QEwAw>

<http://www.faan.es/nueva/controler.php?id=73&idIdioma=ES>

www.vistaalmar.es/content/view/816/206

<http://www.statkraft.com/energy-sources/osmotic-power/>

<http://ecolofera.com/noruega-abre-primera-planta-energia-osmotica-mundo/>

<http://forestman.espacioblog.com/post/2006/11/09/sistema-conversor-la-energia-las-olas>

ANNEX

ELECTRIC WAVES

Durant la realització del treball vaig intentar cercar empreses o fàbriques que fabriquessin turbines autorrectificables, per poder conèixer el processos de fabricació i els seus paràmetres físics. No vaig tenir sort, però gràcies a un professor, vaig poder posar-me en contacte amb una empresa que tractava el tema de l'energia onamotriu *Electric Waves S.L.*, concretament amb l'enginyer Xavi Tous.

Com que no tenia prou coneixements sobre aquest camp, vaig decidir formular una sèrie de qüestions esperant que em pogués respondre. Per aquest motiu des de l'institut vam enviar-li un fax (document adjunt) i ran posar-nos en contacte via telefònica. Al no rebre cap resposta d'ell, finalment decidírem contactar amb ell per correu electrònic.

Un cop aconseguírem comunicar-nos, vam demanar ajut per resoldre els dubtes esmentats al fax, i si fos possible fer una visita a la seva empresa.

Ell no va poder respondre a les qüestions enviades i només va poder donar-me informació del seu prototip i no poguérem fer la visita perquè el prototip que tenien arran de la costa ja el varen desinstal·lar. L'última vegada que van contactar amb ell va ser perquè ens aclarís uns dubtes en la informació que van rebre, però des d'aquell dia mai més van rebre cap resposta.

Energía marina

Sistema pionero para obtener energía eléctrica de las olas del mar

La empresa española Sea Electric Waves con el apoyo de ACCIÓ, la agencia para la competitividad de la empresa catalana adscrita al Departament d'Empresa i Ocupació de la Generalitat de Catalunya, ha desarrollado una tecnología propia para extraer energía a partir de las olas del mar y convertirla en electricidad. El puerto de Sant Feliu de Guixols (Gerona) es el primero donde se instala un prototipo a escala 1/3 de este sistema innovador durante el primer trimestre de 2011; el objetivo de la instalación, una plataforma situada a escasa distancia del espigón, es constatar en el entorno marino los resultados de las simulaciones previas realizadas en laboratorio.



JUSTIFICANTE DE TRANSMISIONES

HORA : 18/07/2011 09:33
NOM. :
FAX :
TEL :

FECHA, HORA	18/07 09:33
NUMERO DE FAX/NOMBRE	
DURACION	00:00:00
PAGINA/S	00
RESULT	OCUP
MODO	STDARD

ELECTRIC WAVES, S.L.
Carretera C-17, Km.17
08150 Parets del Vallès
Barcelona - Spain
Tel./Fax: +34 93 562 46 67

Estimados Sres,

Soy [redacted] profesor de Tecnología Industrial del Instituto [redacted]

Hace unos días les pasé un correo indicándoles que un alumno nuestro, [redacted], se pondría en contacto con ustedes para solicitar información.

A continuación les transcribo la carta que dicho alumno tenía preparada para enviarles, la cual, a fin de hacerla más oficial, se la pasamos por el fax del centro, mediante impreso oficial.

Estimados Sres,

[redacted] soy alumno del Instituto [redacted] que estoy realizando el Treball de Recerca sobre la energía marina y concretamente la olamotriz.

El motivo de este escrito es que el 4 de julio vi un programa, *Espai Terra*, donde explicaron que una empresa catalana, la de ustedes, está investigando sobre esta energía desde principios de este año y quería saber si me podría facilitar algunos datos para poder realizar mi trabajo de investigación.

¿Qué tipo de turbina?

Tengo entendido que ustedes trabajan con la turbina Wells, pero quisiera saber si emplean otro tipo de turbina y cómo es su funcionamiento, es decir, que mecanismos aplican para generar la energía eléctrica, si es posible, sería de gran satisfacción la obtención de dibujos esquemáticos y/o fotos de la turbina aunque fuere solamente un prototipo.

¿Cómo calcular la fuerza de la columna del aire que ejerce sobre la turbina?

Les agradecería la facilitación de sistemas de cálculos o fórmulas matemáticas, para saber cómo se calcula la cantidad de aire que entra en la columna oscilante, la fuerza que ejercería sobre la turbina y las revoluciones por minuto que tendría dicha turbina.

¿Cálculos de la cantidad de agua que desplazaría la cantidad de aire?

También me interesa saber como calculan la cantidad de aire que es desplazada por cierta cantidad de agua y cuales son los aspectos que habría que tener en cuenta, tal como la dirección del viento, las alturas de las olas, la velocidad del viento o de la ola, altura mínima para poder utilizar el mecanismo OWC...

¿Distribución a la red eléctrica?

Una vez en funcionamiento las turbinas, cómo calculan la potencia generada y cuál sería el recorrido de la energía eléctrica para poder aprovecharla bien.

Saludos cordiales:

Desde el instituto les rogamos que faciliten al alumno los datos que proceda a fin de que pueda realizar su Trabajo de Investigación de Bachillerato.

Les agradecería que, para no tener que molestar en el instituto y agilizar la información, le contestasen por correo electrónico a su dirección, la cual es:

[Redacted]

Reciban un cordial saludo junto con nuestro agradecimiento.

Tarragona, 14 de Julio de 2011.-

[Redacted Signature]

Profesor de Tecnología

Correus amb l'empresari

De: PROFESSOR [mailto:professor@xtec.cat]
Enviado el: jueves, 14 de julio de 2011 0:15
Para: info@electricwaves.es
Asunto: Sol·licitud ajut per alumne

Bona nit,

Els demano ajut per l'alumne del qual els trameto carta de presentació.

Rebin una cordial salutació: Professor.

----- Missatge reenviat -----

De: **Xavier Tous Canals** <xavier.tous@sea.cat>
Data: 15 de juliol de 2011 12:31
Assumpte: RE: Sol·licitud ajut per alumne
Per a: PROFESSOR <profesor@xtec.cat>

Benvolgut Sr. Professor,

L'alumne pot contactar amb nosaltres i l'ajudarem en la mesura del possible.

Atentament,

Xavier Tous

Se+A Electric Waves

Carretera C-17, km. 17

08150, Parets del Vallés (Barcelona)

España

Tel. +34.935.624.667

Fax. +34.935.624.662

e-mail: xavier.tous@sea.cat

web: www.electricwaves.es



De: PROFESSOR [mailto:profesor@xtec.cat]
Enviado el: lunes, 18 de julio de 2011 9:32
Para: xavier.tous@sea.cat
CC: Alumne
Asunto: Re: Sol·licitud ajut per alumne

El 18 de juliol de 2011 8:44, PROFESSOR <profesor@xtec.cat> ha escrit:

Molt agraït,

De totes maneres els passo per c.e. el fax que divendres passat i avui hem intentat enviar sense aconseguir-ho, ni posar-nos en contacte telefònic.

Rebin una cordial salutació: Professor

De: Alumne [mailto:Alumne@hotmail.com]
Enviado el: martes, 25 de julio de 2011 12:01
Para: xavier.tous@sea.cat
Asunto: Sol·licitud ajut alumne

Bon Dia,

Sóc un alumne del Institut _____. Fa una setmana el meu professor, li va enviar un correu electrònic on havia documents adjunts que contenen preguntes per poder realitzar el meu treball de recerca.

Volia saber si va rebre el correu del meu professor, en cas contrari, jo li tornaria a enviar el correu. Gràcies per la seva atenció.

Alumne.

From:xavier.tous@sea.cat
To:alumne@hotmail.com
Subject: RE: Solicitud ajut alumne
Date: Tue, 26 Jul 2011 18:55:35 +0200

Benvolgut Alumne,

El que puc fer és enviar-te informació sobre l'energia marina i sobre el nostre projecte. Què et sembla?

En aquesta web també podràs trobar-hi molta informació: <http://www.iea-oceans.org/>

Salutacions,

Xavier Tous

El 27 de juliol de 2011 18:48, Xavier Tous Canals <xavier.tous@sea.cat> ha escrit:

Benvolgut Sr. Professor,

Ahir li varem enviar informació sobre el sector i les tecnologies d'energia marina al Alumne

Salutacions cordials,

Xavier Tous

De: PROFESSOR [mailto:profesor@xtec.cat]

Enviado el: lunes, 01 de agosto de 2011 10:12

Para: xavier.tous@sea.cat

Asunto: Re: Sol·licitud ajut per alumne

Sr. Tous,

Li estic molt agraït per l'ajut. Aquests 4 dies he estat fora i ara un cop a Tarragona, hem posaré en contacte amb l'alumne per continuar la seva tutoria.

Aprofito l'ocasió per preguntar-li si seria possible portar l'alumne a fer una visita a l'empresa. Sense cap compromís si no ho fos.

Reitero l'agraïment: Tutor.-

El 7 d'agost de 2011 19:10, Xavier Tous Canals <xavier.tous@sea.cat> ha escrit:

Benvolgut Sr. Professor,

Encantats de poder col·laborar en el que puguem.

En quan al a visita, crec que el més interessant seria que l'alumne veies algun prototip o dispositiu a escala real del nostre dispositiu. Actualment, el que teníem instal·lat a Sant Feliu de Guíxols ja el varem desinstal·lar ja que només teníem permís per a tres mesos.

Tenim algun projecte en negociació. Si algun d'aquests acaba sortint, quan fem un dispositiu a escala real podríem tornar contactar amb i us podríem fer una visita guiada. Actualment, a les nostres oficines hi ha poc a veure.

Cordialment,

Xavier Tous

De: PROFESSOR [mailto:profesor@xtec.cat]
Enviado el: domingo, 07 de agosto de 2011 19:22
Para: xavier.tous@sea.cat
CC: Alumne
Asunto: Re: Sol·licitud ajut per alumne

Molt agraït, Sr. Tous.

Dijous passat vaig estar amb l'alumne, i em va mostrar el material que l'havia passat. Em va semblar força interessant, però li vaig indicar que no s'esforci en aprofundir excessivament donat que encara no és enginyer, sinó simplement estudiant de batxillerat.

Si no ho ha fet, es ficarà en contacte amb vostè per comentar uns dubtes.

Rebi una molt cordial salutació amb el més sincer agraïment: Tutor.-

From: xavier.tous@sea.cat
To: professor@xtec.cat
CC: alumne@hotmail.com
Subject: RE: Sollicitud ajut per alumne
Date: Sun, 7 Aug 2011 19:28:09 +0200

Cap problema Sr. Professor.

Es pot posar en contacte amb nosaltres quan vulgui. Millor al setembre, ja que ara l'equip està de vacances.

Salutacions cordials,
Xavier Tous

From: alumne@hotmail.com
To: xavier.tous@sea.cat
Subject: Agraïments alumne
Date: Mon, 8 Aug 2011 18:18:10 +0200

Bona tarda Sr. Xavi Tous,

Agraeixo la seva col·laboració per la informació que em va enviar i el temps que ha tingut per poder ajudar-me. També vaig rebre un correu del meu professor on deia que no torneu fins al setembre, però tot i així per si de cas , li mano els meus dubtes.

Em vaig mirar el projecte de fi de carrera de la universitat, en unes formules de càlculs d'energia no la vaig poder entendre, exactament es troben a la pagina 14 i 15.

Les unitats de l'energia total no tindrien que ser en KWh¿?

El flux d'energia no tindria que ser també en KWh o KWh/m?

Al final de la pagina 15 tenim que l'energia total és igual a la cinètica més la potencial, Quina diferència hi ha entre les fórmules de l'energia total de la pàgina 14 i de la 15 o es el mateix?

Rebi una salutació cordial,

Alumne