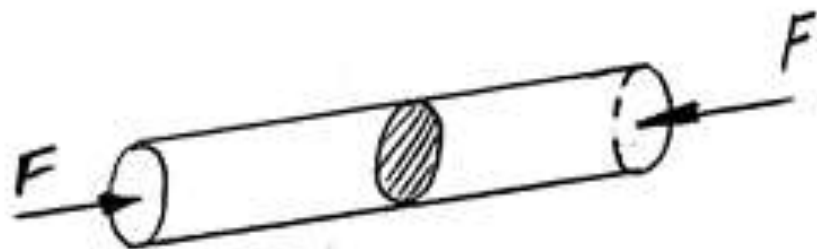
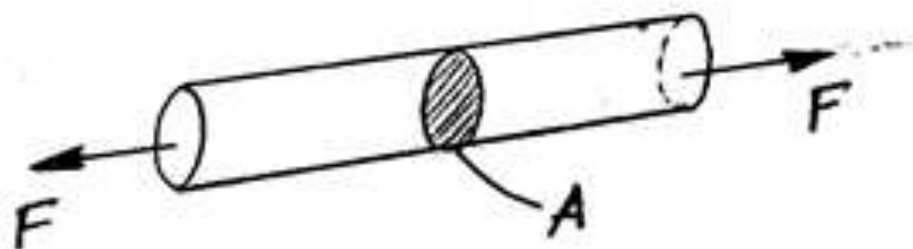


## A. Ορθές τάσεις

1. Εφελκυστικές τάσεις:  $\sigma = F/A$



2. Θλιπτικές τάσεις :  $\sigma = F/A$

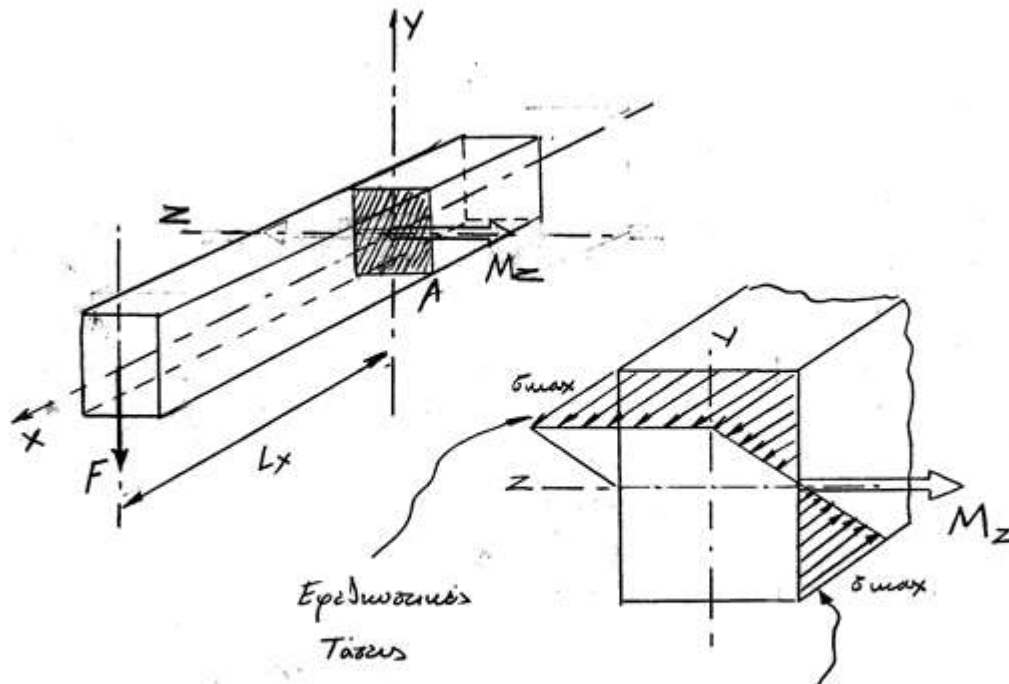
# Τάσεις Λόγω Κάμψης

ΘΛΙΨΗ



ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ

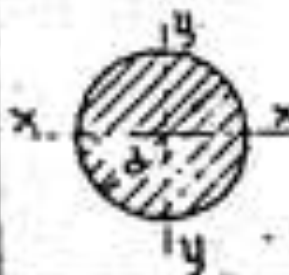
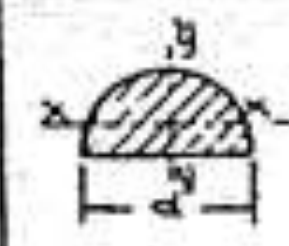
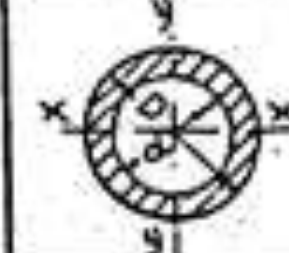
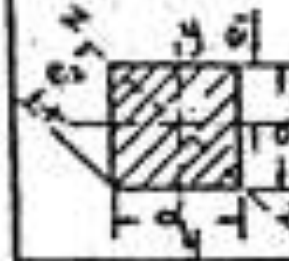
## Τάσεις λόγω κάμψης

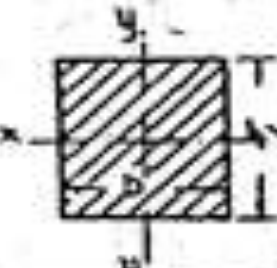
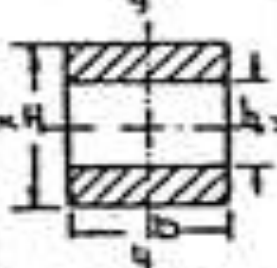
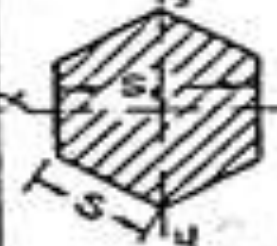
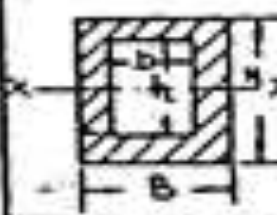


Η ροπή που είναι αποτέλεσμα της δύναμης  $F$  προκαλεί κάμψη της δοκού και ανάπτυξη ορθών τάσεων στη διατομή  $A$  όπως φαίνεται στο σχήμα.

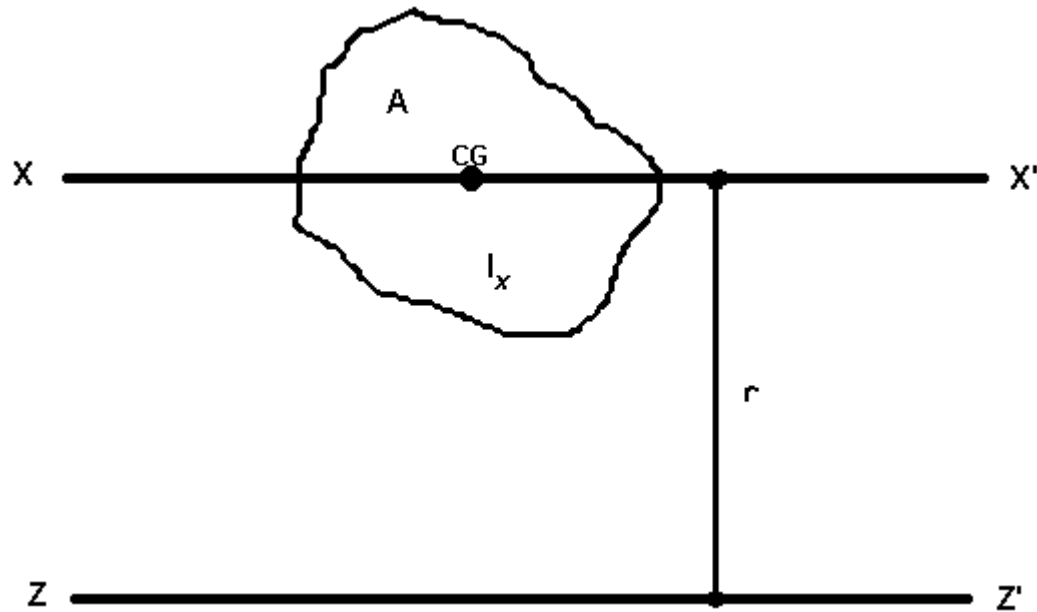
Οι μέγιστες τάσεις που εμφανίζονται στη διατομή δίδονται από τον τύπο.

$$\sigma_{max} = \frac{M_z}{W_z}$$

Διατομές	Ροπή αδραν. $J = \text{cm}^4$	Ροπή άντλοτ. $W = \text{cm}^3$	Ακτ. αδραν. $i = \text{cm}$	Ακρ. απόστ. από του κ. βάρ.
	$J_x = J_y = \frac{\pi \cdot d^4}{64} = \frac{d^4}{20}$	$W_x = W_y = \frac{\pi \cdot d^3}{32} = \frac{d^3}{10}$ $= 0,1 d^3$	$i_x = i_y = \frac{d}{4}$	$e = \frac{d}{2}$
	$J_x = 0,0068 d^4$ $J_y = 0,0245 d^4$	$W_x = 0,0323 d^3$ $W_y = 0,049 d^3$	$i_x = 0,1319 d$ $i_y = 0,25 d$	$e_1 = \frac{4r}{3\pi} =$ $= 0,4244 r$
	$J_x = J_y = \frac{\pi}{64} (D^4 - d^4)$ $= \frac{D^4 - d^4}{20}$	$W_x = W_y = \frac{\pi}{32} \frac{D^4 - d^4}{D}$ $= \frac{D^4 - d^4}{10 \cdot D}$	$i_x = i_y = \frac{\sqrt{D^2 - d^2}}{4}$	$e = \frac{D}{2}$
	$J_x = J_y = J_z = \frac{a^4}{12}$	$W_x = W_y = \frac{a^3}{6}$ $W_z = \frac{a^3 \sqrt{2}}{12} = 0,118 a^3$	$i_x = i_y = i_z = 0,289 a$	$e_1 = \frac{a}{2}$ $e_2 = \frac{a}{\sqrt{2}}$

ΔΙΑΤΟΜΕΣ	Ροπή αδράν. $J = \text{cm}^4$	Ροπή άντλοτ. $W = \text{cm}^3$	Ακτ. αδράν. $i = \text{cm}$	Ακρ. απόστ. από τοῦ κ. Βάρ.
	$J_x = \frac{b \cdot h^3}{12}$ $J_y = \frac{h \cdot b^3}{12}$	$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6}$ $W_y = \frac{h \cdot b^2}{6}$	$i_x = 0,289 h$ $i_y = 0,289 b$	$e = \frac{h}{2}$
	$J_x = \frac{b}{12} (H^3 - h^3)$ $J_y = \frac{b^3}{12} (H - h)$	$W_x = \frac{b}{6H} (H^3 - h^3)$ $W_y = \frac{b^3}{6} (H - h)$	$i_x = 0,289 \sqrt{H^2 + Hh + h^2}$ $i_y = 0,289 b$	$e = \frac{H}{2}$
	$J_x = \frac{13 \cdot S^4}{24} = 0,541 S^4$ $J_y = \frac{13 \cdot S^4}{24} = 0,541 S^4$	$W_x = \frac{13 \cdot S^3}{24} = 0,541 S^3$ $W_y = \frac{5 \cdot S^3}{8} = 0,625 S^3$		$e_1 = 0,5775 S_1$ $e_2 = \frac{S_1}{2}$
	$J_x = \frac{B h^3 - b h^3}{12}$	$W_x = \frac{B H^3 - b h^3}{6H}$	$i_x = \sqrt{\frac{B H^3 - b h^3}{12(B H - b h)}}$	$e = \frac{H}{2}$

# Θεώρημα Steiner

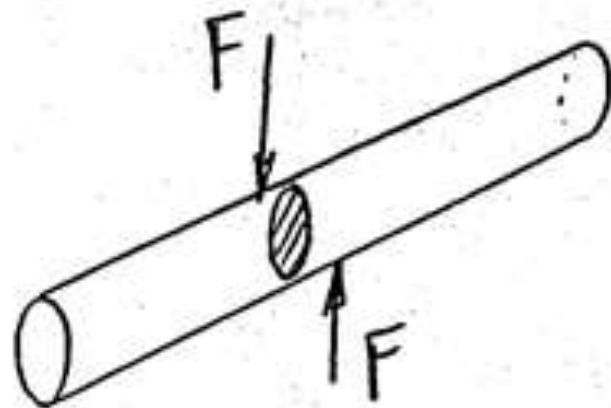


$$I_z = I_x + Ar^2$$

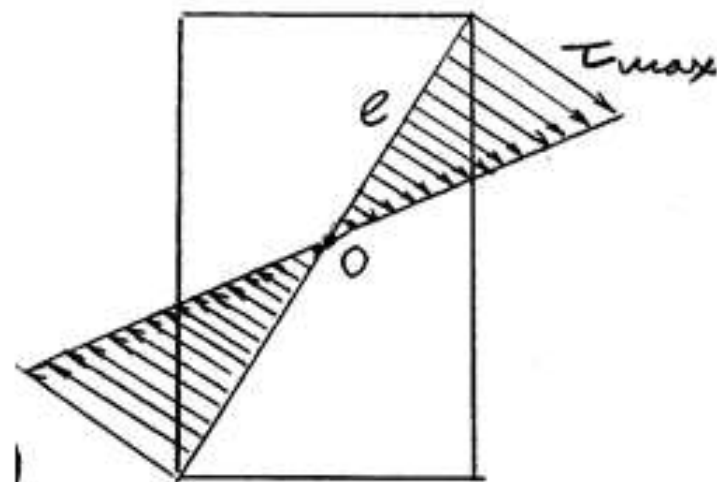
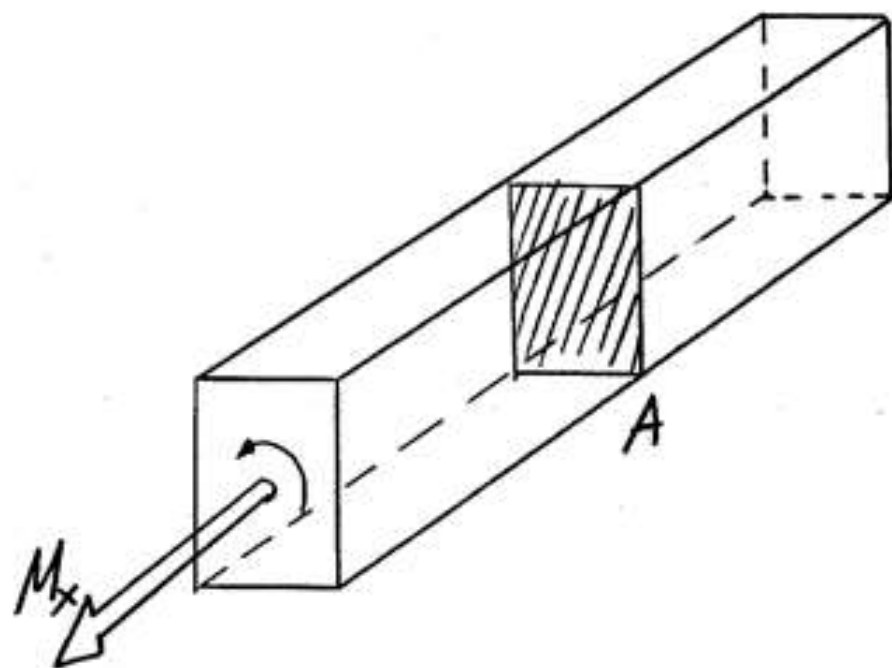
## B. Διατμητικές Τάσεις.

1) Τάσεις ψαλιδισμού.

$$\tau = \frac{F}{A}$$



2) Διατμητικές τάσεις λόγω στρέψης.



Λόγω της ροπής  $M_x$  ( Ροπή στρέψης ) αναπτύσσονται επί της διατομής A διατμητικές τάσεις  $\tau$ .

Οι τάσεις αυτές είναι εφαπτόμενες σε ομόκεντρους κύκλους γύρω από το κέντρο βάρους της διατομής O και αυξάνονται με την ακτίνα, έτσι ώστε γίνονται μέγιστες στο πλέον ακραίο σημείο, την απόσταση  $e$  του οποίου από το κέντρο βάρους της διατομής, μας δίνουν οι πίνακες  $I_\alpha$  και  $I_\beta$ .



Οι μέγιστες αυτές τάσεις δίνονται από τη σχέση:

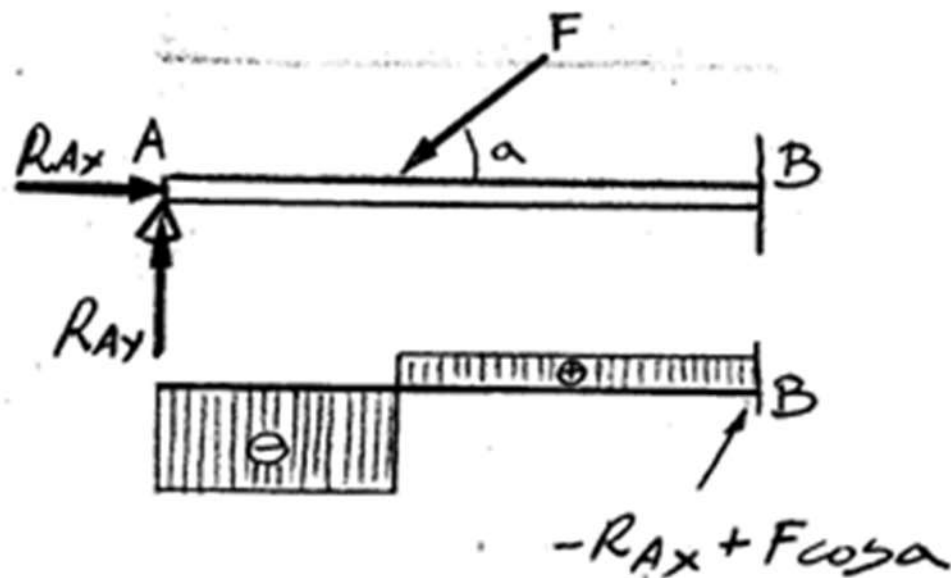
$$\tau_{\max} = \frac{Mx}{W_o}$$

Όπου  $W_o$  η πολική ροπή αντίστασης που δίνεται από τον τύπο :

$$\underline{W_o} = \frac{I_o}{e} \quad \text{και} \quad \underline{I_o} = \underline{I_x} + I_y$$

## Διάγραμμα Αξονικών Φορτίσεων.(N)

Η κατασκευή γίνεται από αριστερά προς τα δεξιά. Η αξονική φόρτιση σε τιχούσα διατομή ενός φορέα ισούται με το αλγεβρικό άθροισμα των αξονικών συνιστωσών όλων των εξωτερικών φορτίσεων και των αντιδράσεων που βρίσκονται αριστερά της διατομής αυτής. Το πρόσημο καθεμιάς συνιστώσας στο άθροισμα τίθεται θετικό όταν αυτή έχει φορά προς τα αριστερά και αρνητικό όταν αυτή έχει φορά προς τα δεξιά. Όταν το διάγραμμα N έχει σε μια διατομή θετικό πρόσημο τότε η διατομή καταπονείται σε εφελκυσμό ενώ



## Διάγραμμα τεμνουσών φορτίσεων

Η κατασκευή γίνεται από αριστερά προς τα δεξιά. Η τέμνουσα φόρτιση σε τυχούσα διατομή ενός φορέα ισούται με το αλγεβρικό άθροισμα των τεμνουσών όλων των εξωτερικών φορτίσεων και των αντιδράσεων που βρίσκονται αριστερά της υπόψη διατομής.

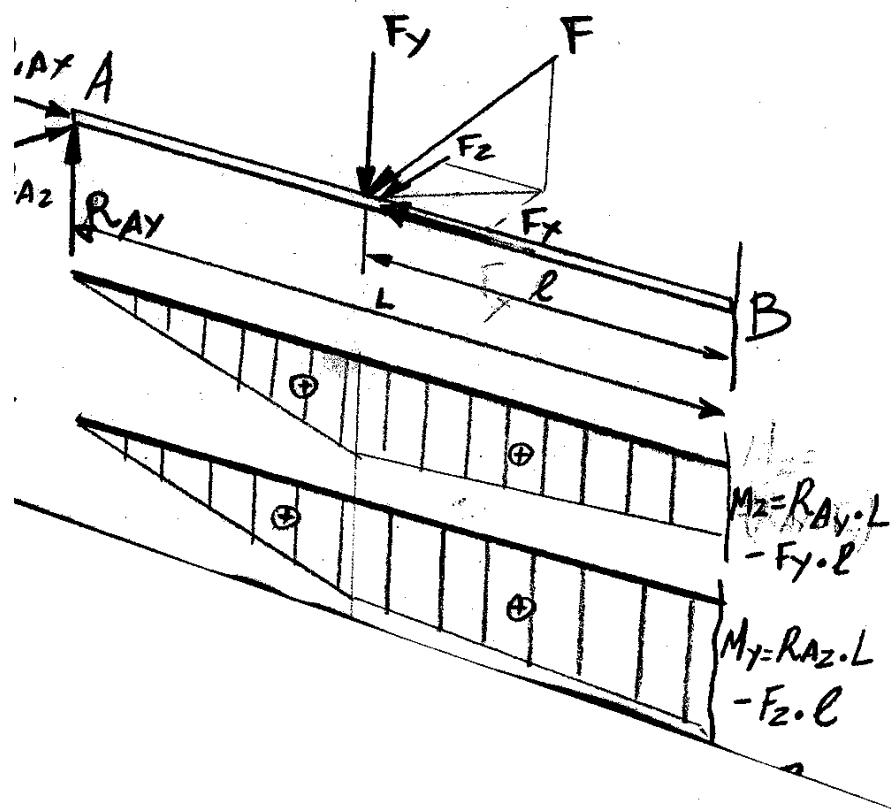
Το πρόσημο καθεμιάς συνιστώσας στο άθροισμα τίθεται θετικό όταν η φορά της είναι προς τα πάνω. Αν δε βρίσκονται όλες οι δυνάμεις στο ίδιο επίπεδο τότε κατασκευάζονται δύο διαγράμματα Q.

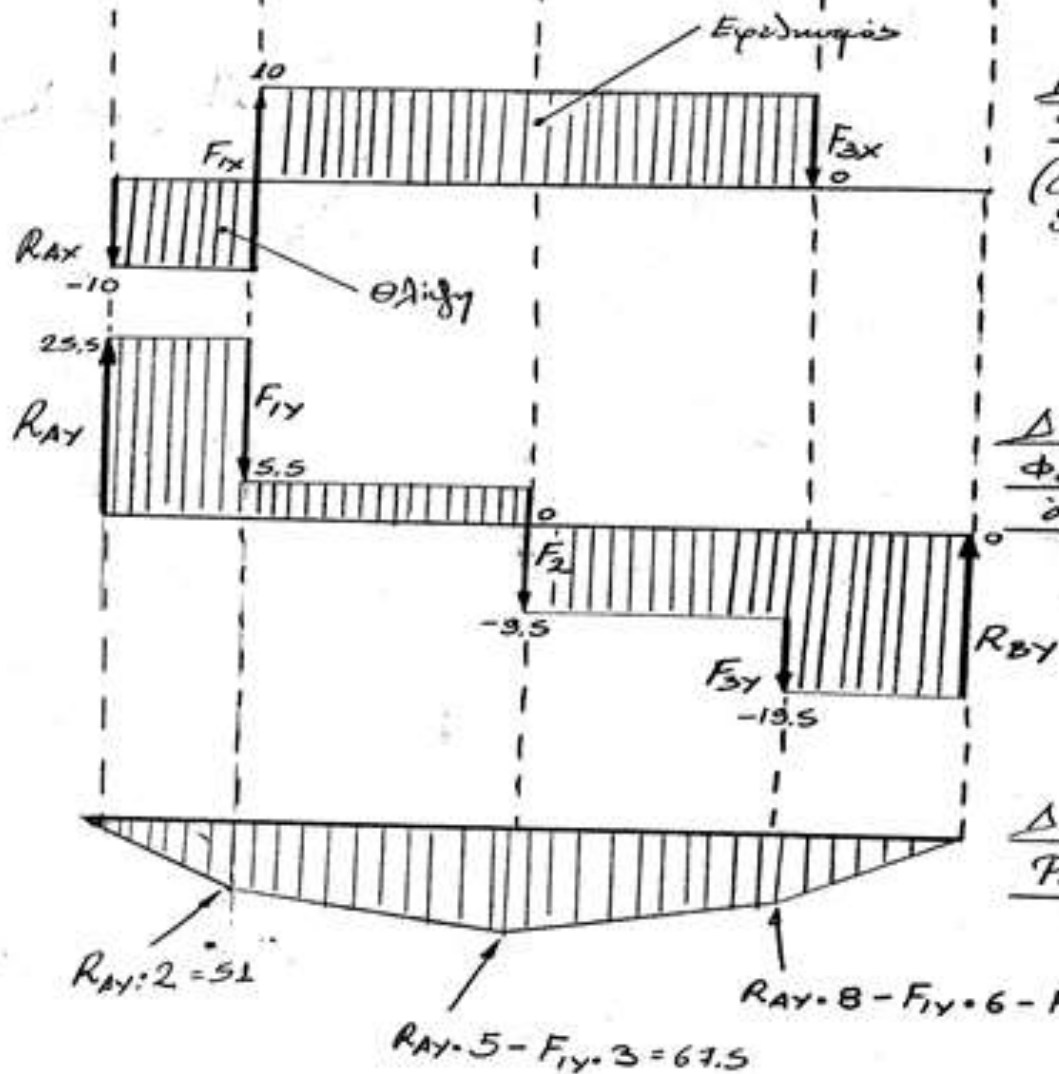
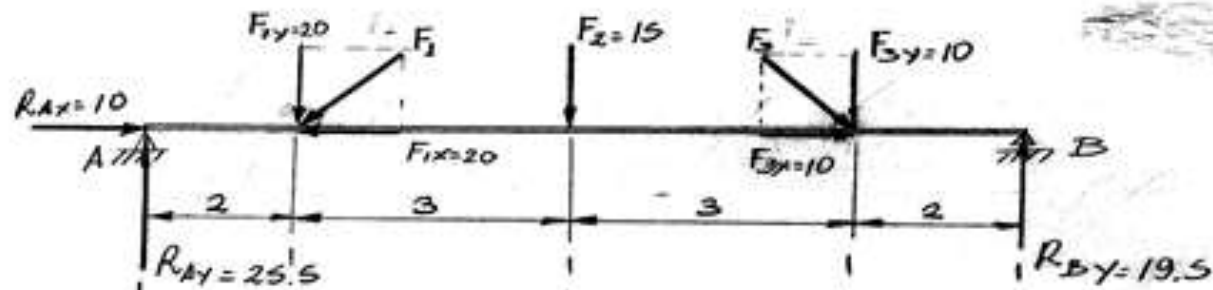
## Διάγραμμα καμπτικών ροπών.(M)

Η κατασκευή του είναι παρόμοια με του διαγράμματος τεμνουσών φορτίσεων Q. Συγκεκριμένα σε κάθε διάγραμμα Q αντιστοιχεί ένα M, Η διαφορά είναι πως η καμπτική ροπή σε τυχούσα διατομή ισούται με το αλγεβρικό άθροισμα των γινομένων όλων των τεμνουσών φορτίσεων του αντίστοιχου διαγράμματος Q επί την απόσταση της κάθε μιας από την υπόψη διατομή. Το πρόσημο του κάθε γινομένου τίθεται θετικό όταν η αντίστοιχη τέμνουσα δύναμη έχει φορά προς τα πάνω.

Κατά σύμβαση, τα θετικά του διαγράμματος σχεδιάζονται προς τα κάτω.

Η συνολική τέμνουσα δύναμη αφορά καθεμιά διατομή προκύπτει τότε ως το διανυσματικό άθροισμα των φορτίσεων των δύο διαγραμμάτων στην ίδια διατομή.





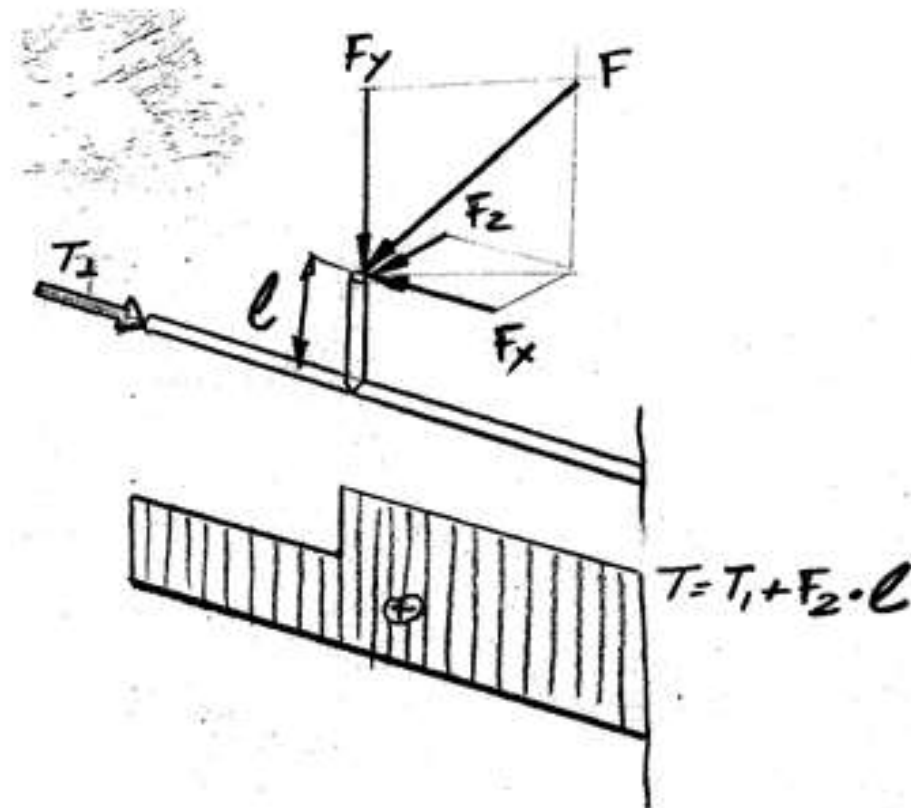
Διάγραμμα Αξονικών  
Φορτίσεων. N  
 (Οι θετικές διαφάνειες  
 δείχνουν απίεση)

Διάγραμμα Τερνοσών  
Φορτίσεων κατά τον  
άξονα Y. Q

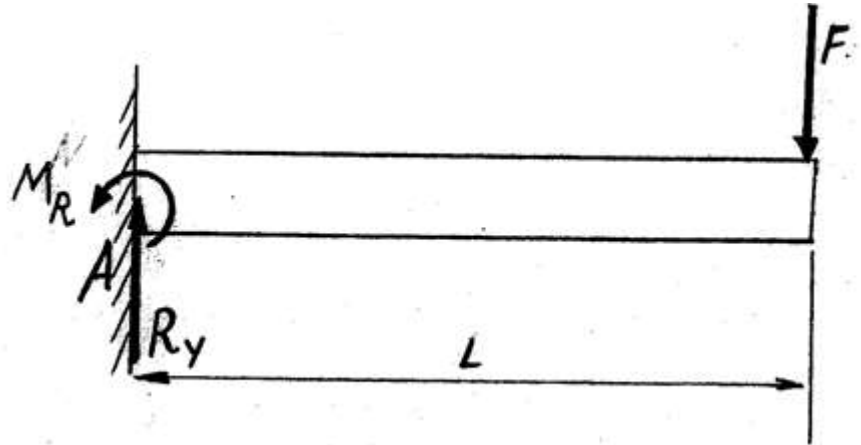
Διάγραμμα Καρσιών  
Ρομών  $M_z$

## Διάγραμμα στρεπτικών ροπών. (T)

Το διάγραμμα των στρεπτικών ροπών κατασκευάζεται με τον ίδιο τρόπο όπως και τα διαγράμματα N. Η στρεπτική φόρτιση  $T_x$  σε μια δεδομένη διατομή ισούται με το αλγεβρικό άθροισμα των στρεπτικών ροπών όλων των εξωτερικών δυνάμεων και αντιδράσεων που βρίσκονται αριστερά της διατομής αυτής.



ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΑΣΕΩΝ ΣΕ ΠΡΟΒΟΛΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΠΛΕΥΡΑΣ α.

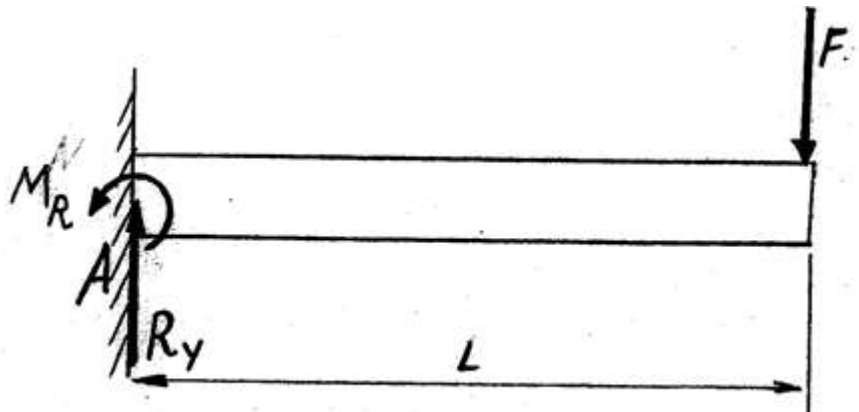


ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ

$$\underline{R_y} - F = 0 \Rightarrow \underline{R_y} = F$$

$$M_R - F \cdot L = 0 \Rightarrow M_R = F \cdot L$$

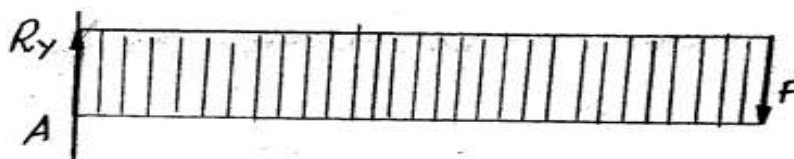
# ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΑΣΕΩΝ ΣΕ ΠΡΟΒΟΛΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΠΛΕΥΡΑΣ α .



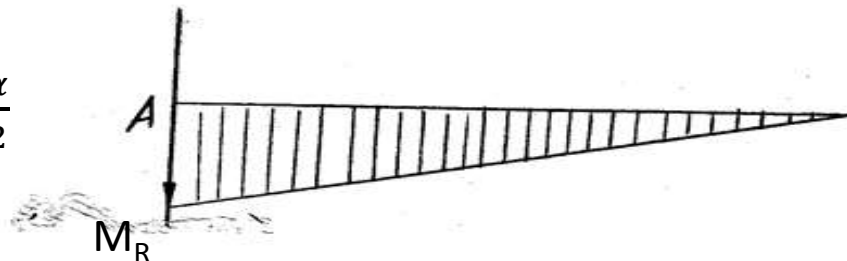
## ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ

Τάσεις

$$\text{τάση ψαλιδισμού } \tau = \frac{R_y}{a^2}$$

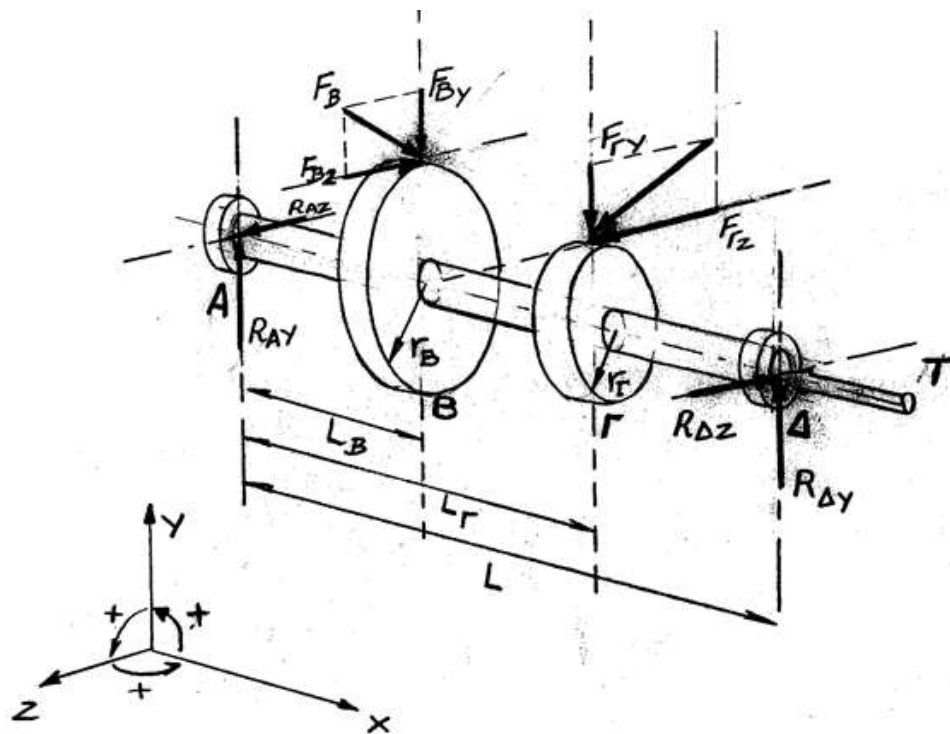


$$\text{τάση κάμψης } \sigma_{max} = \frac{M_R \cdot \alpha}{\frac{\alpha^4}{12} \cdot 2}$$

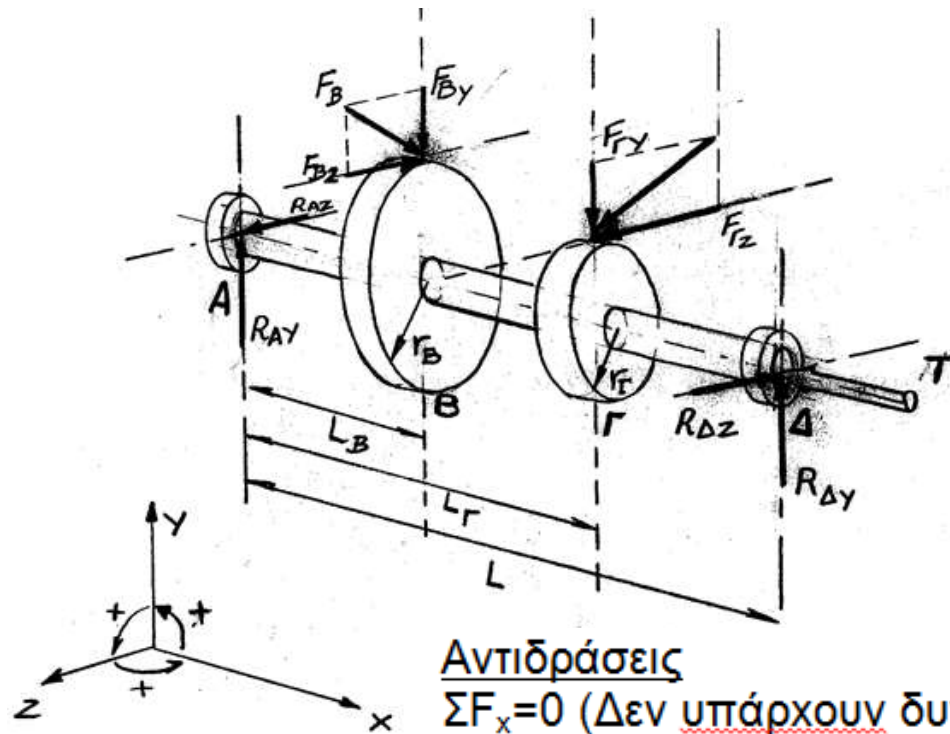




ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΑΣΕΩΝ ΣΕ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΤΡΑΚΤΟΥ ΜΕ ΔΥΟ ΟΔΟΝΤΩΤΟΥΣ ΤΡΟΧΟΥΣ.



## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΑΣΕΩΝ ΣΕ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΤΡΑΚΤΟΥ ΜΕ ΔΥΟ ΟΔΟΝΤΩΤΟΥΣ ΤΡΟΧΟΥΣ.



### Αντιδράσεις

$\Sigma F_x = 0$  (Δεν υπάρχουν δυνάμεις κατά τον άξονα x)

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow R_{Ay} - F_{By} - F_{Γy} + R_{Δy} = 0 \quad (1)$$

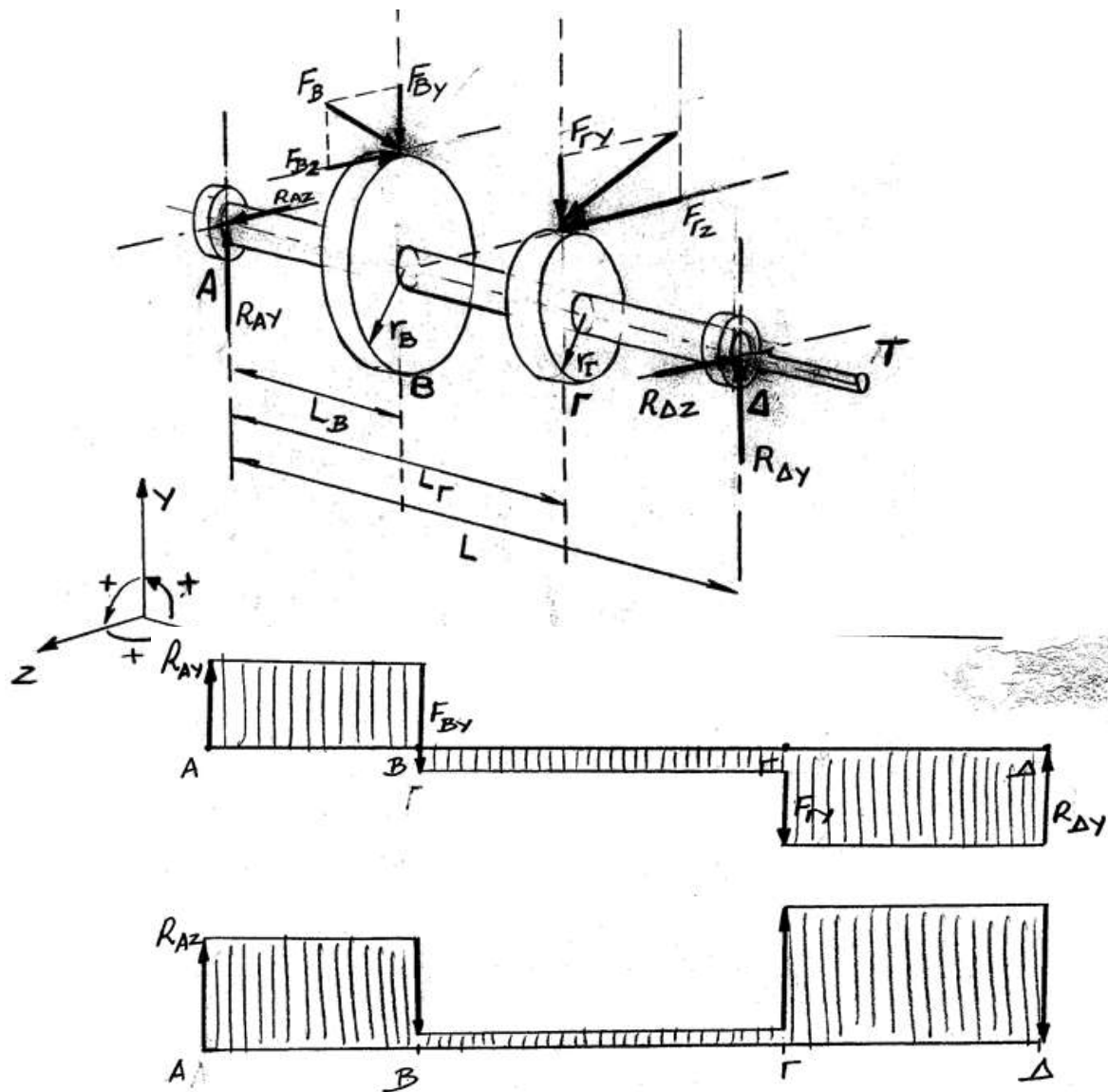
$$\Sigma F_z = 0 \Rightarrow R_{Az} - F_{Bz} + F_{Γz} - R_{Δz} = 0 \quad (2)$$

$$\Sigma M_x = 0 \Rightarrow -F_{Bz} \cdot r_B + F_{Γz} \cdot r_Γ - T = 0 \quad (3)$$

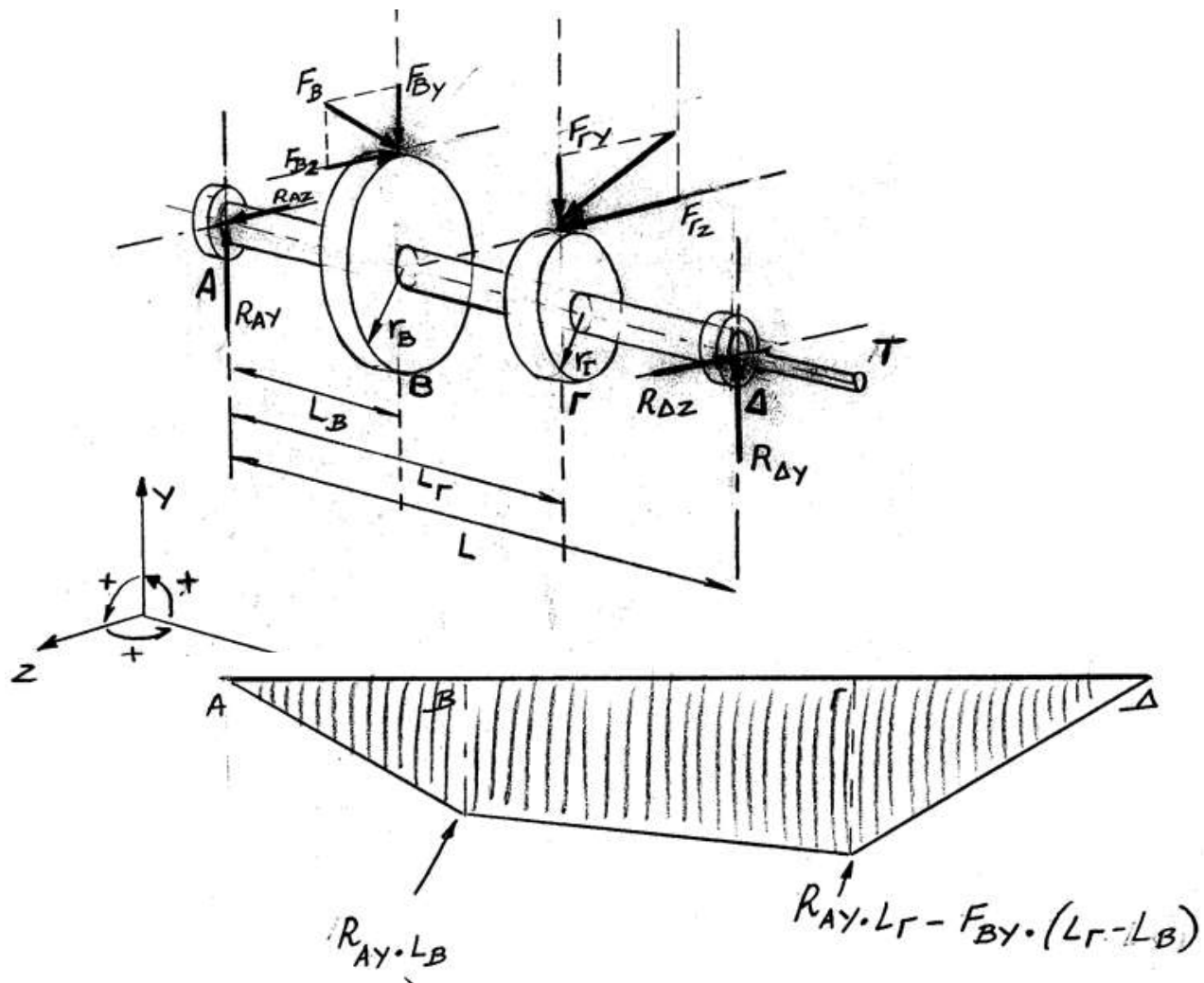
$$\Sigma M_y = 0 \Rightarrow F_{Bz} \cdot L_B - F_{Γz} \cdot L_Γ + R_{Δz} \cdot L = 0 \quad (4)$$

$$\Sigma M_z = 0 \Rightarrow -F_{By} \cdot L_B - F_{Γy} \cdot L_Γ + R_{Δy} \cdot L = 0 \quad (5)$$

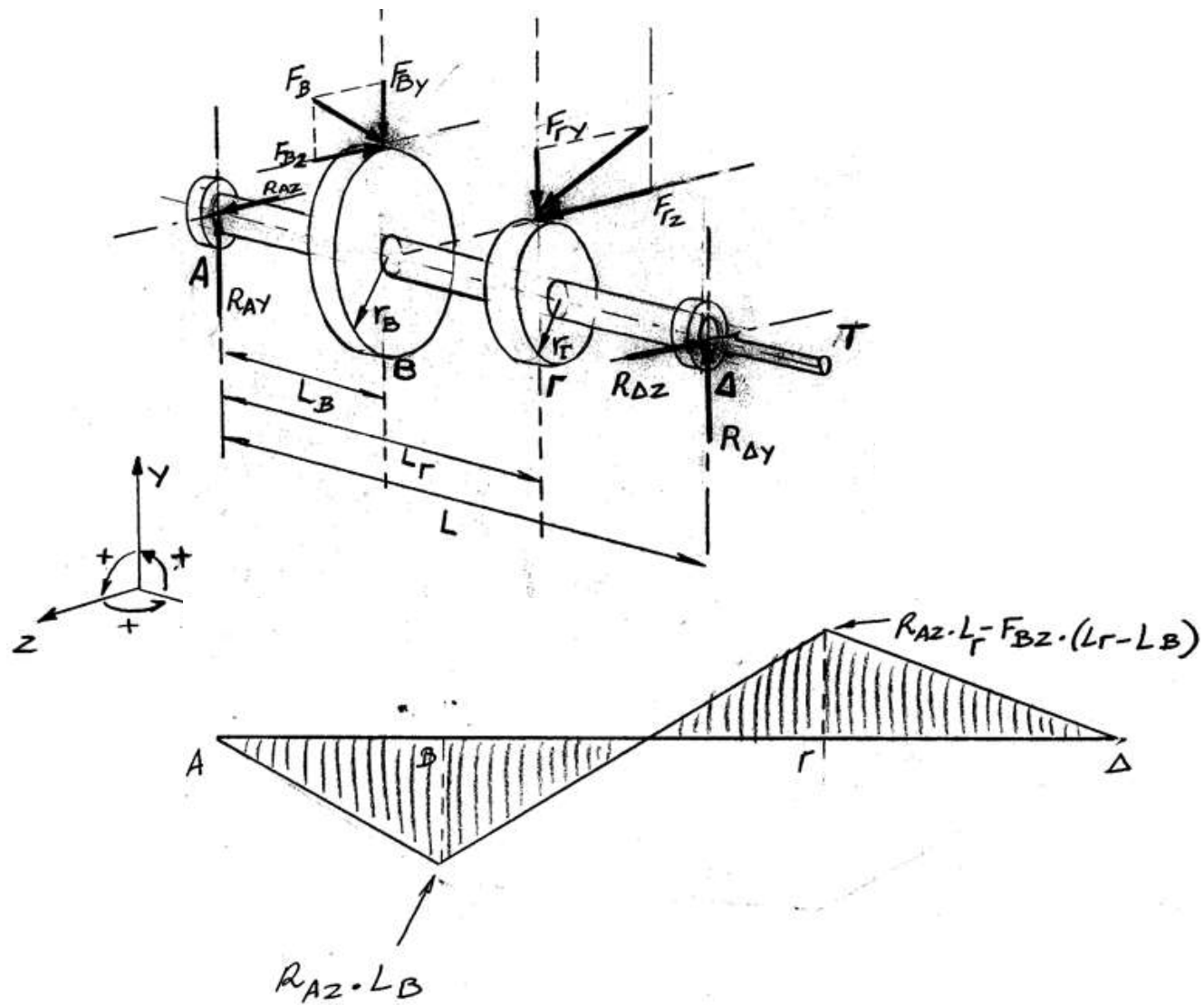
# ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΑΣΕΩΝ ΣΕ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΤΡΑΚΤΟΥ ΜΕ ΔΥΟ ΟΔΟΝΤΩΤΟΥΣ ΤΡΟΧΟΥΣ.



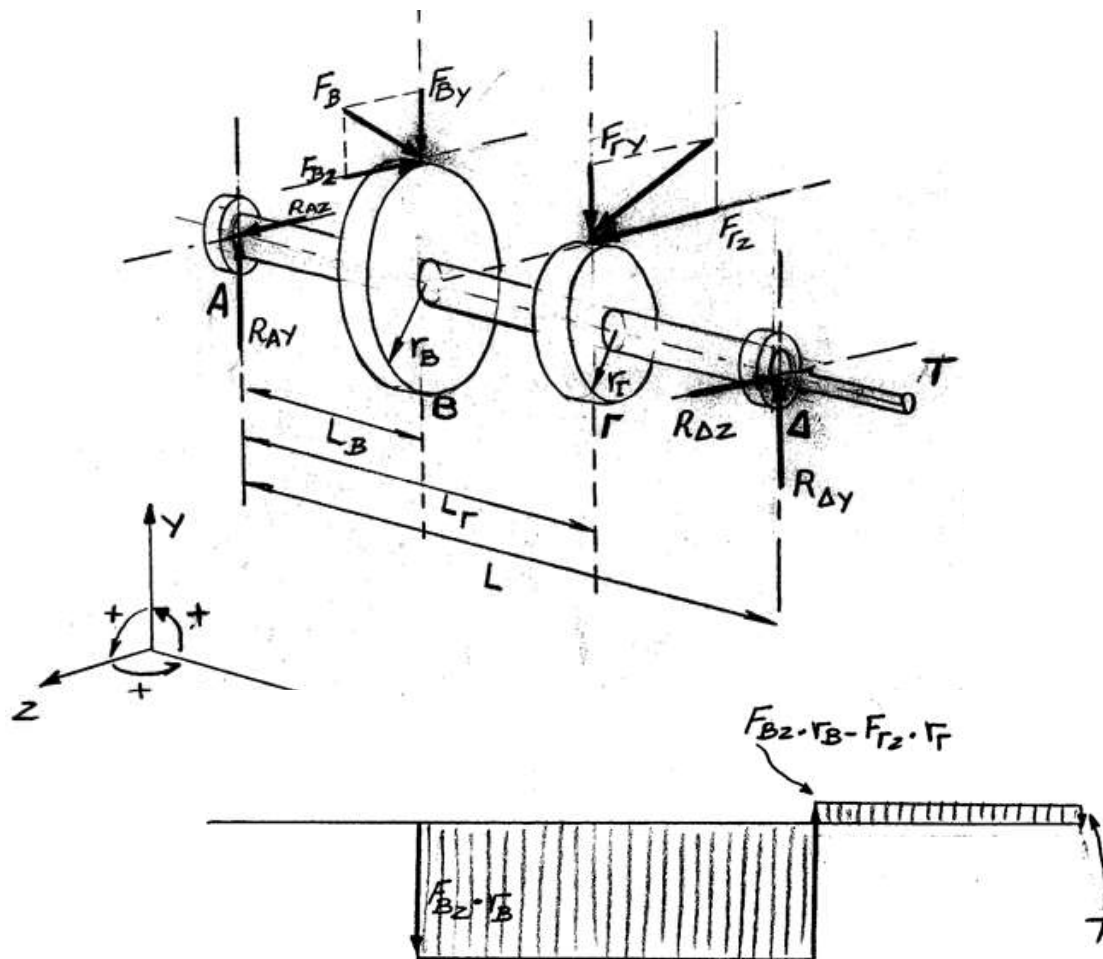
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΑΣΕΩΝ ΣΕ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΤΡΑΚΤΟΥ ΜΕ ΔΥΟ ΟΔΟΝΤΩΤΟΥΣ ΤΡΟΧΟΥΣ.



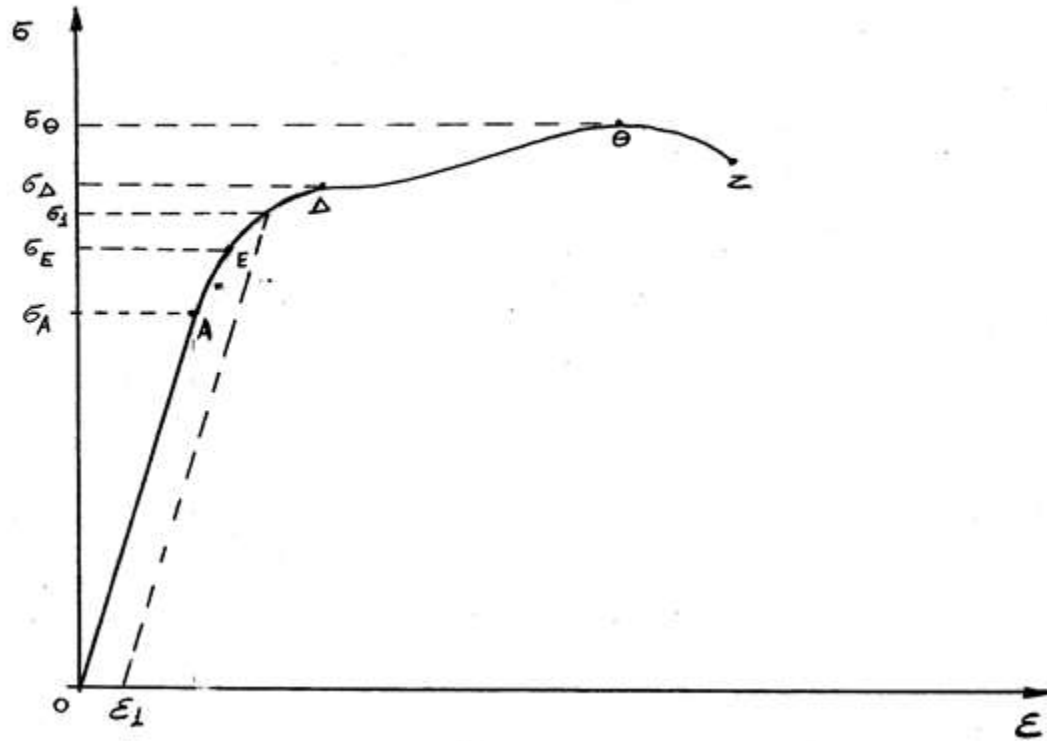
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΑΣΕΩΝ ΣΕ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΤΡΑΚΤΟΥ ΜΕ ΔΥΟ ΟΔΟΝΤΩΤΟΥΣ ΤΡΟΧΟΥΣ.



ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΑΣΕΩΝ ΣΕ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΤΡΑΚΤΟΥ ΜΕ ΔΥΟ ΟΔΟΝΤΩΤΟΥΣ ΤΡΟΧΟΥΣ.

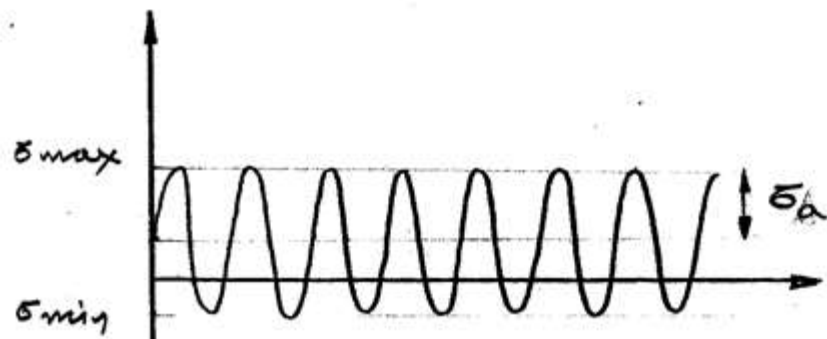
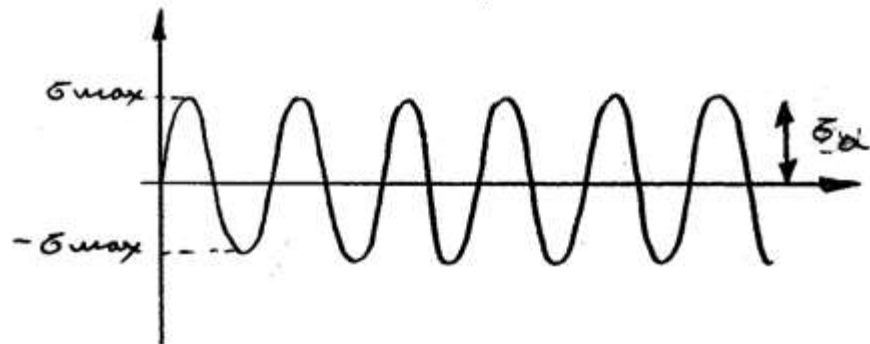
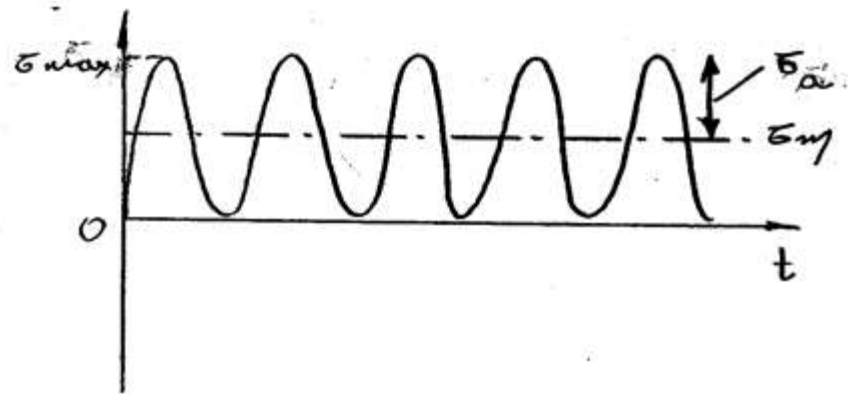


# ΑΝΤΟΧΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ



Υλικό	$\sigma_{\theta}$ Nt/mm <sup>2</sup>	$\sigma_{\Delta}$ Nt/mm <sup>2</sup>	$\tau_{\theta}$ Nt/mm <sup>2</sup>	$\tau_{\Delta}$ Nt/mm <sup>2</sup>	E Nt/mm <sup>2</sup>	G Nt/mm <sup>2</sup>
<u>Χάλυβας</u>						
St 37	370	240	296	170	2,1 10 <sup>5</sup>	0,8 10 <sup>5</sup>
St 42	420	250	340	175	->>-	->>-
St 50	500	290	400	205	->>-	->>-
St 60	600	330	480	230	->>-	->>-
16 Mn Cr 5	800	600	640	420	->>-	->>-
18 Cr Ni 8	1200	800	960	560	->>-	->>-
<u>Χυτοσίδηρος</u>						
GG 10	100	--	110	--	1,3 10 <sup>5</sup>	0,5 10 <sup>5</sup>
GG 20	200	--	220	--	->>-	->>-
GG 40	400	--	440	--	->>-	->>-
<u>Αλουμίνιο</u>						
Al	140	120	70	33	0,7 10 <sup>5</sup>	0,25 10 <sup>5</sup>
<u>AlCuMg</u>	430	280	160	70	->>-	->>-
PVC	49	---	27	--	3000	----
<u>Ξύλο</u>						
Φλαμουριάς	70	---	36	--	12000	----

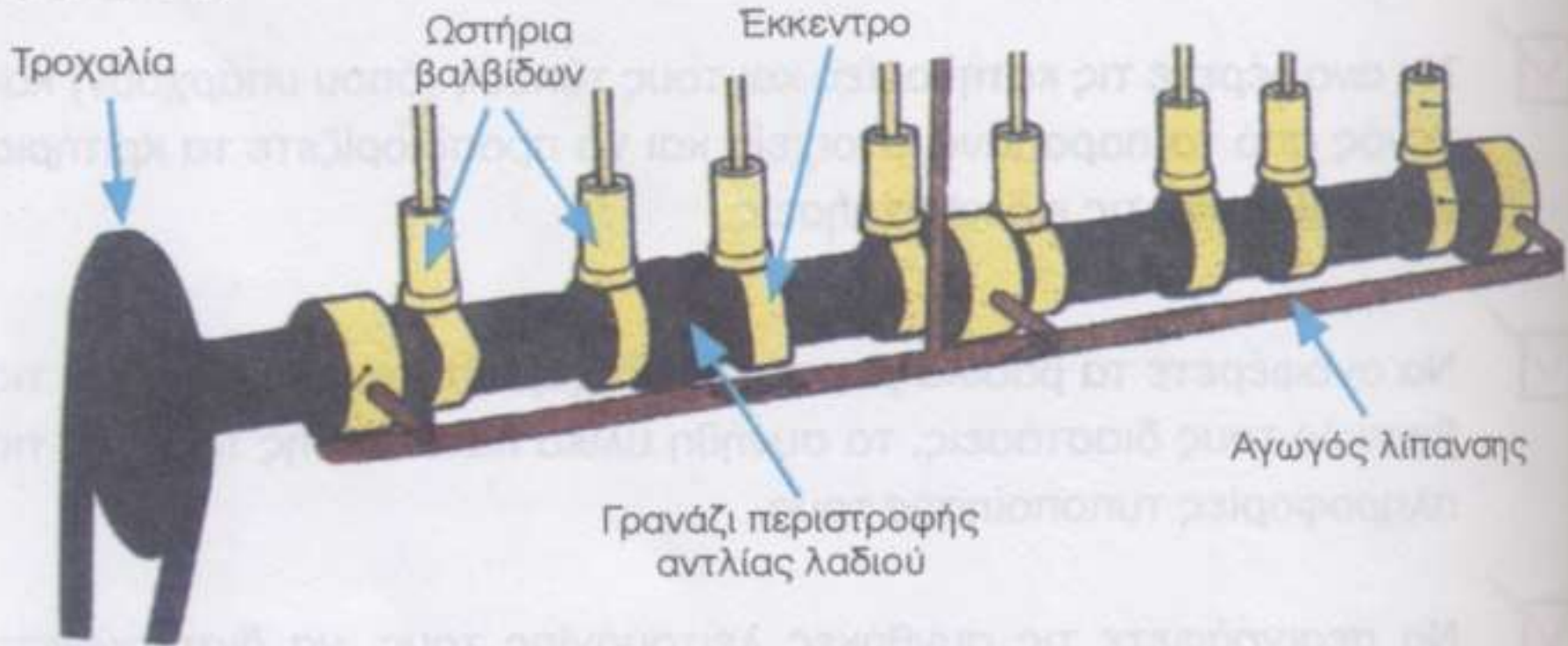




Εφελκυσμός		Κάμψη		Στρέψη	
$\sigma_w$	$\sigma_{sch}$	$\sigma_w$	$\sigma_{sch}$	$\tau_w$	$\tau_{sch}$
$0,45\sigma\theta$	$0,60\sigma\theta$	$0,49\sigma\theta$	$0,74\sigma\theta$	$0,35\sigma\theta$	$0,38\sigma\theta$

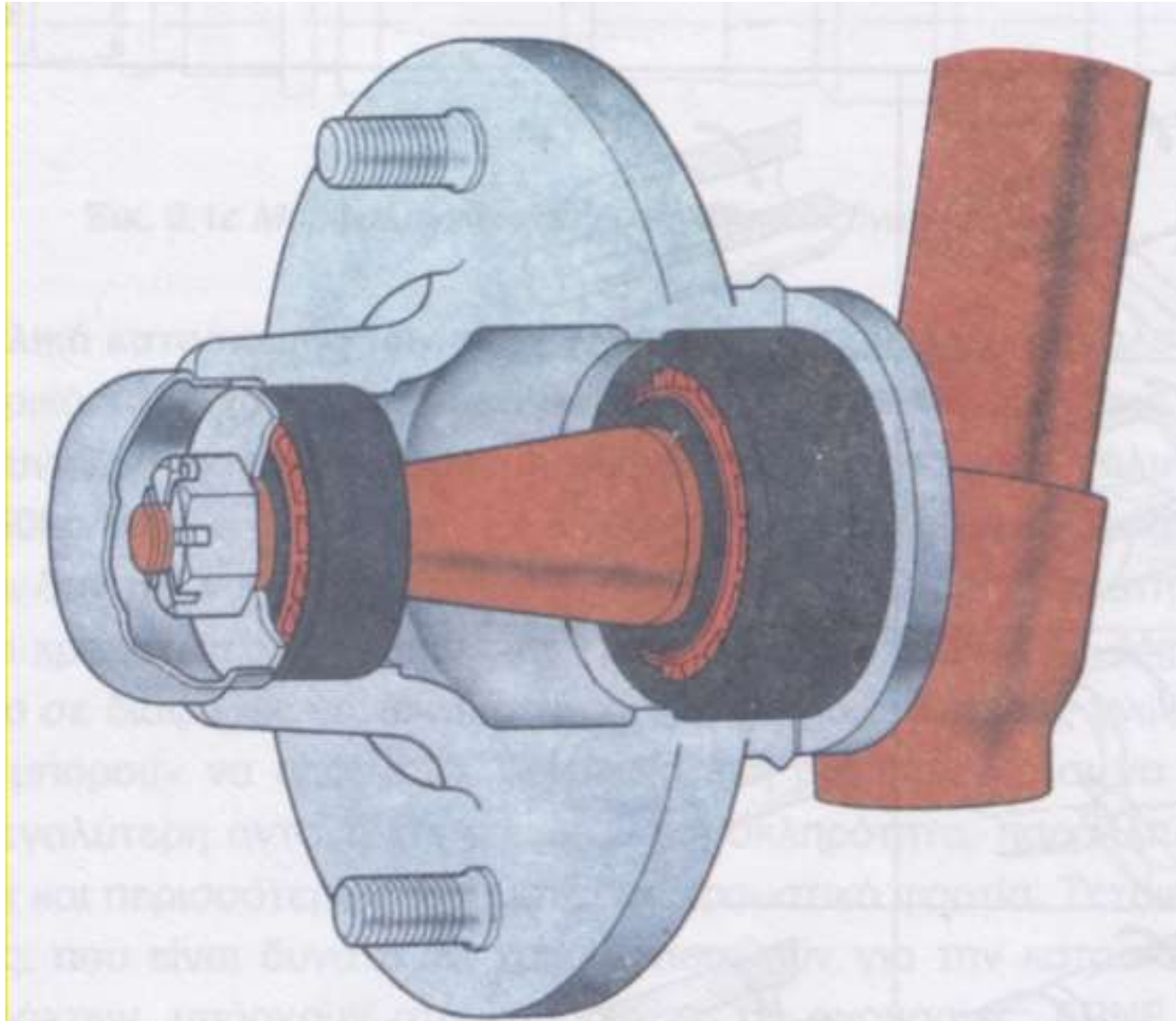
**ΑΞΟΝΕΣ - ΑΤΡΑΚΤΟΙ**

# ΑΞΟΝΕΣ - ΑΤΡΑΚΤΟΙ



**Εικ. 9.1α** Έκκεντροφόρος άξονας από μια μηχανή εσωτερικής καύσης (στην πραγματικότητα άτρακτος, γιατί φέρει καμπτικά και στρεπτικά φορτία)

# ΑΞΟΝΕΣ



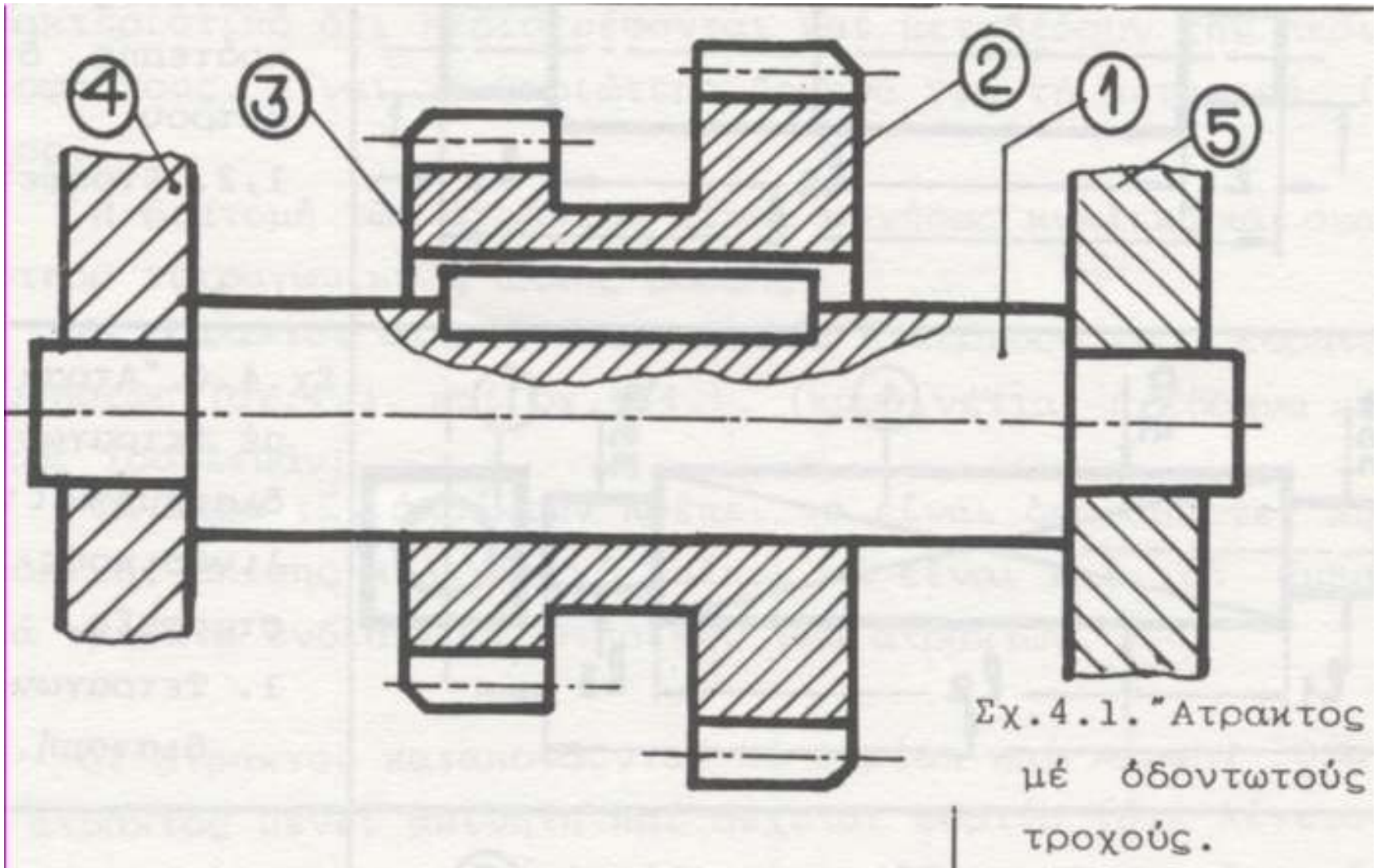
Εικ. 9.16 Άξονας μη κινητήριου τροχού αυτοκινήτου

ΑΤΡΑΚΤΟΙ



Lisa Chan, [grippingyarn.com](http://grippingyarn.com)

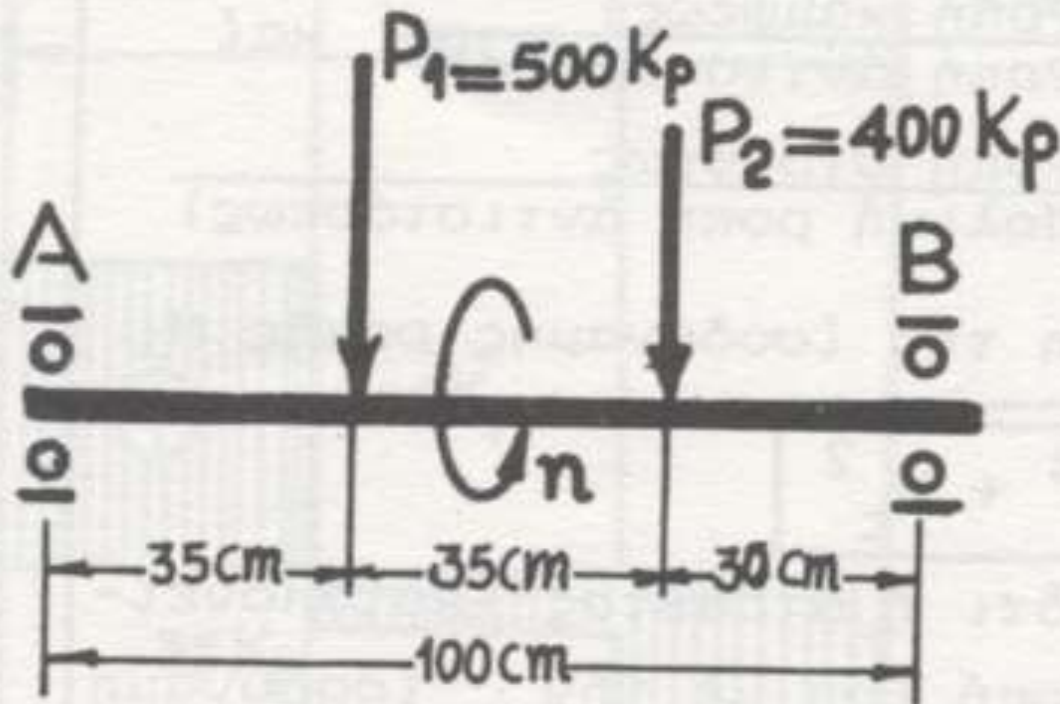
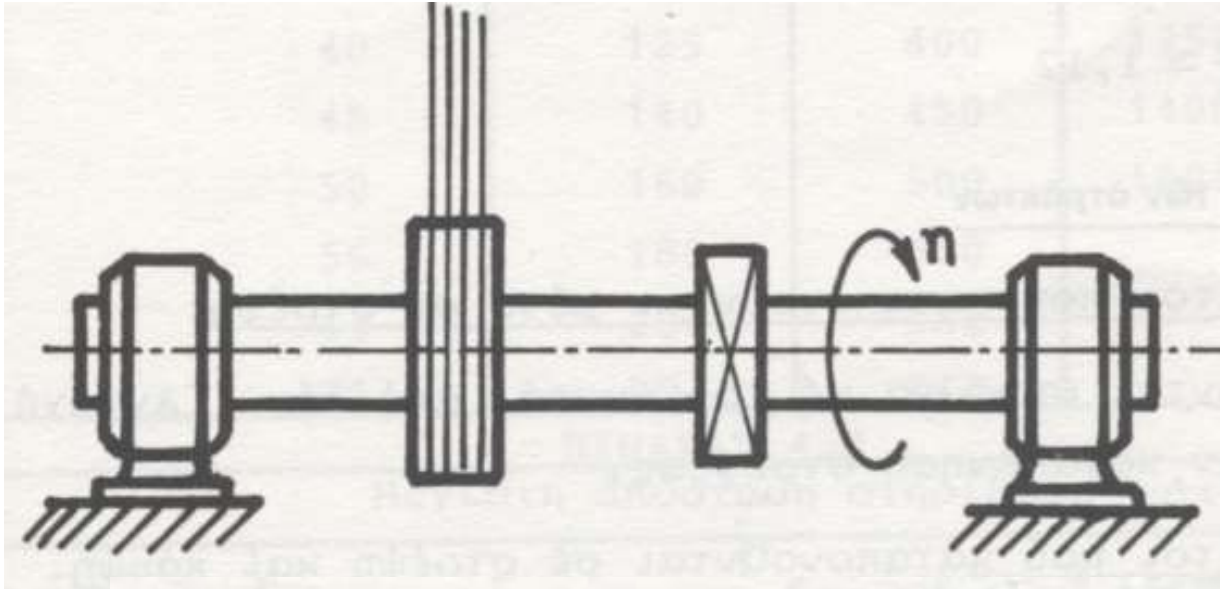
# ΑΤΡΑΚΤΟΣ

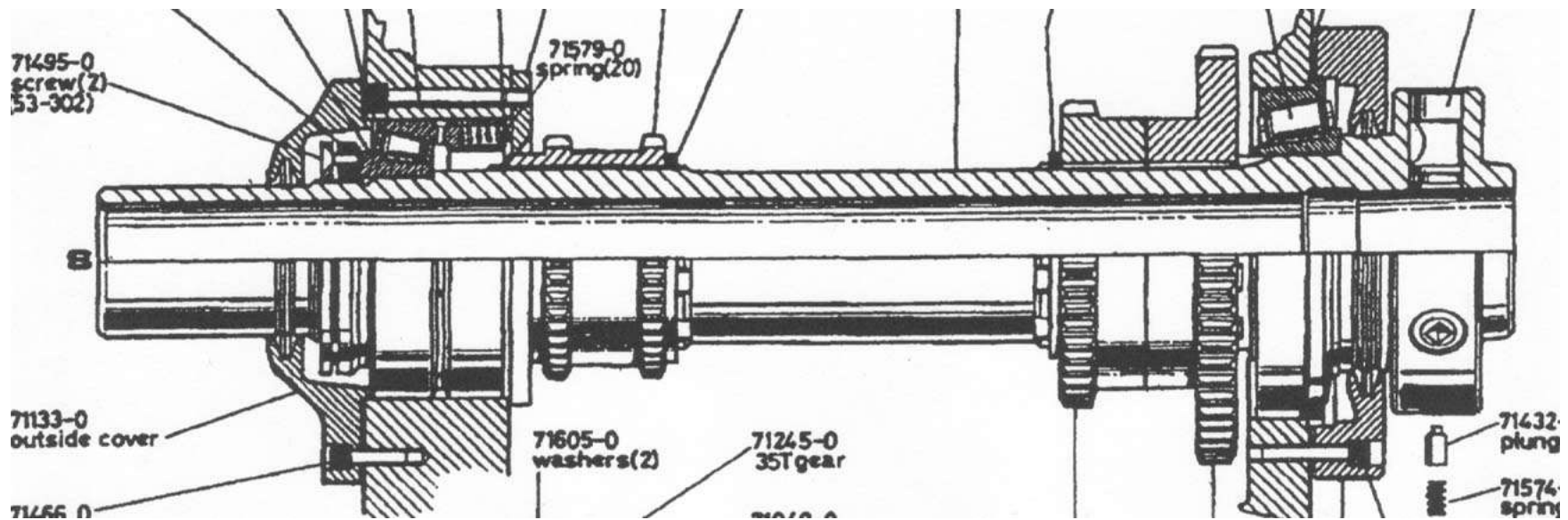




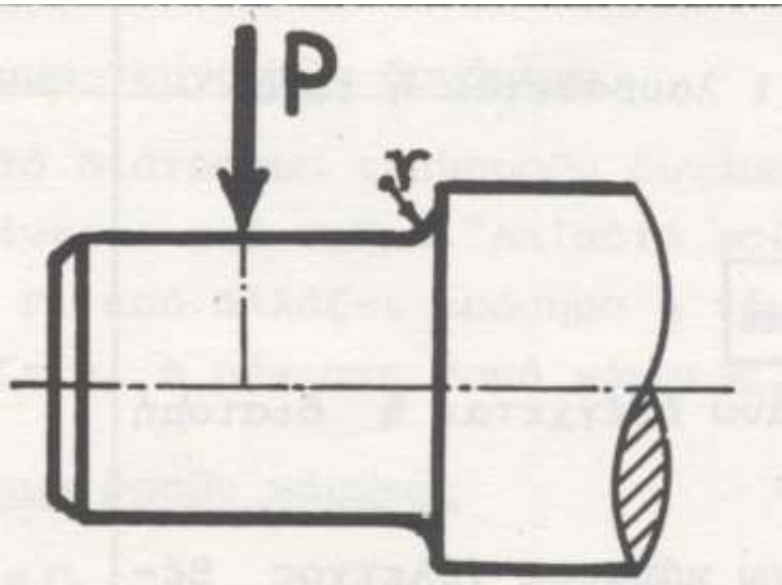
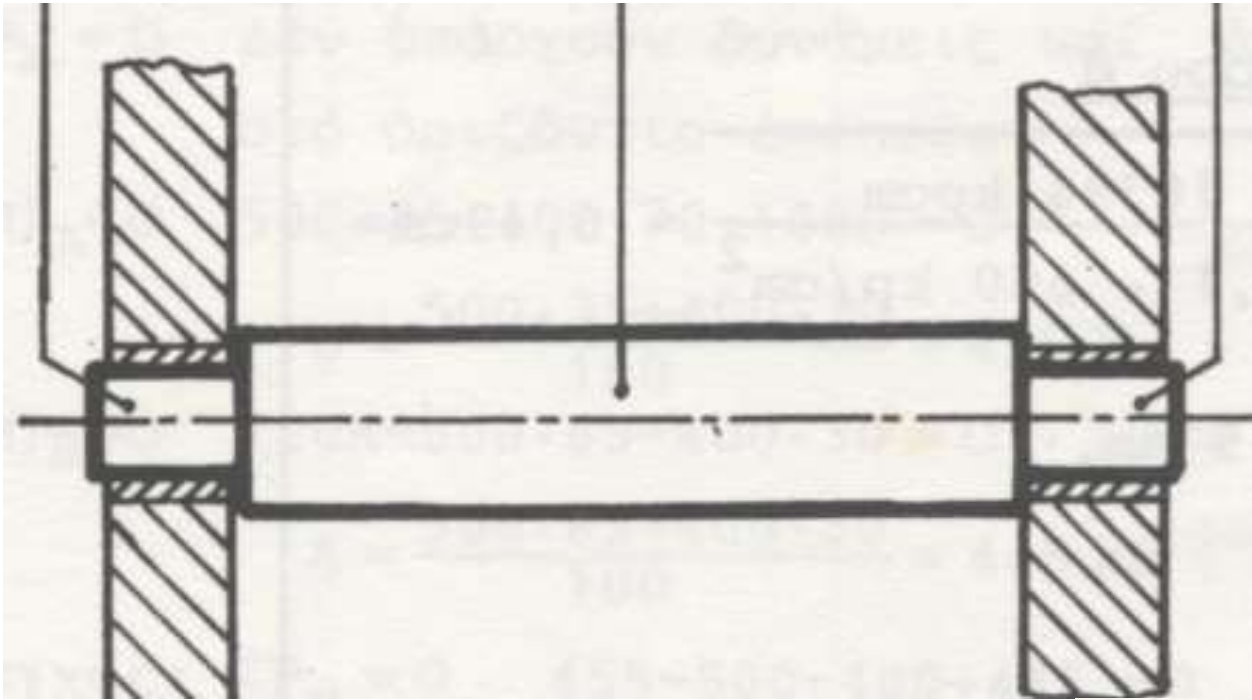


# ΑΞΟΝΕΣ - ΑΤΡΑΚΤΟΣ - φορτία

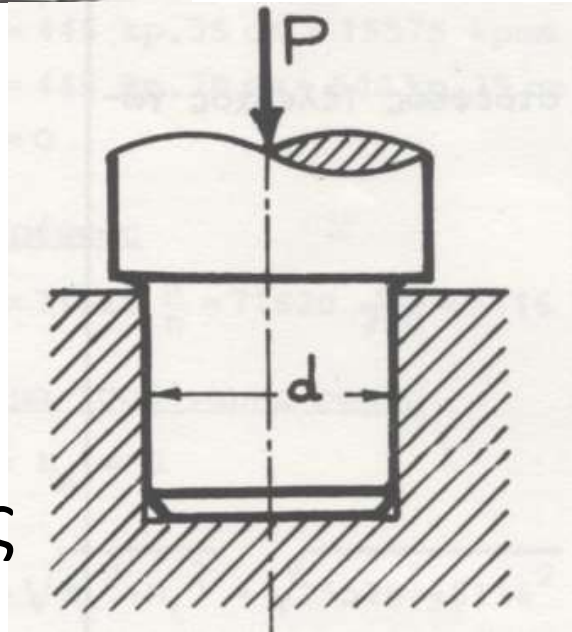




# ΑΞΟΝΕΣ - ΣΤΡΟΦΕΙΣ

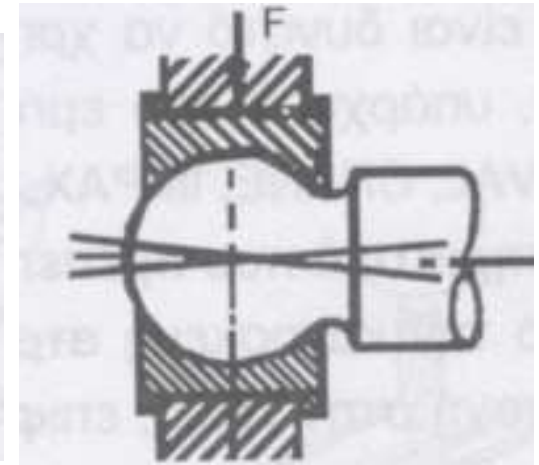
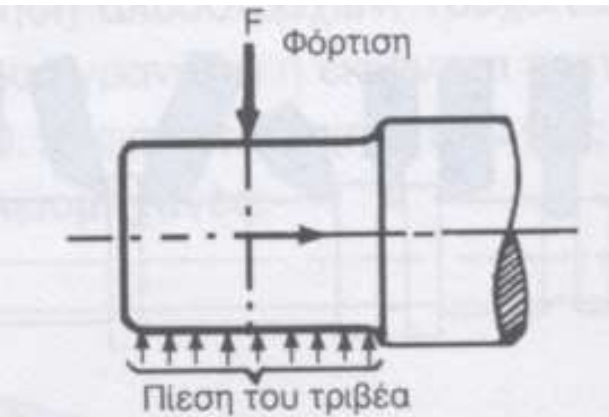


Εγκάρσιος



Αξονικός

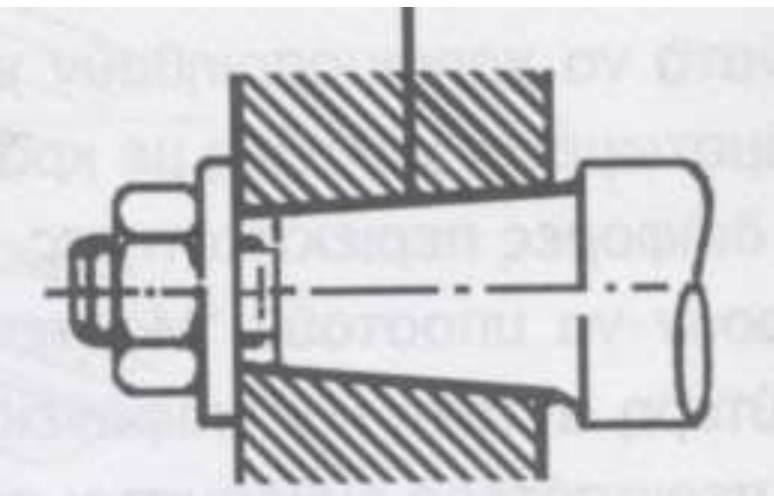
# ΕΙΔΗ ΣΤΡΟΦΕΩΝ



Ακραίος εγκάρσιος  
(μετωπικός)

Ενδιάμεσος  
εγκάρσιος

Σφαιρικός

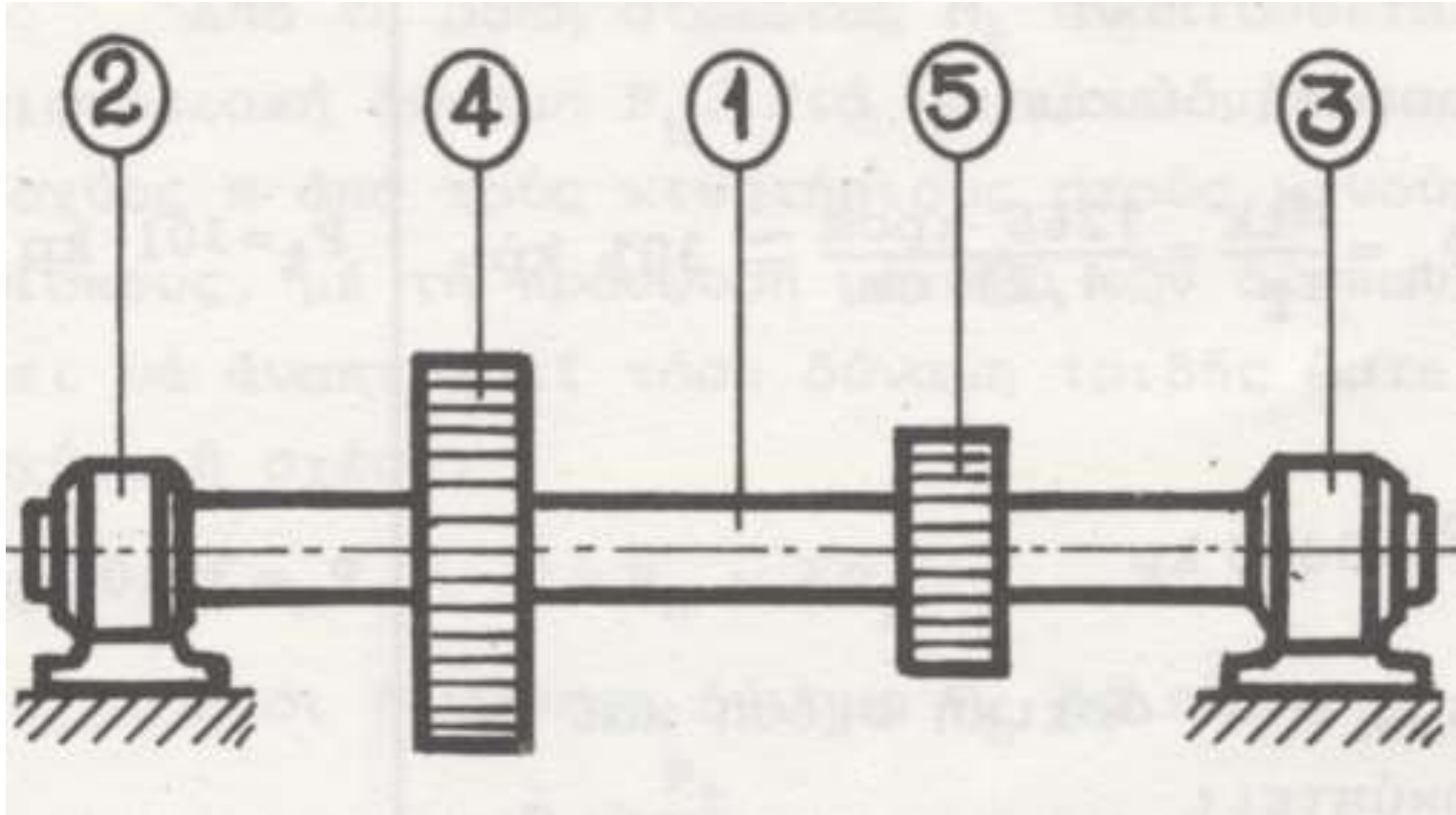


Κωνικός κοχλιωτός

Αξονικός  
στροφέας



# ΕΔΡΑΝΑ: Στήριξη ατράκτου



1. Άτρακτος

2,3. Έδρανα

4,5. Οδοντωτοί τροχοί

