



EPS

Escola Politècnica

UdG Superior

Treball de final de Grau

Estudi: Grau en Enginyeria Mecànica

Títol: Estudi de millora del rendiment hidràulic d'una turbina picohidràulica d'impulsió de baixes velocitats.

Document: RESUM

Alumne: David Canals Camps

Director/Tutor: Antoni Pujol Sagaró

Departament: Eng. Mecànica i de la Construcció Industrial

Àrea: Mecànica de Fluids

Convocatòria (mes/any): Juny 2013

RESUM

La mecànica de fluids computacional (CFD: *Computational Fluid Dynamics*) és una de les branques de la mecànica de fluids, que utilitza mètodes numèrics i algorismes per a resoldre i analitzar problemes sobre el flux de substàncies. Els ordinadors són utilitzats per realitzar els milions de càlculs requerits per a simular la interacció dels líquids i gasos amb superfícies complexes. Les simulacions que es realitzen amb aquest tipus de programes, s'ha demostrat que són molt fiables i que estalvien temps i diners, ja que eviten haver de realitzar experiments de prova - error.

En el projecte s'utilitza el principalment el programa de CFD Ansys Workbench 13.0 per simular unes turbines hidràuliques. L'objectiu del projecte és millorar el disseny hidràulic de les turbines picohidràuliques d'impulsió emprades en l'Himàlaia indi.

Per poder realitzar les simulacions, primerament s'utilitzarà el programa CAD (Computer Aided Design) Autodesk Inventor 2012 per a generar els volums corresponents a les turbines i els canals d'entrada. Llavors s'importaran aquestes geometries a l'Ansys Workbench per definir els volums de control, mallar-los, donar les condicions de contorn, calcular i obtenir els resultats necessaris.

En el laboratori de mecànica de fluids de l'Escola Politècnica Superior de la Universitat de Girona, es disposa d'una turbina picohidràulica, de la qual en tenim els paràmetres de funcionament gràcies a estudis previs. Primerament, es simularà la turbina existent en el laboratori de mecànica de fluids per comparar els resultats obtinguts de les simulacions informàtiques i les dades reals de camp. Aquest primer procés, s'anomena validació del programa, on ens assegurem que els paràmetres de simulació i la simulació són correctes. A més, per a més seguretat, es simularà la turbina del laboratori amb un altre programa CFD anomenat STAR-CCM+, per cotejar la concordança entre programes. Un cop validat el programa, es realitzaran simulacions de les turbines actuals utilitzades a l'Himàlaia per saber les condicions actuals de treball. A partir d'aquí, es proposarà un perfil d'àlep per tal d'augmentar-ne el rendiment.

A la Figura 1 es pot veure la turbina tradicional, i la turbina amb àleps modificats.

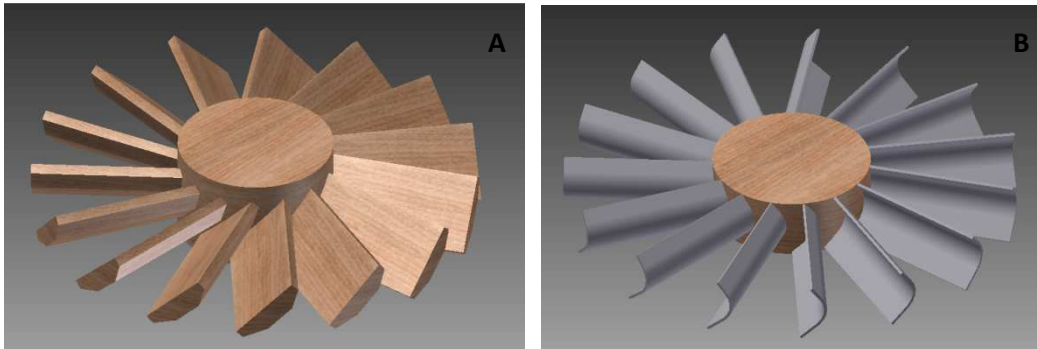


Figura 1. a) turbina tradicional b) turbina amb àleps modificats

Després de fer les primeres simulacions, es va comprovar que el programa Ansys Workbench donava una variació mitjana d'un 3'5% respecte els paràmetres de funcionament reals fins a baixes revolucions, però difereix molt a partir de 150 revolucions per minut. Això pot ser degut a que alhora d'imposar les condicions de contorn, es va haver d'escollir flux laminar enlloc de turbulent, perquè l'Ansys amb el flux turbulent donava error i no es podia simular. Aquesta divergència de resultats es fa més efectiva quan a més velocitat gira la turbina. També es va apreciar que l'Ansys Workbench s'aproxima més a la realitat que l'STAR-CCM+.

La concordança entre corbes a baixes revolucions és clau per aquest projecte, perquè el règim de funcionament real de les turbines de l'Himàlaia es situa al voltant de les 150 revolucions per minut. Per tant, s'ha pogut validar el programari CFD per a aquest tipus de condicions especials, tot i que amb cert escepticisme. Els usuaris d'aquestes turbines van determinar a base de prova i error que aquest era el millor règim de treball perquè si la turbina treballava a més revolucions per minut la matèria que estaven movent quedava malmesa i no era apte per a el consum perquè quedava recremada.

Després de fer les simulacions, s'ha establert que el punt on la turbina tradicional genera més parell, és a prop de les 165 revolucions per minut, generant 4200W aproximadament. El rendiment per a aquest punt es situa a prop del 60%. Per ser unes turbines de característiques rudimentàries i de fabricació artesanal, val a dir que el rendiment és acceptable. A priori, s'esperava que el rendiment tingués uns valors més baixos.

Amb la modificació dels àleps proposada, s'ha aconseguit desplaçar el punt òptim de funcionament a prop de les 150 revolucions per minut, generant una potència màxima d'uns 5000W. Així, el rendiment ha augmentat fins a un 71%. Tot i així, es segueix considerant un rendiment baix, perquè la turbina estudiada és de la família de les turbines Turgo, i aquestes, poden arribar a uns rendiments d'aproximadament 95%.

També s'ha pogut comprovar que les components de les forces en les direccions que no generen parell rotatiu efectiu a la turbina han disminuït considerablement amb el nou perfil d'àlep proposat, aconseguint així reduir els esforços de tot el conjunt.

Comparant les simulacions amb l'àlep normal i l'àlep modificat, s'ha pogut apreciar que la força resultant del doll d'aigua incideix més efectivament en l'àlep modificat, així com que s'adapta més a la forma de l'àlep. La forma còncava de l'àlep fa que la turbina pugui recollir tot el doll d'aigua aprofitant així el màxim de força possible. A la Figura 2 es veu una comparació entre la fracció d'aigua - aire dels dos casos per a 150 revolucions per minut.

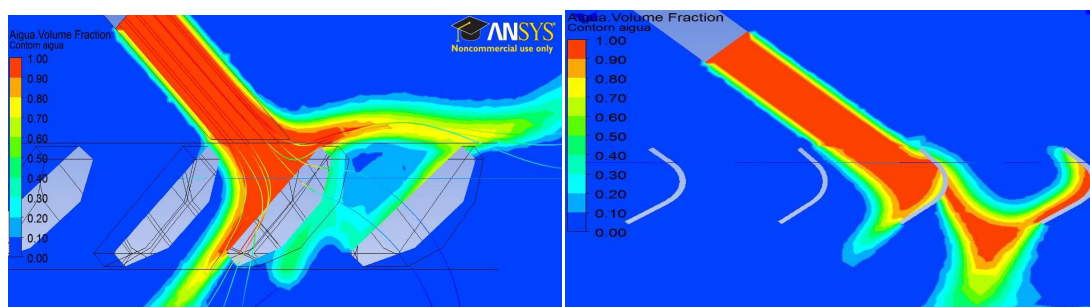


Figura 2. Comparació fracció aire - aigua entre els diferents dissenys d'àleps. a) àlep normal b) àlep modificat

Finalment, s'ha arribat a la conclusió que el nou disseny de l'àlep és més eficient gràcies a que la seva morfologia aconsegueix aprofitar més bé les components de força del doll d'aigua per a la rotació de la turbina. A més, a la vegada es redueixen els parells que no interessen per a l'aplicació d'aquestes turbines. Així es reduirà els esforços induïts a l'estructura de suport de la turbina, reduint la ruptura i manteniment d'aquests elements.

Tot i així, els nous àleps confereixen una nova corba de potència a la turbina. Aquesta nova corba és molt més punxeguda, amb un màxim de potència a 150 revolucions per minut , que provoca que la turbina sigui menys elàstica alhora de treballar (pugui treballar a menys règims de revolucions eficientment). L'ús de més àleps modificats segurament serviria per obtenir una corba de potència més plana, fet que milloraria el comportament global de la turbina modificada en comparació amb la turbina tradicional.