

**FLUIDOEN INSTALAZIOAK ETA MAKINAK:  
LABORATEGIKO PRAKTIKEN GIDOIA**

**6. GAIA: TURBINAK: Helize turbina**

**Ingeniaritza Nuklearra eta Fluidoaren Mekanika Saila**

## EDUKIAK

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

## 1. OINARRI TEORIKOA

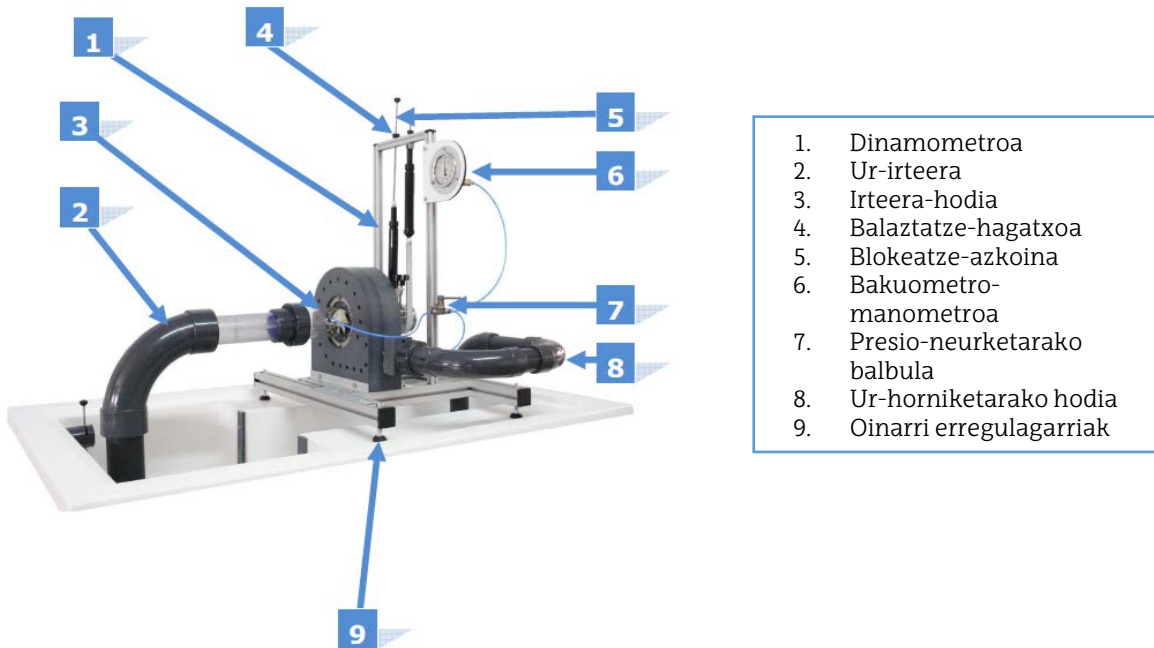
Helize turbina erreakzio-turbina bat da. Francis turbinaren moduan, hauek dira turbina hau zehazten duten oinarrizko osagaiak: (i) ura zuzentzeko eta emaria erregulatzeko beso-koroa batez osatutako banatzailea, (ii) turbinaren ardatzari akoplatutako errodetea, dituen besoen artean igarotzen den ur-zirkulazioari esker biraketa-mugimendu bat eskuratzen duena, eta (iii) turbinaren errendimendua maximizatzeko xurgagailua. Banatzailearen diametroa errodeteara baino handiagoa denez, ur-zirkulazioa ardatzarekiko zentripetua da. Laborategiko Helize turbinak errodetearan 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 irteeraren (xurgagailua) arteko kota-ezberdintasuna 0,72 m-koa da.

Helize turbina bati dagozkion funtzionamendu-puntu esperimentalak, emaria eta altuera manometrikoa konstante mantenduz lortzen direnak, kurba batera dira doituak. Turbinaren funtzionamendua zehazten duten parametroak hauek dira:

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

## 2. BEHAR DEN TRESNERIA ETA INSTALAZIOAREN DESKRIBAPENA

Fluidoaren mekanikako laborategiak banku hidrauliko funtzioaniztun batean instalatuta du Helize turbina (1. irudia).



**1. irudia. Helize 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 adierazten du turbinaren horniketarako hodian kokatutako neurgailu elektronikoko baten irakurketa zuzenak (L/min). Urak turbinaren sarreran eta irteeran duen presioa ezagutzeko, turbinaren sarreran kokatutako Bourdon motako bakuometro-manometroa erabiltzen da. Xurgagailutik ateratzen den urak zirkuitu itxia betetzen du bankuko behealdeko depositura itzuliz. 1. irudian aurkezten dira Helize turbinaren oinarrizko osagaiak.

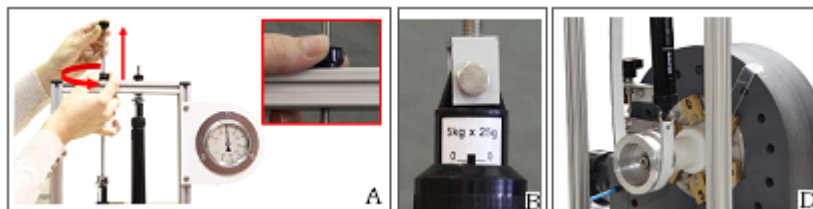
Turbinarekin lanean hasi baino lehen, ekipoa ondo nibelatuta egon behar du. Hala ez balitz, ekipoa hanka erregulagarriak doituaz nibelatu beharko litzateke ekipoa (2. irudia).

Banku hidraulikoak bi ponpa ditu, eta horiek pizteko modua oso garrantzitsua da (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.



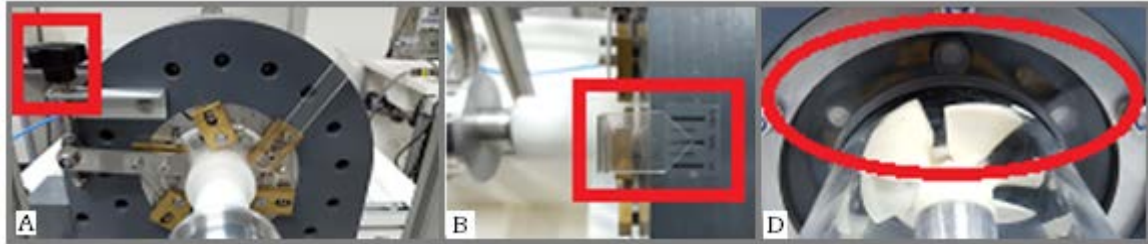
**2. irudia.** Turbina nibelatzeko sistema eta ponpen eragingailuak.

Marruskadura-galgaren bitartez turbinaren karga erregula daiteke, guztiz gelditu daitekeelarik. Eragiketa hau aurrera eramaterakoan eragindako pare eragilearen irakurketa dinamometroak adierazten duen indarraren irakurketaren bitartez egin daiteke. Eragiketa hori behar den moduan egiteko, turbina geldirik dagoela, dinamometroak indargetu behar dira zerora doitu arte; horretarako, dinamometroek hariztatuta dituzten piezak erabiliko dira. Turbina martxan dagoela, goialdeko azkoinak estutuko dira, nahi den bira-abiadura ezarri arte. Momentu horretan eragiten den indarra dinamometroek aurkezten dutenaren irakurketaren kenduraz ezarriko da (3. Irudia).



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

Turbina honek banatzailearen besoen norabidea aldatzeko aukera eskaintzen du, turbinak berak duen eskuzko erregulazioarekin (ikus 4. irudia) emaria erregula daitekelarik. 4. irudiko lehen irudian adierazten den erruletaren bitartez (4.A. irudia), banatzailearen besoak progresiboki zabaldu edo itxi daitezke. Zabalera-gradua erdiko irudian erakutsitako adierazlean ikus daiteke (4.B. irudia). Besoen zabalera edo itxiera turbina berean ere ikuska daiteke (4.D. irudia).



**4. irudia. Turbinaren banatzaileak dituen besoen erregulazioa.**

Presio-neurketa bi puntutan har daiteke: turbinaren sarreran eta irteeran. Neurtu nahi den presioaren arabera, balbula eskuinaldera (turbinaren sarrerako presioaren hargunea) edo ezkerraldera (turbinaren irteerako presioaren hargunea) bira daiteke (ikus 5. Irudia). Neurtzen den presioa positiboa (m U.Z. unitateetan) edo negatiboa (cm Hg unitateetan) izan daitekeenez, kontu handia izan behar da.



**5. irudia: Neurtu nahi den presioa ezartzeko jarduteko modua eta Bourdon bakuometro-manometroaren xehetasuna.**

Jarraian, instalazioko hainbat osagaien ezaugarri nagusiak zehazten dira:

Barne-diametroak:

- Horniketarako hodia: kanpoko diametroa = 50 mm; barneko diametroa = 45 mm
- Irteerako hodia: kanpoko diametroa = 70 mm; barneko diametroa = 5 mm

Bakuometro-manometroa:

- Glizerina duen Bourdon manometroa: -76 cmHg-tik 25 m U.Z.-ra.

Dinamometroa:

- 2x Dinamometro 5 kg x 25 g

Turbinaren ezaugarriak:

- Mota: Helize
- Errodetearen beso kopurua: 6

- Errodetearen besoen angeluak:
  - Batez besteko angelua (sarrera/irteera):  $41^\circ/26^\circ$
  - Beso zuzentzaileak: 6 (doigarriak 0tik %100era)
  - Ardatzean eraturako potentzia maximoa: 30 W

### 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, Randal 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.