

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria Mecànica

Títol: Disseny i construcció d'un banc de proves de rodets hidràulics

Document: Resum

Alumne: Paula Segorbe Serra

Tutor: Eduard Massaguer i Albert Massaguer

Departament: Mecànica de Fluids

Àrea: Enginyeria Mecànica

Convocatòria (mes/any): Setembre/ 2023

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ.....	2
2. METODOLOGIA.....	2
3. BANC D'ASSAIG	3
4. DISSENY DEL RODET	3
Variació paràmetre β_2 :	4
Variació paràmetre D2:	4
- Mètode 1.....	4
- Mètode 2.....	4
5. CONSTRUCCIÓ DEL RODET	5
6. ASSAIG I RESULTATS.....	5
7. CONCLUSIONS	5

1. INTRODUCCIÓ

En el camp de la Enginyeria hidràulica, els sistemes de bombeig presenten un gran paper dins la necessitat de generar diferents tipus d'energia, és el cas de les bombes centrífugues.

Molts dels assajos d'aquestes bombes es duen a terme en bancs de proves per veure com afecta el disseny del rodet en les Corbes de funcionament. Gràcies a la fabricació additiva es possible dissenyar i imprimir rodets de geometries diferents i assajar-los al banc, comparant els resultats amb la teoria de Disseny de turbomàquines.

L'objecte de l'estudi és basa en el disseny i construcció del banc de proves de rodets hidràulics que permeti assajar rodets de diferents formes i mides, fabricats mitjançant impressora 3D per obtenir les corbes característiques de la bomba (Cabal-Alçada, Cabal-Potència i Cabal-rendiment). Finalment concloure si es pot fabricar un rodet variant les dades geomètriques dels àleps per assolir un nou punt de funcionament determinat (H,Q), utilitzant diferents metodologies basades en la teoria de l'assignatura de Sistemes i Màquines Fluidomecàniques.

Aquesta eina s'usarà a nivell de recerca però també es podrà usar en docència. Es preveu que aquest equip s'utilitzi en l'assignatura de Sistemes i Màquines Fluidomecàniques, per tal que els alumnes puguin dissenyar i construir els seus propis rodets i obtenir-ne les seves corbes característiques i punt de funcionament.

2. METODOLOGIA

A continuació es presenten els passos seguits per dur a terme l'estudi:

- Estudiar les limitacions del banc de proves existent.
- Dissenyar i construir el nou banc per tal de dur a terme l'estudi.
- Escollir una bomba que treballi dins el rang que pot absorbir el banc de treball.
- Adaptar la bomba al banc de proves i ajustar els elements de mesura per tal d'obtenir els resultats experimentals.
- Estudiar els paràmetres geomètrics de les bombes i com afecta en els gràfics de funcionament.
- Dissenyar, fabricar i construir el rodet per un nou punt de funcionament segons metodologies estudiades.
- Graficar la corba obtinguda de manera experimental, teòrica i comparar els seus resultats per un punt de funcionament.

Es pretén amb aquest estudi dissenyar rodets semblants al inicial de la bomba que puguin treballar en punts de funcionament determinats, modificant paràmetres de les equacions teòriques. S'escollirà el sistema més adequat per tal de dissenyar-lo de la manera més senzilla possible.

3. BANC D'ASSAIG

El banc d'assaig del departament comptava amb un tanc on es recirculava el fluid, compost per una sèrie de conductes per conduir l'aigua des de el tanc fins a la part superior de la bomba.

En l'estudi es proposa la compra d'una bomba amb voluta desmuntable que permetrà la substitució del rodet. A més, s'hauran d'instal·lar els elements de mesura com vacuòmetre, manòmetre, cabalímetre i realitzar totes les connexions del circuit.

Requisits per seleccionar la bomba i els aparells de mesura:

- Bomba: Seleccionar bomba de voluta desmuntable capaç de treballar amb cabals màxims de $6,3 \frac{m^3}{h}$. Pressió de la bomba que no superi els 1,6 bars a la sortida.
- Cabalímetre: S'utilitza el cabalímetre existent en el banc que té com a límits de mesura de 0 a $6,3 \frac{m^3}{h}$.
- Manòmetre: límits de mesura de 0 a 1,6 bar.
- Vacuòmetre: límits de mesura de 0 a -1 bar.
- Dades del quadre general: No superar els límits de potència del quadre general existent (1000 W).

4. DISSENY DEL RODET

Per dissenyar un rodet semblant que treballi en un punt de funcionament determinat, es necessita trobar les corbes característiques teòrica i experimental del rodet inicial.

Rodet inicial

S'extreu de manera teòrica amb les equacions d'Euler i Bernoulli la corba característica ideal de la bomba, mantenint les mesures del rodet com són diàmetre interior i exterior i l'amplada de l'àlep a l'entrada i a la sortida. S'assaja el rodet per obtenir la corba característica experimental i es compara amb la obtinguda pel fabricant. Seguidament es determina el

Punt de Funcionament, inicialment s'agafa com a referència el punt on el rendiment és màxim.

Com la formulació només té en compte la teoria unidimensional i la corba experimental obtinguda té en compte paràmetres tridimensionals, es relacionen les dues a partir dels de les pèrdues dels rendiments volumètrics i hidràulics. La corba ideal queda modificada quan se li apliquen aquests rendiments i es transforma en una corba experimental unidimensional, la qual s'utilitzarà per tal de poder treballar amb les fórmules que es basen en la geometria dels àleps.

Es procedeix a modificar els paràmetres geomètrics del rodet per tal de treballar al punt de funcionament desitjat:

Variació paràmetre β_2 :

Modifica el paràmetre beta 2 (β_2) del rodet, que és el que determina la direcció de la velocitat tangencial del flux a la sortida de l'àlep. Per obtenir el nou paràmetre es procedeix a variar-lo teòricament de l'equació fins aconseguir que la corba ideal talli el Punt de funcionament. Seguidament es dissenya el rodet modificat del qual es compararan els resultats teòrics amb els experimentals obtinguts de l'assaig.

Variació paràmetre D2:

- Mètode 1

S'opta per obtenir el punt de funcionament modificant el paràmetre D2 (Punt on finalitzen els àleps). Per trobar el paràmetre D2 s'utilitzen les lleis de semblança. Les lleis de semblança s'utilitzen per predir el comportament d'una bomba geomètricament semblant treballant en les mateixes condicions. En aquest cas es coneixen les dades de cabal dels dos punts de funcionament i es pot predir quin serà el nou Diàmetre exterior (D2).

- Mètode 2

La metodologia d'obtenció del paràmetre D2 es realitza a través de la corba característica ideal de la bomba. La corba característica ideal està definida segons dos paràmetres, però només un d'ells queda afectat per D2, es procedirà a variar aquest paràmetre fins aconseguir que la recta teòrica talli el punt de funcionament buscat. Seguidament es dissenyarà el rodet amb el nou Diàmetre exterior (D2).

5. CONSTRUCCIÓ DEL RODET

Es modifica el disseny dels rodets segons les tres metodologies. Es realitzen diversos dissenys per arribar a l'òptim, s'imprimeixen els prototips amb impressora 3D i es fan assajos per comprovar que el rodet sigui prou resistent als esforços del fluid.

Els rodets també compten amb un procés de muntatge per tal de collar-los a la bomba de voluta desmuntable i fer els assajos.

6. ASSAIG I RESULTATS

En el capítol es detallen els passos a seguir per tal de realitzar un bon assaig i es mostren els resultats obtinguts en cada cas. Seguidament es comparen els resultats previs teòricament amb els obtinguts experimentalment.

S'assagen els rodets segons les tres metodologies i s'obtenen les corbes característiques experimentals del rodet. Finalment es verifica si aquestes corbes passen pel punt de funcionament determinat de manera teòrica.

S'obtenen els resultats i es comprova que la metodologia que ens permet relacionar la formulació teòrica amb les dades experimentals es basa en variar el paràmetre $D2$ de la corba característica ideal (Variació del paràmetre $D2$ segons el mètode 2). Els resultats obtinguts verifiquen els teòrics.

Els altres assajos no permeten assolir el Punt de funcionament i per tant no verifiquen les metodologies utilitzades.

En la modificació del paràmetre β_2 es conclou que la seva variació gairebé no modifica l'alçada que pot impulsar la bomba i per tant queda molt lluny dels resultats esperats.

En el cas de variar el paràmetre $D2$ per semblança es pot concloure que afecta de manera més positiva als resultats però no s'arriba al Punt de funcionament desitjat.

7. CONCLUSIONS

Amb aquest estudi s'han assolit els objectius determinats a l'inici.

- S'ha seguit un procés per tal de dissenyar, construir i adaptar el banc de proves existent de la Universitat per assajar nous rodets i extreure'n les corbes característiques de la bomba.

- Aquest procés inclou determinar la bomba de voluta desmuntable que sigui compatible amb el banc existent, on es comprova que les dades proporcionades pel fabricant són errònies i s'extreuen experimentalment assajant bomba. A més es comprova que els elements de mesura són compatibles amb la bomba escollida.
- Es compleix la relació entre l'estudi del rodet inicial de la bomba amb les equacions teòriques que es basen en la geometria dels àleps, aplicant els factors de rendiment volumètric i hidràulic degut a les pèrdues.
- Observant els resultats obtinguts es comprova que el rodet fabricat amb impressió 3D, és capaç de suportar els esforços exercits pel fluid, després de fer diferents proves i determinar quin és el millor disseny pel rodet. Els únics inconvenients que s'han trobat són que la part interior per on circula el fluid, al construir-se un suport fa que no quedi del tot llisa la cara i podria provocar petites turbulències, podria ser una millora per a treballs futurs. També que el procés per retirar el suport és delicat i es podria millorar si el suport fos creat amb un material que es pogués dissoldre amb aigua.
- A més, s'estudien tres metodologies diferents relacionant els resultats experimentals amb els suposats teòricament i es pot concloure que el rodet obtingut a partir de la variació d'un paràmetre de la formulació teòrica ens dona resultats més precisos que seguint el mètode de semblances.
- També es pot concloure que la variació de dades geomètriques, com són el diàmetre exterior, afecta molt més a l'alçada que pot proporcionar la bomba, si es compara amb els angles d'entrada i sortida dels àleps del rodet que casi no fan variar els resultats.
- Finalment es pot arribar al punt de funcionament (alçada i cabal determinats prèviament) seguint el mètode 2 i per tant modificant paràmetres geomètrics del rodet segons les equacions teòriques som capaços de preveure en quin punt treballarà la bomba.

A part dels objectius definits a l'inici del treball:

- S'ha estudiat el rendiment dels nous rodets però no s'ha provat de millorar, el fet de canviar la geometria ha causat que el rendiment disminueixi. Per a propers estudis es podria mirar de trobar un mètode per tal de mantenir el rendiment del rodet inicial i que no disminueixi en excés.
- S'ha redactat una pràctica on es detalla el procediment per obtenir nous rodets segons el mètode més precís pels futurs alumnes de l'assignatura de Sistemes i Màquines Fluidomecàniques.