

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ:**Α.Μ. ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ:****Αριθμός Αστ. Ταυτότητας:****ΠΡΟΣΟΧΗ!!!**

Στην παρακάτω Άσκηση το σύμβολο **F** αντιστοιχεί στο τελευταίο ψηφίο του Α.Μ. του εξεταζόμενου. Στον **Πίνακα Αποτελεσμάτων** της 2^{ης} σελίδας θα συμπληρώσετε (ψηφιακά!, όχι χειρόγραφα!) στα αντίστοιχα πεδία τα αποτελέσματα του κάθε ερωτήματος (**και τις μονάδες μέτρησης των μεγεθών!**). Ολόκληρη η εκφώνηση θα αποσταλεί σε μορφή pdf, με συμπληρωμένα τα στοιχεία του διαγωνιζομένου και τα πεδία του Πίνακα Αποτελεσμάτων, στον διδάσκοντα Ι.Κ. Νικολό, είτε μέσω e-class, είτε στο προσωπικό του e-mail (jnikolo@dpem.tuc.gr), από λογαριασμό e-mail του Ιδρύματος (όχι, από gmail, yahoo, κλπ.). **Επίσης, θα αποσταλεί σκαναρισμένη ολόκληρη η λύση (μαζί με τα σχετικά διαγράμματα), σε μορφή pdf. Σε κάθε σελίδα της λύσης θα υπάρχει στην κορυφή το Ονοματεπώνυμο και ο Α.Μ. του εξεταζόμενου, καθώς και η Υπογραφή του.**

Θα γίνει αντιπαράβολή του γραφικού χαρακτήρα του εξεταζόμενου με προηγούμενα διαγωνίσματα!!!

Όποιος χρησιμοποιήσει λάνθασμένο Α.Μ. ή παραποιημένα στοιχεία θα μηδενιστεί στο διαγώνισμα.

ΑΣΚΗΣΗ

Δύο ταυτόσημες αντλίες ακτινικής ροής (**1450 rpm**) χρησιμοποιούνται εντός αντλιοστασίου για την άντληση νερού από δεξαμενή αναρρόφησης και τη μεταφορά του σε δεύτερη δεξαμενή κατάθλιψης. Και οι δύο δεξαμενές είναι ανοικτές στην ατμόσφαιρα. Ο αγωγός από την δεξαμενή αναρρόφησης μέχρι το αντλιοστάσιο έχει συντελεστή απωλειών $\zeta_e = 0,05 \times 10^{-4}$, ενώ ο αγωγός από την έξοδο του αντλιοστασίου μέχρι την δεξαμενή κατάθλιψης έχει συντελεστή απωλειών $\zeta_a = (0,1 + 0,02 \times F) \times 10^{-4}$.

Τα χαρακτηριστικά των ταυτόσημων αντλιών δίδονται στον πίνακα που ακολουθεί. Οι αγωγοί των διακλαδώσεων της παράλληλης σύνδεσης (μεταξύ των κόμβων **K** και **M**) έχουν αμελητέες απώλειες.

A. Ζητείται το σημείο λειτουργίας κάθε αντλίας (παροχή, ύψος, βαθμός απόδοσης, ισχύς), καθώς η συνολική παροχή και η συνολική ισχύς. Όλες οι βάνες είναι τελείως ανοικτές. (1.5)

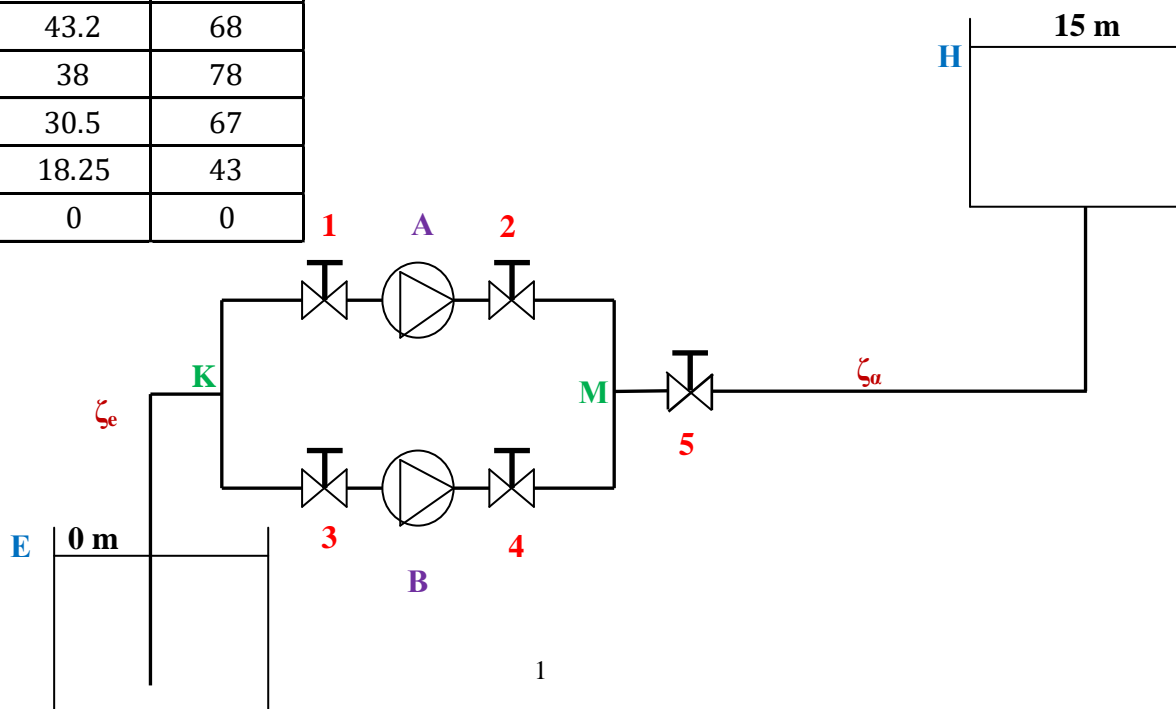
B. Ποιό το σημείο λειτουργίας (κάθε αντλίας, καθώς και του αντλιοστασίου) εάν η στάθμη της δεξαμενής κατάθλιψης μειωθεί κατά **3 m**; Όλες οι βάνες είναι τελείως ανοικτές. (1.0)

Γ. Ποιά θα πρέπει να είναι η τιμή του τοπικού συντελεστή απωλειών της **βάνας 5** (ζ_5) ώστε να επανέλθουν οι παροχές των αντλιών και η συνολική παροχή στην αρχική τους τιμή (του ερωτήματος **A**); Οι βάνες 1, 2, 3, 4 είναι τελείως ανοικτές. Στάθμες δεξαμενών όπως στο ερώτημα **B**. (1.0)

Δ. Έστω ότι η **αντλία B** παθαίνει βλάβη και τίθεται **εκτός λειτουργίας**, οπότε με κατάλληλο χειρισμό των βανών απομονώνεται. Ποιό το σημείο λειτουργίας της **αντλίας A** στις **1450 rpm**; (Η βάνα 5 ανοικτή. Οι στάθμες των δεξαμενών όπως στο **ερώτημα A**). (1.0)

Ε. Ποιές θα πρέπει να είναι οι **νέες στροφές** της **αντλίας A**, ώστε να επιτύχει (μόνη της) παροχή ίση με τη **μισή** της συνολικής παροχής του **ερωτήματος A**; (Η βάνα 5 ανοικτή. Οι στάθμες των δεξαμενών όπως στο **ερώτημα A**. Λειτουργεί μόνο η αντλία **A**). (1.5)

Q(m ³ /h)	H(mΣΥ)	η%
0	50	0
200	47.5	43
400	43.2	68
600	38	78
800	30.5	67
1000	18.25	43
1200	0	0



ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ:**Α.Μ. ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ:****Αριθμός Αστ. Ταυτότητας:**

ΟΔΗΓΙΕΣ: Οι φοιτητές πρέπει να επιδεικνύουν την ταυτότητά τους κατά τους σχετικούς ελέγχους. Απαγορεύεται κάθε είδους συνεργασία και συνομιλία μεταξύ των φοιτητών και η λήψη άλλου είδους βοήθειας. Απαγορεύεται η χρήση κινητού τηλεφώνου.

Πίνακας ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

<i>Μεταβλητή</i>	<i>Τιμή</i>	<i>Μονάδες μέτρησης</i>
Α.Μ. Εξεταζόμενου	2013010116	
F	6	
ζ_a	$0.22 \cdot 10^{-4}$	σταθερά
Ερώτημα Α.		
Q_A	770	m ³ /h
H_A	32	mΣΥ
η_A	69	(%)
N_A	937,1014	Watt
Q_B	770	m ³ /h
H_B	32	mΣΥ
η_B	69	(%)
N_B	937,1014	Watt
$Q_{ολ}$	980	m ³ /h
$N_{ολ}$	1946,2	watt
Ερώτημα Β.		
Q_A	810	m ³ /h
H_A	30	mΣΥ
η_A	66.5	(%)
N_A	995.75	Watt
Q_B	810	m ³ /h
H_B	30	mΣΥ
η_B	66.5	(%)
N_B	995.75	watt
$Q_{ολ}$	1020	m ³ /h
$N_{ολ}$	1991.503	watt
Ερώτημα Γ.		
ζ_s	0.269	σταθερά
Ερώτημα Δ.		
Q_A		
H_A		
η_A		
N_A		
Ερώτημα Ε.		
n_A		

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ:

Α.Μ. ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ:

Αριθμός Αστ. Ταυτότητας:

Τυπολόγιο

Ολική πίεση: $p_t = p + \frac{1}{2}\rho c^2 + \rho g z$, $\mathcal{H}_t = \frac{p}{\rho g} + \frac{1}{2g}c^2 + z$

Πίεση ανακοπής: $p_0 = p + \frac{1}{2}\rho c^2$

Στρόβιλος ασυμπίεστου ρευστού: $\mathcal{N}_i = \rho g Q \mathcal{H}_i$

Εργοστροβιλομηχανή ασυμπίεστου ρευστού: $\mathcal{N}_i = \rho g Q \mathcal{H}$

Περιφερειακή ισχύς πτερωτής: $\mathcal{N}_u = M_u \omega = \rho g Q_u \mathcal{H}_u$, $\mathcal{N}_u = \rho Q_u (u_2 c_{u2} - u_1 c_{u1})$

Σχετικό σύστημα συντεταγμένων πτερωτής: $c_z = w_z$, $c_r = w_r$, $c_u = u + w_u \Rightarrow w_u = c_u - u$
 $\vec{c} = \vec{u} + \vec{w}$

Πραγματικό ολικό ύψος αντλίας: $\mathcal{H} \equiv \mathcal{H}_{t,d} - \mathcal{H}_{t,s}$

$\Delta \mathcal{H}_{t,sd} = \Delta \mathcal{H}_{t,s1} + \Delta \mathcal{H}_{t,12} + \Delta \mathcal{H}_{t,2d}$

Θεωρητική ισχύς αντλίας: $\mathcal{N}_i = \rho g Q \mathcal{H}$

Θεωρητικό ύψος (Εξίσωση Euler των στροβιλομηχανών): $\mathcal{H}_u = (u_2 c_{u2} - u_1 c_{u1})/g$

Για είσοδο χωρίς συστροφή: $\mathcal{H}_u = (u_2 c_{u2})/g$

Ιδεατός βαθμός αποδόσεως πτερυγώσεως: $\eta_i \equiv \frac{\mathcal{H}_u}{\mathcal{H}_{u,i}} = \frac{c_{u2}}{c_{u2\infty}}$, $\eta_i = 1 - \frac{w_{s2}}{c_{u2\infty}} = 1 - x \frac{u_2}{c_{u2\infty}}$

Συντελεστής αποκλίσεως: $x = \frac{w_{s2}}{u_2}$

Θεωρητικό ύψος ιδεατής πτερωτής: $\mathcal{H}_{u,i} = (u_2 c_{u2\infty} - u_1 c_{u1})/g$

$\mathcal{H}_{u,i} = u_2 c_{u2\infty}/g = u_2 \left(u_2 - \frac{c_{r2}}{\tan \beta_{B,2}} \right)/g$ $\mathcal{H}_u = \eta_i \mathcal{H}_{u,i} = \frac{\eta_i}{g} u_2 \left(u_2 - \frac{c_{r2}}{\tan \beta_{B,2}} \right)$

Ολικός βαθμός αποδόσεως αντλίας: $\eta \equiv \frac{\mathcal{N}_i}{\mathcal{N}} = \frac{\rho g \mathcal{H} Q}{\mathcal{N}} \Rightarrow \mathcal{N} = \frac{\rho g \mathcal{H} Q}{\eta}$

Μηχανικός Βαθμός αποδόσεως: $\eta_m \equiv \frac{\mathcal{N}_u}{\mathcal{N}}$

Ογκομετρικός Βαθμός αποδόσεως: $\eta_Q \equiv \frac{Q}{Q_u}$

Υδραυλικός Βαθμός αποδόσεως: $\eta_h \equiv \frac{\mathcal{H}}{\mathcal{H}_u}$

$\eta = \eta_m \eta_h \eta_Q$

Πραγματική ισχύς (που απορροφά η αντλία): $\mathcal{N} = \frac{\rho g \mathcal{H} Q}{\eta}$

Απώλειες σωληνώσεως (σε mΣΥ) (για παροχή σε m³/h):

$\delta h_{fEA} = \left\{ \sum_i \lambda_i \frac{l_i}{d_i} \frac{1}{2gF_i^2} + \sum_k \zeta_k \frac{1}{2gF_k^2} + \frac{1}{2gF_A^2} \right\} \cdot \left(\frac{Q}{3600} \right)^2 = \zeta_{EA} \cdot \left(\frac{Q}{3600} \right)^2$

(γραμμικές + τοπικές + απώλειες εξόδου σε δεξαμενή, F : εμβαδόν διατομής)

Μέση ταχύτητα ροής: $c = Q / F$

Αντίστοιχα σημεία λειτουργίας:

$\frac{n'}{n''} = \frac{Q'}{Q''} = \left(\frac{\mathcal{H}'}{\mathcal{H}''} \right)^{1/2}$

Εξίσωση συνέχειας: $Q_u = (\pi D_1 - Z_B s_1) b_1 c_{n1} = (\pi D_2 - Z_B s_2) b_2 c_{n2}$

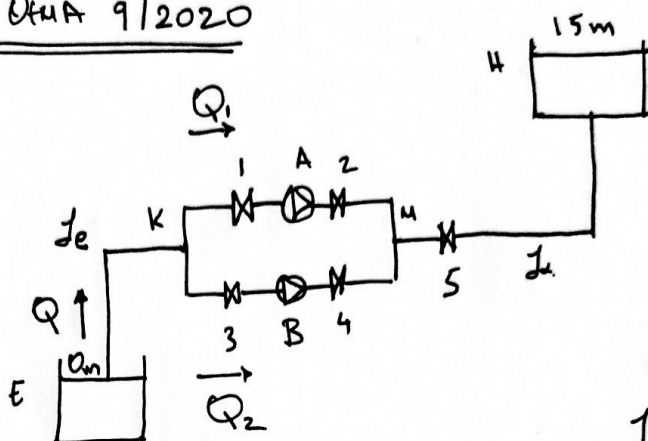
ΥΔΡΟ ΟΥΔΑ 9/2020

ΟΝΟΜΑ: ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΣ

ΕΠΙΘΥΜΟ: ΓΚΑΡΑΒΕΛΟΣ

ΑΜ: 2013010116

$Q (m^3/h)$	$H (mSY)$	$\eta (\%)$
0	50	0
200	47,5	43
400	43,2	68
600	38	78
800	30,5	67
1000	18,25	43
1200	0	0



$$J_e = 0,05 \cdot 10^{-4}$$

$$J_a = (0,1 + 0,02 \cdot 6) \cdot 10^{-4} = 0,22 \cdot 10^{-4}$$

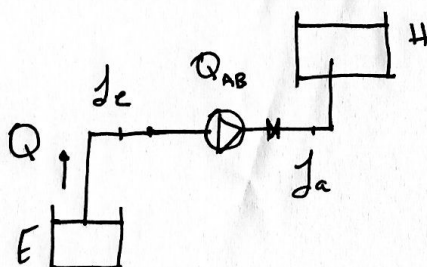
A) Από 0, Α και Β Αρδύει τρία παρακλάδια στο θύριο τμήμα Οι:

$$Q = Q_1 + Q_2 \quad \text{Εξισώσεις Συστήματος}$$

$$H_A = H_B$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = Q_{AB}$$

$$H_{AB} = H_A = H_B$$



Βεβαιωθείτε $\rightarrow H$ (Head Losses): $H_{AB} = H_A = H_B$

$$H_{AB} + \frac{Q^2}{2g} + 0 - J_e Q^2 + H_{AB} - J_a Q^2 = H_{AB} + \frac{Q^2}{2g} + 15 \quad \Rightarrow$$

$$H_{AB} = 15 + J_e Q^2 + J_a Q^2 \quad \Rightarrow \quad H_{AB} = 15 + (J_e + J_a) Q^2$$

$$H_{AB} = 15 + 0,27 \cdot 10^{-4} Q^2$$

Εξισώσεις Συστήματος.

ΟΜΑΔΑ: ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΣ

ΓΡΕΥΜΟ: ΓΑΡΑΡΜΟΣ

Α.Μ.: 2013010116

Θα υλοποιηθεί πρόβλημα της υαλινότητας: Χαρακτηριστική Ανάλυση ΑΒ και υαλινότητας
της Η των υαλινών Συστημάτων Οατος δωθέν το Σ.Α.

$Q_{AB} = Q_A + Q_B$	$H_{AB} = H_A = H_B$	$\eta (\%)$
0	50	0
400	47,5	43
800	43,2	68
1200	38	78
1600	30,5	67
2000	19,25	43
2400	0	0

Επίλυση Συστημάτων

Q_{AB}	H_{AB}
0	15
400	19,32
800	32,28
1200	53,88
1600	84,12
2000	123
2400	170,52

Η Τάση των Ηαδ δίνει: $Q = Q_{AB} = 980 \text{ m}^3/\text{h}$
 $H_{AB} = 41 \text{ m ΣΥ}$
 $\eta = 46\%$

Παράδειγμα επίλυσης με Ανάλυση ΑΒ δίνει την τάση των υαλινών Συστημάτων.

(Α) και (Β) Η των υαλινών Συστημάτων.

$$\begin{aligned} \text{Από: } Q_A &= 770 \text{ m}^3/\text{h} \\ H_A &= 32 \text{ m ΣΥ} \\ \eta_A &= 69\% \end{aligned}$$

$$\left. \begin{aligned} Q_B &= Q_A = 770 \text{ m}^3/\text{h} \\ H_A &= H_B = 32 \text{ m ΣΥ} \\ \eta_B &= \eta_A = 69\% \end{aligned} \right\} \rightarrow$$

$$N_A = \frac{\rho g H_A Q_A}{\eta_A \cdot 3600} = \frac{(9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) / 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{69 \cdot 3600} 32 \text{ m ΣΥ} \cdot 770 \text{ m}^3/\text{h} = 973,1014 \text{ W}$$

$$N_B = N_A = 973,1014 \text{ W}$$

$$N_{\text{ολ}} = 2 N_A = 1946,2 \text{ W}$$

B) A u Hattui uatadilyis Htuoti uatai Zu

H Htuoti Susuopattuis Da juu: $H_{AB} = 15 \cdot 12 + 0,27 \cdot 10^{-4} \cdot Q^2$

Htuoti Susuopattuis

Q_{AB}	H_{AB}
0	12
400	16,32
800	29,28
1200	50,88
1600	81,12
2000	119
2400	167,52

Api H tuotui Oci tuu T_{0u} tt tuu (A) tuuata
Htuoti uatai 3 tuuotus su atuu yu' tuuati $H(m\Sigma)$

$$Q'_{AB} = 1020 \text{ m}^3/h$$

$$H'_{AB} = 40 m\Sigma$$

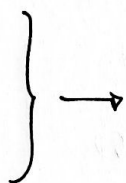
$$\eta'_{AB} = 40\%$$

Tuuu Bpu Q_A totu tuu tuu Susuopattuis tt tuu
tuuatuotui tuu (A)

$$Q'_A = 810 \text{ m}^3/h$$

$$H'_A = 30 m\Sigma$$

$$\eta'_A = 66,5\%$$



$$Q'_B = 810 \text{ m}^3/h$$

$$H'_B = 30 m\Sigma$$

$$\eta'_B = 66,5\%$$

$$N_A = \frac{\rho g H_A Q'_A}{\eta'_A \cdot 3600} = 995,75 \text{ W}, \quad N_B = N_A = 995,75 \text{ W}$$

$$N_{0A} = 2N_A = 1991,503 \text{ W}$$

Γ) Bernoulli: $E \rightarrow H$: $H_{0u} + 0 + 0 - \rho_e Q^2 - \rho_s Q^2 + H_{AB} - \rho_a Q^2 = H_{0u} + 0 + 15 \text{ m}$

$$\rho_s Q^2 = 15 + \rho_e Q^2 + \rho_a Q^2 - H_{AB} \Rightarrow \rho_s = \frac{15 + (\rho_e + \rho_a) Q^2 - H_{AB}}{Q^2}$$

$$\Rightarrow \rho_s = \frac{259,282}{980^2} = 0,269 \rightarrow \boxed{\rho_s = 0,269}$$