

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΚΑΙ ΝΕΟΛΑΙΑΣ**

**ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΩΤΕΡΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ**

ΠΑΓΚΥΠΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2020

ΛΥΣΕΙΣ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΧΟΛΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

Μάθημα: Στοιχεία Μηχανών (513)

Ημερομηνία και ώρα εξέτασης: Τετάρτη, 17 Ιουνίου 2020

8:00 – 10.30

Το εξεταστικό δοκίμιο αποτελείται από τρία μέρη (Α, Β, Γ).

ΟΔΗΓΙΕΣ: Να απαντήσετε σε όλες τις ερωτήσεις

Όλες οι ερωτήσεις να απαντηθούν στο εξεταστικό δοκίμιο.

Επιτρέπεται η χρήση μπλε πέννας μόνο.

Επιτρέπεται η χρήση μη προγραμματιζόμενης υπολογιστικής μηχανής.

Απαγορεύεται η χρήση διορθωτικού υγρού ή άλλου υλικού.

Δίνεται τυπολόγιο σε ξεχωριστό φύλλο.

ΜΕΡΟΣ Α΄: Δώδεκα (12) ερωτήσεις.

Κάθε ορθή απάντηση βαθμολογείται με τέσσερις (4) μονάδες.

Για τις ερωτήσεις 1 - 6 να βάλετε σε κύκλο την ορθή απάντηση.

1. Ποιες από τις πιο κάτω συνδέσεις στοιχείων μηχανών είναι μόνιμες;
(α) Οι κοχλιωτές συνδέσεις.
(β) Οι σφηνωτές συνδέσεις.
(γ) Οι συγκολλητές συνδέσεις.
(δ) Οι ελαστικές συνδέσεις (με ελατήρια).
 2. Σε σύστημα μετάδοσης κίνησης με οδοντοτροχούς, ο κινητήριος οδοντοτροχός έχει 50 δόντια και περιστρέφεται με 500 rpm. Ο κινούμενος οδοντοτροχός που έχει 100 δόντια θα περιστρέφεται με:
(α) 150 rpm
(β) 1000 rpm
(γ) 250 rpm
(δ) 750 rpm.
 3. Το είδος του συνδέσμου που φαίνεται στην εικόνα 1 είναι:
(α) κινητός σύνδεσμος διαστολής
(β) κινητός σύνδεσμος καρντάν
(γ) δισκοειδής σταθερός σύνδεσμος
(δ) κελυφοειδής σταθερός σύνδεσμος.
-
- Εικόνα 1
4. Κατά τη συγκόλληση δύο μετάλλων χρησιμοποιούνται διάφορες θέσεις συγκόλλησης. Η πιο εύκολη θέση είναι:
(α) η κάθετη συγκόλληση
(β) η οριζόντια συγκόλληση
(γ) η συγκόλληση ουρανού
(δ) η κυκλική συγκόλληση.
 5. Για το χρονισμό της μηχανής του αυτοκινήτου χρησιμοποιούνται:
(α) επίπεδοι ιμάντες
(β) οδοντωτοί ιμάντες
(γ) τραπεζοειδείς ιμάντες
(δ) στρογγυλοί ιμάντες.
 6. Μία άτρακτος κατά την περιστροφή της καταπονείται κυρίως σε:
(α) κρούση
(β) πίεση
(γ) στρέψη
(δ) διάτμηση.
 7. Να αναφέρετε δύο (2) χρήσεις του ζεύγους ατέρμονα κοχλία – οδοντοτροχού.
(α) Μειωτήρας στροφών
(β) Διαιρέτης φρέζας
(γ) Σύστημα διεύθυνσης οχημάτων
(δ) Ανυψωτικές μηχανές.

8. Να υπολογίσετε την τάση διάτμησης τ σε καρφί με εμβαδό διατομής $A = 20 \text{ mm}^2$ όταν σ' αυτό ασκείται διατμητική δύναμη $F = 1600 \text{ N}$.

$$F = 1600 \text{ N} \quad A = 20 \text{ mm}^2 \quad \tau = ;$$

$$\tau = \frac{F}{A} \Rightarrow \tau = \frac{1600}{20} = 80 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

9. Για τις πιο κάτω προτάσεις να βάλετε σε κύκλο το ορθό αν η πρόταση είναι ορθή και το λάθος αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

(α) Η σφικτή σύνδεση επιτυγχάνεται όταν η διάμετρος του άξονα είναι ελάχιστη μεγαλύτερη από τη διάμετρο της τρύπας.

Ορθό

Λάθος

(β) Η τριβή κύλισης που αναπτύσσεται στο έδρανο κύλισης είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη τριβή ολίσθησης που αναπτύσσεται στο έδρανο ολίσθησης.

Ορθό

Λάθος

10. Να κατονομάσετε τις δύο (2) κατηγορίες των κοχλιών και να δώσετε ένα (1) παράδειγμα για τη κάθε μια κατηγορία.

(α) **Σύσφιγξης.**

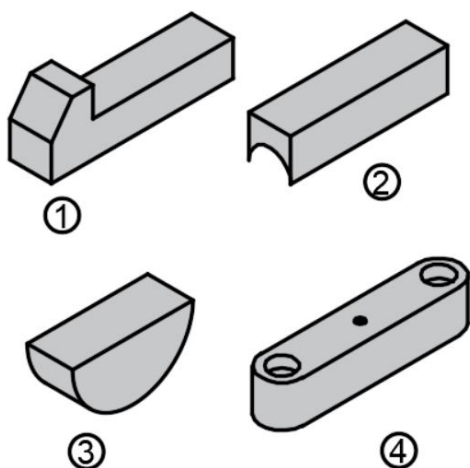
- Η σύνδεση μιας κυλινδρικής κατασκευής με το καπάκι της, μέσα στην οποία επικρατεί πίεση που προσπαθεί να απομακρύνει το καπάκι. Οι κοχλίες συγκρατούν τα δύο μέρη, κύλινδρο και καπάκι, σταθερά στη θέση τους.
- Η σύνδεση και σύσφιγξη δύο ελασμάτων με κοχλία και περικόχλιο.
- Η σύνδεση του κορμού της μηχανής οχημάτων με το καπάκι της.

(β) **Κίνησης.**

- Η μέγγενη
- Ο κεντροφορέας τόννου
- Ο γρύλλος (κρίκος οχημάτων)
- Η κοχλιοφόρα πρέσα.

Για την ερώτηση 11 που ακολουθεί να συμπληρώσετε τα κενά.

11. Τα ελατήρια που, όταν δεχθούν δύναμη και οι σπείρες τους αραιώνουν, το μήκος τους αυξάνει και αποθηκεύουν ενέργεια, ονομάζονται ελατήρια **έλξης** ενώ τα ελατήρια που γίνονται κοντύτερα και με πυκνωμένες (πιεσμένες) σπείρες, ονομάζονται ελατήρια **θλίψης**.
12. Στο σχήμα 1 φαίνονται διάφορα είδη σφηνών. Να συμπληρώσετε τη στήλη Β του πίνακα 1, με τους αντίστοιχους αριθμούς των σφηνών, που φαίνονται στο σχήμα 1.



Σχήμα 1

ΣΤΗΛΗ Α	ΣΤΗΛΗ Β
Σφήνα επίπεδη με νύχι.	(1)
Δισκοειδής σφήνα.	(3)
Κοίλη σφήνα.	(2)
Ένθετη ή εφαρμοστή	
Σφήνα οδηγός	(4)

Πίνακας 1

**ΤΕΛΟΣ ΜΕΡΟΥΣ Α΄
ΑΚΟΛΟΥΘΕΙ ΤΟ ΜΕΡΟΣ Β΄**

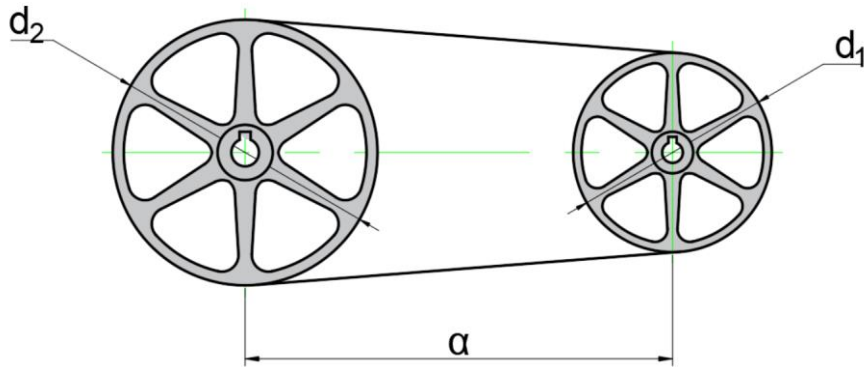
ΜΕΡΟΣ Β': Τέσσερις (4) ερωτήσεις.

Κάθε ορθή απάντηση βαθμολογείται με οκτώ (8) μονάδες.

13. Στο σχήμα 2 φαίνεται μια ιμαντοκίνηση.

(α) Να αναφέρετε το είδος της ιμαντοκίνησης.

(β) Να υπολογίσετε το μήκος του επίπεδου ιμάντα, όταν δίνεται η απόσταση των ατράκτων $a = 600 \text{ mm}$ και οι διάμετροι $d_1 = 180 \text{ mm}$ και $d_2 = 315 \text{ mm}$.



Σχήμα 2

(α) Ανοικτή ιμαντοκίνηση.

(β) Δεδομένα

Ζητούμενο

$$a = 600 \text{ mm} \quad d_1 = 180 \text{ mm} \quad L = ?$$

$$d_2 = 315 \text{ mm}$$

Με βάση τα δεδομένα το ζητούμενο μήκος του ιμάντα υπολογίζεται από τον τύπο:

$$L \approx 2 \cdot a + 1,571(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 \cdot a}$$

$$L \approx 2 \cdot 600 + 1,571(180 + 315) + \frac{(315 - 180)^2}{4 \cdot 600}$$

$$L \approx 1200 + 777,15 + 7,59 = 1985 \text{ mm}$$

14. Να αναφέρετε τέσσερα (4) πλεονεκτήματα και τέσσερα (4) μειονεκτήματα των εδράνων κύλισης.

Πλεονεκτήματα

1. Παρουσιάζουν μικρές διαστάσεις αξονικά. Αυτό σημαίνει ότι μπορούν σε πλάτος να φέρουν αρκετό φορτίο.
2. Έχουν πολύ μεγάλο βαθμό απόδοσης γιατί η απώλεια ενέργειας από τριβές είναι πολύ μικρή.
3. Απαιτούν μικρή ποσότητα λιπαντικού και λιπαίνονται εύκολα.
4. Δεν χρειάζονται ιδιαίτερη φροντίδα συντήρησης και συχνή παρακολούθηση.

5. Δεν παρουσιάζουν κίνδυνο υπερθέρμανσης και απότομης φθοράς.
6. Δεν χρειάζονται περίοδο στρωσίματος γιατί έρχονται έτοιμα από τα ειδικευμένα εργοστάσια που τα παράγουν.
7. Κυκλοφορούν στο εμπόριο σε τυποποιημένες διαστάσεις και μπορούμε να τα προμηθευτούμε πολύ εύκολα.
8. Έχουν μικρό βάρος.
9. Παρουσιάζουν σχετικά μεγάλη διάρκεια ζωής με την προϋπόθεση ότι θα επιλεγούν, τοποθετηθούν και συντηρηθούν σωστά.

Μειονεκτήματα

1. Έχουν Ψηλό κόστος.
 2. Παρουσιάζουν μεγαλύτερο θόρυβο απ' ό,τι τα έδρανα ολίσθησης.
 3. Δεν κατασκευάζονται διαιρούμενα.
 4. Δεν αντέχουν σε κρουστικά φορτία.
 5. Δεν επισκευάζονται.
 6. Απαιτούν προσεκτική τοποθέτηση γιατί αν εφαρμοσθούν στην άτρακτο ή στη φωλιά ενός σώματος μηχανής πολύ σφικτά τότε καταστρέφονται πολύ σύντομα.
 7. Δεν μπορούν να τοποθετηθούν σε περιπτώσεις που δεν υπάρχει διαθέσιμος χώρος ακτινικά.
15. Σε μια μόνιμη σύνδεση χρησιμοποιούνται διάφορα μέσα σύνδεσης.
- (α) Να δώσετε τον ορισμό της μόνιμης σύνδεσης.
 - (β) Να κατονομάσετε δύο (2) μέσα σύνδεσης που χρησιμοποιούνται στις μόνιμες συνδέσεις.
 - (γ) Για το κάθε ένα από τα δύο (2) πιο πάνω μέσα σύνδεσης να αναφέρετε δύο παραδείγματα εφαρμογής.
- (α) Μόνιμες συνδέσεις λέγονται εκείνες οι συνδέσεις των οποίων τα συνδεόμενα μέρη συνδέονται κατά μόνιμο τρόπο, δηλαδή ο διαχωρισμός τους μπορεί να γίνει μόνο με καταστροφή των μέσων σύνδεσης τους.
- (β) Μέσα σύνδεσης: οι ήλοι και οι συγκολλήσεις,
- (γ) Οι ήλοι χρησιμοποιούνται στις πιο κάτω εφαρμογές:
- Αεροσκάφη, ελικόπτερα, μεταλλικές κατασκευές από λαμαρίνες, αλουμινοκατασκευές, μεταλλικά καθίσματα.
- Οι συγκολλήσεις χρησιμοποιούνται στις πιο κάτω εφαρμογές:
- Πλοία, λέβητες, αμαξώματα οχημάτων, σωλήνες ραφής, κάγκελα, δεξαμενές.

16. Να υπολογίσετε τη διάμετρο που πρέπει να έχει η κινούμενη τροχαλία μιας ιμαντοκίνησης, όταν η κινητήρια άτρακτος περιστρέφεται με $n_1 = 930$ rpm και η κινούμενη πρέπει να περιστρέφεται με $n_2 = 310$ rpm. Η κινητήρια τροχαλία έχει διάμετρο $d_1 = 100$ mm. Η απώλεια στροφών είναι αμελητέα.

$$n_1 = 930 \text{ rpm} \quad d_1 = 100 \text{ mm}$$

$$n_2 = 310 \text{ rpm} \quad d_2 = ?$$

Η διάμετρος της κινούμενης τροχαλίας, με βάση τα δεδομένα, υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \Rightarrow n_1 \cdot d_1 = n_2 \cdot d_2 \Rightarrow d_2 = \frac{n_1 \cdot d_1}{n_2} = \frac{930 \cdot 100}{310}$$

$$\Rightarrow d_2 = 300 \text{ mm}$$

**ΤΕΛΟΣ ΜΕΡΟΥΣ Β΄
ΑΚΟΛΟΥΘΕΙ ΤΟ ΜΕΡΟΣ Γ΄**

ΜΕΡΟΣ Γ': Δύο (2) ερωτήσεις.**Κάθε ορθή απάντηση βαθμολογείται με δέκα (10) μονάδες.**

17. Από ένα ζευγάρι παράλληλων οδοντωτών τροχών που πρόκειται να αντικατασταθεί μετρήθηκαν τα πιο κάτω στοιχεία:

(α) διάμετρος κεφαλής μικρού τροχού $d_{a1} = 36 \text{ mm}$

(β) αριθμός δοντιών μικρού τροχού $Z_1 = 22$

(γ) αριθμός δοντιού μεγάλου τροχού $Z_2 = 38$.

Να υπολογίσετε:

(α) το μοντούλ της οδόντωσης m

(β) τη διάμετρο κεφαλής του μεγάλου τροχού d_{a2}

(γ) το ύψος δοντιού h

(δ) τις αρχικές διαμέτρους d_1, d_2

(ε) τις διαμέτρους ποδιών d_{f1}, d_{f2}

(στ) την απόσταση των κέντρων a .

Τύποι υπολογισμού των στοιχείων παράλληλων οδοντοτροχών συστήματος μοντούλ.

A/A	Ζητούμενο στοιχείο	Τύπος υπολογισμού
1	Μοντούλ	$m = \frac{p}{\pi} = \frac{d}{z} = \frac{d_a}{z+2}$
2	Περιφερειακό βήμα	$p = m\pi = \frac{\pi d}{z} = \frac{\pi d_a}{z+2}$
3	Αριθμός δοντιών	$z = \frac{d}{m} = \frac{\pi d}{p} = \frac{d_a - 2m}{m}$
4	Αρχική διάμετρος	$d = mz = \frac{pz}{\pi} = d_a - 2m$
5	Διάμετρος κεφαλών	$d_a = d + 2m = m(z + 2)$
6	Διάμετρος ποδιών	$d_f = d - 2(m + c) = d - 2,5m$
7	Ακτινική ελευθερία	$c = 0,25m$
8	Ύψος δοντιού	$h = 2m + c = 2,25m$
9	Ύψος κεφαλής	$h_a = m$
10	Ύψος ποδιού	$h_f = m + c = 1,25m$
11	Πάχος δοντιού	$s = \frac{p}{2} = \frac{m\pi}{2} = 1,5708m$
12	Απόσταση κέντρων	$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{m(z_1 + z_2)}{2}$

Δεδομένα Ζητούμενα
 $d_{a_1} = 36 \text{ mm}$ (α) $m =$; (β) $d_{a_2} =$; (γ) $h =$;
 $Z_1 = 22$ (δ) $d_1 =$; $d_2 =$; (ε) $d_{f1} =$; $d_{f2} =$;
 $Z_2 = 38$ (στ) $a =$;

(α) Υπολογισμός μοντούλ: $m = \frac{d_{a_1}}{Z_1 + 2} = \frac{36}{22 + 2} = 1,5 \text{ mm}$

(β) Υπολογισμός διαμέτρου κεφαλής: $d_{a_2} = m \cdot (Z_2 + 2) = 1,5 \cdot (38 + 2) = 60 \text{ mm}$

(γ) Υπολογισμός ύψους δοντιού: $h = 2,25 \cdot m = 2,25 \cdot 1,5 = 3,375 \text{ mm}$

(δ) Υπολογισμός αρχικών διαμέτρων: $d_1 = m \cdot Z_1 = 1,5 \cdot 22 = 33 \text{ mm}$

$d_2 = m \cdot Z_2 = 1,5 \cdot 38 = 57 \text{ mm}$

(ε) Υπολογισμός διαμέτρου ποδιών: $d_{f1} = d_1 - 2,5m = 33 - 2,5 \cdot 1,5 = 29,25 \text{ mm}$

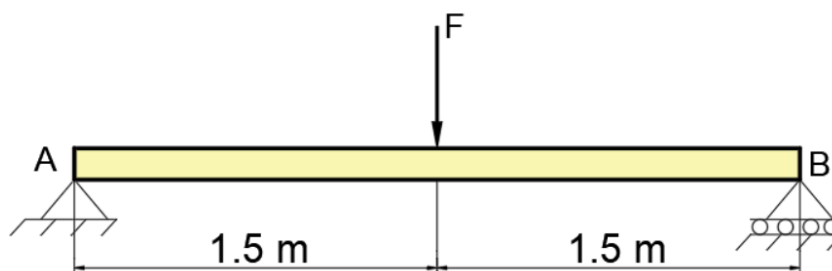
$d_{f2} = d_2 - 2,5m = 57 - 2,5 \cdot 1,5 = 53,25 \text{ mm}$

(στ) Υπολογισμός απόστασης των κέντρων: $a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{33 + 57}{2} = 45 \text{ mm}$

18. (α) Στο σχήμα 3 φαίνεται ένας άξονας διαμέτρου $d = 40 \text{ mm}$ στη μέση του οποίου ασκείται δύναμη $F = 3000 \text{ N}$.
- Να υπολογισθούν οι αντιδράσεις στήριξης στα σημεία A και B (R_A και R_B αντίστοιχα).
 - Με την βοήθεια του πίνακα 2 να γίνει η επιλογή των ρουλεμάν στα σημεία A και B αν ο λόγος φόρτισης είναι $C/P = 10$.

d (mm)	Δυναμικό φορτίο C (N)	Τύπος ρουλεμάν
40	13200	16008
	16600	6008
	29000	6208
	42500	6308
	62000	6408

Πίνακας 2



Σχήμα 3

(i) Υπολογισμός των αντιδράσεων στα σημεία στήριξης του άξονα:

$$\Sigma M_A = 0$$

$$F \cdot 1,5 - R_B \cdot 3 = 0 \Rightarrow R_B = \frac{F \cdot 1,5}{3} = \frac{3000 \cdot 1,5}{3} = 1500 \text{ N}$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow R_A + R_B - F = 0 \Rightarrow R_A = F - R_B = 3000 - 1500 = 1500 \text{ N}$$

(ii) Επιλογή του τύπου ρουλεμάν με βάση τον πίνακα 2.

Για τη θέση A

$$\frac{C}{P} = 10 \Rightarrow C = P \cdot 10 = R_A \cdot 10 = 1500 \cdot 10 = 15000 \text{ N}$$

$$P = R_A$$

Από τον πίνακα επιλέγουμε ρουλεμάν **6008**

Για τη θέση B

$$\frac{C}{P} = 10 \Rightarrow C = P \cdot 10 = R_B \cdot 10 = 1500 \cdot 10 = 15000 \text{ N}$$

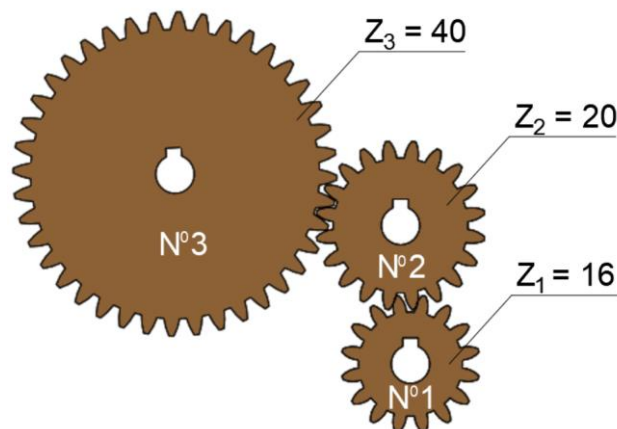
$$P = R_B$$

Από τον πίνακα επιλέγουμε ρουλεμάν **6008**

(β) Στη διάταξη οδοντωτών τροχών του σχήματος 4 ο μικρός οδοντωτός τροχός N°1 περιστρέφεται δεξιόστροφα με $n_1 = 1000 \text{ rpm}$.

Ζητούνται:

- i. ο αριθμός στροφών του μεγάλου οδοντωτού τροχού N°3
- ii. η ολική σχέση μετάδοσης $i_{ολ}$.
- iii. η φορά περιστροφής του μεγάλου οδοντωτού τροχού N°3.



Σχήμα 4

Δεδομένα

Ζητούμενα

$$Z_1 = 16$$

$$n_3 = ;$$

$$Z_2 = 20$$

$$i_{ολ.} = ;$$

$$Z_3 = 40$$

Φορά περιστροφής του οδοντωτού τροχού N°.3

$$n_1 = 1000 \text{ rpm}$$

(i) Με βάση τα δεδομένα ο αριθμός στροφών του μεγάλου οδοντωτού τροχού υπολογίζεται από τους τύπους:

1^{ος} τρόπος

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1} \Rightarrow Z_1 \cdot n_1 = Z_2 \cdot n_2 \Rightarrow n_2 = \frac{Z_1 \cdot n_1}{Z_2} = \frac{16 \cdot 1000}{20} = 800 \text{ rpm}$$

$$\frac{n_2}{n_3} = \frac{Z_3}{Z_2} \Rightarrow Z_2 \cdot n_2 = Z_3 \cdot n_3 \Rightarrow n_3 = \frac{Z_2 \cdot n_2}{Z_3} = \frac{20 \cdot 800}{40} = 400 \text{ rpm}$$

2^{ος} τρόπος

$$\frac{n_1}{n_3} = \frac{Z_3}{Z_1} \Rightarrow Z_1 \cdot n_1 = Z_3 \cdot n_3 \Rightarrow n_3 = \frac{Z_1 \cdot n_1}{Z_3} = \frac{16 \cdot 1000}{40} = 400 \text{ rpm}$$

(ii) Η ολική σχέση μετάδοσης $i_{ολ}$ υπολογίζεται από τους τύπους:

1^{ος} τρόπος

$$i_{ολ} = \frac{n_1}{n_3} = \frac{1000}{400} = 2,5 \quad \text{ή} \quad i_{ολ} = \frac{Z_3}{Z_1} = \frac{40}{16} = 2,5$$

2^{ος} τρόπος

$$i_1 = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1000}{800} = 1,25 \quad i_2 = \frac{n_2}{n_3} = \frac{800}{400} = 2$$

$$i_{ολ} = i_1 \cdot i_2 = 1,25 \cdot 2 = 2,5$$

(iii) Η φορά περιστροφής του N°.3 είναι η ίδια με τη φορά του N°.1 δεξιόστροφα.

----- ΤΕΛΟΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ -----

**ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΧΑΝΩΝ**

Ήλοι	$\tau = \frac{F}{A} \leq \tau_{\varepsilon\pi}$
Κοχλιοσυνδέσεις	$\sigma = \frac{F}{A} \leq \sigma_{\varepsilon\pi}$
Οδοντοκίνηση	$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \quad i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1}$ $U = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60} \text{ (m/s)}$
Ιμαντοκίνηση	$L \approx 2 \cdot \alpha + 1,571 \cdot (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 \cdot a}$ $L \approx 2 \cdot \alpha + 1,571 \cdot (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 + d_1)^2}{4 \cdot a}$ $i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \quad U = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60} \text{ (m/s)}$
Έδρανα	<p>Συνθήκες ισορροπίας στερεού σώματος:</p> $\Sigma M = 0$ $\Sigma F = 0$ <p>P – Αντιπροσωπεύει το μέγεθος των αντιδράσεων R_A, R_B</p>