

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

## **3. PRAKTIKA: TURBINAK: Pelton turbina**

**Ingeniaritza Nuklearra eta Fluidoan Mekanika Saila**

## EDUKIAK

<b>1. Helburuak</b>	<b>1</b>
<b>2. Prozedura esperimentalak: praktika egitea</b>	<b>1</b>
<b>3. Emaitzak</b>	<b>4</b>
<b>4. Ondorioak</b>	<b>5</b>
<b>5. Praktika betetzeko datuak</b>	<b>6</b>

## 1. Helburuak

Akzio-turbina baten funtzionamendua kalkulatzeko eta frogatzeko.

- Akzio-turbina baten funtzionamenduaren begi hutsezko behaketa.
- Akzio-turbina baten errendimendu-kurba karakteristikoaren ezarpen esperimentalak.
- Akzio-turbina baten aukeraketa, diseinua edo funtzionamenduaren optimizazioa aurrera eramateko beharrezkoak diren parametroen irakurketa eta ulerpenean.

## 2. Prozedura esperimentalak: praktika egitea

Praktika egiteko, prozedura hau jarraitu beharko da:

**A.** Inpultsio-ponpa piztu (etengailua – 3. Gaiko 4. irudia) eta emaria erregulatzeko balbula zabaldu (irekitze-balbula – 3. Gaiko 4. irudia).

**B.** Hariaren bitartez, doitu injektorea hiru posizio ezberdinetara ([3. Gaiko 5. irudia](#)). Hariak injektorearen guztizko zabaleratik abiatuta, 5,5 buelta betetzen ditu injektorea guztiz itxi arte. KONTUAN HARTU INJEKTOREA EZIN DELA GUZTIZ ITXI BERE OBTURADOREA TRABATU EZ DADIN.

Injektorea guztiz zabalik dagoela abiatuta, hauek dira neurketarako erabiliko diren hiru posizioak:

**1 punto:**      2 buelta

**2 punto:**      3 buelta

**3 punto:**      4 buelta

**C.** Ezarriko diren hiru posizioetan, betiere injektorean itxiera zehaztu ondoren, erregulatu emaria bankuko irekitze-balbularen bitartez (3. Gaiko 4. irudia), injektorearen sarreran dagoen manometroan 5 m U. Z.-ko irakurketa konstantea izateko.

**D.** Injektorearen posizio bakoitzerako eta 5 m.U.Z.-ko jauzi garbia konstante mantenduz, emari konstante bat izango da (akzio-turbina izateagatik),  $Q=Q(N)=Kte$ ; eta  $C_m$  pare eragileak,  $P_m$  potentzia mekanikoa eta  $\eta$  errendimendua turbinaren  $N$  bira-abiaduraren arabera izango dira:  $C_m(N)$ ,  $P_m(N)$  eta  $\eta(N)$ . Injektorearen itxiera-gradu ezberdinetarako, turbinaren bira-abiadura aldatuko da, pare erresistentean (zintaren marruskadura-maila) eraginez goialdeko palankaren bitartez (3. Gaiko 5. irudia).

- E.** Bukatzeko, 3. posizioari dagokion kokapenerako (4 buelta), jauzi garbia 10 m.U.Z.-ra igoko da emaria erregulatzeko balbularen bitartez (3. Gaiko 4. irudia). Egoera berri horretarako, aurreko atalean bezala, bira-abiadura aldatuko da pare erresistentea aldatuz.

Segidan, aipatu diren aldagai fisikoen kalkulua azalduko da:

### **I. Emari bolumetrikoa**

Emari bolumetrikoa bolumenaren eta denboraren arteko zatiduraren bitartez ezarriko da. Bankuko biltegi bolumetrikoko eskalan (3. Gaiko 4. irudia), denbora-tarte ezagun batean (30 s baino handiagoa) biltegi bolumetrikotan sartu den bolumena adieraziko da. Eragiketa hori egiteko, tankearen isurbidea itxiko da bankuko behealdeko tankeko bolaren bidez (1. irudia). Neurketa bolumetrikoko bakoitzaren bukaeran, isurbidea zabaldu beharko da berriro bola berdinarekin bitartez.



**1. irudia.** Isurbidearen itxiera egiteko bola.

### **II. Jauzi garbia**

Jauzi garbia ( $H_n$ ), m U. Z.-ko unitateetan, zuzenean manometroan irakurriko da. (3. Gaiko 5. irudia).

### **III. Potentzia hidraulikoa**

Potentzia hidraulikoa urak turbinaren esku jartzen duen potentzia da. Turbinara sartzearen eta jauzi garbiaren arabera da hori:  $P_h = \gamma \cdot Q \cdot H_n$

#### IV. Pare eragilea

Errodeteak diskoari transmititzen dion pare eragilea kalkulatzeko da diskoaren gainean eragiten den indar tangentialaren eta diskoak aurkezten duen erradioaren ( $r = 0,03 \text{ m}$ ) biderketaren bitartez.  $N$  bira-abiaduran, bi dinamometroek aurkezten duten irakurketen arteko kendurak indar tangentialaren berri emango du; hortaz, diskoaren gainean eragindako  $C_r$  pare erresistenteak eta errodeteak diskoari transmititutako  $C_m$  pare eragileak balio berdina aurkeztuko dute aipatutako  $N$  bira-abiaduran:

$$C_r = (F_{D2} - F_{D1}) \cdot r$$

$$C_r = C_m.$$

#### V. Bira-abiadura

Bira-abiadura zuzenean takometro digital baten bitartez irakurriko da. Honek  $N$  abiadura anguluarraren irakurketa zuzenak eskaintzen ditu bira/min.-ko unitateetan.

#### VI. Potentzia mekanikoa

Errodeteak eta diskoak osatzen duten multzoaren bira-abiadura  $N$  bada,  $P_m$  potentzia mekanikoa kalkulatzeko adierazpena honako hau izango da:

$$P_m = C_m \cdot 2 \cdot \pi \cdot N / 60$$

#### VII. Turbinaren errendimendua

Urak turbinaren esku jartzen duen potentzia hidraulikoaren ( $P_h$ ) eta errodeteak transmititzen duen potentzia mekanikoaren ( $P_m$ ) arteko balantzearen bitartez kalkulatu da.

$$\eta_{\text{urbina}} = P_m \cdot P_h^{-1}$$

- F.** Injektorearen hiru itxiera-graduetako bakoitzerako 10 neurketa egingo dira,  $N$ ,  $F_{D2}$  eta  $F_{D1}$  aldagaietako 10 konbinazio (1. taula). Muturretako puntuak adierazi beharko dira: bira-abiadura zero delarik eratzen den pare maximoa (justu turbinaren ardatza frenatzeko beharrezkoa den indarra eraginez) eta galgaren marruskadurarik gabe lortzen den bira-abiadura maximoa (abiada handiko abiadura,  $N_{emb}$ ). Halaber, potentzia eta errendimendu maximoak ondo definitzeko, hainbat neurketa hartuko dira tarteko batez besteko abiaduraren inguruan,  $N_{emb}/2$  inguruan.

Neurtzen diren balio esperimentalak 1. taula bezalako batean bil daitezke.

### 1. taula. Datu esperimentalen neurketa

Pelton turbina	Bolumena	Denbora	X	N	$F_{D2}$	$F_{D1}$
	l	s	Buelta Z	Bira/min	N	N
1 Neurketa	$Q_1$		$X_1$	$N_i =$	$F_{D2i} =$	$F_{D1i} =$
				$N_i =$	$F_{D2i} =$	$F_{D1i} =$
				$N_i =$	$F_{D2i} =$	$F_{D1i} =$

### 3. EMAITZAK

Hartutako datu esperimentaletatik abiatuta, injektorearen itxiera-gradu ezberdinetarako emaria  $Q$  ( $m^3/s$ ), potentzia hidraulikoa  $P_h$  (W), pare eragilea  $C_m$  (N-m), potentzia mekanikoa  $P_m$  (W) eta errendimendua  $\eta$  (%) kalkulatu behar dira. Horiekin, kalkulu horien emaitzak agertzen dituen taula bat eratu beharko da EXCEL fitxategian; taula honek jasoko ditu emaitza horiek lortzeko erabili izan diren balio esperimentalak. Emaitza esperimentalen bitartez, grafiko hauek eratuko dira:

- **1. grafikoa.** Injektorearen posizio bakoitzerako eta bira-abiaduraren arabera, pare eragileari dagozkion kurba karakteristikoak grafiko berean irudikatuko dira.
- **2. grafikoa.** Injektorearen posizio bakoitzerako eta bira-abiaduraren arabera, grafiko berean irudikatuko dira potentzia hidraulikoari eta mekanikoari dagozkien kurba karakteristikoak.
- **3. grafikoa.** Injektorearen posizio bakoitzerako eta bira-abiaduraren arabera, grafiko berean irudikatuko dira errendimenduari dagozkion kurba karakteristikoak.
- **4. grafikoa.** Injektorearen 3. posiziorako eta bira-abiaduraren arabera, grafiko berean irudikatuko dira  $H_n = 5,0$  m U. Z. eta  $H_n = 10,0$  m U. Z. jauzi garbietarako lortzen diren potentzia hidraulikoari eta mekanikoari dagozkien kurba karakteristikoak.

Kurba karakteristiko guztiak polinomio bati doituta egongo dira. Grafikoan agertuko dira doiketa horren ekuazioa eta erregresioa. Grafiko guztiek izenburua izan behar dute, eta, era berean, ardatzek ere izena eta dagozkien unitateak agertuko dituzte. Grafiko horiek txostenean aurkeztuko dira, eta grafikoak irudikatzeko erabilitako datuak EXCEL fitxategiko tauletan aurkeztu beharko dira.

#### 4. ONDORIOAK

Ikasleak, Excel fitxategian bertan, lortutako emaitzei dagokion joera eta turbina baten errendimendua maximoak izan daitezen, bere diseinurako eta bera hautatzeko oinarritzko parametroak zein diren adierazi beharko du.

## 5. PRAKTIKA BETETZEKO DATUAK

Pelton Turbina	Hn	V	t	x	N	Fd <sub>2</sub>	Fd <sub>1</sub>
	<i>m U. Z.</i>	<i>l</i>	<i>s</i>	<i>Buelta Z</i>	<i>Bira/min</i>	<i>N</i>	<i>N</i>
1 Neurketa	5	20	40,3	2	1450	0	0
					1180	4,5	1
					1045	6,5	1,25
					874	8,5	1,5
					770	9,75	1,5
					690	10,5	1,6
					610	11	1,85
					443	12,3	2
					143	13,7	2,2
					0	13,5	2,75
2 Neurketa	5	15	33,9	3	1450	0	0
					1253	2,5	0,1
					1105	4,2	0,5
					991	5,5	0,6
					849	6,6	1
					733	7,5	1
					634	8,2	1,07
					385	9,8	1,18
					245	10,5	1,3
					0	10,6	1,75
3 Neurketa	5	15	48,7	4	1395	0	0
					1125	2,3	0,3
					1084	2,75	0,5
					888	4	0,5
					819	4,5	0,6
					778	4,9	0,6
					710	5,3	0,7
					462	6,3	0,85
					280	7	1
					0	7	1,2
4 Neurketa	10	15	33,8	4	1995	0	0
					1750	3	0,5
					1588	5,3	0,8
					1333	7,5	1,1
					1070	9,5	1,4
					950	10,9	1,6





					<b>738</b>	<b>12</b>	<b>1,8</b>
					<b>430</b>	<b>13,8</b>	<b>2</b>
					<b>129</b>	<b>15,4</b>	<b>2,3</b>
					<b>0</b>	<b>16,5</b>	<b>4,2</b>