

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ:

A.M. ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ:

Αριθμός Αστ. Ταυτότητας:

ΠΡΟΣΟΧΗ!!!

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 I.K. 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, κ.λπ.)**.

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 A.M. του εξεταζόμενου, καθώς και η Υπογραφή του.

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

ΑΣΚΗΣΗ

Δύο **διαφορετικές** αντλίες ακτινικής ροής (**κανονικές στροφές 1450 rpm**) (με δυνατότητα ρύθμισης της ταχύτητας περιστροφής τους) 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 $\zeta_e = 0,02 \times 10^{-4}$, ενώ ο αγωγός από την έξοδο του αντλιοστασίου μέχρι την δεξαμενή κατάθλιψης έχει συντελεστή απωλειών $\zeta_a = 0,17 \times 10^{-4}$.

Τα χαρακτηριστικά των δύο διαφορετικών αντλιών δίδονται στον πίνακα που ακολουθεί **για τις κανονικές στροφές τους**. Οι αγωγοί των διακλαδώσεων της παράλληλης σύνδεσης (μεταξύ των κόμβων **K** και **M**) έχουν **αμεληταίες απώλειες**.

A. Ζητούνται τα σημεία λειτουργίας των δύο αντλιών στις κανονικές στροφές τους (**παροχή, ύψος, βαθμός απόδοσης, ισχύς**), καθώς και η **συνολική παροχή** και η **συνολική ισχύς**. Όλες οι βάνες είναι τελείως ανοικτές. (3.0)

B. Έστω ότι η **αντλία A** παθαίνει βλάβη και τίθεται **εκτός λειτουργίας**, οπότε με κατάλληλο χειρισμό των βανών **απομονώνεται**. Ποιό το σημείο λειτουργίας της **αντλίας B** στις **κανονικές στροφές της**; (Η βάνα 5 ανοικτή). (1.0)

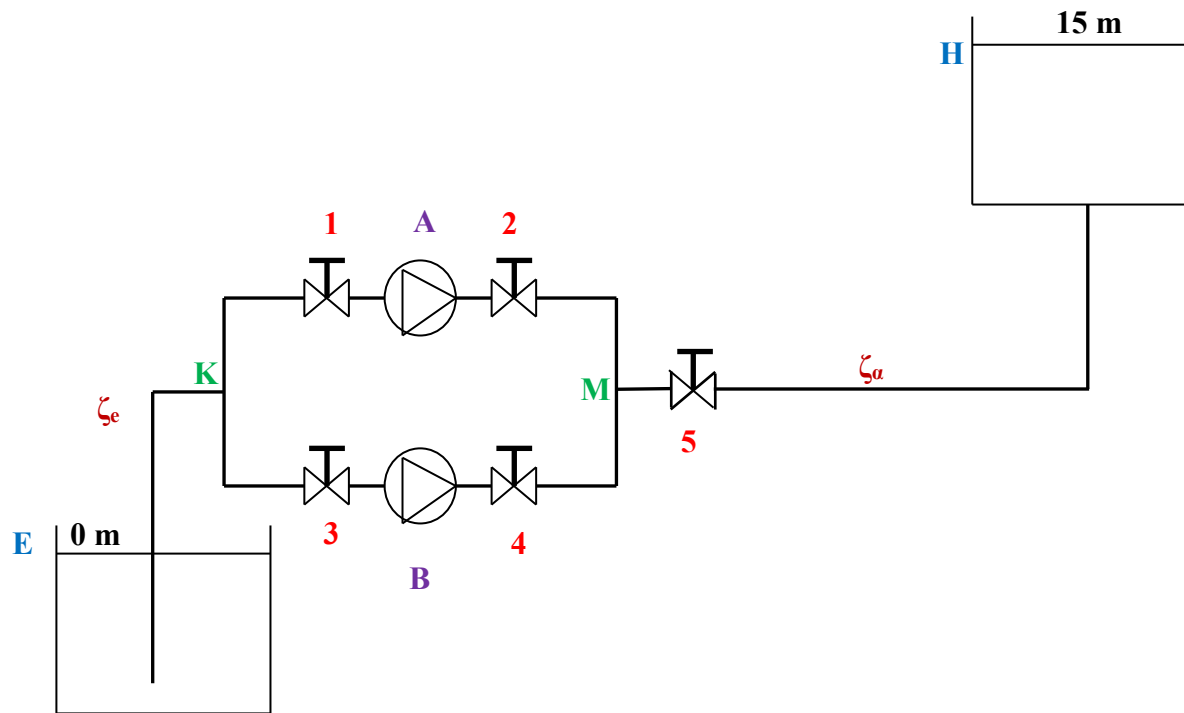
Γ. Έστω ότι λειτουργούν και οι δύο αντλίες, αλλά σε **διαφορετικές στροφές** από τις κανονικές. Η **αντλία A** λειτουργεί στις **1350 rpm**, ενώ η **αντλία B** στις **1550 rpm**. Υπολογίστε και σχεδιάστε τις χαρακτηριστικές ($\mathcal{H} - Q$) και ($\eta - Q$) των δύο αντλιών στις νέες στροφές. (2.0)

Δ. Βρείτε το νέο σημείο λειτουργίας κάθε αντλίας (**παροχή, ύψος, βαθμός απόδοσης, ισχύς**), καθώς και τη **συνολική παροχή** και τη **συνολική ισχύ** για τις συνθήκες του ερωτήματος Γ. Όλες οι βάνες είναι τελείως ανοικτές. (2.0)

Ε. Για τις **κανονικές στροφές των δύο αντλιών**, ποιά θα πρέπει να είναι η τιμή του συντελεστή αντίστασης τως **βάνας 5**, ώστε να επιτευχθεί η **συνολική παροχή του ερωτήματος B**; Βρείτε το σημείο λειτουργίας κάθε αντλίας (**παροχή, ύψος, βαθμός απόδοσης, ισχύς**), καθώς και τη **συνολική καταναλισκόμενη ισχύ**. (2.0)

Αντλία A			Αντλία B		
Q_A [m ³ /h]	$\mathcal{H}_A$ [mΣΥ]	η_A [%]	Q_B [m ³ /h]	$\mathcal{H}_B$ [mΣΥ]	η_B [%]
0	50	0	0	50	0
200	47,5	43	100	47,5	43
400	43,2	68	200	43,2	68
600	38	78	300	38	78
800	30,5	67	400	30,5	67
1000	18,25	43	500	18,25	43
1200	0	0	600	0	0

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. Απαγορεύεται η χρήση Excel ή αντίστοιχου λογισμικού για την εκτέλεση των πράξεων και τη δημιουργία των διαγραμμάτων.**



Πίνακας ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ – να συμπληρωθεί!

<i>Μεταβλητή</i>	<i>Τιμή</i>	<i>Μονάδες μέτρησης</i>
Ερώτημα Α.		
Q_A	510	M ³ /h
H_A	35	mΣΥ
η_A	64	%
N_A	76.001	KW
Q_B	510	M ³ /h
H_B	35	mΣΥ
η_B	54	%
N_B	90.076	KW
$Q_{ολ}$	1020	M ³ /h
$N_{ολ}$		166.077 KW
Ερώτημα Β.		
Q_B	490	M ³ /H
H_B	19.5	mΣΥ
η_B	47	%
N_B	55.398	KW
Ερώτημα Δ.		
Q_A	780	M ³ /h
H_A	37	mΣΥ
η_A	69	%
N_A	113.97	KW
Q_B	510	M ³ /H
H_B	20	mΣΥ
η_B	38	%
N_B	73,144	KW
$Q_{ολ}$	1290	M ³ /H
$N_{ολ}$	187.114	KW
Ερώτημα Ε.		
ζ_5		
Q_A		
H_A		
η_A		
N_A		
Q_B		
H_B		
η_B		
N_B		
$Q_{ολ}$		
$N_{ολ}$		

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 συστρόφηση: $\mathcal{H}_u = (u_2 c_{u2})/g$

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

$\mathcal{H}_{u,i} = u_2 c_{u2\infty}/g = u_2 \left(u_2 - \frac{cr_2}{\tan \beta_{B,2}} \right)/g$ $\mathcal{H}_u = \eta_i \mathcal{H}_{u,i} = \frac{\eta_i}{g} u_2 \left(u_2 - \frac{cr_2}{\tan \beta_{B,2}} \right)$

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