

ESTUDI I REPRODUCCIÓ

EN MINIATURA D'UNA

RODA HIDRÀULICA



Nom i cognoms: -

Curs: 2n de batx. B

Àmbit: Tecnològic.

Departament: Tecnologia.

Assignatura: Treball de recerca

Professor: -

Centre: Institut Francesc Ribalta

Data de presentació: 17/10/2013

ÍNDEX

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓ | 2 |
| 2. HISTÒRIA DE LA RODA HIDRÀULICA | 4 |
| 2.1. APARICIÓ DE LA RODA HIDRÀULICA..... | 4 |
| 2.2. EVOLUCIÓ DE LA RODA AMB EL TEMPS..... | 5 |
| 2.3. APROFITAMENT DE L'AIGUA AL RIU AIGUADORA..... | 11 |
| 3. FUNCIONAMENT DE LA RODA HIDRÀULICA | 14 |
| 3.1. ESTRUCTURA I GEOMETRIA..... | 14 |
| 3.2. FUNCIONAMENT | 16 |
| 4. APLICACIONS DE LA RODA HIDRÀULICA | 17 |
| 4.1. MOLINS, SERRADORES I FERRERIES..... | 17 |
| 4.2. LA SERRADORA DE CA L'AMBRÒS..... | 18 |
| 4.2.1. Estructura i muntatge | 18 |
| 4.2.2. Funcionament de cada eina o màquina | 21 |
| 4.2.3. Relacions de transmissió | 23 |
| 5. CONCLUSIONS | 24 |
| 6. BIBLIOGRAFIA | 25 |
| 7. ANNEX | |
| 8. MAQUETA DE LA SERRADORA DE CA L'AMBRÒS | |

1. INTRODUCCIÓ:

L'elecció de la roda hidràulica com a font d'informació per al meu treball de recerca no va ser fàcil, ja que d'entrada tenia en ment un altre projecte. Primerament, havia decidit construir un aerogenerador, però el fet que el treball d'un altre alumne coincidís amb el meu pel que fa al contingut, va fer-me canviar d'opinió i em vaig interessar per la roda hidràulica. El treball que he fet ara, malgrat que va ser escollit com una alternativa al de la creació i l'estudi d'un molí de vent, no el vaig proposar a l'atzar. De fet, des del dia que ens van dir que havíem de fer un treball de recerca, vaig tenir molts dubtes sobre cap a on el podria encarar, però sempre vaig pensar que, triés el que triés, faria una part pràctica per poder dissenyar i muntar algun projecte amb finalitat educativa. L'època en la qual vaig plantejar la primera opció va correspondre amb l'estudi de les energies no renovables a l'assignatura de tecnologia. Cal dir que m'interessava força la idea de l'aprofitament del vent com a font d'energia. Així doncs, vaig voler seguir aquesta línia tan persuasiva per a mi i el que realment vaig acabar concretant fou el canvi de l'"aigua" pel "vent", o, millor dit, l'estudi dels aerogeneradors pel de les rodes hidràuliques.

No obstant això, els coneixements que tenia sobre la roda hidràulica i, tal com ja he explicat anteriorment, el meu interès per realitzar un treball on hi hagués un apartat de construcció, em van conduir a tirar endavant la proposta esmentada amb il·lusió i optimisme. Per tant, abans de començar el procés d'investigació i de fabricació de la maqueta, em vaig marcar uns objectius, o sigui, unes hipòtesis que m'agradaria assolir al final:

- Descobrir diversos aspectes sobre les màquines antigues que les rodes hidràuliques eren capaces de fer funcionar.
- Fer un estudi a fons de la Serradora de Ca l'Ambròs, situada en el curs del riu Aiguadora, al municipi de Navès (Solsonès).
- Reproduir a escala petita la serradora esmentada en l'apartat anterior per poder conèixer millor la roda, els mecanismes (d'engranatges i politges) i les màquines que podien fer moure.

A més, per aconseguir extreure la màxima informació possible, volia analitzar les relacions de transmissió de la serradora, entre les politges que connecten els eixos de les diferents màquines; la geometria d'aquestes màquines, que antigament permetia extreure'n un gran rendiment; però també volia realitzar un gran treball experimental, a través de la maqueta, per poder entendre amb més facilitat tots aquests aspectes.



Figura 1. La roda hidràulica, (Navès, 2013). Font: Elaboració pròpia.

2. HISTÒRIA DE LA RODA HIDRÀULICA:

2.1. APARICIÓ DE LA RODA HIDRÀULICA:

Les primeres referències que tenim de la utilització de la força i l'energia de l'aigua per aconseguir un treball mecànic són molt antigues, concretament de les civilitzacions grega i egípcia, gràcies a la investigació i a la dedicació de grans enginyers, matemàtics i pensadors d'aquella època.

Filó de Bizanci fou un enginyer grec que va viure al llarg del segle III a. C. i se li atribueix la invenció d'un tipus de "roda hidràulica" que coneixem amb el nom de "nòria". Aquesta consistia en una simple roda de fusta amb pales planes, és a dir, sense cap estructura que permetés millorar-ne el rendiment, i se submergia en part en un riu o canal d'aigua continu que la feia girar en el sentit contrari del corrent. En aquest cas no s'aprofitava la força del cabal perquè girés un eix connectat al centre de la nòria, sinó que es lligaven o bé s'enganxaven uns recipients al seu perímetre que, en passar enmig del corrent del riu o canal, recollien aigua i l'elevaven fins a l'alçària corresponent al diàmetre de la roda. Aleshores, l'aigua captada per aquests recipients es dipositava dins d'una canal, generalment artificial, que la conduïa al lloc on s'havia de fer servir (ús domèstic, camps de regadiu, etc.). Aquest tipus de roda, així com les ajudades per la tracció animal (principalment bous i cavalls), pretenia bombar l'aigua per fer-la arribar a una altura superior a la del cabal originari del riu.

Més endavant, amb l'aparició de la civilització romana, es van crear noves rodes diferents i més productives, les quals estan molt més documentades. En aquest cas, però, la roda va representar la funció dels actuals motors, juntament amb els molins de vent. Un tipus d'aquestes vas ser la roda horitzontal, que estava construïda amb pales que es movien de manera rotatòria gràcies al corrent d'un fluid i permetien fer girar, directament, eixos verticals com podien ser els d'un simple molí, on s'havia de moldre el gra per fer farina. Un dels grans inventors de l'època romana, Vitruvi, va dissenyar el molí que funcionava amb la roda vertical de pales, el qual es batejà amb el nom de "molí de tipus vitruvià" i que va tenir una gran rellevància durant anys tant a Europa com a Amèrica.

2.2. EVOLUCIÓ DE LA RODA AMB EL TEMPS:

Tal com va passar durant el període entre les civilitzacions grega i romana, també es va produir una evolució a partir d'aleshores. Aquest avanç va adquirir molta importància, sobretot, a l'edat mitjana, entre els segles X i XIV, fins al punt que molts l'han arribat a considerar la primera revolució industrial.

Podem distingir tres tipus de rodes segons la seva evolució al llarg del temps:

- **La roda impulsada per sota:** En aquest cas, la roda quedava parcialment colgada per l'aigua que circulava per un riu, un canal... La primera de la qual tenim constància data del 85 a.C. Com que l'aigua empenyia les pales per la part inferior, la roda, consegüentment, girava en sentit contrari al del corrent. La seva aparició, aplicada a un eix, va constituir el molí que tenia com a finalitat moldre el gra que fins aleshores s'havia triturat amb eines més senzilles i amb la força de l'ésser humà. La majoria de les fonts concorden en què el rendiment d'aquesta màquina era molt baix, ja que es movia entre el 15 i el 30 % de l'energia cinètica que tenia l'aigua en moviment.
- **La roda impulsada per dalt:** Més tard va aparèixer aquesta roda, molt més rendible i eficaç. Amb aquest nou invent ja no s'aprofitava la força del corrent d'aigua, sinó que es van començar a crear conductes artificials per emmagatzemar l'aigua a més altura. Aquí, el que es buscava era aconseguir el màxim d'energia potencial possible amb l'aigua, que queia sobre la roda per una canal també artificial que unia la bassa amb les pales on l'aigua incidia amb força. Un dels avantatges d'aquest funcionament fou també que el cabal d'entrada d'aigua es podia regular i, precisament, no era necessari deixar anar quantitats d'aigua gaire grans perquè el sistema funcionés correctament. Simplement s'havia de procurar que aquest cabal fos constant, o sigui, regular durant el temps de funcionament de la maquinària. Així, doncs, impulsant la roda per dalt es va aconseguir una rendibilitat de fins un 70% o un 90%.

- **La turbina:** Finalment, es va dissenyar la turbina durant la Revolució Industrial, la qual tenia una disposició especial de les paletes per millorar encara més la productivitat. Se situava dins del mateix conducte o bé al final. Les turbines encara ara s'usen en múltiples aplicacions, cadascuna adaptada a les condicions a les quals està sotmesa, com poden ser la velocitat de l'aigua que hi arriba o el cabal que hi entra.

A part d'aquests principals tipus de rodes, que han estat els més emprats des de la seva creació fins al temps de les grans revolucions industrials, n'han existit d'altres amb propietats força interessants, com per exemple:

- **La roda amb un canal d'alimentació a l'altura de l'eix:** Aquest tipus de mecanisme, evidentment, no era tan eficaç com aquelles rodes en què l'aigua hi incidia per la part superior. No obstant això, s'usava bastant en indrets on el cabal era variable, ja que era possible continuar treballant, amb més o menys ritme.
- **La roda hidràulica irreversible:** La canal artificial d'aigua que arriba a la roda irreversible està disposat de tal manera que, segons com hi deixi caure l'aigua, la roda pot girar en un sentit o un altre. Antigament s'usava, principalment, per aixecar o descendir càrregues gràcies a la seva propietat (el canvi de sentit del moviment).

Durant l'edat mitjana, les rodes que es dissenyaven i es construïen arribaven a una potència màxima de 50 cavalls, per tant, la força que podien fer 50 animals d'aquests junts estirant una corda. D'aquí venen, precisament, les equivalències d'unitats pel que fa a la magnitud "potència", que es pot mesurar en watts (unitats del Sistema Internacional), en cavalls o en altres unitats que actualment no s'utilitzen.

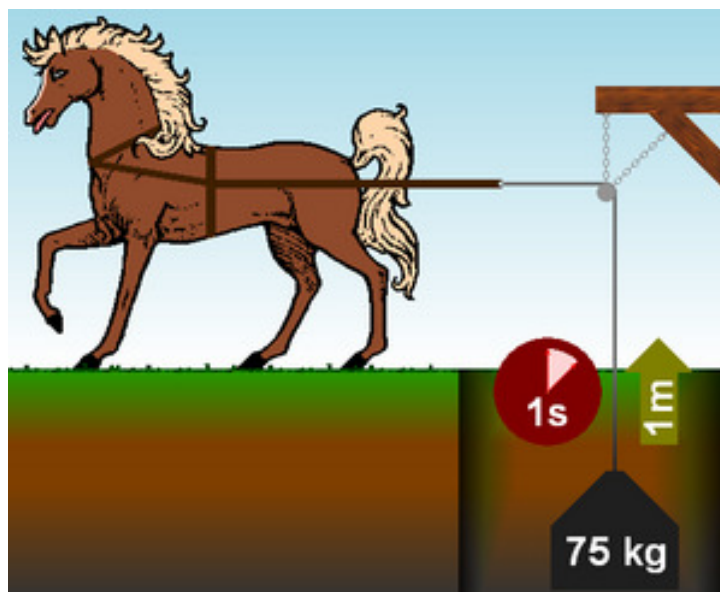


Figura 2. El cavall de vapor, (Enciclopedia, 2006).
Font: Enciclopedia.us.es, copyright usuari
Willy (distribución / contribuciones).

A partir de l'època medieval, les aplicacions de la roda se centraren bàsicament en els molins fariners, les serradores i les ferreries, encara que en menys quantitat també van prendre part en processos com els de la fabricació de paper, d'expressar la canya de sucre o de l'extracció de minerals. El cas més conegut d'explotació minera amb l'ajuda de l'energia hidràulica fou a la mina del "Potosí", a Bolívia. Fins i tot Leonardo da Vinci, un popular inventor renaixentista (encara que exercia altres professions), va idear una roda que permetia omplir una torre per tenir reserves d'aigua en cas de períodes de sequera, malgrat que no va destacar mai entre la seva gran varietat de creacions.

A la Península Ibèrica, les rodes hi van aparèixer quan, durant l'edat mitjana, els musulmans les van portar de l'Orient Mitjà. Aquests tipus de rodes eren més conegudes per "nòries", i fins i tot van adoptar altres noms en indrets concrets de la península, com per exemple a Múrcia, on van adquirir molta importància. Es podria dir que tenien una gran semblança amb les rodes impulsades per sota, ja que era així com es movien, però, a més, portaven incorporats uns recipients que recollien l'aigua del canal i l'elevaven fins a una alçària corresponent a la del diàmetre de la roda.

Posteriorment, amb la creació de les turbines, la majoria de rodes que s'havien usat als molins, les serradores i les ferreries fins aleshores van quedar en desús, excepte en alguns casos concrets en què es va continuar aprofitant l'energia de l'aigua per moure màquines artesanalment, és a dir, a escala més petita. Un d'aquests casos és Anglaterra, que van continuar disposant de les rodes hidràuliques durant molts anys a nivell industrial. La potència que podien generar estava entre els 65 kW i els 190 kW, motiu pel qual avui dia no són viables, a causa del cost elevat que pot arribar a tenir la seva construcció i del seu menor rendiment.

En general, però, amb l'entrada de la revolució industrial al final del s. XIX, la majoria de països es van posar a utilitzar les turbines, les quals encara ara són molt pràctiques com a conseqüència del seu rendiment més elevat, de la disposició inclinada dels àleps i de la seva situació envers el fluid que els arriba.

Les principals turbines que es van començar a usar a partir de la segona meitat del segle XIX i que van prendre un gran paper en l'aprofitament de l'aigua són tres, principalment: les turbines Francis, Pelton i Kaplan, les qual sempre s'acostumen a relacionar les unes amb les altres per les seves diferents característiques i aplicacions:

- **Turbina Francis:** La turbina a reacció Francis va ser creada el 1848 per James B. Francis. Està dissenyada de tal manera que, quan l'aigua incideix sobre els seus àleps corbats (rotor), produeix en ella un moviment rotatori, que al seu torn pot fer girar un eix que hi estigui acoblat. La part fixa (deflectors) consisteix en unes guies metàl·liques que fan de suport del rotor i, a més, regulen la velocitat a la qual aquest és capaç de girar. Aquestes turbines, així com les Pelton i les Kaplan, es troben freqüentment a les preses dels embassaments amb la finalitat de generar un moviment que, a través d'un alternador, arribi a produir electricitat. Aquest cas concret és útil per a salts mitjans i de cabal variable.

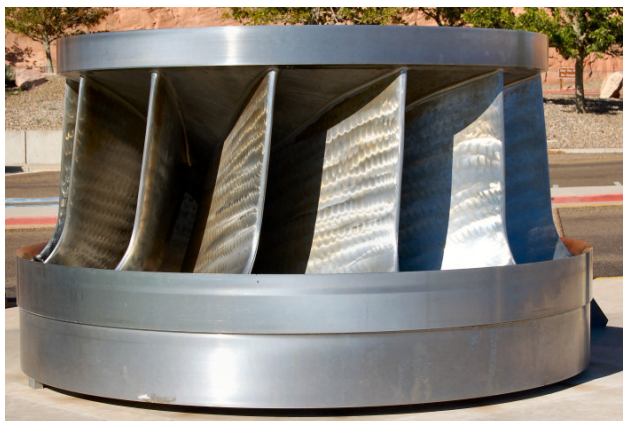


Figura 3. La turbina Francis, (Arizona, 2005).
Font: Wikipedia, copyright usuari RJHall

- **Turbina Pelton:** La turbina d'impulsió o acció Pelton (1880), rep aquest nom perquè és "accionada" quan l'aigua hi incideix. A diferència de la turbina Francis, els àleps d'aquesta no tenen la mateixa forma corbada. De fet, el seu perímetre està completament cobert per una mena de vasos. Si s'empra amb precisió el seu rendiment és elevat, però cal que l'aigua hi arribi a molta pressió, que es pot aconseguir amb una bomba o bé, en el cas de les preses dels embassaments, tirant el líquid des de molta altura. Encara que disposi d'una agulla interna com a reguladora de cabal, és aconsellable que el cabal ja sigui, d'entrada, tan regular com sigui possible. Si no es donen aquestes condicions es recomana utilitzar un altre tipus de turbines com per exemple la Francis o la Kaplan.



Figura 4. La turbina Pelton, (Alemanya, 2005).
Font: Wikipedia, copyright usuari Af3.

- **Turbina Kaplan:** La turbina Kaplan va ser l'última que va aparèixer d'aquestes tres més importants, concretament, a l'inici del segle XX (1906). En les turbines Kaplan els àleps estan col·locats quasi transversalment al flux de l'aigua, com si es tractessin d'hèlices. Aquest fet no permet que la pressió que ha de suportar sigui gaire elevada; per tant, habitualment les trobarem en salts d'aigua de poca altura, però de cabal molt variable perquè no hi influeix excessivament. Aquesta pot arribar a tenir molta eficiència, ja que està millorada respecte de les altres. Per exemple, és possible graduar els àleps, la inclinació dels deflectors (parts fixes), etc.

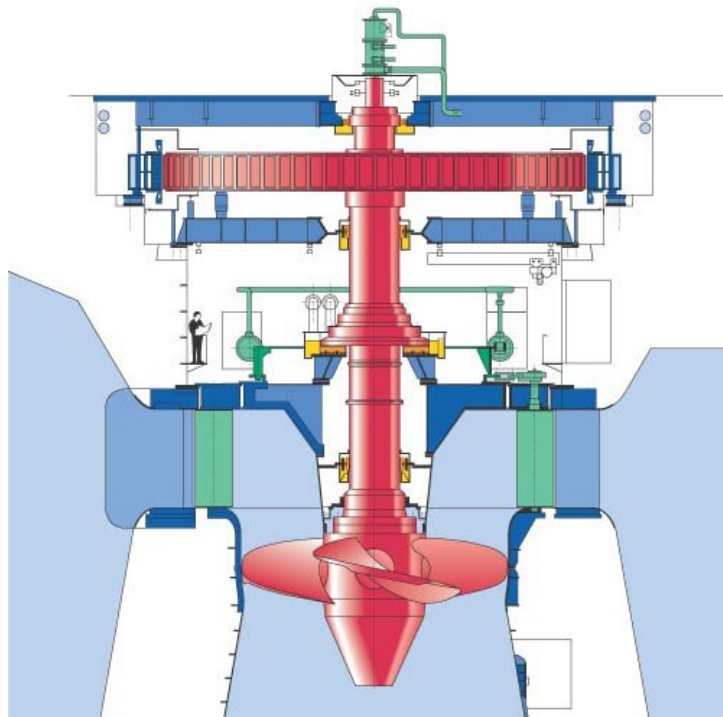


Figura 5. La turbina Kaplan vertical, (Alemanya, 2005).

Font: Wikipedia, copyright usuari Markus Schweiss.

2.3. APROFITAMENT DE L'AIGUA AL RIU AIGUADORA:

El riu aiguadora i, concretament, la serradora de cal Ambròs, estan situats al terme de Navès, just al nord-est de la comarca del Solsonès. L'aprofitament de l'energia hidràulica per moure molins, serradores i ferreries és molt antiga. En documents del s. XII, escrits en llatí, ja es parlava dels "molendini", situats a la vall d'Ora i moguts pel riu que la construeix, l'Aiguadora.

A la vall s'hi troben els molins fariners de Cal Guirre, Ca l'Ambròs i Molí Vell de Canaleta. A la resta del municipi, també n'hi havia al molí nou de Postils, al Molí de Can Feliu i al Molí de Moscavera, els qual solien tenir també serradora i ferreries annexes.

- Els recursos forestals a la vall d'Ora:

Tot i que els treballs forestals es realitzaven amb eines manuals com xerracs, destrals, magalls (aixades proveïdes d'escarpells), aixols (eines per a desbastar la fusta) i podalls, el desembosc (extracció de la fusta del bosc) es realitzava amb animals de càrrega. Principalment se servien d'ases, mules i "matxos". El fet de tenir recursos tan a prop per poder construir els diferents molins i serradores no tan sols facilitava la feina, sinó que també abaixava els costos totals que hi haurien hagut amb un suposat transport més llunyà. A més, les eines per tallar els arbres se les podien fabricar els mateixos propietaris de les serradores i les ferreries.

- La serradora:

Allà s'hi processaven els troncs que arribaven del bosc amb els carros. La fusta que proporcionaven era transformada en bigues, llates (per aguantar les teules), taulons i posts, per obrar cases i coberts. El sistema funcionava de la següent manera: una roda de pales, situada al capdavall d'un canal molt inclinat, s'accionava i realitzava un moviment rotatori gràcies a la força que l'aigua imprimia sobre les paletes. Aquest moviment, que feia girar l'eix, era transmès a partir de politges amb corretges cap a les diferents màquines que n'havien de fer ús; és a dir, la serra, el ribot, el torn i les moles.

La serradora de Ca l'Ambròs va estar en actiu fins als anys 80, sent, pràcticament, l'última del Pre-Pirineu a deixar de funcionar, ja que la majoria havien entrat en desús a principis de segle XX. Actualment, només resta oberta a visites, que solen anar acompanyades de les que es fan també a l'ecomuseu situat a l'altre costat del riu, on es poden observar eines i material emprat anys enrere.

- La ferreria:

Just a la vora del molí hi havia la ferreria, on es feien tot tipus d'eines de treball: aixades, eixartells, arpiots, pales i fangues. També hi destacava la producció de volants, que portaven a les fires per vendre'ls als segadors, i, evidentment, de ferradures, necessàries per les mules, els rucs i els cavalls.

Aquest àmbit, però, no va tenir mai tanta importància com el molí i la serradora. De fet, als últims anys del funcionament de la serradora la part de tractament del ferro gairebé no es va utilitzar.

- Els molins i la producció de farina:

Per recollir l'aigua del riu i conduir-la fins al molí es disposava d'una presa o resclosa i un canal o sèquia. De fet, encara es conserven, malgrat que no se'n faci ús a causa de la inactivitat de la serradora. Una bassa servia per tenir una bona reserva d'aigua i per regularitzar l'aportació del líquid al rodet (roda d'eix vertical). Aquesta aportació es feia per mitjà d'un canal inclinat que feia que el doll d'aigua hi incidís amb força sobre les paletes lleugerament còncaues (àleps). Aquesta roda, d'1 m a 1,5 m de diàmetre, era de fusta, reforçada amb un cercol metàl·lic, i girava en un pla horitzontal al voltant del seu eix, que al seu torn era vertical per poder transmetre el moviment circular a la mola directament sobre un pla horitzontal. L'aigua, després d'haver impulsat el rodet, s'escorria pel *càrcol* i retornava al riu.

Existien dues moles, que de fet encara hi són, malgrat el seu desús:

- La superior o volandera, que girava juntament amb la roda i l'arbre gràcies a l'acció de la força de l'aigua. La barra per mitjà de la qual es fixava a l'arbre s'anomenava amb el nom de collferro.
- La inferior o sotana, que era fixa.

Les dues moles eren de pedra, d'1,40 m de diàmetre, i bastant gruixudes. Tenien un forat central i unes incisions en forma de petits canals que facilitaven la mòlta i contribuïen a que el gra i el segó (que s'introduïen entre les dues moles) i la farina obtinguda es desplaçessin amb més facilitat.

Quan el gra s'introduïa a la tremuja, es dirigia, gràcies a un petit canal, al forat central o ull de la mola volandera amb l'objectiu que es fiqués entre les dues moles. En sortir, la farina queia en una mena de caixa (la farinera), d'on el moliner o la molinera la treia per ensacar-la. Cal dir que la producció d'un molí d'aquestes característiques no era gaire elevada, pel fet que la mòlta d'una quartera de blat (uns 70 kg) requeria de 2 a 5 hores de temps, depenent de la finor de la farina que es desitjava obtenir.

- L'ecomuseu:

L'any 1995, amb la iniciativa de l'Ajuntament de Navès, va començar la restauració del Molí de Ca l'Ambròs, la serradora que hi ha al costat i que porta el mateix nom, un pont medieval de dos arcs que travessa l'Aiguadora i l'antiga escola de la Vall d'Ora, situada a l'altra banda del pont. A més a més, a la banda esquerra del riu s'hi va instal·lar un petit ecomuseu, que actualment mostra les activitats que es van dur a terme a la Vall d'Ora fins a mitjan segle XX i que ens deixa constància de com n'era d'important la indústria fa cent anys, per haver pogut arribar a evolucionar tan ràpidament com ho ha fet fins als nostres dies. Algunes d'aquestes activitats van perdurar fins a la dècada dels 80 mentre vivien els dos moliners que les mantenien: Salvador Subirana, de Ca l'Ambròs, i Josep Pujol, de Cal Guirre.



Figura 6. L'ecomuseu, (Navès, 2013).

Font: Elaboració pròpia.

3. FUNCIONAMENT DE LA RODA HIDRÀULICA:

3.1. ESTRUCTURA I GEOMETRIA:

La roda hidràulica, com ja he explicat anteriorment, va anar evolucionant amb el pas del temps, paral·lelament al desenvolupament de la indústria. Com a conseqüència de les millores que es produïren, el rendiment va augmentar molt. Això va ser possible, doncs, estudiant les dimensions més apropiades que podien tenir les rodes, la forma de les pales i la seva disposició, les possibles pèrdues per fregament, etc.

Sabem que gairebé totes les rodes tradicionals, fins que es van començar a usar les turbines, tenien una estructura formada per tres parts quasi imprescindibles:

- **Els àleps:** A l'antiguitat, els àleps o pales de la roda tenien una forma rectangular plana i l'aigua que els empenyia hi incidia perpendicularment. Tot i així, una forma tan simple i tan poc hidrodinàmica feia que part de la força proporcionada per l'aigua no s'aprofités adequadament. A mesura que es van anar descobrint noves tècniques, les pales van adoptar formes més arrodonides i menys propenses a malbaratar l'energia rebuda, la qual havia de permetre que la roda girés correctament. Gràcies als avenços tecnològics, es van poder disminuir les pèrdues al llarg dels anys i, per tant, el rendiment també va augmentar.
- **Els discos circulars:** Aquestes peces sempre han estat importants per mantenir amb seguretat l'estructura global de la roda. Els discos laterals són els encarregats d'aguantar els àleps pels seus costats, que segueixen una direcció que va de l'interior de la roda a la part perimetral exterior, i, a més, han de tenir un forat als seus respectius centres, que han de ser travessats per un eix comú. Els discos també van experimentar una transformació important des de la seva creació pel que fa a la seva geometria. Van passar de ser completament opacs a quedar al descobert, sent pràcticament un cercol exterior l'únic, però suficient suport, que havia de fixar totes les pales a l'eix central. En algunes ocasions, se n'arribava a prescindir.

- **L'eix de la roda:** L'eix és un mecanisme imprescindible que sempre ha pres part en el funcionament de la roda. Potser aquesta part és la que menys ha canviat mentre les altres dues evolucionaven constantment. L'únic que ha variat, en alguns casos, ha estat el material de què es componien anteriorment, com pot ser el pas de la fusta al ferro, per exemple. Els eixos, que travessen les rodes just pel seu centre, no només serveixen per girar i prou, evidentment. Abans, quan es construïen s'havia de tenir en compte que, una vegada col·locats al seu lloc, havien de quedar ben fixats, el material amb el qual es fabricaven havia de ser resistent a la flexió i el fregament en els seus extrems havia de ser pràcticament nul amb l'ajuda dels rodaments o coixinets. No sempre es donava el cas que el mateix eix acoblat a la roda corresponia al de la màquina, eina o instrument sobre el qual es volia produir un moviment circular. Moltes vegades, els eixos incorporaven politges o bé engranatges, per transmetre el moviment cap a un altre eix, així com volants d'inèrcia per mantenir el moviment sense haver de rebre, les pales, tanta força de l'aigua.



Figura 7. Roda hidràulica, (Segòvia, 2004).

Font: Fundació Juanelo Turriano.

3.2. FUNCIONAMENT:

Muntar cada un dels elements que conformen una roda hidràulica a mida real és una tasca força complicada, ja que s'ha de procurar que cada peça encaixi al lloc més adequat possible, amb molta precisió. La dificultat del muntatge, doncs, queda ben contrastada amb la facilitat i els pocs coneixements que es necessiten per entendre el seu funcionament:

En primer lloc, cal disposar d'un canal d'aigua, ja sigui natural i artificial, que ens porti l'*ànima* que ha de donar vida al sistema. El canal no sempre estarà encarat de la mateixa manera a la roda (sabem que existeixen rodes impulsades per dalt o per baix), però, sigui com sigui, el més important és que l'eficiència resultant pugui ser molt elevada en aquest aspecte.

Quan l'aigua del canal (que pot portar més o menys velocitat) xoca contra els àleps de la roda, aquesta comença a girar al voltant d'un eix, que al seu torn, pot estar acoblat a una politja per transmetre el moviment circular cap a altres eixos. Normalment aquest procés té lloc quan ens interessa canviar la velocitat a la qual gira inicialment la roda per l'acció de la força de l'aigua.

Finalment, quan s'ha acabat de treballar (en un molí, una serradora, una ferreria, etc.), cal tancar el pas del flux del líquid tapant amb una comporta el conducte per on passa aquest, o bé desviant el corrent per un altre canal construït artificialment per l'ésser humà.

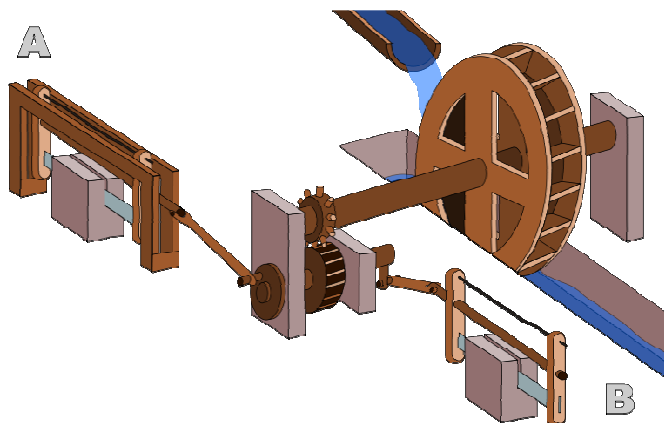


Figura 8. Funcionament de la roda hidràulica, (Alemanya, 2009).

Font: Wikimedia, copyright usuari Chrkl.

4. APLICACIONS DE LA RODA HIDRÀULICA:

4.1. MOLINS, SERRADORES I FERRERIES:

Els molins, les serradores i les ferreries van ser, durant el s. XIX i part del s. XX, molt importants en l'àmbit de la construcció i de la producció de farina. Van crear molts llocs de treball fins que es van començar a utilitzar màquines més eficients i modernes. Tots tres tenen en comú l'ús de la roda hidràulica per generar el moviment que antigament s'encarregava d'accionar les màquines i eines en cada cas:

Molins: Als molins, la producció de farina era molt important, sobretot quan el pa era la base alimentària diària per a moltes persones amb dificultats econòmiques. En la majoria de molins era freqüent veure l'eix connectat directament a les moles de pedra, entre les quals el gra era aixafat per la força que exercien aquestes (volandera i sotana).



Figura 9. Molí de Ca l'Ambrós, (Navès, 2013).

Font: Elaboració pròpia.

Serradores: A les serradores, la força de l'aigua havia de poder fer moure més màquines al mateix temps, com per exemple, la serra, el ribot, les moles per polir les peces que es fabricaven o el torn, per donar forma a aquestes peces. Cal dir també que, com més eixos amb transmissions per politges s'havien de construir, més petit era el rendiment final, ja que es perdia energia en cada pas del sistema.

Ferreries: Cent anys enrere era freqüent trobar les ferreries com unes zones de treball annexes a les serradores, encara que, com el seu nom indica, contaven amb la manipulació del ferro o d'altres metalls. No van arribar mai a adquirir tanta importància com els molins o les mateixes serradores.

4.2. LA SERRADORA DE CA L'AMBRÒS:

4.2.1. Estructura i muntatge:

Quan vaig tenir el projecte definitiu ja elegit, vaig decidir iniciar-lo per la part de construcció, així que em vaig posar fil a l'agulla per intentar arribar a l'estiu amb uns objectius mínims, considerant que havia de combinar el treball amb els estudis de 1r de batxillerat. Aquests propòsits eren tenir una idea molt clara del que realment m'interessava obtenir d'aquesta feina i com començar a dissenyar i muntar la part pràctica just a l'inici de l'estiu.

Entre el mes de març i l'abril, coincidint amb la Setmana Santa, vaig anar dues vegades a la casa de Ca l'Ambròs. La primera vegada només hi vaig anar de visita, amb la idea de fer la maqueta sobre la roda d'aigua i el molí. Però, una vegada vaig ser allà, vaig poder veure també la serradora que està separada uns 20 m de la casa i em va interessar molt. D'aquesta manera, quan vaig tornar a casa ho vaig meditar i al final, juntament amb el tutor, vam decidir que aplicaria el funcionament de la roda a la serradora de Ca l'Ambròs en comptes de fer-ho amb el molí fariner. La segona vegada que vaig anar a Ca l'Ambròs va ser per prendre les mides de totes les màquines i eines de la serradora, així com de la roda hidràulica que les activava anys enrere. Vaig marxar de la Serradora amb totes les mides dels diferents elements preses, excepte en alguns casos, en què vaig poder trobar-les a casa a partir de càlculs trigonomètrics (principalment totes les longituds de la teulada i els angles que la componen).



Figura 10. Vista general de la serradora de Ca l'Ambròs, (Navès, 2013).
Font: Elaboració pròpia.

Aleshores, com que vaig anar construint la maqueta durant l'estiu i, a més a més, avançava dins dels terminis que jo mateix em marcava, no he tingut gaires problemes últimament per acabar-la, tot i que he hagut de treballar molt. Simplement he hagut d'esforçar-me més per passar els dibuixos acotats de les peces de construcció a l'ordinador i per enllestir la part teòrica, que és la font d'informació principal, juntament amb la reproducció en miniatura de la serradora.

Abans de començar a dibuixar esbossos de peces i de fabricar-les vaig haver d'establir una escala de reducció entre la serradora real i la maqueta elaborada per mi. Vaig escollir l'escala 1:10 per dos motius:

1. Em permetia passar amb molta rapidesa les mides reals a les petites (només havia de dividir entre 10 les que ja tenia preses).
2. Aquesta escala em permetia treballar amb una certa comoditat respecte de qualsevol altra. Si l'escala hagués estat major, la maqueta hauria quedat molt gran, i, si hagués estat molt petita, no m'hauria estat fàcil treballar amb els elements petits.

Sabent ja el material que necessitava i les mides que havia de tenir, vaig fer alguns esbossos i de seguida em vaig posar a muntar l'estructura de la maqueta, és a dir, els suports (bases de fusta, peces de porexpan per donar volum al projecte, pilars, cavalls i bigues, etc.). Si bé és veritat que vaig haver de comprar les plaques de porexpan i algun altre material, la majoria l'he aconseguit aprofitat i reciclant tota mena de peces que tenia a casa o al taller. Per exemple, això ho vaig fer amb parts d'una porta (bigues, cavalls, pilars) desmuntant robots com els que utilitzem quotidianament a la cuina de casa (rodaments o coixinets), amb xapa metàl·lica (roda hidràulica, torn), etc.



Figura 11. Muntatge de l'estructura 1, (Tragó, 2013). Font: Elaboració pròpia.



Figura 12. Muntatge de l'estructura 2, (Tragó, 2013). Font: Elaboració pròpia.

A partir d'aquí, amb l'estructura més o menys acabada, vaig començar a elaborar les màquines i eines de dins de la maqueta (conjunt del motor i els engranatges, la roda hidràulica, la serra, el ribot, el torn i les moles), així com també alguns elements decoratius (vaig arrebossar els pilars amb arena, vaig pintar les plaques de porexpan i la base, etc.). Durant tots aquests processos, alguns no van sortir bé i els vaig tornar a repetir, com la fabricació d'una nova roda o el canvi d'eixos i velocitats del grup motor + engranatges.



Figura 13. Procés de construcció, (Tragó, 2013).

Font: Elaboració pròpia.

Finalment, vaig acabar de muntar totes les parts abans d'entregar el treball (vaig posar les corretges, vaig perfeccionar la teulada, etc.). Només hi va haver un inconvenient: el fregament que feien les corretges sobre les politges era tan gran que el motor no tenia prou potència per fer moure el sistema, així que vaig haver de buscar noves alternatives com ara canviar la velocitat, no estrènyer tant les corretges o provar de fer funcionar el motor amb una altra pila més carregada. El resultat per qualsevol d'aquestes millores va ser nul, pràcticament.



Figura 13. Corretges, (Tragó, 2013). Font: Elaboració pròpia.

4.2.2. Funcionament de cada eina o màquina:

Roda hidràulica: La roda de la maqueta està feta tota amb xapa metàl·lica de 0,8 mm i és capaç de girar quan el seu eix també ho fa per mitjà del moviment que aporta el motor.



Figura 14. La roda, (Tragó, 2013). Font: Elaboració pròpia.

Serra: La serra funciona gràcies al moviment rotatori de dues politges superposades, que permeten que el moviment d'aquesta a l'hora de tallar sigui en direcció vertical.



Figura 15. La serra, (Tragó, 2013). Font: Elaboració pròpia.

Ribot: La seva funció és polir o rebaixar fustes si desitgem tenir-les d'un gruix menor. L'eix que gira fa, alhora, de tallant.



Figura 16. El ribot, (Tragó, 2013). Font: Elaboració pròpia.

Torn: El torn serveix per modelar les fustes, normalment per donar-hi un toc artístic i decoratiu.



Figura 17. El ribot, (Tragó, 2013). Font: Elaboració pròpia.

Moles: Serveixen polir peces la superfície de les quals no sigui llisa, tant si parlem de fusta com de ferro.

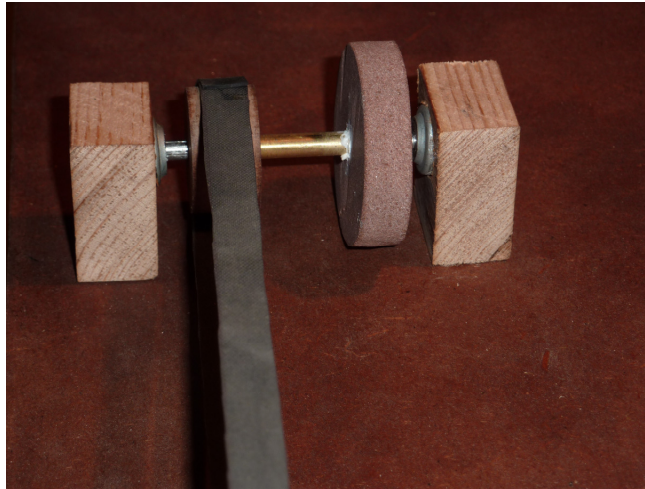


Figura 18. La mola gran, (Tragó, 2013). Font: Elaboració pròpia.

4.2.3. Relacions de transmissió:

$\frac{d_1}{d_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1} \rightarrow$ Aquesta fórmula ens permet calcular la relació de transmissió

entre la velocitat angular inicial de la roda hidràulica i les respectives finals per a cada màquina, en què d és el diàmetre de cada politja i ω és la velocitat angular. A causa del gran fregament que es produeix a la maqueta amb les corretges, el rendiment no es gaire elevat, i això es podria comprovar dividint la hipotètica relació de la fórmula entre la que obtindríem mesurant els resultats reals, però al final no serà possible això, ja que no coneixem amb certesa la velocitat angular inicial de la roda hidràulica.

5. CONCLUSIONS:

Per acabar el treball, només em queda concloure que la majoria de les hipòtesis que em vaig plantejar el curs passat s'han complert, excepte la d'arribar a realitzar un anàlisi acurat i elaborat sobre les relacions de transmissió, perquè, com ja he dit anteriorment, no disposava de les dades suficients per fer-ho. El motor sempre gira a una velocitat diferent segons la resistència que s'hi oposi, segons que la pila estigui més o menys carregada, etc.

No obstant aquest petit detall, he pogut construir i fer un estudi de la maqueta tal com jo mateix m'havia proposat inicialment. Quan s'ha de reproduir a una mida més petita alguna cosa tan gran com era, en aquest cas, la serradora de Ca l'Ambrós, la dificultat augmenta molt perquè és difícil treballar amb peces moltes vegades inferiors a 2 cm de costat.

Pel que fa al treball escrit també he après molta informació nova que desconeixia sobre l'origen de la roda hidràulica i la seva progressiva evolució al llarg del temps. A més, està bé recopilar per escrit també tot el que es fa a la pràctica per tenir-ne constància.

Per tant, considero que aquest treball m'ha estat molt útil per tornar a recordar conceptes d'àmbits molt variats com de tecnologia, matemàtiques, física, dibuix, etc. i per aquest motiu ho valoro molt positivament.



Figura 18. La maqueta, (Tragó, 2013). Font: Elaboració pròpia.

6. BIBLIOGRAFIA

MONOGRAFIES I ENCICLOPÈDIES ELECTRÒNIQUES:

http://www.ies-def.upm.es/EnergiaSolar/OLD_TR_LECCI%C3%93N-05.PDF

(9/02/13)

<http://www.beatramonllull.org/planes/op3estudis/Curri/Eso4/ERenov/TEMA5.pdf>

(9/02/2013)

http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/maquinashidraulicas/rueda_hidraulica/rueda_hidraulica.html (24/04/2013)

<http://es.opitec.com/opitec-web/st/Home> (18/06/2013)

<http://es.wikipedia.org/wiki/Hidr%C3%A1ulica> (20/06/2013)

http://es.wikipedia.org/wiki/Turbina_hidr%C3%A1ulica (20/06/2013)

<http://www.lleidatur.com/Portals/2/Publicacions/pdf/rev/21/5.pdf> (11/07/2013)

<http://roble.pntic.mec.es/fmir0002/sanfeliz/norias/funcionoria.html> (2/09/2013)

http://ca.wikipedia.org/wiki/Turbina_Francis (14/10/2013)

http://ca.wikipedia.org/wiki/Turbina_Pelton (14/10/2013)

http://ca.wikipedia.org/wiki/Turbina_Kaplan (14/10/2013)

LLIBRE: JOSEPH, Joan; HOYOS, Roger; GARRAVÉ, Jaume; GARÓFANO, Francesc i VILA, Francesc (2012) *Tecnologia Industrial 1*. Madrid: 2a. reimpressió. McGraw-Hill.