

FLUIDOEN INSTALAZIOAK ETA MAKINAK: LABORATEGIKO PRAKTIKEN GIDOIA

5. GAIA: TURBINAK: Kaplan turbina

Ingeniaritza Nuklearra eta Fluidoek Mekanika Saila

EDUKIAK

- | | | |
|----|---|---|
| 1. | Oinarri teorikoa | 1 |
| 2. | Behar den tresneria eta instalazioaren deskribapena | 2 |
| 3. | Bibliografia | 6 |

1. OINARRI TEORIKOA

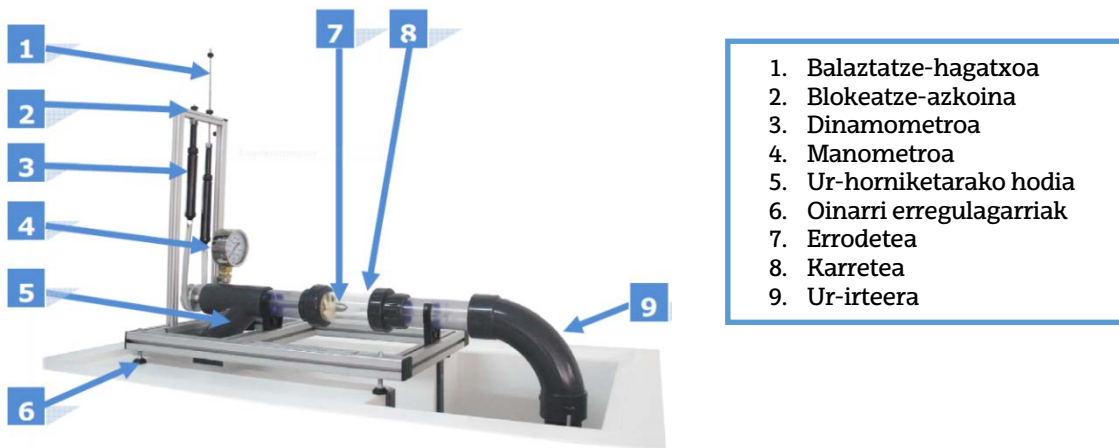
Kaplan turbina erreakzio-turbina bat da. Francis turbinaren moduan, hauek dira turbina hori zehazten duten oinarritzko osagaiak: (i) ura zuzentzeko eta emaria erregulatzeko beso-koroa batez osatutako banatzailea (kasu honetan, besoak ez dira mugikorak), (ii) turbinaren ardatzari akoplatutako errodetea, dituen besoen artean igarotzen den ur-zirkulazioari esker biraketa-mugimendu bat eskuratzen duena, eta (iii) turbinaren errendimendua maximizatzeko xurgagailua. Banatzailearen diametroa errodetearena baino handiagoa denez, ardatzarekiko zentripetua da ur-zirkulazioa. Laborategiko Kaplan turbinak errodetearen irteeran fluxu-arteagailu bat dauka korrante-hodien mugimendu errotazionala zuzentzeko, turbulentsiak eratutako karga-galerak txikitzeko. Turbina horren bukaera bankuko ur-depositura deskargatzen duen xurgagailu batek definitzen du. Turbinaren sarreraren (beso-koroa) eta turbinaren irteeraren (xurgagailua) arteko kota-ezberdintasuna 0,72 m-koa da.

Kaplan turbina bati dagozkion funtzionamendu-puntu esperimentalak, turbina bira-abiadura ezberdinetan lanean ari delarik lortzen direnak, kurba batera doitzen dira. Hauek dira turbinaren funtzionamendua zehazten duten parametroak:

- Emaria (Q)
- Jauzi garbia (H_n)
- Potentzia hidraulikoa (P_h)
- Pare eragilea (C_m)
- Potentzia mekanikoa (P_m)
- Errendimendua (η)

2. BEHAR DEN TRESNERIA ETA INSTALAZIOAREN DESKRIBAPENA

Fluidoaren mekanikako laborategiak funtzio anitzeko banku hidrauliko batean instalatua du Kaplan turbina (1. irudia).



1. irudia: Kaplan turbina baten oinarrizko osagaiak.

Banku honen behealdean ura dago, paraleloan jarritako bi ponpen bidez Kaplan turbinara ponpatzen dena. Emariaren erregulaziorako den balbula baten bitartez ezartzen da emaria, eta bere balioa turbinaren horniketarako hodian kokatutako neurgailu elektronikoko baten irakurketa zuzenak (L/min) adierazten du. Urak turbinaren sarreran duen presioa ezagutzeko, turbinaren sarreran kokatutako Bourdon manometroa erabiltzen da; presio hori txikia denean, bera ezagutzeko ur zutabedun manometro bat erabiliko da. Xurgagailutik ateratzen den urak zirkuitu itxia betetzen du bankuko behealdeko depositura itzuliz. 1. irudian aurkezten dira Kaplan turbinaren oinarrizko osagaiak.

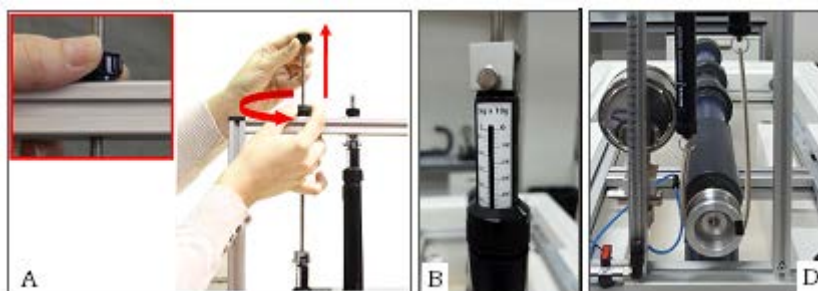
Turbinarekin lanean hasi baino lehen, ekipoak ondo nibelatuta egon behar du. Horrela ez bada, ekipoaren oinarri erregulagarriak doitu beharko dira (2. irudia).



2. Irudia. Turbina nibelatzeko sistema eta ponpen eragingailuak.

Banku hidraulikoak bi ponpa ditu, eta oso garrantzitsua da horiek pizteko modua (2. irudia). Lehenengo goialdeko eragingailua aktibatuko da, eta, segidan, bigarrena (sistema martxan jarriko du bere osotasunean). Bi ponpak martxan direla, motelki zabalduko da emaria erregulatzeko balbula, turbinaren biraketa-mugimenduaren hasiera behatuz.

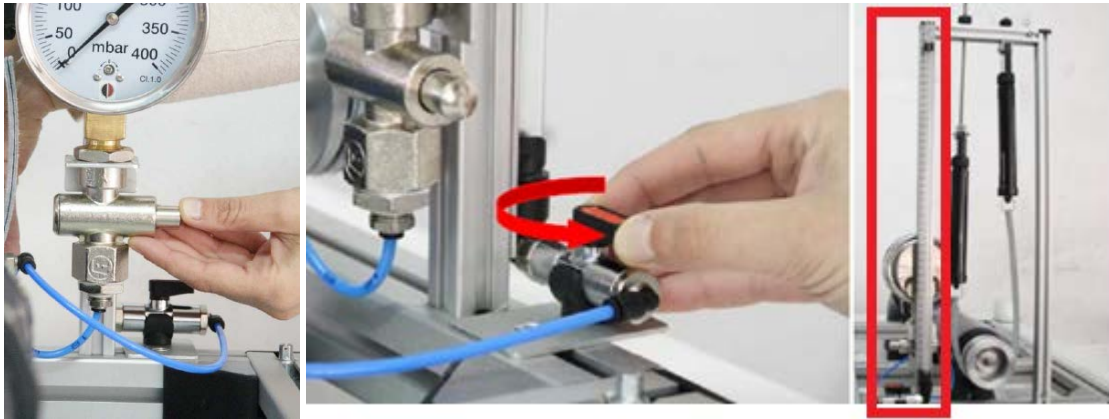
Marruskadura-galgaren bitartez turbinaren karga erregula daiteke, guztiz gelditu daitekeelarik. Dinamometroak adierazten duen irakurketaren bitartez egin daiteke eragiketa hori aurrera eramaterakoan eragindako pare eragilearen irakurketa. Eragiketa hori behar den moduan egiteko, turbina geldirik dagoela, dinamometroak indargetu behar dira zerora doitu arte; horretarako, dinamometroek harizatuta dituzten piezak erabiliko dira. Turbina martxan dagoela, goialdeko azkoinak estutuko dira nahi den bira-abiadura ezarri arte. Momentu honetan eragiten den indarra dinamometroek aurkezten dituzten irakurketen kenduraren bitartez ezarriko da.



3. irudia. A: dinamometroa eta azkoinaren xehetasuna. B: dinamometroaren irakurketa. D: turbinaren marruskadura-galga.

Presio-neurketa bi modutan egin daiteke: Bourdon (mbar) edo ur-zutabedun (mm U. Z.) manometroen bitartez. Sarrerako presioa 50 mbar baino txikiagoa denean, ur-zutabedun manometroa erabiliko da. Bourdon manometroan presioa neurtzeko, 4. irudian agertzen den lehen

marrazkiko pistaia sakatu beharra dago. Aldiz, ur-zutabedun manometroarekin hartzeko, behar den bezala kokatuko da 4. irudian agertzen den eskuineko marrazkiko balbula.



4. irudia. Bourdon manometroa edo ur-zutabedun manometroa erabiltzeko jarraitu beharreko pausoak.

5. irudian ikusten den bezala, turbina honek errodetearen diseinuak duen eragina esperimentalki aztertzeko aukera eskaintzen du, errodete ezberdinekin lan egiteko aukera baitago. Errealitatean, Kaplan turbina batek momentu bakoitzean eskuragarri duen jauzi garbiaren (asko aldatzen ez dena) eta emariaren (gehiago alda daitekeena) arabera lor dezakeen errendimendu maximoa lortzeko besoen angelua ezar dezake. Errodetearen besoen angeluak duen eragina ezagutzeko, esperimentalki eta laborategi batean, dagoen aukera bakarra sarreran eta irteeran angelu ezagunak dituzten errodete ezberdinak erabiltzea da.

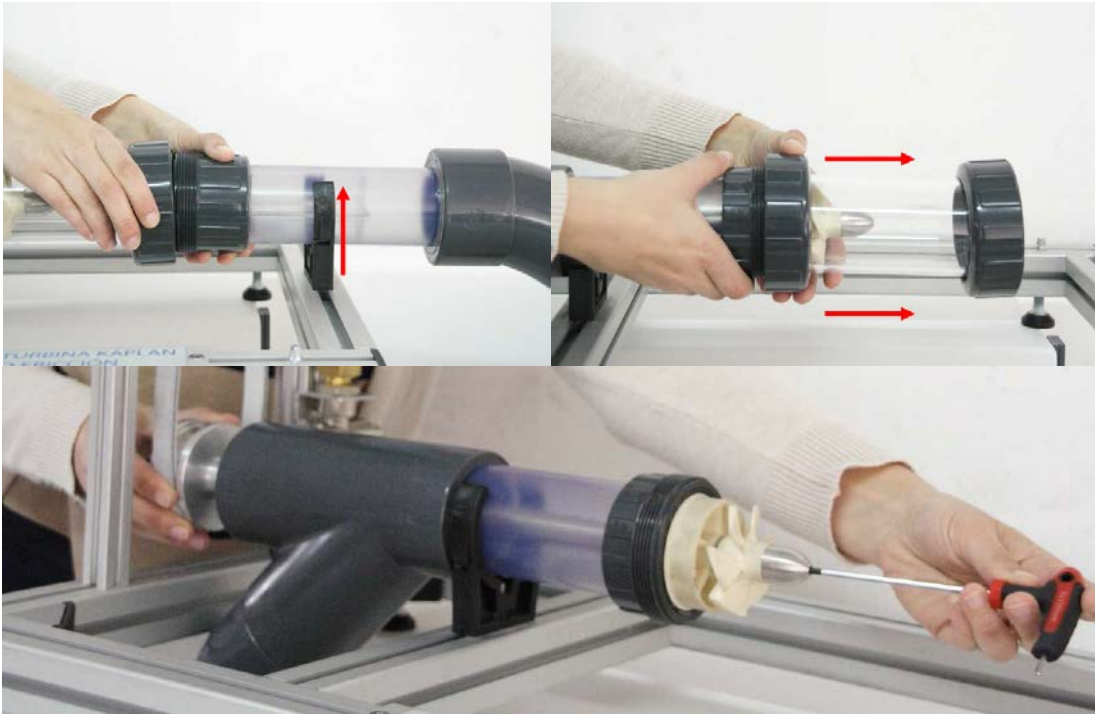


5. irudia. Kaplan turbinarekin lan egiteko errodete ezberdinak.

Errodete-aldaketa egin ahal izateko, lehenbizi banku hidraulikoaren ponpa itxi beharko da ur-mugimendua ekiditeko. Turbinaren zirkuitua urez hustu ondoren, bi eskuekin karretearen alboetan diren hiru piezak indargetu beharko dira (6. irudia). Behartu gabe, karretera erraztasun handiagorekin heltzeko, xurgagailua eusten duen pintzatik atera beharko da. Segidan, errodetea

barneratzen duen karretea kentzen da. Allen giltza erabiliz eta txirrika eutsiz, errodetea indargetzen da aldatu ahal izateko.

OHARRA. Ekipoa erabili eta gero, ardatza bero egon daiteke marruskadura dela eta; horregatik, gomendagarria da arreta handiz ibiltzea eta txirrika eusteko unean elementu isolagarri bat erabiltzea. Errodetea aldatu ondoren, berriro muntatu.



6. irudia: Errodetea aldatzeko jarraitu beharreko pausoak.

Jarraian, instalazioko hainbat osagaien ezaugarri nagusiak zehazten dira:

Barne-diametroak:

- Inpultsiorako hodia: kanpoko diametroa = 63 mm; barneko diametroa = 56,5 mm

Manometroa:

- Glizerina duen Bourdon manometroa: 0-tik 400 mbar-era.

Dinamometroa:

- 2x Dinamometro 2 kg x 10 g

Turbinaren ezaugarriak:

- Mota: Kaplan
- Errodetearen beso kopurua: 6
- Errodetearen besoen angeluak:
 - Gutxienekoa (sarrera/irteera): $26^{\circ}/11^{\circ}$
 - Ertaina (sarrera/irteera): $41^{\circ}/26^{\circ}$
 - Angelu maximoa (sarrera/irteera): $49^{\circ}/34^{\circ}$

3. BIBLIOGRAFIA

Fluido en Mekanikako bibliografia

- Streeter, Victor L., Wylie, E. Benjamin, et al. *Mecánica de los Fluidos*. McGraw-Hill, 2000. ISBN: 958-600-987-4.
- White, Frank M. *Mecánica de Fluidos*. McGraw-Hill, 2003. ISBN: 84-481-4076-1.
- Crespo, Antonio. *Mecánica de Fluidos*. Thomson Editores Spain Paraninfo S. A., 2006. ISBN: 84-9732-292-4.
- Mataix, Claudio. *Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas*. Ediciones del Castillo S. A., 1986. ISBN: 84-219-0175-3.
- Fox, Robert W. and McDonald, Alan T. *Introducción a la Mecánica de Fluidos*. McGraw-Hill, 2005. ISBN: 970-10-0669-0.
- Douglas, John F. *Problemas resueltos de Mecánica de Fluidos Vol I y Vol II*. Ed. Bellisco, 1991. ISBN: 84-85198-50-6.
- Gerhart, Philip M., Gross, Richard J., et al. *Fundamentos de Mecánica de Fluidos*. Ed. Wilmington-Delaware, 1995. ISBN: 0-201-60105-2.
- Pastor, Justo. *Mecánica de Fluidos Tomo I y Tomo II*. Ed. Estudios Grafor, 1972. Depósito legal BI-1016-1972.
- Giles, Ranald V., R.V., Evett, Jack B., et al. *Mecánica de fluidos e Hidráulica*, 1998. ISBN: 84-481-1898-7.
- Mott, Robert L. *Mecánica de Fluidos Aplicada*. 4ª edición. Prentice-Hall Hispanoamericana, 1996. ISBN: 968-880-542-4.

Ponpen eta turbinen bibliografia

- Agüera Soriano, José. *Mecánica de Fluidos Incompresibles y Turbomáquinas Hidráulicas*. 5ª Edición Actualizada. Ed. Ciencia 3, S.L., 2002. ISBN: 84-95391-01-05.
- Mataix, Claudio. *Turbomáquinas Hidráulicas. Turbinas Hidráulicas, Bombas y Ventiladores*. 2ª Edición revisada y corregida. Ed. Amábar S.L., 2009. ISBN: 978-84-8468-252-3.
- Larreategui, Andoni. *Elementos de Máquinas Hidráulicas*. Edición de 2007. Sección de publicaciones de la E.T.S.I. de Bilbao, 2007.
- Almandoz B., Xabier, Mongelos O., Mª Belén, et al. *Apuntes de Máquinas Hidráulicas*. 2ª Edición. Sección de publicaciones de la EUP, 2007. ISBN: 978-84-690-5856-5.
- Pastor, Justo. *Máquinas Hidráulicas y de Fluidos*. Sección de publicaciones de la E.T.S.I. de Bilbao, 1972.

Zentral hidroelektrikoen bibliografia

- L. Cuesta, Diego and Vallarino, Eugenio. *Aprovechamientos hidroeléctricos*. 2ª Edición. Ed. Ibergarceta Publicaciones S.L., 2014. ISBN: 978-84-1622-808-9.
- Zoppetti, Gaudencio. *Centrales Hidroeléctricas*. 5ª Edición. Ed. Calypso S.A., 1982. ISBN: 968-6085-55-6.
- *Centrales Hidroeléctricas*. Ed. Paraninfo S.A., 1994. ISBN: 84-283-2069-1 e ISBN-84-283-2070-5.

Turbinen bibliografia

- Cuesta Diego, Luis and Vallarino, Eugenio. *Aprovechamientos hidroeléctricos*. Ed. Ibergarceta Publicaciones S.L., 2015. ISBN: 978-84-1622-808-9.
- Zoppetti, Gaudencio. *Centrales hidroeléctricas*. Ed. G. Gili S.A. (1982). ISBN: 968-6085-55-6.