



Μηχανολογικό Σχέδιο Ι

Ενότητα # 7: Οδοντωτοί τροχοί

Μ. Γρηγοριάδου
Μηχανολόγων Μηχανικών Α.Π.Θ.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





Οδοντωτοί τροχοί

Είδη οδοντωτών τροχών και σχεδιάσή τους.
Σχεδίαση ζευγών οδοντωτών τροχών

Περιεχόμενα ενότητας

1. Εισαγωγή
2. Μετωπικοί οδοντωτοί τροχοί
3. Κωνικοί οδοντωτοί τροχοί
4. Σύστημα ατέρμονα κοχλία – κορώννα
5. Σχεδίαση οδοντωτών τροχών



Σκοποί ενότητας

- Είδη οδοντωτών τροχών
- Σχεδίαση οδοντωτών τροχών
- Σχεδίαση ζευγών οδοντωτών τροχών





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Εισαγωγή σε στοιχεία μηχανών.

Οδοντωτοί τροχοί: περιγραφή, κατασκευαστική διαμόρφωση και κατηγοριοποίηση.

Εισαγωγή

Στοιχεία μηχανών

Στοιχεία σύνδεσης

ήλοι, κοχλίες, **σφήνες**, πείροι, κολλήσεις

Στοιχεία έδρασης και μετάδοσης κίνησης

έδρανα, **άξονες**, **άτρακτοι**, συμπλέκτες,

→ **οδοντωτοί τροχοί**, ιμάντες, αλυσίδες,
μειωτήρες στροφών

Στοιχεία μεταφοράς υγρών & αερίων

σωληνώσεις και εξαρτήματά τους
(βαλβίδες, κρουνοί, κλπ)



Στοιχεία μετάδοσης κίνησης

- **ΟΔΟΝΤΩΤΟΙ ΤΡΟΧΟΙ**
- **ΑΤΕΡΜΟΝΕΣ ΚΟΧΛΙΕΣ - ΚΟΡΩΝΕΣ**
 - Οδοντωτοί τροχοί με ενδιάμεση αλυσίδα
 - Τροχαλίες
 - Ιμάντες
 - Συμπλέκτες



Στοιχεία περιστροφικής κίνησης

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

- **ΑΤΡΑΚΤΟΙ** (ευθείες, στροφαλοφόροι, ελαστικές)
- **ΑΞΟΝΕΣ** (σταθεροί, περιστρεφόμενοι)

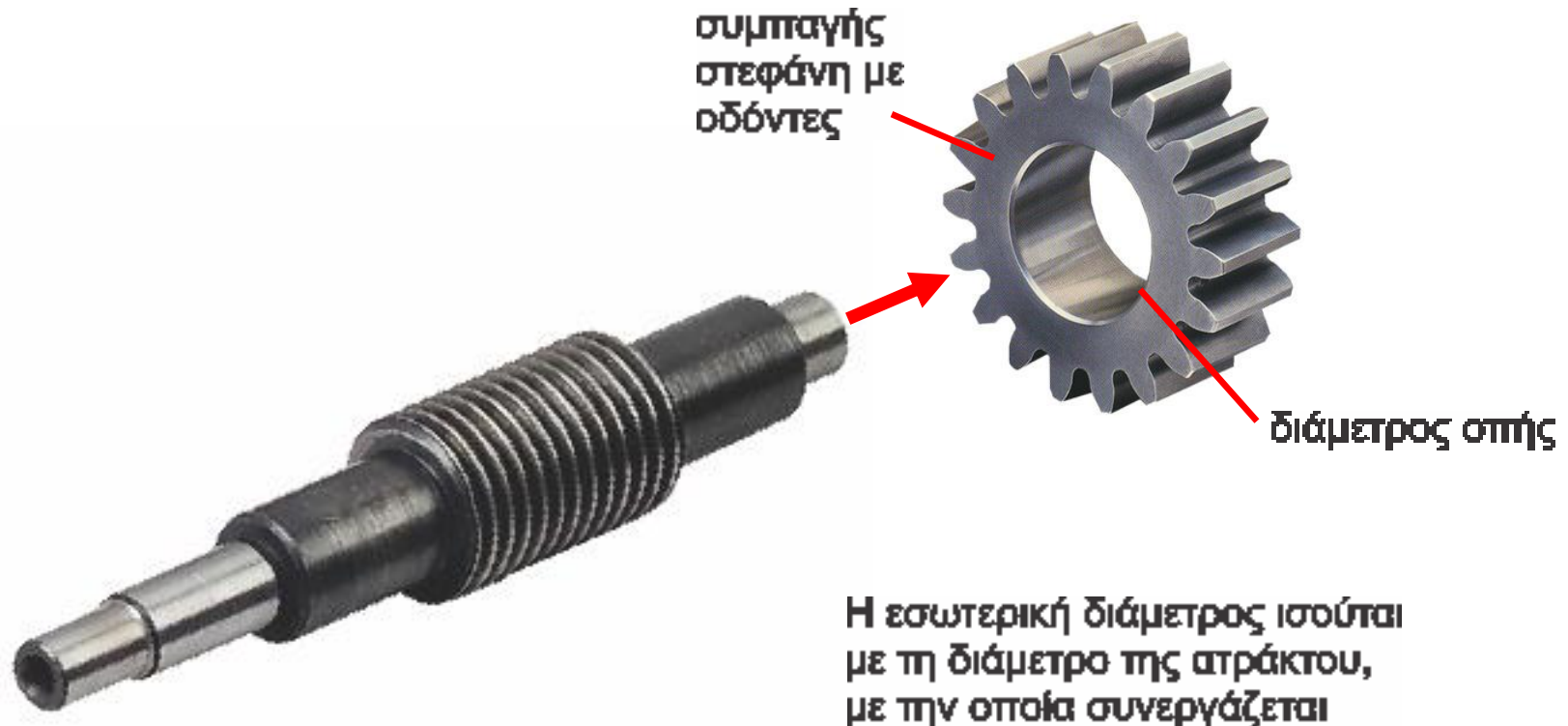
Οι άξονες παρουσιάζουν την ίδια μορφή με τις ευθείες ατράκτους, μόνο που δεν μεταφέρουν ισχύ, δηλαδή δεν μεταφέρουν στρεπτικές ροπές

- **ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΑΤΡΑΚΤΩΝ-ΠΛΗΜΝΩΝ**
- **ΕΔΡΑΝΑ ΚΥΛΙΣΗΣ (ΡΟΥΛΕΜΑΝ)**
- **ΕΔΡΑΝΑ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ (ΚΟΥΖΙΝΕΤΑ)**
- **ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΑ**
- **ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΑΤΡΑΚΤΩΝ**
- **ΠΕΔΕΣ**
- **ΜΕΙΩΤΗΡΕΣ ΣΤΡΟΦΩΝ**
- **ΤΡΟΧΟΙ ΤΡΙΒΗΣ**



Οδοντωτοί τροχοί

Στην απλούστερη περίπτωση περιγράφονται ως δακτύλιοι με οδόντες (δόντια) στην περιφέρειά τους



Οδοντωτοί τροχοί (2)

Σε ορισμένες περιπτώσεις
διαμορφώνονται οι
στεφάνες για μείωση βάρους

μικρότερο πάχος
σε σχέση με την
στεφάνη των
οδόντων

επιπλέον μείωση
βάρους με
διαμόρφωση οπών

διαμόρφωση
μικρότερου πάχους
και ελλειπτικές οπές



Εικόνα 1



Εικόνα 2

Είδη οδοντωτών τροχών

Η κατηγοριοποίηση εξαρτάται από το κριτήριο ταξινόμησης

Αν θεωρήσουμε το **βασικό τους σχήμα** ως κριτήριο, έχουμε την ακόλουθη ταξινόμηση

- **Μετωπικοί** οδοντωτοί τροχοί
- **Κωνικοί** οδοντωτοί τροχοί
- **Ατέρμονες κοχλίες - Κορώνες**





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Περιγραφή και κατηγορίες μετωπικών οδοντωτών τροχών

Μετωπικοί οδοντωτοί τροχοί

Μετωπικοί οδοντωτοί τροχοί



Εικόνα 3

Οι μετωπικοί οδοντωτοί τροχοί έχουν κυλινδρική μορφή με δόντια που βρίσκονται στην εξωτερική τους περιφέρεια.

Χρησιμοποιούνται για να μεταφέρουν ισχύ μεταξύ παραλλήλων ατράκτων.

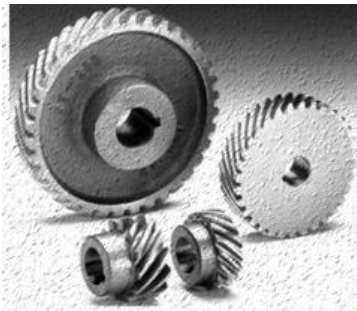


Μετωπικοί οδοντωτοί τροχοί (2)

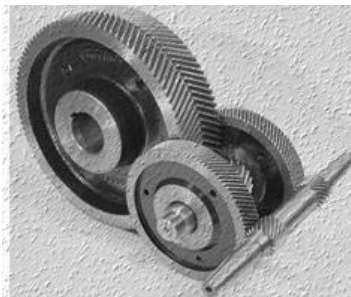


Ανάλογα με τη μορφή της οδόντωσης διακρίνονται σε :

Μετωπικοί οδοντωτοί τροχοί με ευθεία οδόντωση



Μετωπικοί οδοντωτοί τροχοί με ελικοειδή οδόντωση



Μετωπικοί οδοντωτοί τροχοί με τοξοειδή οδόντωση





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Περιγραφή και κατηγορίες κωνικών οδοντωτών τροχών.

Κωνικοί οδοντωτοί τροχοί

Κωνικοί οδοντωτοί τροχοί



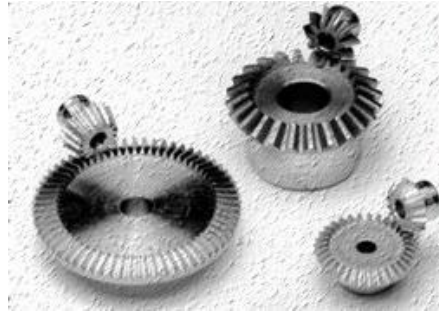
Οι κωνικοί οδοντωτοί τροχοί έχουν κωνική μορφή με δόντια που βρίσκονται στην εξωτερική τους παράπλευρη επιφάνεια

Χρησιμοποιούνται για να μεταφέρουν ισχύ μεταξύ ατράκτων, των οποίων οι άξονες τέμνονται.

Οι άξονες αυτοί μπορούν να τέμνονται σε οποιαδήποτε γωνία, αλλά συχνότερα παρουσιάζονται σε γωνία 90° .

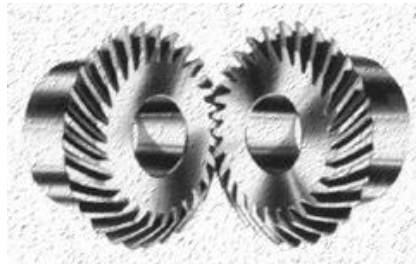


Κωνικοί οδοντωτοί τροχοί (2)



Ανάλογα τη μορφή της οδόντωσής τους, οι κωνικοί οδοντωτοί τροχοί διακρίνονται σε :

Κωνικοί οδοντωτοί τροχοί με ευθεία οδόντωση



Κωνικοί οδοντωτοί τροχοί με ελικοειδή οδόντωση



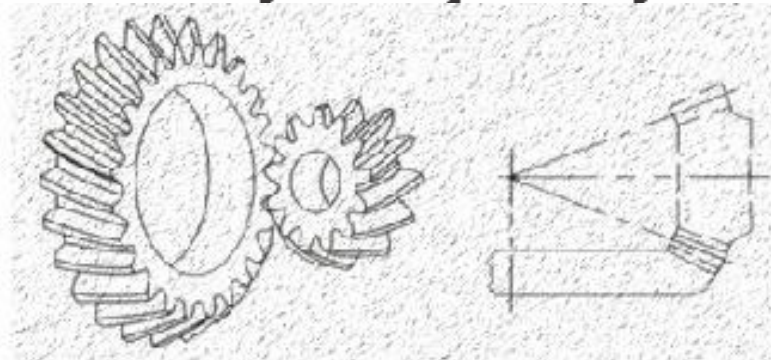
Κωνικοί οδοντωτοί τροχοί με τοξοειδή οδόντωση



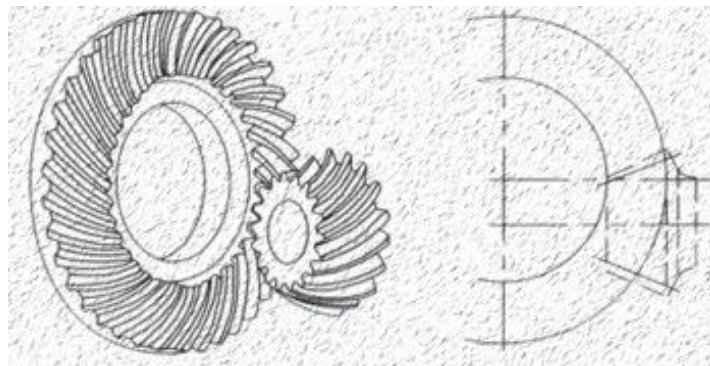
Κωνικοί οδοντωτοί τροχοί (3)

Ειδική περίπτωση κωνικών οδοντοτροχών τροχών με τοξοειδή οδόντωση είναι οι **υποειδείς τροχοί**, όπου οι άξονές τους δεν τέμνονται αλλά είναι ασύμβατοι.

Διαφορά ανάμεσα στους απλούς τοξοειδείς κωνικούς οδοντωτούς τροχούς και στους υποειδείς κωνικούς οδοντωτούς τροχούς



**Τοξοειδείς
κωνικοί οδοντωτοί τροχοί**



**Υποειδείς
κωνικοί οδοντωτοί τροχοί**

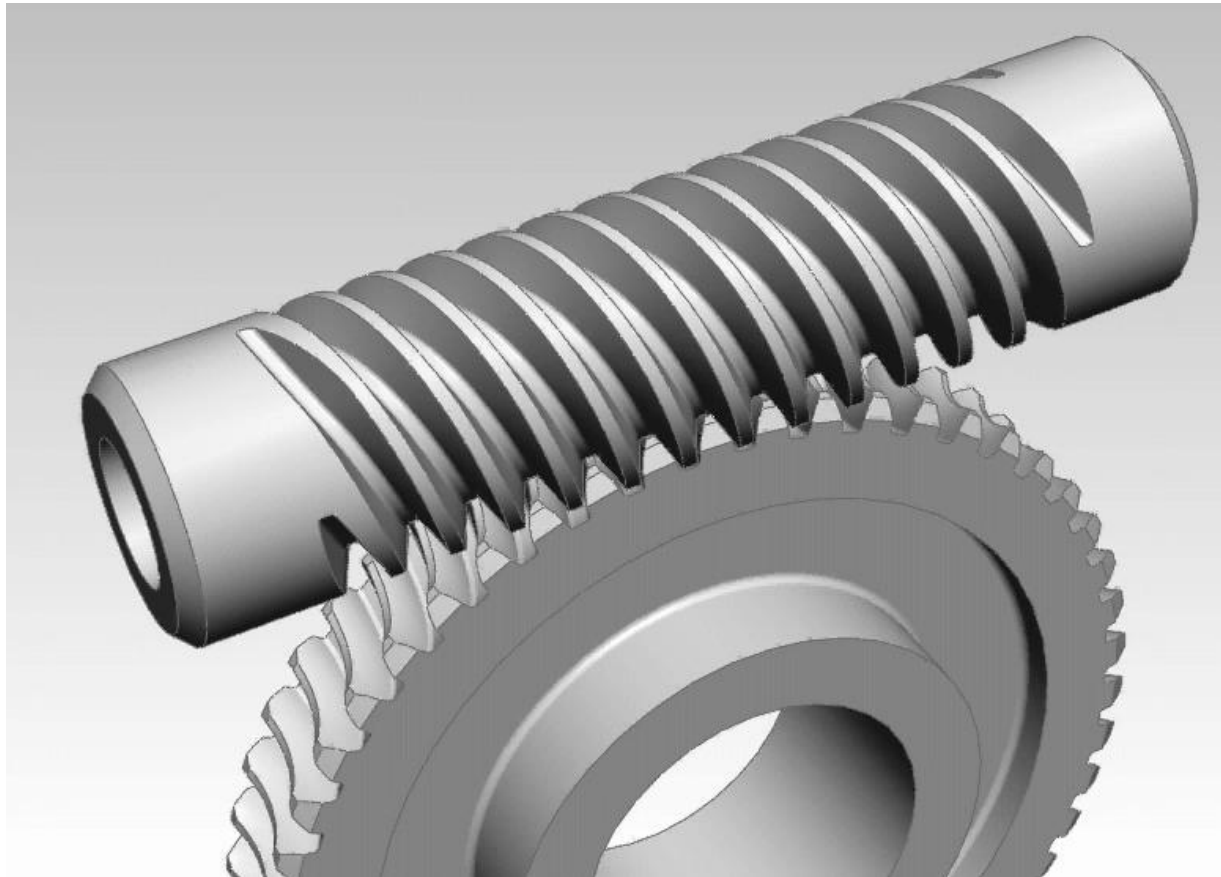




ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Σύστημα ατέρμονα κοχλία - κορώννα

Σύστημα ατέρμονα κοχλία - κορώνα



Εικόνα 4





Βασικά γεωμετρικά χαρακτηριστικά μετωπικών οδοντωτών τροχών, είδη απεικόνισης, σχεδίαση μετωπικού οδοντωτού τροχού σε όψη, τομή, ημιόψη και ημοτομή.

Μετωπικοί οδοντωτοί τροχοί σε εμπλοκή: σχεδιαστικές λεπτομέρειες, κωνικοί οδοντωτοί τροχοί σε εμπλοκή: σχεδιαστικές λεπτομέρειες και σχεδίαση συστήματος ατέρμονα κοχλία - κορώνας

Σχεδίαση οδοντωτών τροχών

Σχεδίαση οδοντωτών τροχών



Η μετάδοση περιστροφικής κίνησης και η μεταφορά ισχύος από την κινητήρια στην κινούμενη άτρακτο επιτυγχάνεται μέσω διαδοχικής εμπλοκής συνεργαζομένων οδόντων

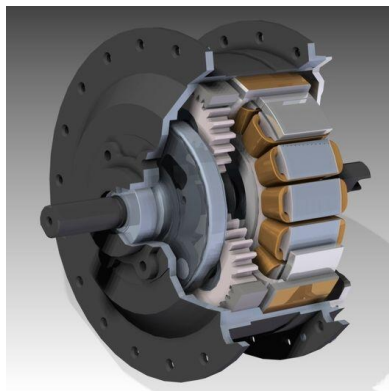


Για να συνεργάζεται ένας οδοντωτός τροχός με έναν άλλο και να μην υπάρχει ασυνέχεια στην μετάδοση της κίνησης, τα δόντια του πρέπει να έχουν το ίδιο ύψος, το ίδιο πάχος, την ίδια απόσταση μεταξύ τους και την ίδια μορφή.

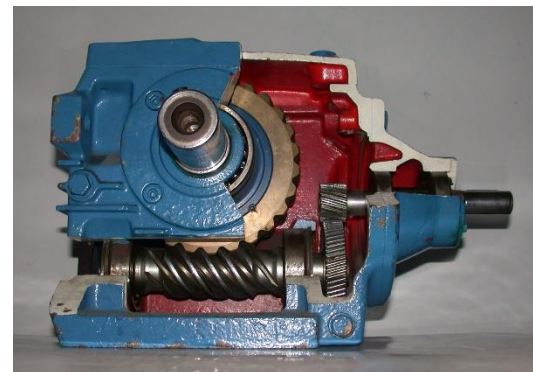


Οι άξονες ως προς τους οποίους περιστρέφονται δύο συνεργαζόμενοι οδοντωτοί τροχοί μπορεί να είναι **παράλληλοι, τεμνόμενοι υπό γωνία ή ασύμβατοι**.

πλανητικός μειωτήρας



Εικόνα 5



γωνιακός μειωτήρας
ατέρμονα-κορώνας

Εικόνα 6



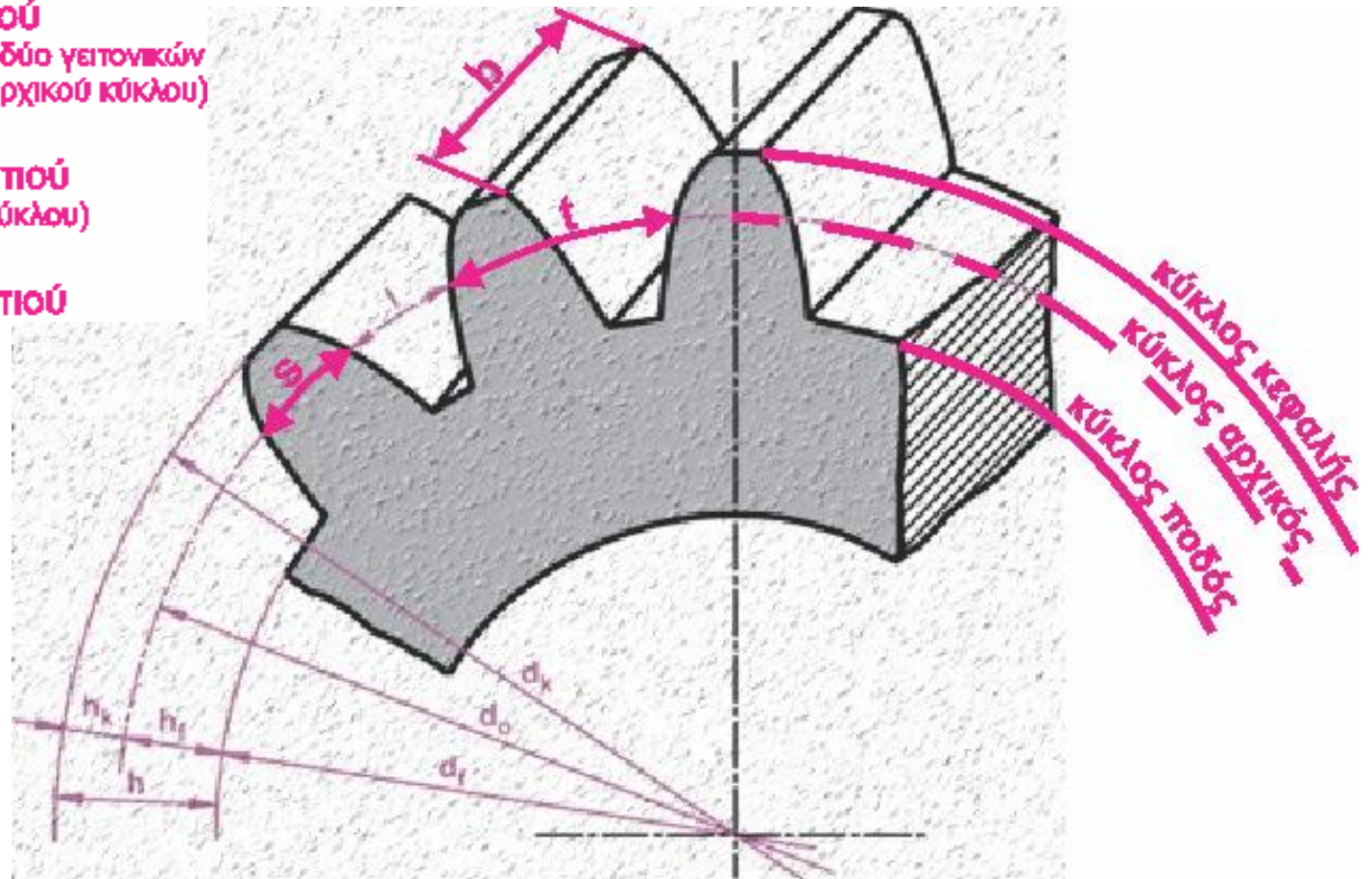
Σχεδίαση οδοντωτών τροχών (3)

Ο πιο απλός γεωμετρικά οδοντωτός τροχός είναι ο μετωπικός τροχός με ευθεία δόντια.
Τα βασικά γεωμετρικά χαρακτηριστικά ενός οδοντωτού τροχού παρουσιάζονται
ως προς τον τροχό αυτό.

t = βήμα δοντιού
αντίστοιχα σημεία δύο γειτονικών
δοντιών (επί του αρχικού κύκλου)

s = πάχος δοντιού
(επί του αρχικού κύκλου)

b = μήκος δοντιού



Σχεδίαση οδοντωτών τροχών (4)



Βήμα οδοντωτών τροχών = $t = \pi D_1/n_1 = \pi D_2/n_2$

Απλή σχέση μετάδοσης

$$N = \omega_1/\omega_2 = n_2 / n_1 = D_2 / D_1$$

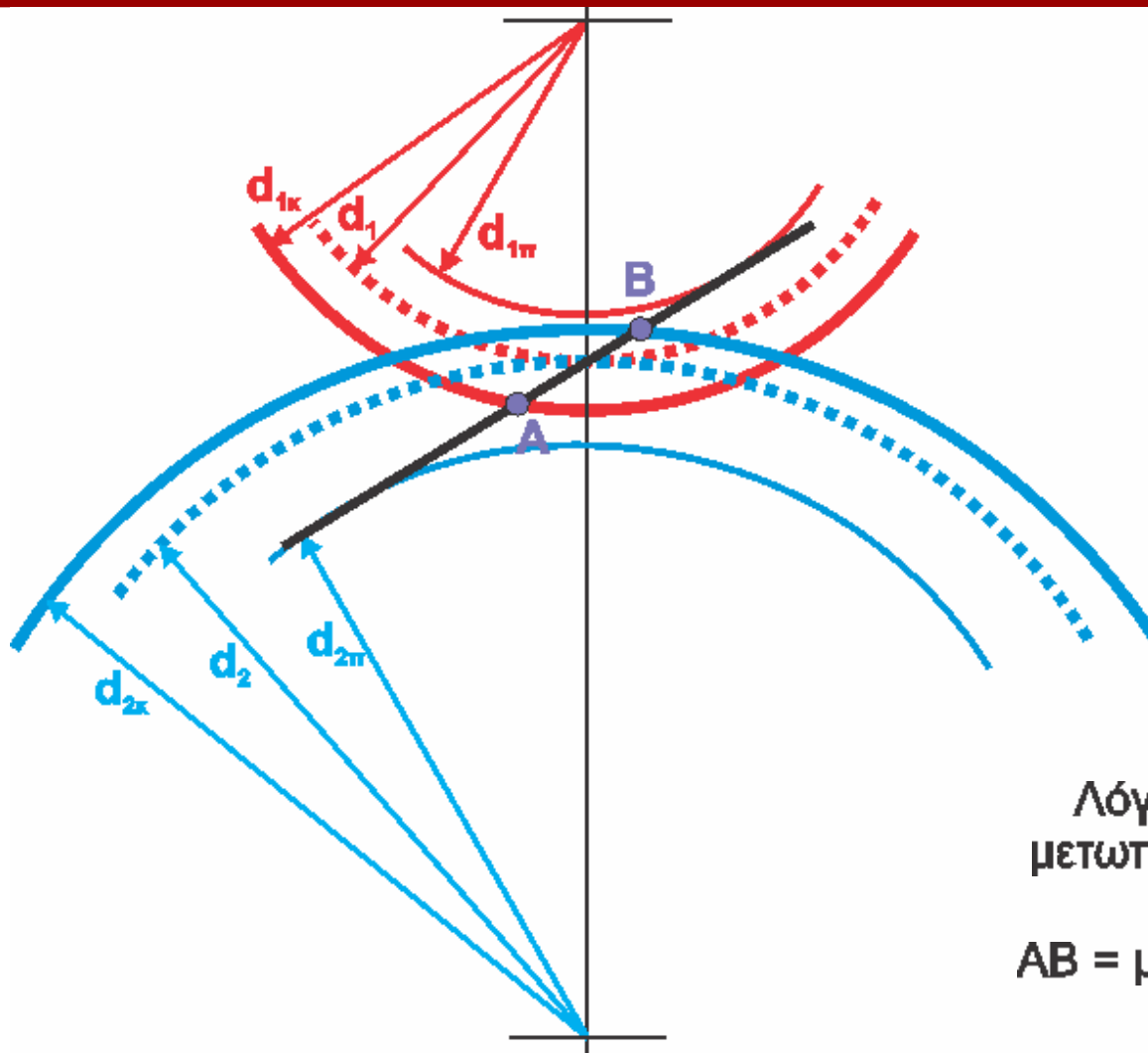
ω = ταχύτητα περιστροφής

n = αριθμός οδόντων

D = διάμετρος επαφής (pitch)



Σχεδίαση οδοντωτών τροχών (5)



Λόγος επαφής
μετωπικών τροχών
 $AB = \text{μήκος επαφής}$



Σχεδίαση οδοντωτών τροχών (6)

- Οι οδοντωτοί τροχοί μπορούν να σχεδιαστούν σε
- ➔ όψη
 - ➔ τομή
 - ➔ ημιτομή,

λαμβάνοντας ως εξωτερικό περίγραμμα τον κύκλο κεφαλής που σχεδιάζεται με παχιά συνεχή γραμμή

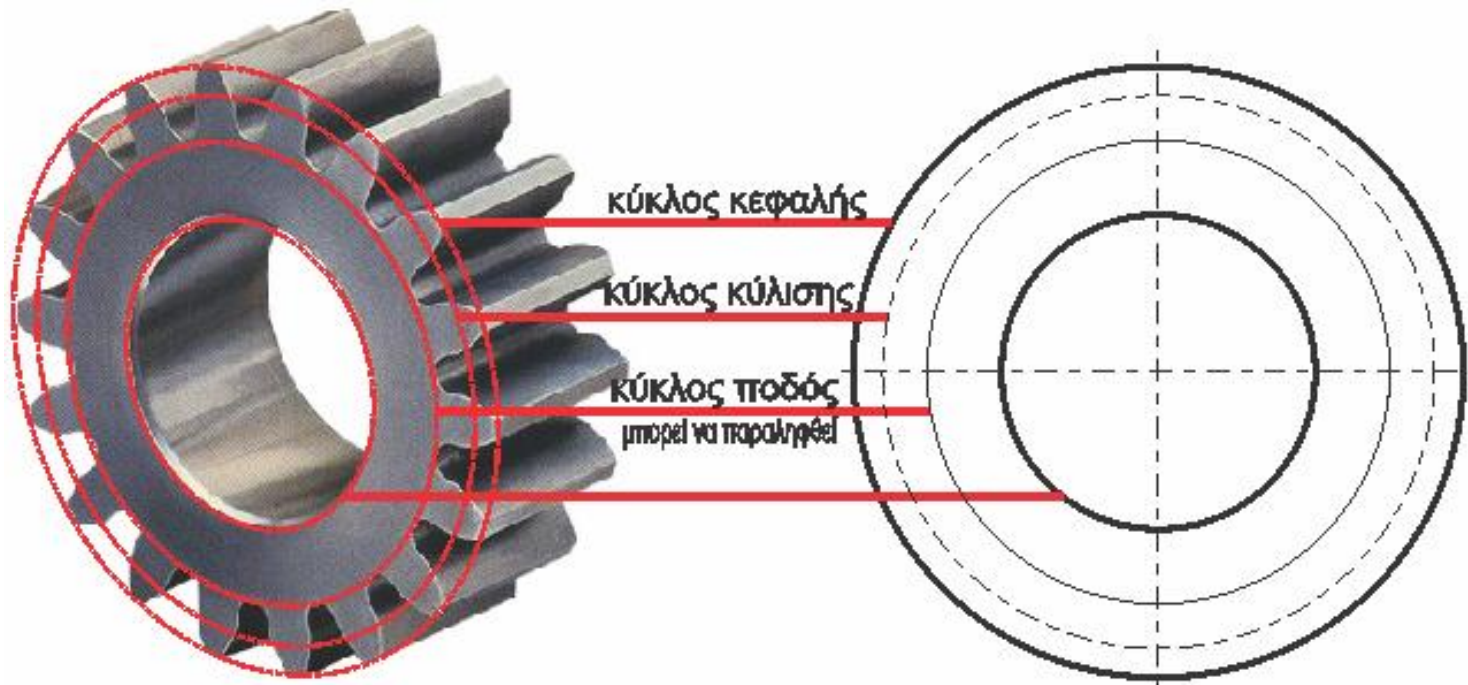


Σχεδίαση οδοντωτών τροχών (7)

ΠΡΟΟΨΗ

ΜΕΤΩΠΙΚΟΣ ΟΔΟΝΤΩΤΟΣ ΤΡΟΧΟΣ

- σχεδιάζεται χωρίς τους οδόντες (κύκλος κεφαλής, γραμμή χοντρή συνεχής)
- ο αρχικός κύκλος (ή κύκλος κύλισης) σχεδιάζεται με αξονική γραμμή
- ο κύκλος ποδός μπορεί να παραληφθεί.
Αν σχεδιαστεί, χρησιμοποιούμε λεπτή συνεχή γραμμή

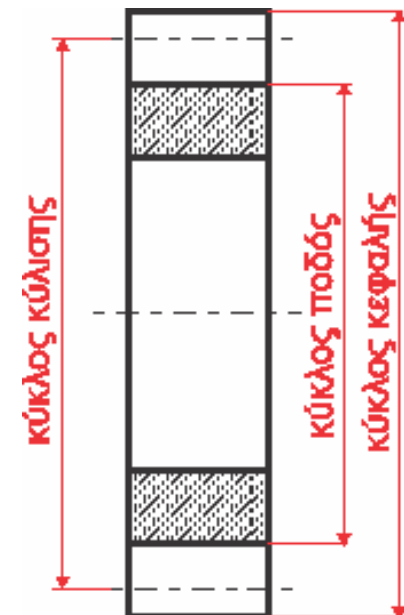


Σχεδίαση οδοντωτών τροχών (8)

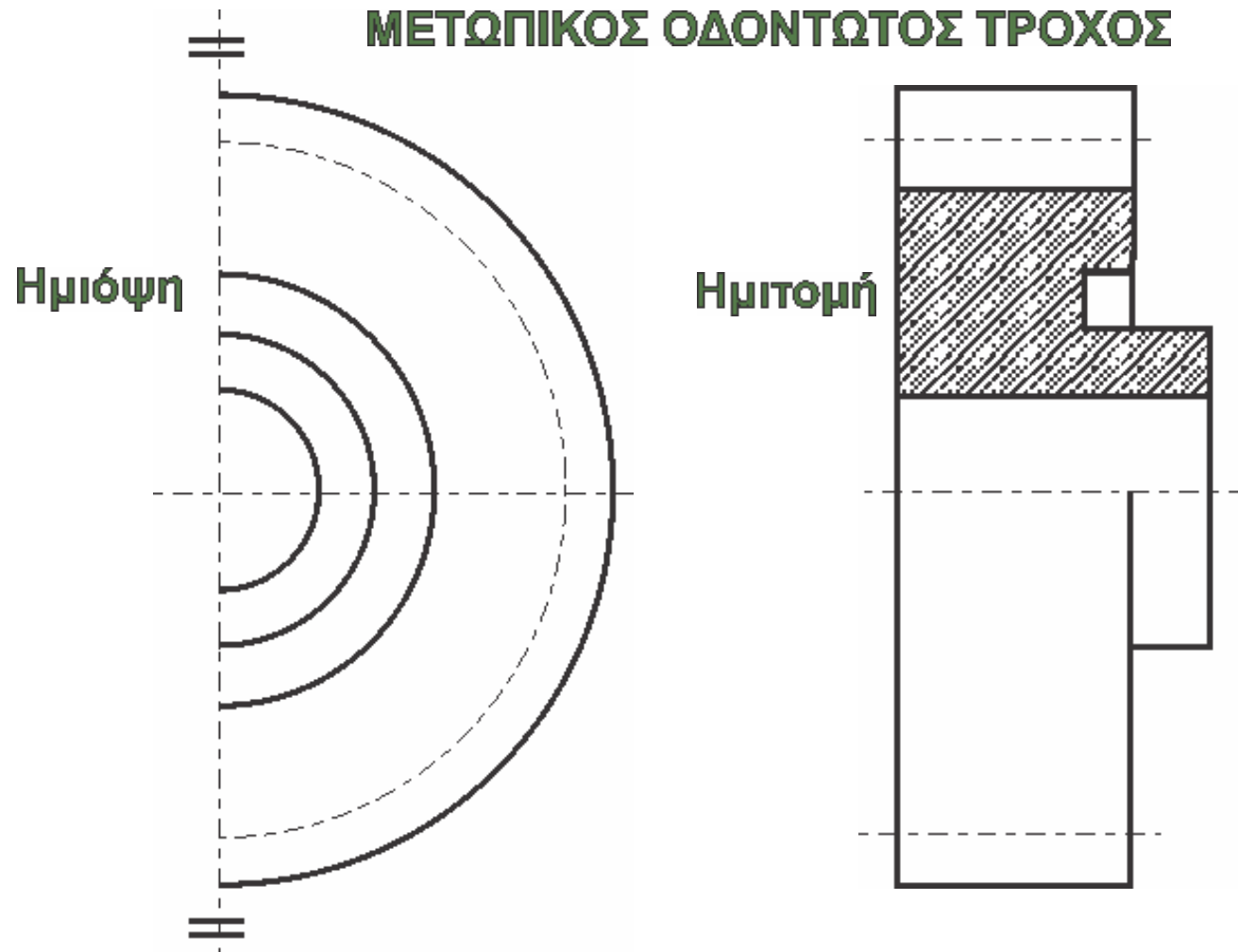
ΤΟΜΗ

ΜΕΤΩΠΙΚΟΣ ΟΔΟΝΤΩΤΟΣ ΤΡΟΧΟΣ

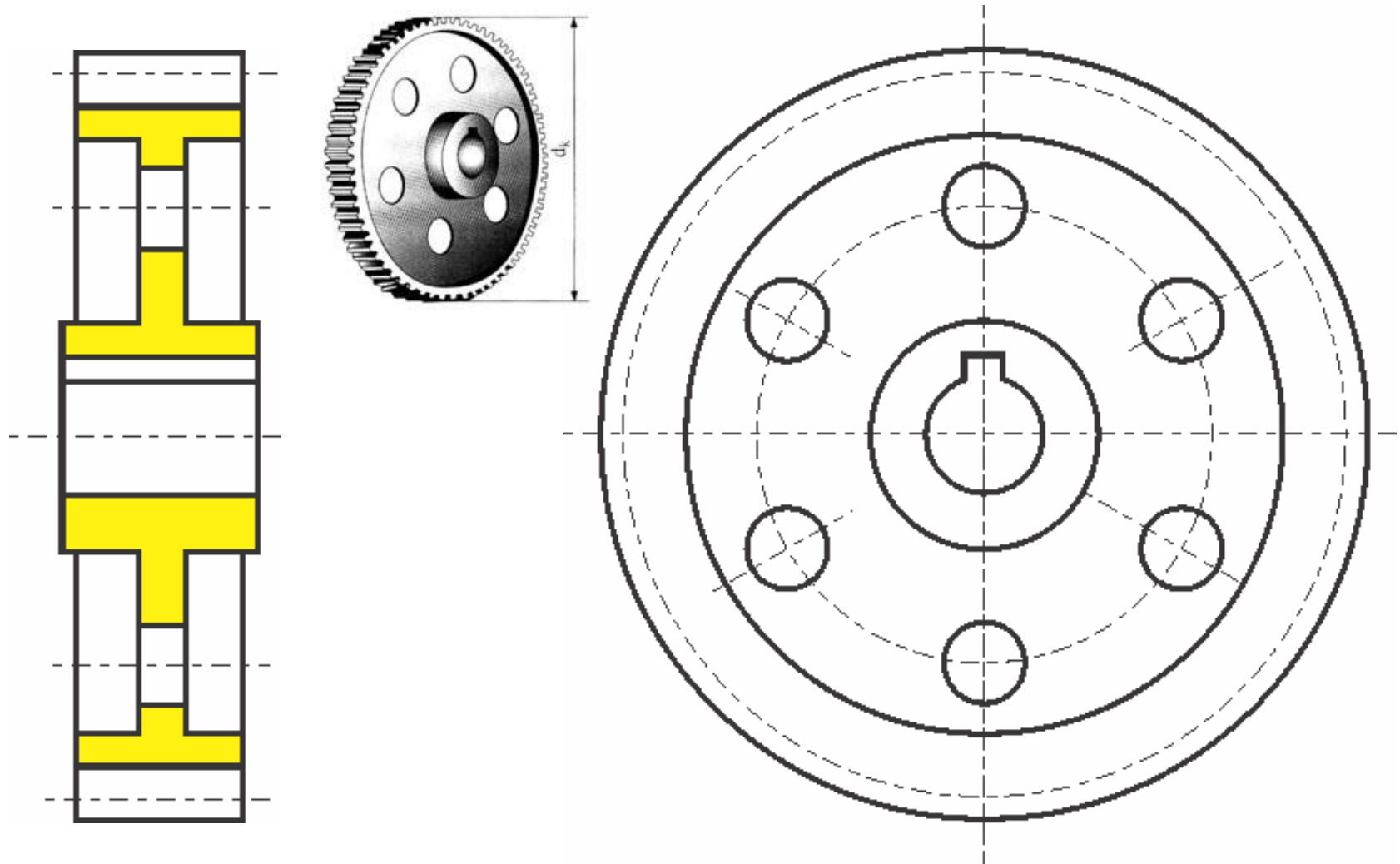
- σχεδιάζεται χωρίς τους οδόντες (κύκλος κεφαλής, γραμμή χοντρή συνεχής)
- ο αρχικός κύκλος (ή κύκλος κύλισης) σχεδιάζεται με αξονική γραμμή
- ο κύκλος ποδός παριστάνεται με χοντρή συνεχή γραμμή
- οι οδόντες παρουσιάζονται χωρίς τομή



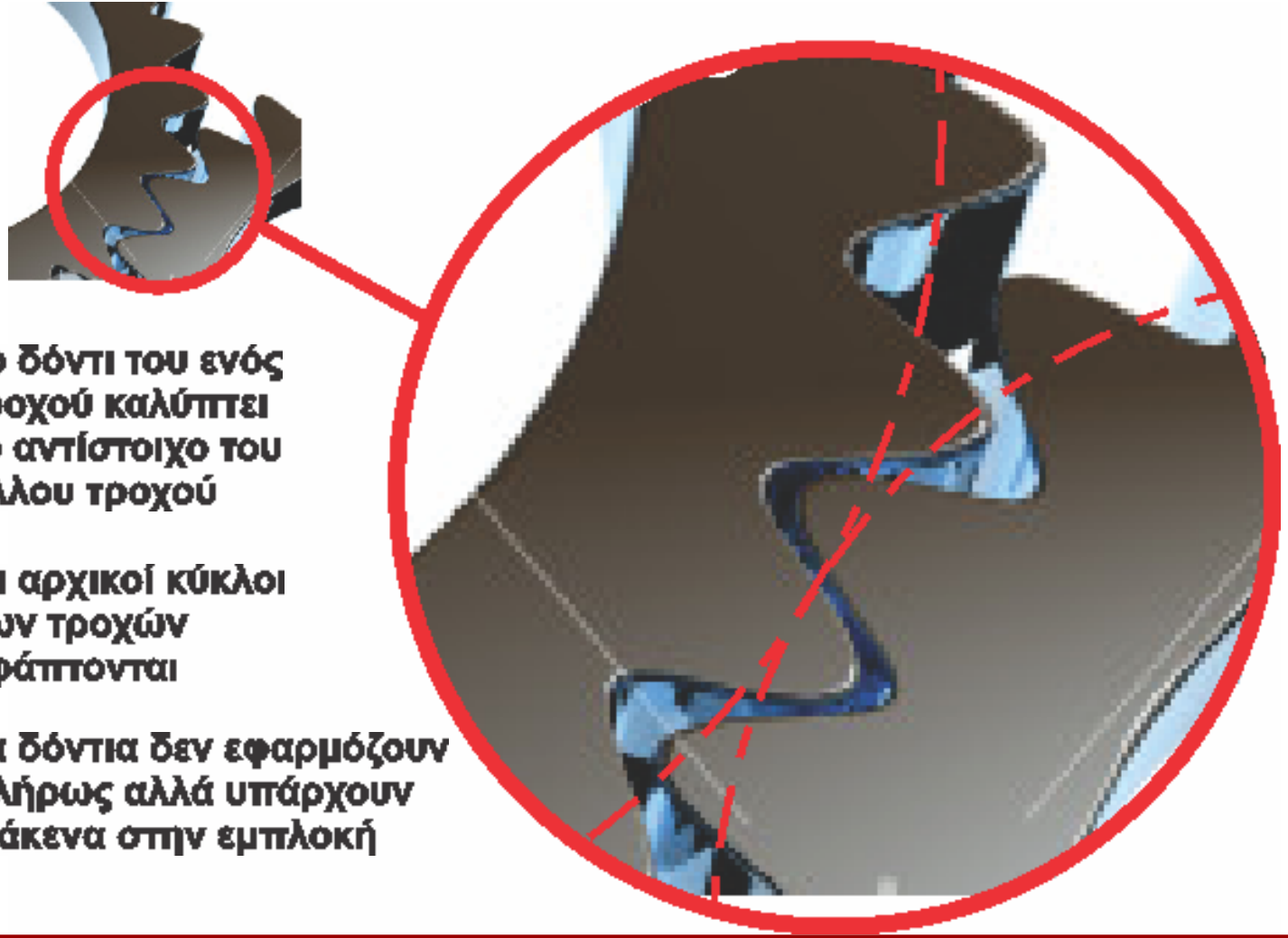
Σχεδίαση οδοντωτών τροχών (9)



Σχεδίαση μετωπικού οδοντωτού τροχού



Μετωπικοί οδοντωτοί τροχοί σε εμπλοκή



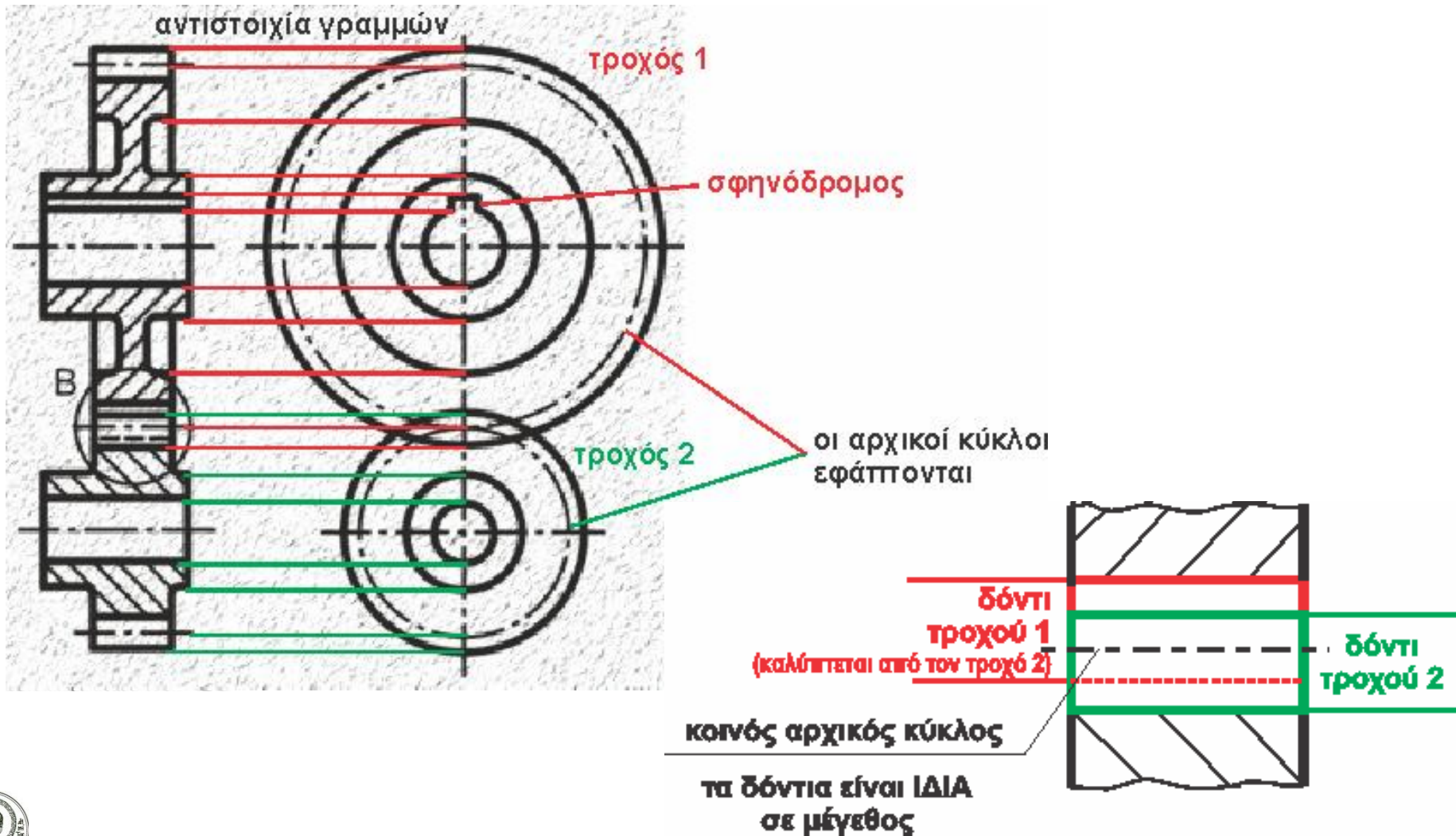
Το δόντι του ενός τροχού καλύπτει το αντίστοιχο του άλλου τροχού

Οι αρχικοί κύκλοι των τροχών εφάπτονται

Τα δόντια δεν εφαρμόζουν πλήρως αλλά υπάρχουν διάκενα στην εμπλοκή

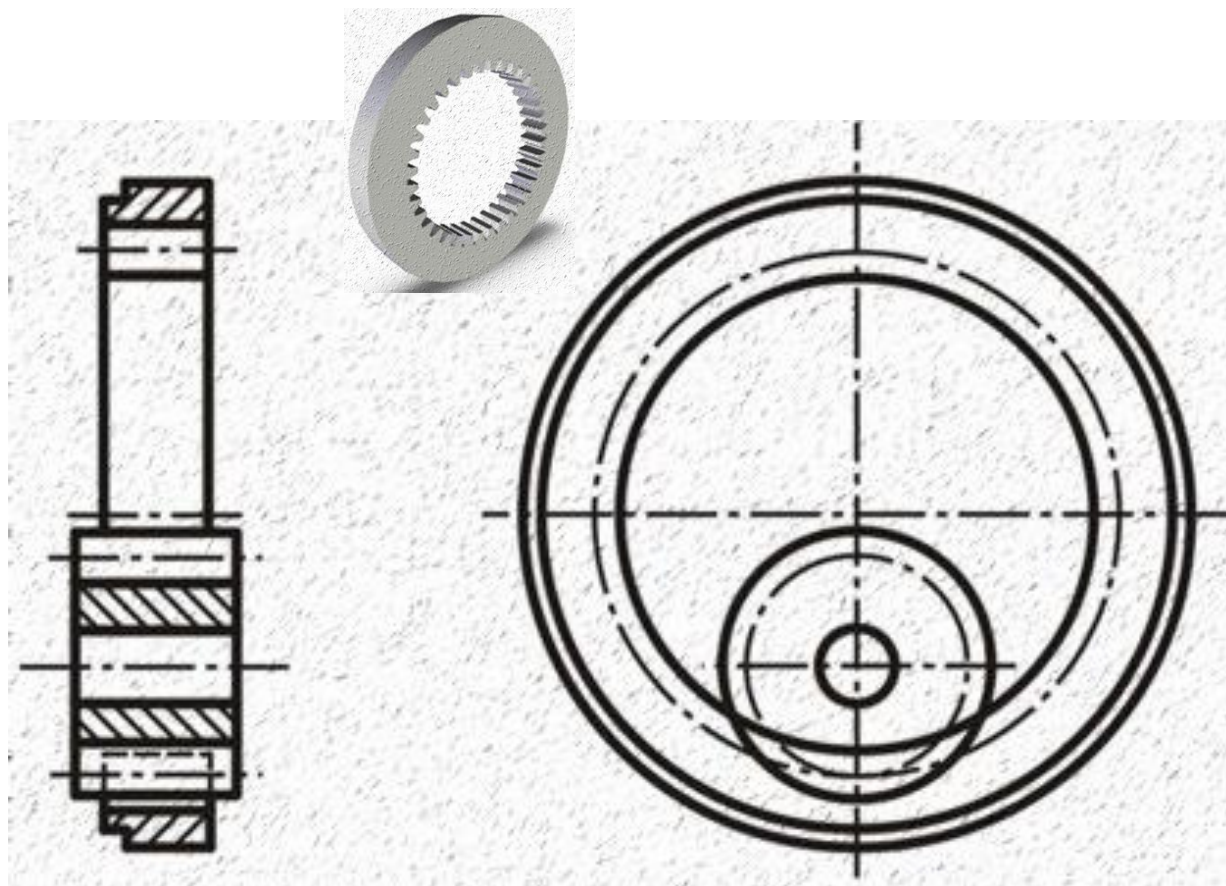


Μετωπικοί οδοντωτοί τροχοί σε εμπλοκή (2)



Μετωπικοί οδοντωτοί τροχοί σε εμπλοκή (3)

Εμπλοκή εσωτερικής και εξωτερικής μετωπικής οδόντωσης.
Το εσωτερικό γρανάτζι ονομάζεται και ππνιόν.



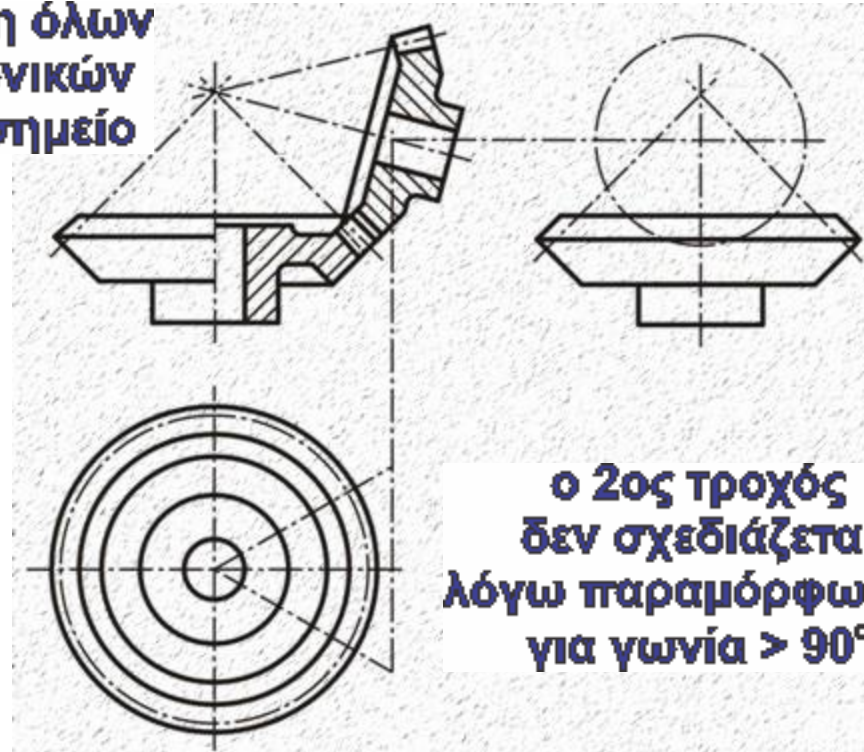
Κωνικοί οδοντωτοί τροχοί σε εμπλοκή



Οι κωνικοί οδοντωτοί τροχοί σχεδιάζονται όπως και οι μετωπικοί οδοντωτοί τροχοί, σε ημπομή, όψη ή τομή.

Κωνικοί οδοντωτοί τροχοί
με γωνία εμπλοκής μεγαλύτερη των 90°

**σύγκλιση όλων
των αξονικών
σε ένα σημείο**

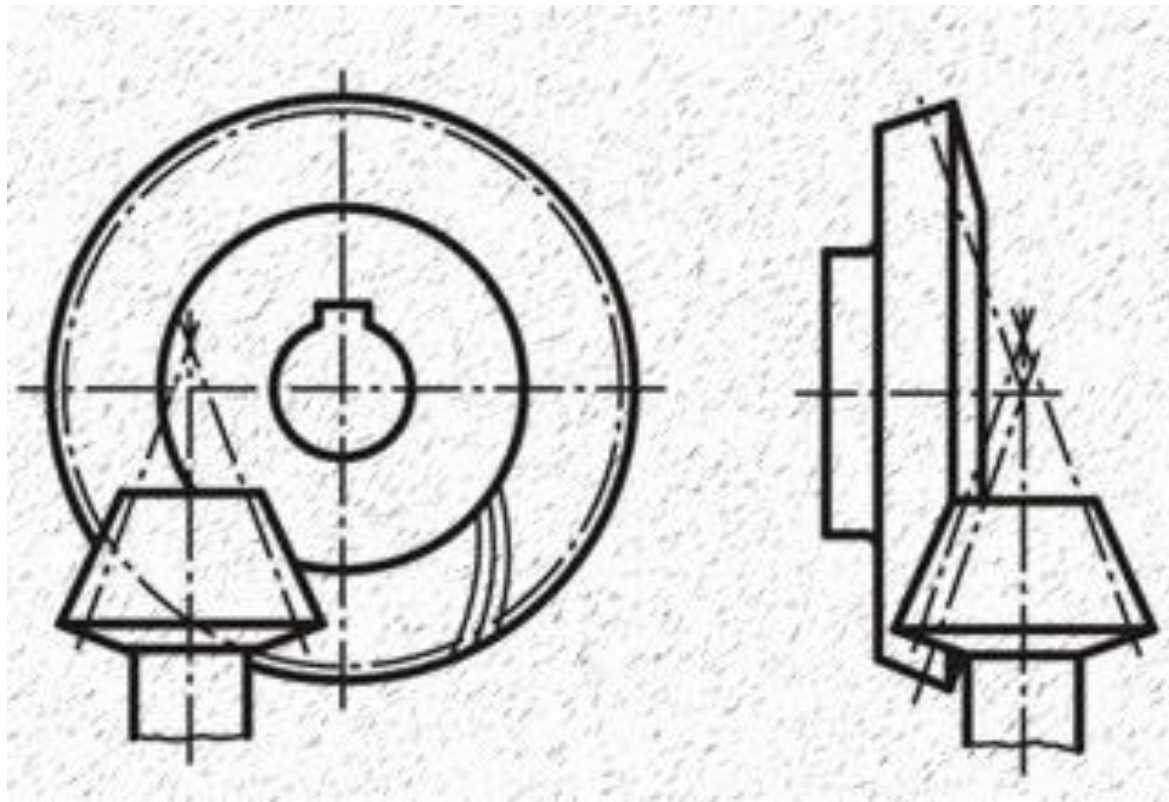


**ο 2ος τροχός
δεν σχεδιάζεται
λόγω παραμόρφωσης
για γωνία $> 90^\circ$**



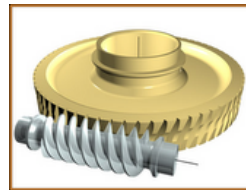
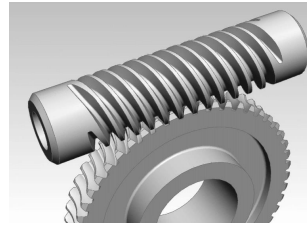
Κωνικοί οδοντωτοί τροχοί σε εμπλοκή (2)

Υποειδείς οδοντωτοί τροχοί



Σύστημα ατέρμονα κοχλία - κορώνα

Το σύστημα ατέρμονα κοχλία – οδοντωτού τροχού (κορώνας) χρησιμοποιείται για μεταφορά μεγάλων φορτίων και για μεγάλες σχέσεις μετάδοσης



Ο ατέρμονας κοχλίας (κοχλίας κίνησης, μίας ή περισσότερων αρχών) συνεργάζεται με έναν οδοντωτό τροχό, σαν κοχλίας με περικόχλιο

Όταν ο ατέρμονας κοχλίας είναι ο κινητήριος τροχός, τότε το σύστημα ατέρμονα κοχλία – κορώνας χρησιμοποιείται ως μειωτήρας στροφών



Όταν η κορώνα είναι ο κινητήριος τροχός, τότε το σύστημα ατέρμονα κοχλία – κορώνας χρησιμοποιείται για ανύψωση στροφών

Οι άξονες των δύο συνεργαζόμενων τροχών είναι συνήθως κάθετοι μεταξύ τους ενώ είναι δυνατόν να σχηματίζουν και διαφορετική γωνία από τις 90°



Σύστημα ατέρμονα κοχλία – κορώνα (2)

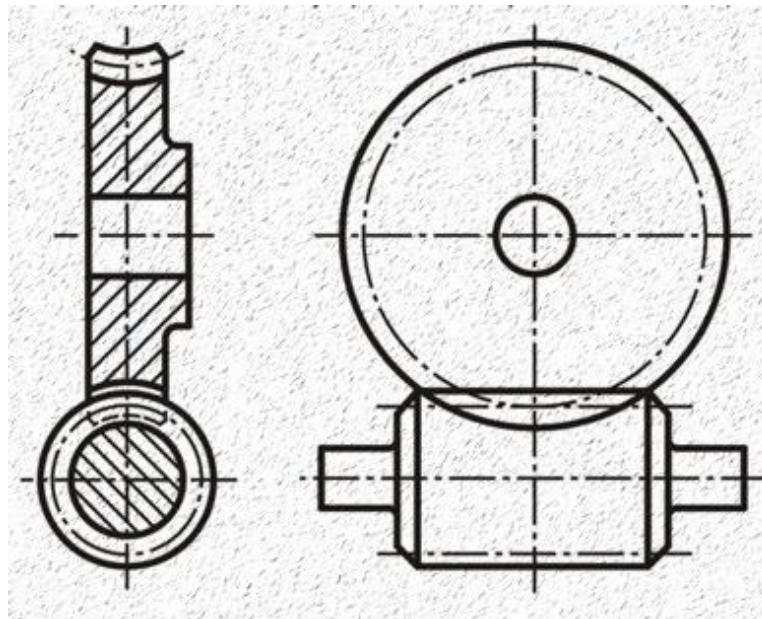
Κορώνα



Ατέρμονας κοχλίας

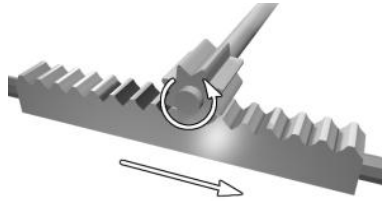


Ζεύγος ατέρμονα κοχλία - κορώνα σε εμπλοκή

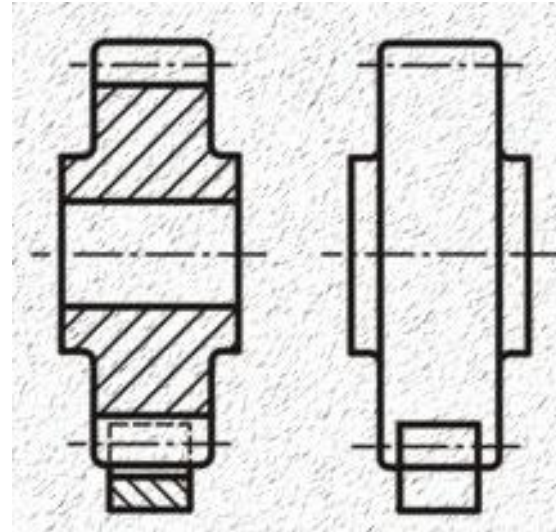
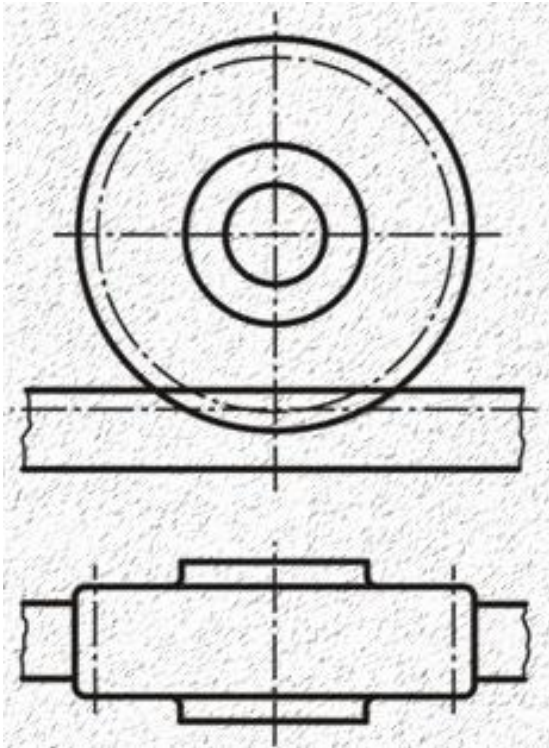


Σύστημα ατέρμονα κοχλία – κορώνα

(3)



Χρησιμοποιείται για μετατροπή της περιστροφικής κίνησης σε ευθύγραμμη μεταφορική κίνηση



Πηγές Εικόνων

Εικόνα 1:

<http://psut.jo/sites/hazem/workshops.htm>

copyright

Εικόνα 2:

http://www.mackexperts.com/sagguindustries/productdetails/6/industrial_gear/spur_gears

copyright

Εικόνα 3:

http://www.mackexperts.com/sagguindustries/productdetails/6/industrial_gear/spur_gears

Licensed under CC BY-SA 3.0

Εικόνα 4:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AWorm_Gear.gif

Licensed under CC BY-SA 3.0

Εικόνα 5:

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AEbike-hub-motor-planetary-gearbox.jpg>

Licensed under CC BY-SA 3.0

Εικόνα 6:

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Worm-WormWheel-gearbox.jpg>

Licensed under CC BY-SA 2.0



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Μ. Γρηγοριάδου.
«Μηχανολογικό Σχέδιο Ι. Οδοντωτοί τροχοί». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη
2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<https://opencourses.auth.gr/courses/OCRS501/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Μη Εμπορική Χρήση - Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>





Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: <Τσογγάς Κωνσταντίνος>
Θεσσαλονίκη, <15/09/2014>



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



**ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

Σημειώματα

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

