

**ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ:**

**A.M. ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ:**

**Αριθμός Αστ. Ταυτότητας:**

**ΠΡΟΣΟΧΗ!!!**

Στον **Πίνακα Αποτελεσμάτων** της 2<sup>ης</sup> 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](mailto: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 **αμελητέες 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)

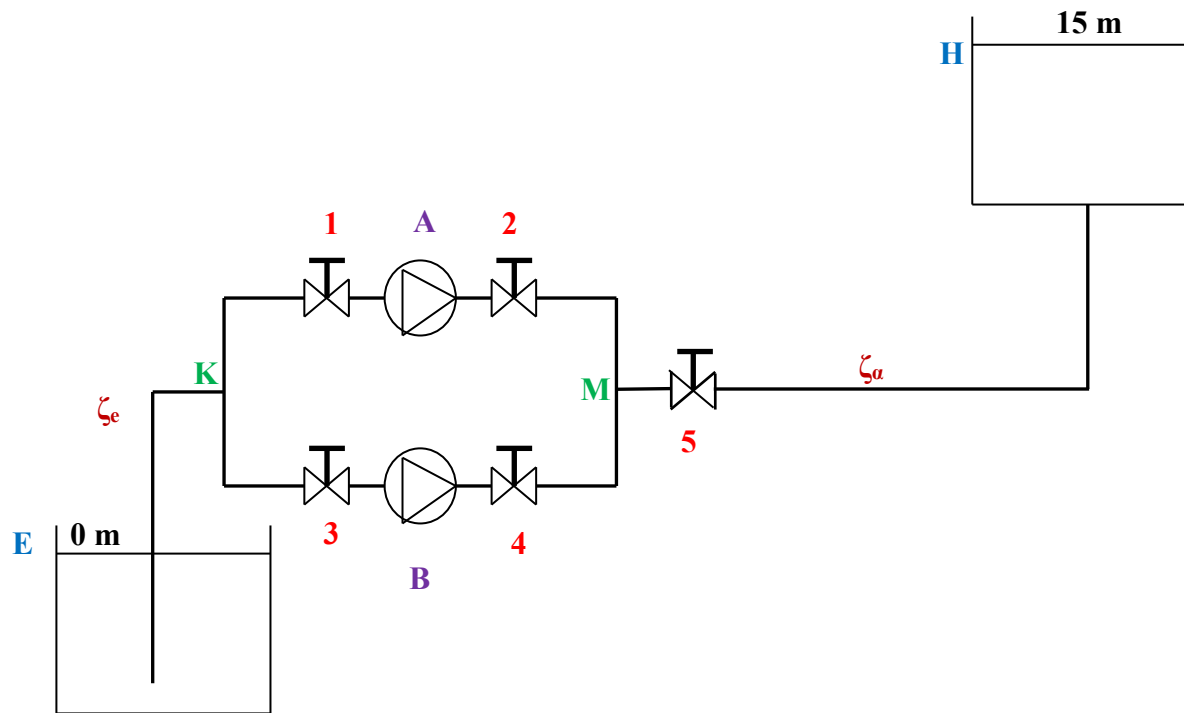
**Γ.** Έστω ότι λειτουργούν και οι δύο αντλίες, αλλά σε **διαφορετικές στροφές** από τις κανονικές. Η **αντλία A** λειτουργεί στις **1350 rpm**, ενώ η **αντλία B** στις **1550 rpm**. Υπολογίστε και σχεδιάστε τις χαρακτηριστικές ( $\mathcal{H} - Q$ ) και ( $\eta - Q$ ) των δύο αντλιών στις νέες στροφές. (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 <sup>3</sup> /h] | $\mathcal{H}_A$ [mΣΥ] | $\eta_A$ [%] | $Q_B$ [m <sup>3</sup> /h] | $\mathcal{H}_B$ [mΣΥ] | $\eta_B$ [%] |
| 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> |
|-------------------|-------------|-------------------------|
| <b>Ερώτημα Α.</b> |             |                         |
| $Q_A$             | 510         | M <sup>3</sup> /h       |
| $H_A$             | 35          | mΣΥ                     |
| $\eta_A$          | 64          | %                       |
| $N_A$             | 76.001      | KW                      |
| $Q_B$             | 510         | M <sup>3</sup> /h       |
| $H_B$             | 35          | mΣΥ                     |
| $\eta_B$          | 54          | %                       |
| $N_B$             | 90.076      | KW                      |
| $Q_{ολ}$          | 1020        | M <sup>3</sup> /h       |
| $N_{ολ}$          |             | 166.077 KW              |
| <b>Ερώτημα Β.</b> |             |                         |
| $Q_B$             | 490         | M <sup>3</sup> /H       |
| $H_B$             | 19.5        | mΣΥ                     |
| $\eta_B$          | 47          | %                       |
| $N_B$             | 55.398      | KW                      |
| <b>Ερώτημα Δ.</b> |             |                         |
| $Q_A$             | 780         | M <sup>3</sup> /h       |
| $H_A$             | 37          | mΣΥ                     |
| $\eta_A$          | 69          | %                       |
| $N_A$             | 113.97      | KW                      |
| $Q_B$             | 510         | M <sup>3</sup> /H       |
| $H_B$             | 20          | mΣΥ                     |
| $\eta_B$          | 38          | %                       |
| $N_B$             | 73,144      | KW                      |
| $Q_{ολ}$          | 1290        | M <sup>3</sup> /H       |
| $N_{ολ}$          | 187.114     | KW                      |
| <b>Ερώτημα Ε.</b> |             |                         |
| $\zeta_5$         |             |                         |
| $Q_A$             |             |                         |
| $H_A$             |             |                         |
| $\eta_A$          |             |                         |
| $N_A$             |             |                         |
| $Q_B$             |             |                         |
| $H_B$             |             |                         |
| $\eta_B$          |             |                         |
| $N_B$             |             |                         |
| $Q_{ολ}$          |             |                         |
| $N_{ολ}$          |             |                         |

### 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 m<sup>3</sup>/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:  $Q_u = (\pi D_1 - Z_B s_1) b_1 c_{n1} = (\pi D_2 - Z_B s_2) b_2 c_{n2}$

# ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

ΤΕΛΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΙΟΥΝΙΟΣ 2021

Σελίδα 1

Αριθμ/νο: Γιαρβελί Χριστόφορος

ΑΜ: 2013010116

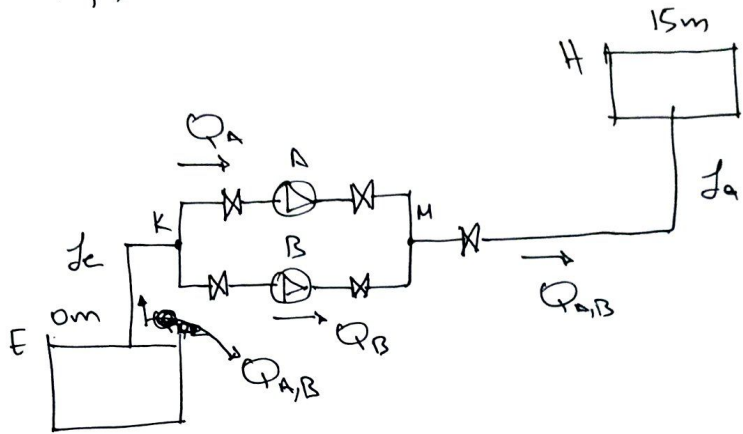
Υπογραφή:

## ΘΕΜΑ

Ροοίς 1450 rpm

$l_e = 0,02 \cdot 10^{-4}$

$l_a = 0,17 \cdot 10^{-4}$



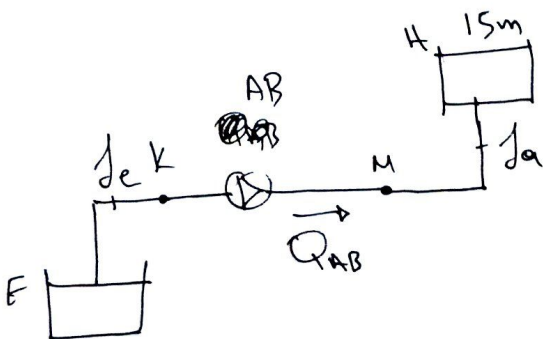
| $Q_A \text{ m}^3/\text{h}$ | $H_A \text{ mΣΥ}$ | $\eta_A \%$ |
|----------------------------|-------------------|-------------|
| 0                          | 50                | 0           |
| 200                        | 47,5              | 43          |
| 400                        | 43,2              | 68          |
| 600                        | 38                | 78          |
| 800                        | 30,5              | 67          |
| 1000                       | 18,25             | 43          |
| 1200                       | 0                 | 0           |

| $Q_B \text{ m}^3/\text{h}$ | $H_B \text{ mΣΥ}$ | $\eta_B \%$ |
|----------------------------|-------------------|-------------|
| 0                          | 50                | 0           |
| 100                        | 47,5              | 43          |
| 200                        | 43,2              | 68          |
| 300                        | 38                | 78          |
| 400                        | 30,5              | 67          |
| 500                        | 18,25             | 43          |
| 600                        | 0                 | 0           |

A] Αφού οι αντλίες Α, Β είναι πρεσλυστές θα επιλεγεί των Ισοδυναμίες Αντλία Α+Β γιατί greater νίη οτι πρεσλυστές αντλίες Ισχύη:  $Q_{AB} = Q_A + Q_B$  και  $H_{AB} = H_A = H_B$

| $Q_{AB} \text{ m}^3/\text{h}$ | $H_{AB} \text{ mΣΥ}$ | $\eta$ |
|-------------------------------|----------------------|--------|
| 0                             | 50                   |        |
| 300                           | 47,5                 |        |
| 600                           | 43,2                 |        |
| 900                           | 38                   |        |
| 1200                          | 30,5                 |        |
| 1500                          | 18,25                |        |
| 1800                          | 0                    |        |

## Ισοδυναμίες Συνολική



Σελ. 2

Ονομα: Γεωργίου Χρυσόστομος

ΑΜ: 2013010116

Υπογραφή: ~~Γεωργίου~~Bernoulli:  $E \rightarrow H$  (1600 wats):  $H_{A_{in}} + 0 - f_e Q_{AB}^2 + H_{AB} - f_a Q_{AB}^2 = H_{A_{out}} + 15$ 

$$H_{AB} = 15 + f_e Q_{AB}^2 + f_a Q_{AB}^2 \Rightarrow H_{AB} = 15 + (f_e + f_a) Q_{AB}^2$$

$$H_{AB} = 15 + (0,19 \cdot 10^{-4}) Q_{AB}^2 \quad (1)$$

Από το Σημείο 1 της τριτοβάθμιας εξίσωσης  
 (1) με τις αρχικές παραμέτρους της A+B προκύπτει

Το συνολικό της (1) με τις A+B προκύπτει

$$Q_{AB} = 1020 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_{AB} = 35 \text{ mΣΥ}$$

Heat in:

$$Q_A = Q_B = \frac{Q_{AB}}{2} = 510 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_A = H_B = H_{AB} = 35 \text{ mΣΥ}$$

$$\eta_A = 64\%$$

$$\eta_B = 54\%$$

$$N_A = \frac{\rho g Q_A H_A}{\eta_A \cdot 3600} = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 510 \cdot 35}{0,64 \cdot 3600} = 76.001,95 \text{ W} \rightarrow N_A = 76,001 \text{ kW}$$

$$N_B = \frac{\rho g Q_B H_B}{\eta_B \cdot 3600} = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 510 \cdot 35}{0,54 \cdot 3600} = 90.076,38 \text{ W} \rightarrow N_B = 90,076 \text{ kW}$$

$$N_{\Sigma} = N_A + N_B \Rightarrow \boxed{N_{\Sigma} = 166,077 \text{ kW}}$$

Σελίδα 3

Ονομα/ΗΜ: Γαλαριέτος Χρυσόφορος

ΑΜ: 2013010116

Υπογραφή: ~~Χρυσόφορος~~

Β) Γίνεται η βωσμογραφία των αλβίων η κλίση της βωσμογραφίας πλάτης  
 η τάση τα ρεύματα Α. Δίνεται  $H_{AB} = 15 + (0,19 \cdot 10^{-4}) Q_{AB}^2$ .

Για να βρεθεί εύκολο Πιτμερίας της Αντλίας Β να βρεθεί το εύρος τούτος της  
 $H_{AB} = 15 + (0,19 \cdot 10^{-4}) \cdot Q_{AB}^2$  με των χαρακτηριστική της Αντλίας Β.

Αεα

|                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $Q_B = 490 \text{ m}^3/\text{h}$<br>$H_B \approx 19,5 \text{ m} \Sigma \gamma$<br>$\eta_B = 44,47\%$ |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|

$$N_B = \frac{\rho g Q_B H_B}{\eta_B \cdot 3600} = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 490 \cdot 19,5}{0,44 \cdot 3600} = 55.398,67 \text{ W}$$

|                           |
|---------------------------|
| $N_B = 55,398 \text{ kW}$ |
|---------------------------|

Γ] Η Αντλία Α  $\rightarrow 1350 \text{ rpm}$   
 Αντλία Β  $\rightarrow 1550 \text{ rpm}$

Από Ομοειδή είναι ότι για Αντλία Α:  $\frac{\eta_D}{\eta_{\pi}} = \frac{Q_D}{Q_{\pi}} \Rightarrow \frac{1350}{1450} = \frac{Q_D}{Q_{\pi}} \Rightarrow \frac{Q_D}{Q_{\pi}} = 0,931$

|                             |
|-----------------------------|
| $Q_D = 0,931 \cdot Q_{\pi}$ |
|-----------------------------|

$$\frac{\eta_D}{\eta_{\pi}} = \left( \frac{H_D}{H_{\pi}} \right)^2 \Rightarrow 0,931 = \frac{H_D^2}{H_{\pi}^2} \Rightarrow H_D^2 = 0,931 \cdot H_{\pi}^2 \Rightarrow H_D = 0,964 \cdot H_{\pi}$$

| $Q_D$  | $H_D$ |
|--------|-------|
| 0      | 48,2  |
| 186,2  | 45,79 |
| 372,4  | 41,64 |
| 558,6  | 36,83 |
| 744,8  | 29,4  |
| 931    | 17,54 |
| 1117,2 | 0     |

Το εύρος τούτος με  $\eta_D$  εγινε βωσμογραφία του δίνω + Αντλία Α'

το

|                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $Q_{A'} = 780 \text{ m}^3/\text{h}$<br>$H_{A'} = 37 \text{ m} \Sigma \gamma$<br>$\eta_{A'} = 69\%$ |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|

$$N_{A'} = \frac{\rho g Q_{A'} H_{A'}}{\eta_{A'} \cdot 3600} = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 780 \cdot 37}{0,69 \cdot 3600} = 113.976,08 \text{ W}$$

|                              |
|------------------------------|
| $N_{A'} = 113,97 \text{ kW}$ |
|------------------------------|



Σελίδα 5

Όνομα/Ημέρ: Ευαγγελία Χριστοφόρου

ΑΜ: 2013010116

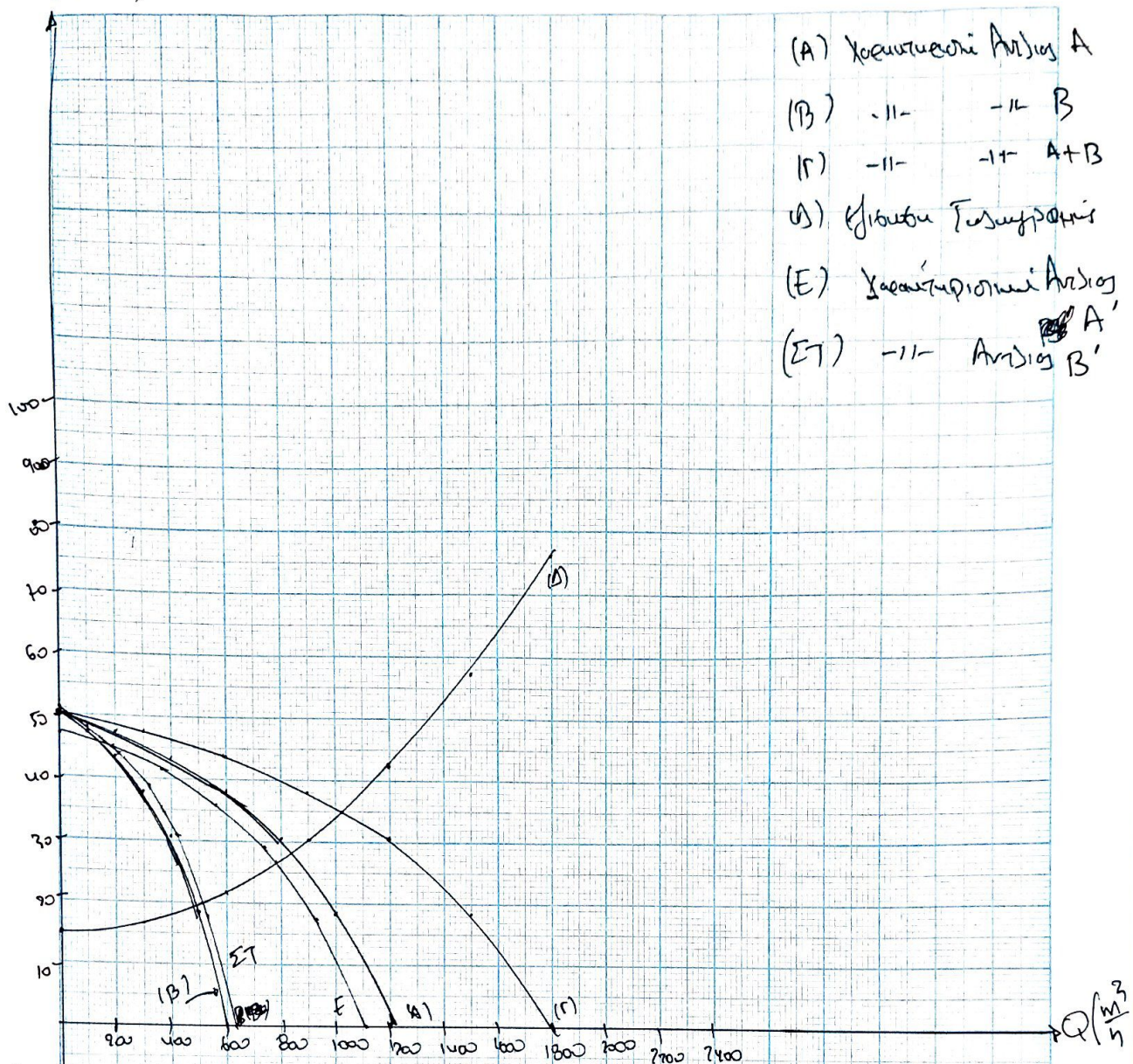
Υπογραφή: ~~Ευαγγ.~~ Β

Λεία:  $31,18 = 15 + (0,19 \cdot 10^4 + 75) \cdot 10^2 \pi \dots$  υπολογισμοί 75.

Νέο πλοκάμι 19ω χρόνου.

Εξοικονομώ να μεταβληθεί νατί στο τέλος Αποκλειστικά.

$H(m\epsilon\gamma)$



$\chi\alpha\epsilon\mu\tau\epsilon\sigma\iota\epsilon\iota$

