

FLUIDOEN INSTALAZIOAK ETA MAKINAK: LABORATEGIKO PRAKTIKEN GIDOIA

5. PRAKTIKA: TURBINAK: Kaplan turbina

Ingeniaritza Nuklearra eta Fluidoek Mekanika Saila

EDUKIAK

1. Helburuak	1
2. Prozedura esperimentalak: praktika egitea	1
3. Emaitzak	3
4. Ondorioak	4
5. Praktika betetzeko datuak	5

1. HELBURUAK

Kaplan erreakzio-turbina baten funtzionamendua kalkulatzeko eta frogatzeko.

- Kaplan erreakzio-turbina baten funtzionamenduaren begi hutsezko behaketa.
- Diren errodete bakoitzarako, turbinaren errendimendu-kurba karakteristikoaren ezarpen esperimentalak.
- Kaplan erreakzio-turbina baten aukeraketa, diseinua edo funtzionamenduaren optimizazioa aurrera eramateko beharrezkoak diren parametroen irakurketa eta ulerpeneak.

2. PROZEDURA ESPERIMENTALA: PRAKTIKA EGITEA

Praktika egiteko prozedura hau jarraitu behar da:

- A.** Ponpak martxan jarriko dira [5. Gaiko 2. irudian](#) adierazten den bezala, eta emaria erregulatzeko balbula progresiboki zabalduko da guztiz zabaldu arte. Erreferentzia bezala, edozein dela ere muntatutako errodetea, neurgailu elektronikoak 310 L/min baino altuagoa den emaria adierazi beharko du.
- B.** Neurriak bi errodete ezberdinetarako egingo dira. Hasiera batean, jadanik jarrita dagoen errodetearekin egingo da lan; jarraian, irakasleak aukeratzen duen errodeterako datuak hartuko dira berriro.
- C.** Errodete bakoitzarekin, turbinaren bira-abiadurari 8 balio emango zaizkio; horretarako, goialdeko palankan arituz ([5. Gaiko 3. irudia](#)) pare erresistentea (zintaren marruskadura-maila) aldatuko da. Horrela, C_m pare eragileak, P_m potentzia mekanikoak eta η errendimenduak turbinaren N bira-abiadurarekin duten erlazioa lortuko da: $C_m(N)$, $P_m(N)$ eta $\eta(N)$. Beraz, bira-abiadura, presioa edo emaria aldatzen den bakoitzean, parametro horiek aldatuta horien eragina pairatuko dute.

Segidan, aipatu diren aldagai fisikoen kalkulua azalduko da:

I. Jauzi garbia

Jauzi garbia (H_n), m U. Z.-ko unitateetan, turbinaren sarreran dagoen presioaren (m U.Z.) eta sarreraren eta irteeraren artean dagoen kota ezberdintasunaren (0,72 m-koa) bitartez kalkulatzen da.

II. Potentzia hidraulikoa

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

III. Pare eragilea

Errodeteak diskoari transmititzen dion pare eragilea diskoaren gainean eragiten den indar tangentialaren eta diskoak aurkezten duen erradioaren ($r = 0,03 \text{ m}$) biderketaren bitartez kalkulatzen da. N bira-abiaduran, indar tangentialaren berri emango du bi dinamometroek aurkezten duten irakurketen arteko kendurak ([5. Gaiko 4. irudia](#)); hortaz, aipatutako N bira-abiaduran balio berdina aurkeztuko dute diskoaren gainean eragindako C_r pare erresistenteak eta errodeteak diskoari transmititutako C_m pare eragileak :

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

$$C_r = C_m$$

IV. Bira-abiadura

Zuzenean takometro optiko baten bitartez irakurriko da bira-abiadura. Horrek N abiadura angeluarraren irakurketa zuzenak eskaintzen ditu bira/min.-ko unitateetan.

V. Potentzia mekanikoa

Errodeteak eta diskoak osatzen duten multzoaren bira-abiadura N bada (bira/min.-ko unitateetan), honako hau izango da P_m potentzia mekanikoa kalkulatzeko adierazpena:

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

VI. Turbinaren errendimendua

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

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

- D. Erabilitako errodetek bakoitzerako, 8 neurketa egingo dira, N (bira/min) eta indarraren ($F_{D2} - F_{D1}$) aldagaietako 8 konbinazio. Konbinazio bakoitzerako, turbinaren sarrerako presioa eta emaria neurtu beharko dira (5. taula). Muturretako puntuak adierazi beharko dira: bira-abiadura zero delarik eraten den pare maximoa (justu turbinaren ardatza frenatzeko beharrezko indarra eraginez), eta galgaren marruskadurarik gabe lortzen den bira-abiadura maximoa (abiada handiko abiadura, N_{aha}). Halaber, potentzia eta errendimendu maximoak ondo definitzeko, hainbat neurketa hartuko dira tarteko batez besteko abiaduraren inguruan, $N_{\text{aha}}/2$ inguruan.

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

1. taula. Datu esperimentalen neurketa

P5 - Kaplan turbina					
Errodete mota	Emaria (L/min)	P (mm U.Z. edo mbar)	N (bira/min.)	F_{D2}	F_{D1}
				(g)	(g)
X errodetea			$N_i =$	$F_{D2i} =$	$F_{D1i} =$
			$N_i =$	$F_{D2i} =$	$F_{D1i} =$
			$N_i =$	$F_{D2i} =$	$F_{D1i} =$

3. EMAITZAK

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

- **1. grafikoa.** Erabilitako lehen errodeterako, bira-abiaduraren araberakoak diren errendimenduaren, potentzia mekanikoaren eta pare eragilearen kurba karakteristikoak irudikatu dira grafiko berean.
- **2. grafikoa.** Erabilitako bigarren errodeterako, bira-abiaduraren araberakoak diren errendimenduaren, potentzia mekanikoaren eta pare eragilearen kurba karakteristikoak irudikatu dira grafiko berean.

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

5. PRAKTIKA BETETZEKO DATUAK

BESO MOTA	MAXIMOA
Maila konstantea [mm] =	965
Deposituaren maila [mm] =	265
Ardatzerako distantzia [m] =	0,03
Q [L/min]	310,0
Q [m ³ /s]	0,00517
P _h (ρ·g·Q·H) [w]	35,4795

Neurketa Z _i	N [rpm]	F ₁ [g]	F ₂ [g]	P _{in} [mm H ₂ O]
1	1700	0	0	0,0
2	1500	200	90	0,0
3	1300	370	140	0,0
4	1100	560	180	0,0
5	900	750	240	80,0
6	700	900	290	140,0
7	500	1090	330	200,0
8	290	1250	370	278,0



ALABE MOTA	ERTAINA
Maila konstantea [mm] =	965
Deposituaren maila [mm] =	265
Ardatzerako distantzia [m] =	0,03
Q [L/min]	330,0
Q [m ³ /s]	0,00550
P _h (·g·Q·H) [w]	37,7685

Neurketa Z _i	N [rpm]	F ₁ [g]	F ₂ [g]	P _{in} [mm H ₂ O]
1	2150	0	0	0,0
2	1870	170	90	0,0
3	1550	450	160	135,0
4	1250	700	230	150,0
5	1050	880	290	165,0
6	750	1090	350	170,0
7	550	1230	370	175,0
8	300	1370	420	180,0



ALABE MOTA	MINIMOA
Maila konstantea [mm] =	965
Depositua maila [mm] =	265
Ardatzerako distantzia [m] =	0,03
Q [L/min]	335,0
Q [m ³ /s]	0,00558
P _h (·g·Q·H) [w]	99,795495

Neurketa Z _i	N [rpm]	F ₁ [g]	F ₂ [g]	P _{in} [mm H ₂ O]
1	3620	0	0	110,0
2	3310	290	100	125,0
3	3030	540	180	135,0
4	2710	790	250	150,0
5	2415	1010	320	165,0
6	2095	1150	360	170,0
7	1750	1340	420	175,0
8	1450	1510	470	180,0