

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

## **2. GAIA: PONPAK: Biraketa-abiadura**

**Ingeniaritza Nuklearra eta Fluidoek Mekanika Saila**

## EDUKIAK

- |    |   |   |
|----|---|---|
| 1. | Oinarri teorikoa                                    | 1 |
| 2. | Behar den tresneria eta instalazioaren deskribapena | 3 |
| 3. | Bibliografia  | 7 |

## 1. OINARRI TEORIKOA

1. praktikari dagokion aurreko atalean azaldu den bezala, ponpa hidrauliko baten kurba karakteristikorik ohikoena da  $H$  altuera eta emandako  $Q$  emaria biraketa-abiadura erregimen jakin batentzat lotzen dituen. Galerak daudenez eta errodetearen beso kopurua mugatua denez, kurba erreala funtzio paraboliko baten moduan definitzen da,  $H = A + B \cdot Q + C \cdot Q^2$ , eta ez zuzen baten bidez (kurba teorikoa), aurretik 1. praktikaren 1. irudian erakusten zen moduan.

Analisi guztiz teoriko baten bidez ezin da lortu adierazpen matematikoa berariazko kasu bakoitzarentzat. Oro har, saiakuntza-banku batean esperimentalki zehazten da kurba, eta hori izango da ponparen fabrikatzaileak erabiltzaileari emango diona.

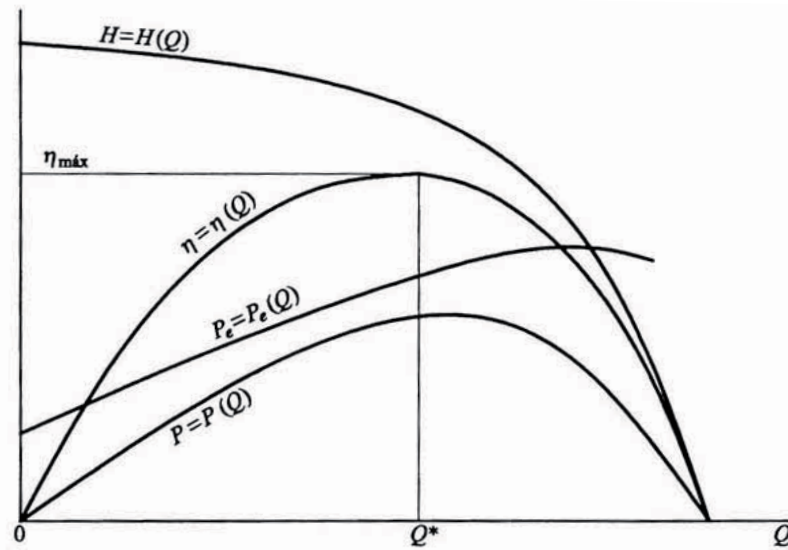
Instalazioak diseinatzen direnean, kontuan hartu beharko dira ponparen errendimendua eta instalazio osoarena. Horretarako, instalazio bat bereizten duten potentziak eta errendimenduak definituko dira:

- Potentzia hidraulikoa: likidoak irabazten duena da, eta horrela definitzen da:  $P_h = \rho Q \cdot H$
- Potentzia mekanikoa edo ponparen ardatzaren kanpoko potentzia:  $P_m = M \cdot N$
- Potentzia elektrikoa: ponparen motorraren kontsumo elektrikoa adierazten duen datua.

Momentua,  $M$ , balazta dinamometriko baten bidez neur daiteke, beranduago azalduko den moduan, eta biraketa-abiadura,  $N$ , takometro baten bidez. Errendimendu ezberdinak zehaztuko dira orain, aurretik definitutako potentzien menpe:

- Ponparen errendimendu globala:  $\eta_{G.P.} = P_h / P_m$
- Motorraren errendimendu globala:  $\eta_{G.M.} = P_m / P_e$
- Motoponparen errendimendu globala:  $\eta_{G.M-P.} = \eta_{G.B.} \cdot \eta_{G.M.} = P_h / P_e$

Horrela, kurba karakteristikoa, ponparen errendimendu globala, potentzia hidraulikoa eta potentzia mekanikoa horrela irudika daitezke (1. irudia):



1. **irudia.** Altuera manometrikoaren, ponparen errendimendu globalaren, ardatzeko potentziaren ( $P_e$ ) edo potentzia mekanikoaren eta potentzia hidraulikoaren ( $P$ ) bilakaera emariaren menpe.

1. irudian ikus daitekeen moduan, kontsumoa beti egongo da behin ponpa piztuz gero, nahiz eta fluidorik ez ponpatu. Hortaz, ardatzeko potentziaren edo potentzia mekanikoaren doikuntza (1. irudian  $P_e$  bada ere, testuan  $P_m$  izendatu da, potentzia elektrikoarekin ager daitekeen nahasketa ekiditeko) egingo da bigarren mailako polinomio baten arabera:

$$P_m(Q) = D + E \cdot Q + F \cdot Q^2$$

Potentzia hidraulikoa,  $P$ , ordea, (aurrerantzean  $P = P_h =$  potentzia hidraulikoa) beste kurba mota honetara doitu da:

$$P_h(Q) = G \cdot Q + H \cdot Q^2$$

Aurretik definitutako errendimenduen kasuan, adierazpen honen menpe egingo da doikuntza:

$$\eta(Q) = I \cdot Q + J \cdot Q^2$$

Ponpak hobekien lan egiten duen puntua bere potentzia izendatuari dagokio, hau da, diseinuko  $Q^*$  emariari dagokion puntuari (ikus 1. irudia). Emari optimo horretatik hurbil dauden puntuen inguruko bandan ere ondo egingo du lan, puntu horietan errendimendua ere egokia baita.

Beste egoera batzuetan ponparen funtzionamendua aurreikusteko, beste biraketa-abiadura batean birarazten denean esaterako, antzekotasun-legeak erabiltzen dira. Beraz, ezaguna den biraketa-abiaduraren ( $N$ ) eta lortu nahi den biraketa-abiaduraren ( $N'$ ) arteko erlazioa,  $R_N$ , definituko da:

$$R_N = N' / N$$

Horrez gain, antzekotasun-adierazpenen arabera, hauek dira altuera manometrikoa, emaria, potentzia eta errendimendua biraketa-abiadurarekin erlazionatzen dituzten adierazpen matematikoak:

$$\frac{H'}{H} = \left(\frac{N'}{N}\right)^2 = R_N^2$$

$$\frac{Q'}{Q} = \frac{N'}{N} = R_N$$

$$\frac{P'}{P} = \left(\frac{N'}{N}\right)^3 = R_N^3$$

$$\eta = \eta'$$

Dagozkion antzekotasun-legeak aplikatuz, biraketa-abiadura ezberdin batean birarazten den eta ponpa beraren kurbak lor daitezke:

$$H' = A \cdot R_N^2 + B \cdot R_N \cdot Q' + C \cdot Q'^2$$

$$P_m' = D \cdot R_N^3 + E \cdot R_N^2 \cdot Q' + F \cdot R_N \cdot Q'^2$$

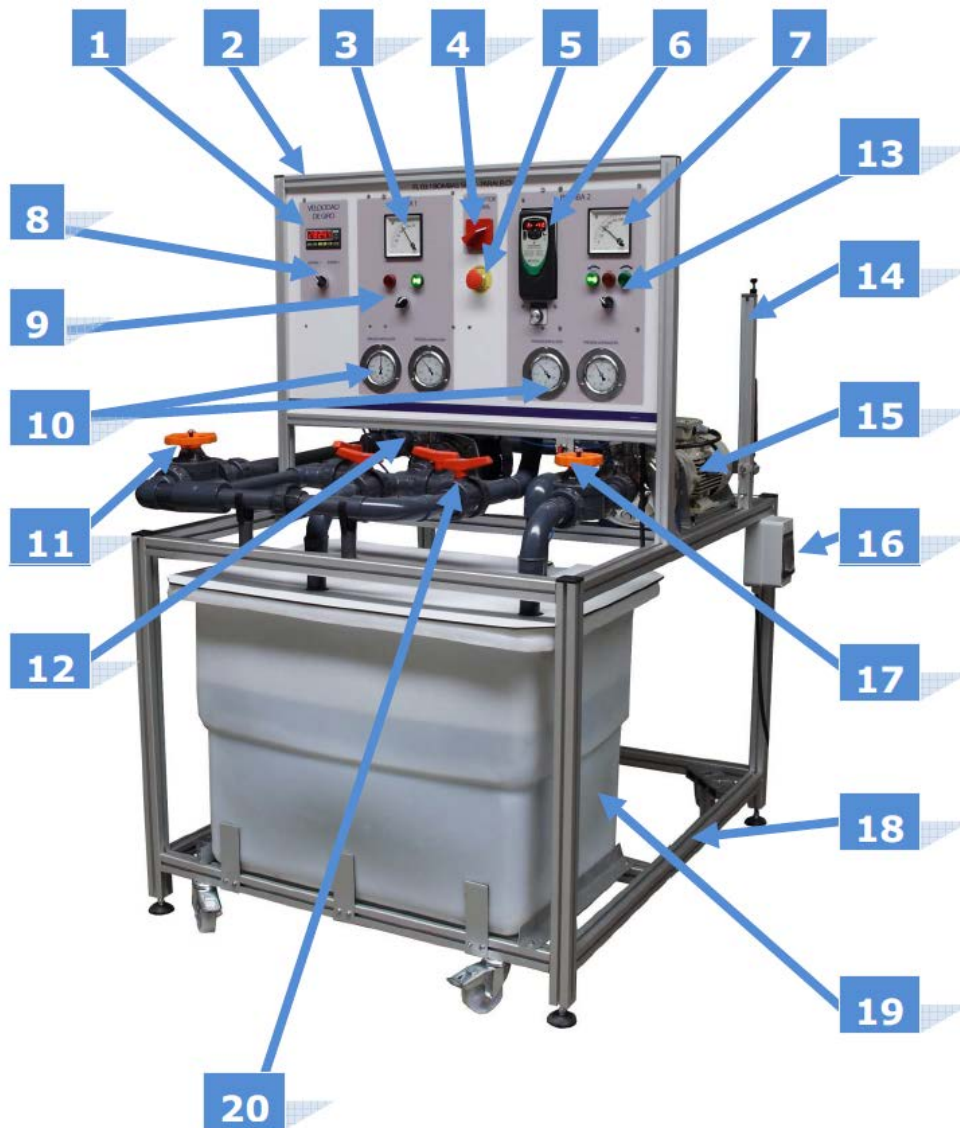
$$P_h' = G \cdot R_N^2 \cdot Q' + H \cdot R_N \cdot Q'^2$$

$$\eta' = I \cdot \left(\frac{1}{R_N}\right) \cdot Q' + J \cdot \left(\frac{1}{R_N}\right)^2 \cdot Q'^2$$

Antzekotasun-legeak erabiliz eta baldintza jakin batzuetan lortutako kurbetan oinarrituz, saiakuntza-banku batean esperimentazio-prozesu guztia berriz egin beharrean, ponpa beraren kurbak kalkula daitezke beste funtzionamendu-baldintza batzuetan (beste biraketa-abiadura batean).

## 2. BEHAR DEN TRESNERIA ETA INSTALAZIOAREN DESKRIBAPENA

Fluidoaren Mekanikako laborategiak ponpen banku bat du. Banku horrek oinarritzko osagai hauek ditu (2. irudia):



**2. irudia.** Ponpen bankua.

Irudi horretan,

1. Abiadura-neurgailuaren adierazgailu digitala (bira/min).
2. Kontrol-panela.
3. Abiadura finkoa duen ponparen wattmetroa.
4. Etengailu orokorra.
5. Larrialdietako etengailua.
6. Maiztasun-aldagailua.
7. Abiadura aldakorra duen ponparen wattmetroa.
8. Biraketa-abiadura ikusteko hautagailua (B.1 edo B.2).

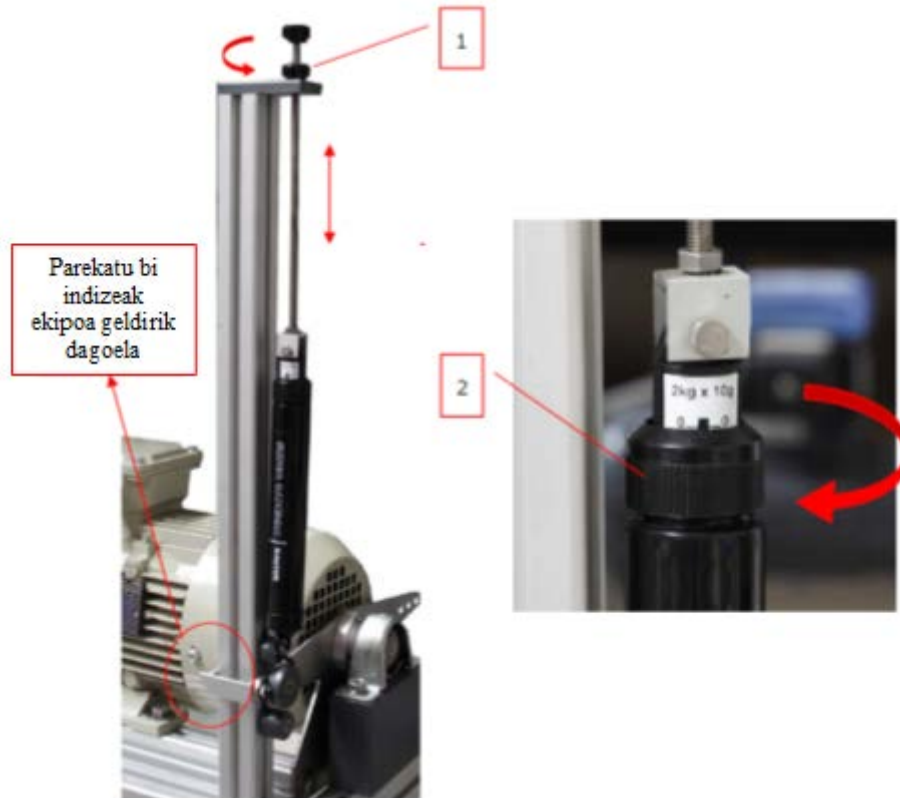
9. Biraketa finkoa duen ponparen etengailua.
10. Bourdon motako bakuometro-manometroak.
11. Bultzatzean kokatutako erregulazio-balbula.
12. Ponpa zentrifugoa.
13. Motorra balantzinean duen eta abiadura-aldagailua duen ponparen etengailua.
14. Dinamometroa.
15. Motorra balantzinean duen eta abiadura-aldagailua duen ponpa.
16. Korrante-hargunearen etengailua.
17. Xurgatzean kokatutako erregulazio-balbula.
18. Aluminiozko profildun bankua.
19. Depositua.
20. Bola-balbulak.

B.2 ponpak maiztasun-aldagailu bat du elikatzean (6), eta, horri esker, bere biraketa-abiadura aldatzeko gaitasuna du. B.1 ponpak ez du maiztasun-aldagailurik. Osagai horietaz gain, bankuak emari-neurgailu digital bat du albo batean.

Abiadura aldakorra duen ponparen motorrak igorritako pareta bere alboan kokatutako dinamometroa erabiliz neurtzen da (3. irudia). Dinamometro hori era egokian erabiltzeko, lehenengo eta behin, bere zeroak doitu behar dira. Horretarako, indizeak berdindu beharko dira: barra bertikalean dagoen indizea (xafla metaliko finko bat da) eta ponparen ardatzaren muturrean dagoen indizea (ponparen ardatzarekin lotuta dagoen xafla metalikoa eta, hortaz, mugikorra). Urrats hauek egin beharko dira:

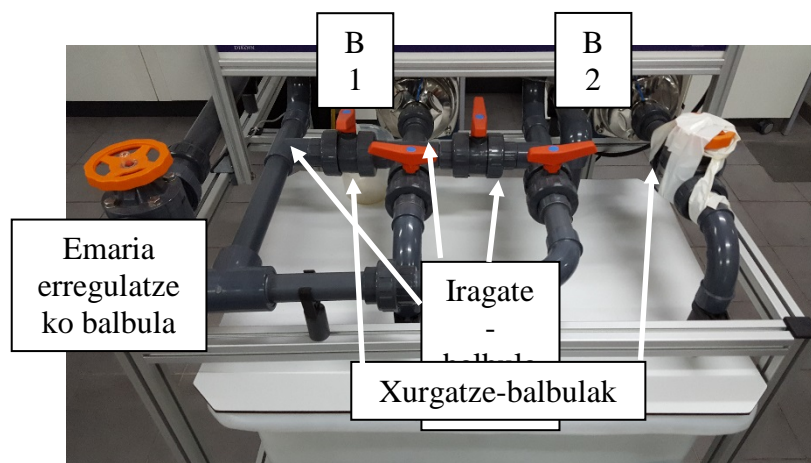
- Ponpa geldirik dagoela, aluminiozko profilean dagoen aginte beltza (1) lasaitu beharko da, eta hagaxka irristarazi indize biak bat egin arte.
- Era berean, zero posizioan doitu da dinamometroaren eskala. Horretarako, dinamometroaren goialdean dagoen azkoin beltzari (2) eragin beharko zaio.

Hortaz, zeroa dagokio dinamometroan inongo indarrik eragiten ez duen ponparen posizio horizontalari.



### 3. irudia. Dinamometroa eta balantzina.

Indize biak maila berean daudenean, sistema orekan egongo da. Besoak, dinamometrotik ponparen ardatzeraino, 0,110 m neurtzen du. Azkenik, bankuak konexiorako hodi eta giltza multzo bat du praktika ezberdinak egin ahal izateko. Horrez gain, bankuaren behealdean ur-depositu bat dago (4. irudia).



### 4. irudia. Hodiak, giltzak eta behealdeko ur-depositua.



### 3. BIBLIOGRAFIA

#### Fluidoan 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.

### Ponpen bibliografia

- Karassik, Igor J. and Messina, Joseph P. *Pump Handbook*. 4<sup>th</sup> Edition. Ed. McGraw-Hill, 2008. ISBN: 978-0-07-146044-6.
- Zubicaray, Manuel V., and Álvarez Fernández, Javier. *Bombas. Teoría, Diseño y Aplicaciones*. 3<sup>a</sup> Edición. Ed. Limusa S.A., 2003. ISBN: 968-18-6443-3.
- McNaughton, Kenneth. *Bombas. Selección, Uso y Mantenimiento*. Ed. McGraw-Hill, 1992. ISBN: 0-07-024314-X.
- De las Heras, Salvador. *Fluidos, Bombas e Instalaciones Hidráulicas*. Ed. Publicaciones UPC, 2011. ISBN: 978-84-7653-801-2.