



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΕΞΑΜΗΝΟ 4^ο ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΧΑΝΩΝ II

Συγχρονιστές κιβωτίων ταχυτήτων

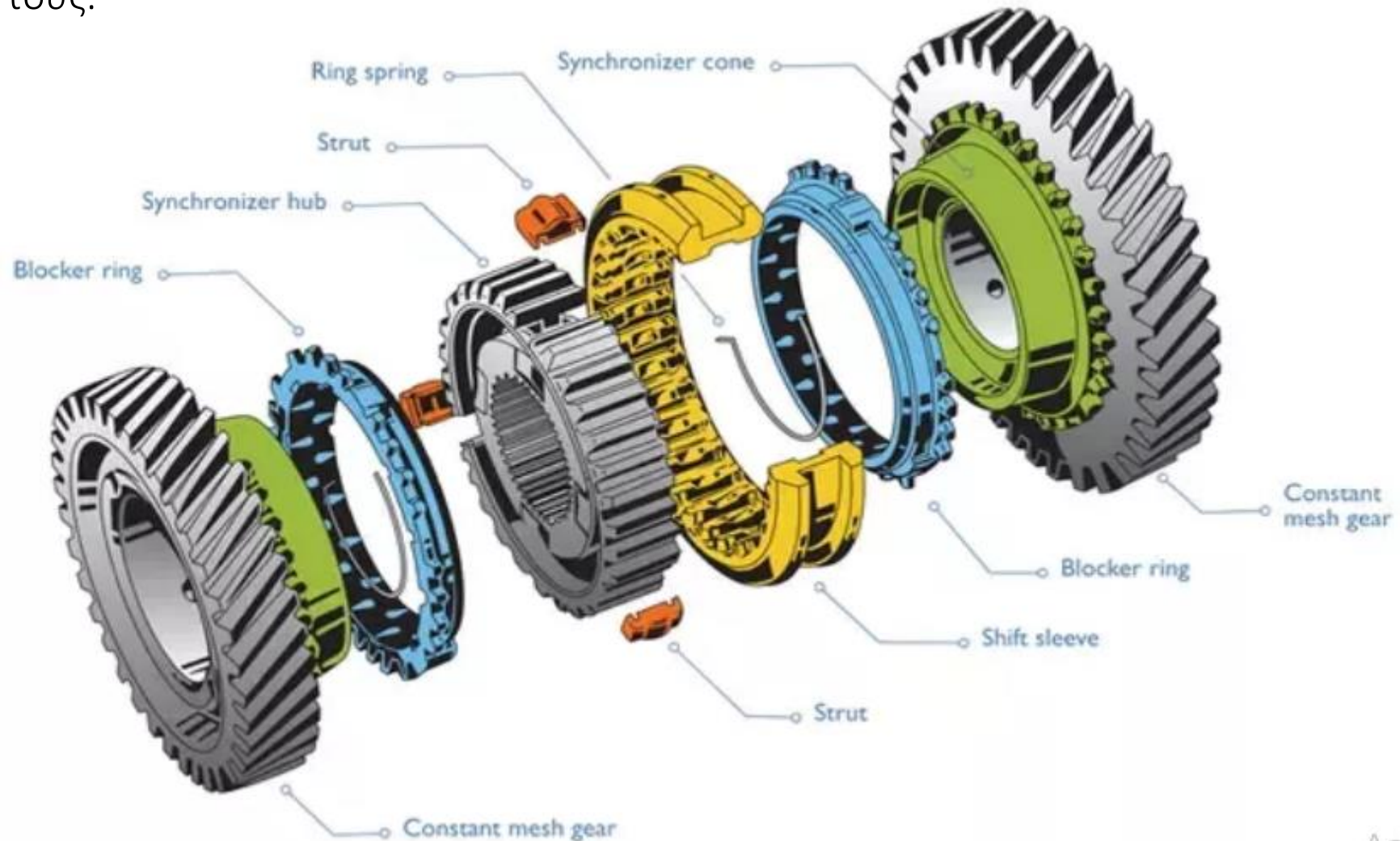
01/06/2019

Κωνσταντίνος Τσιουμάνης - Μάνος
Διπλ. Μηχανολόγος Μηχανικός ΕΜΠ

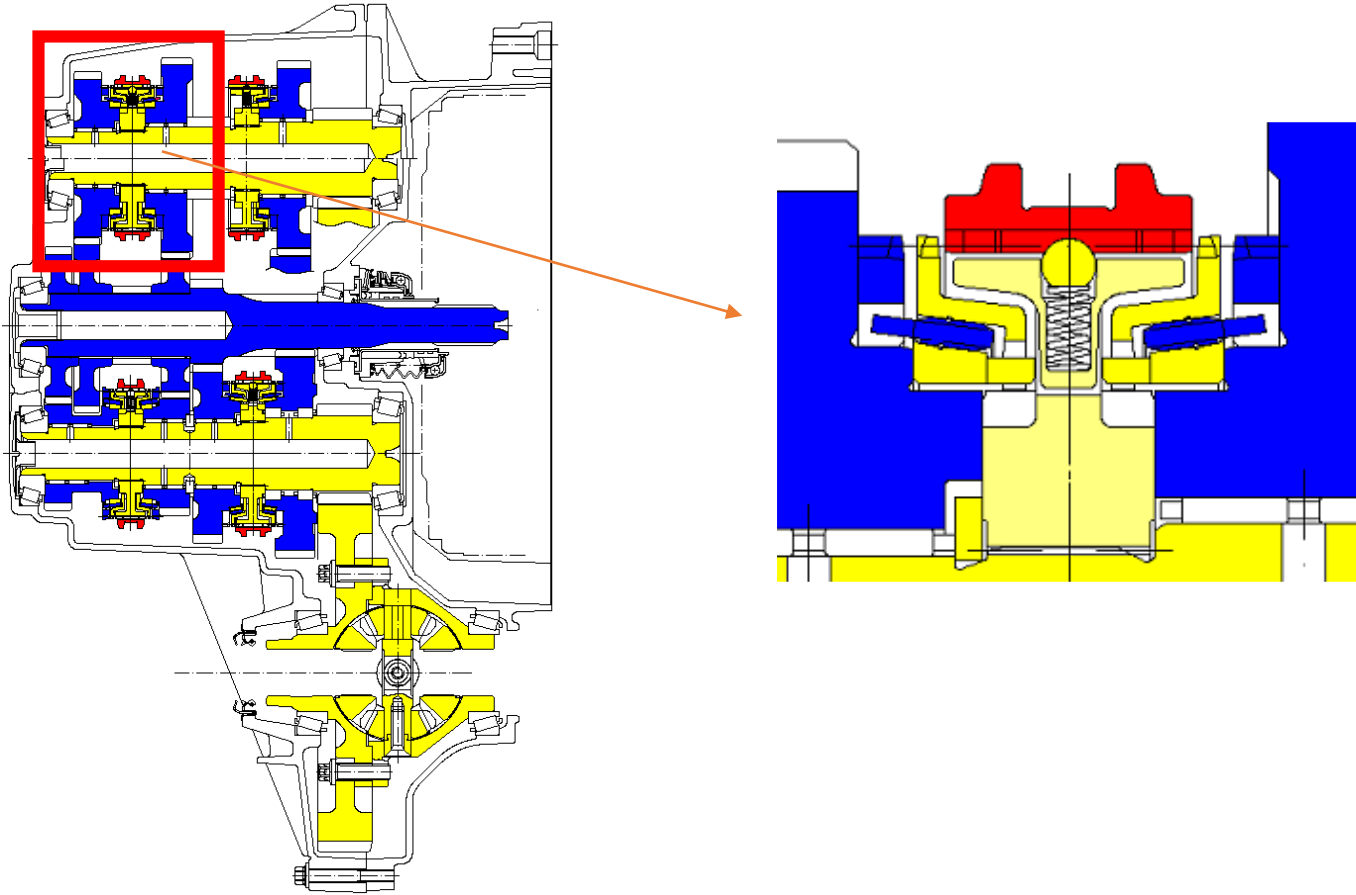
Επιστημονικός Συνεργάτης Εργαστηρίου Στοιχείων Μηχανών ΕΜΠ



Τεχνική Ανάγκη: Συγχρονισμός της ταχύτητας περιστροφής “τρελού” γραναζιού κιβωτίου συνεχούς εμπλοκής με την ταχύτητα περιστροφής της φέρουσας ατράκτου, προκειμένου να επιτευχθεί ομαλή σύμπλεξή τους.



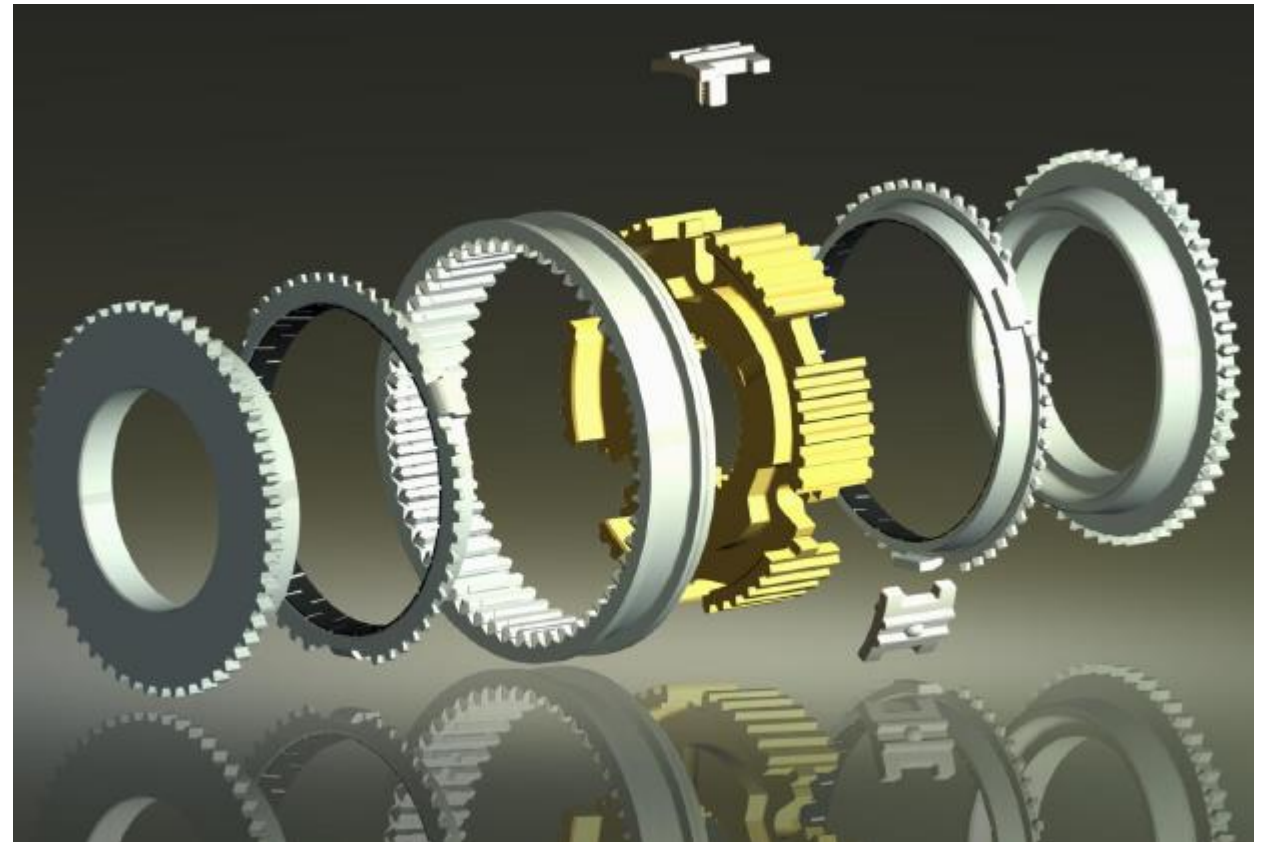
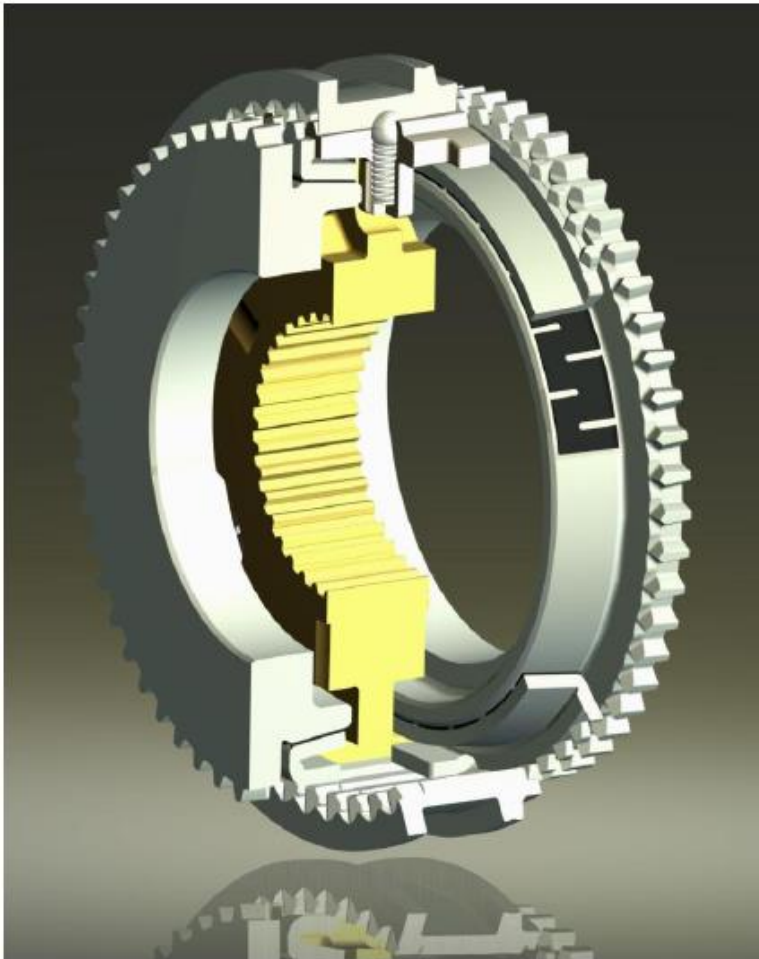
Τεχνική Ανάγκη: Συγχρονισμός της ταχύτητας περιστροφής “τρέλου” γραναζιού κιβωτίου συνεχούς εμπλοκής με την ταχύτητα περιστροφής της φέρουσας ατράκτου, προκειμένου να επιτευχθεί ομαλή σύμπλεξή τους.



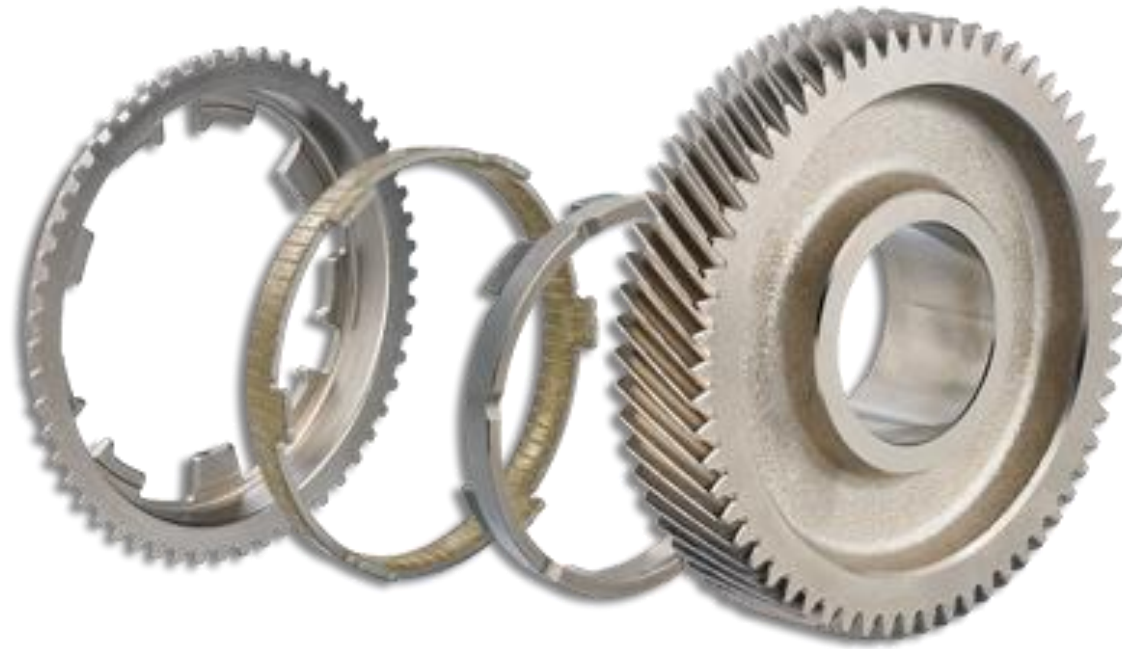
Οι συγχρονιστές λειτουργούν ως κωνικοί συμπλέκτες, επιταχύνοντας ή επιβραδύνοντας τα εξαρτήματα με το μπλέ χρώμα.

Διατάξεις συγχρονιστών και ομαδοποίηση τους : Τα είδη των συγχρονιστών μπορούν να διαφοροποιηθούν και να καταταχθούν με κριτήριο τον αριθμό των κωνικών επιφανειών που υλοποιούν την διαδικασία της σύμπλεξης.

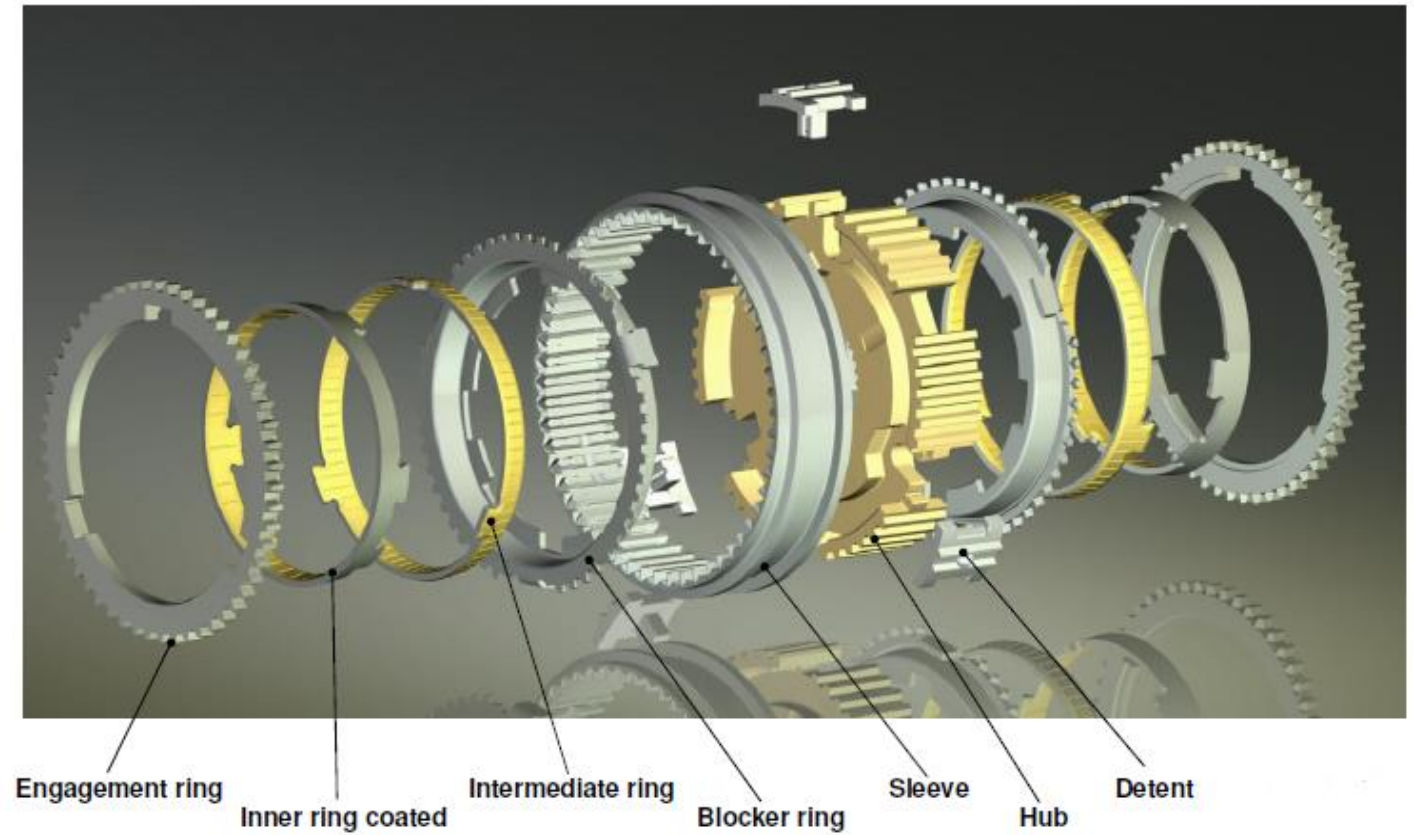
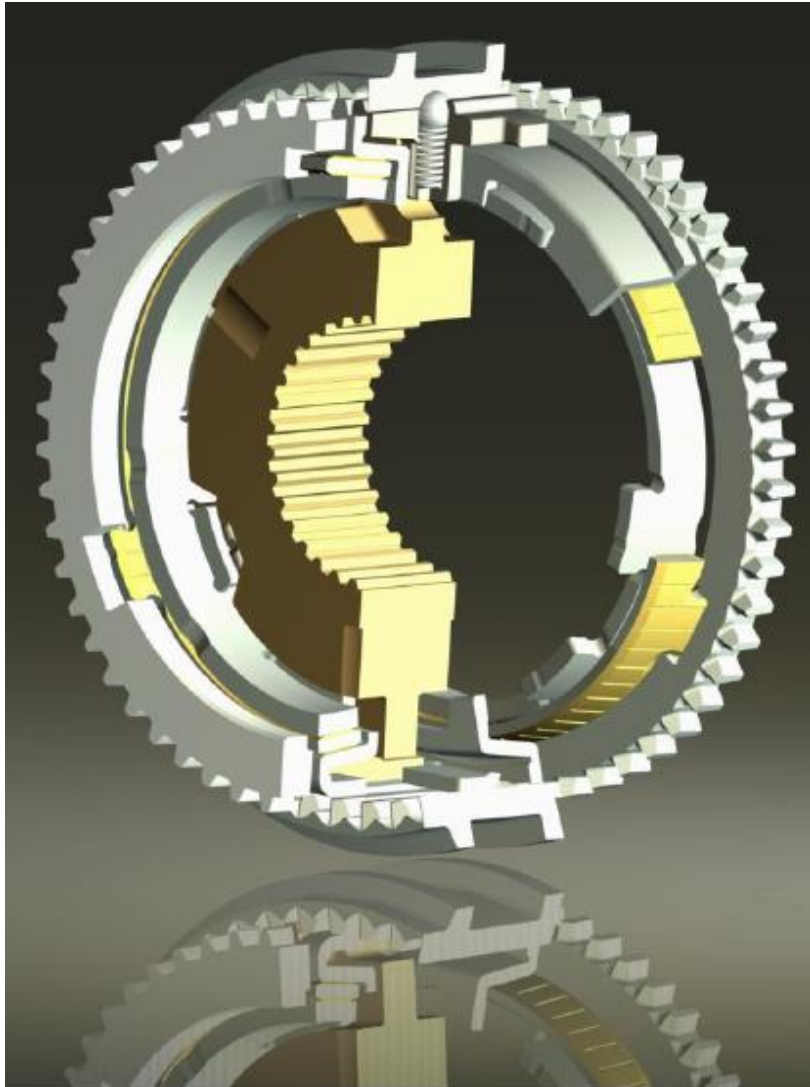
- Συγχρονιστές μονού κώνου:



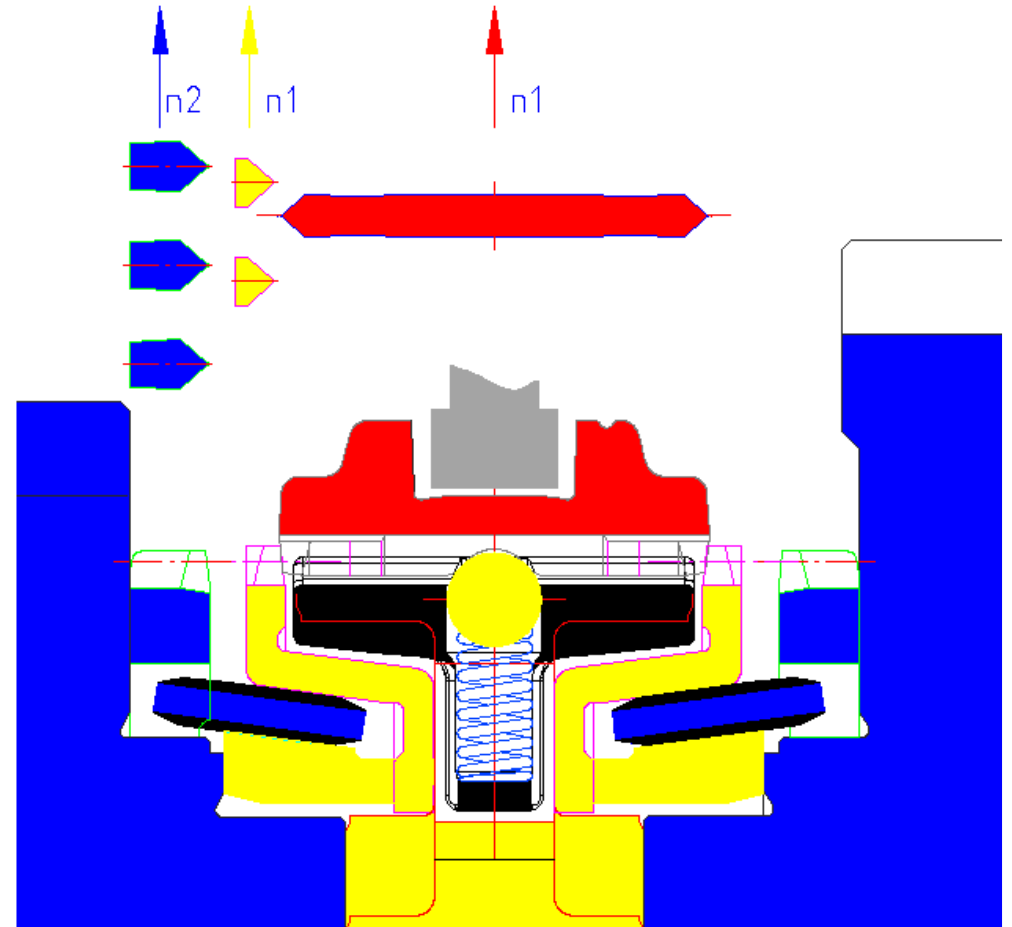
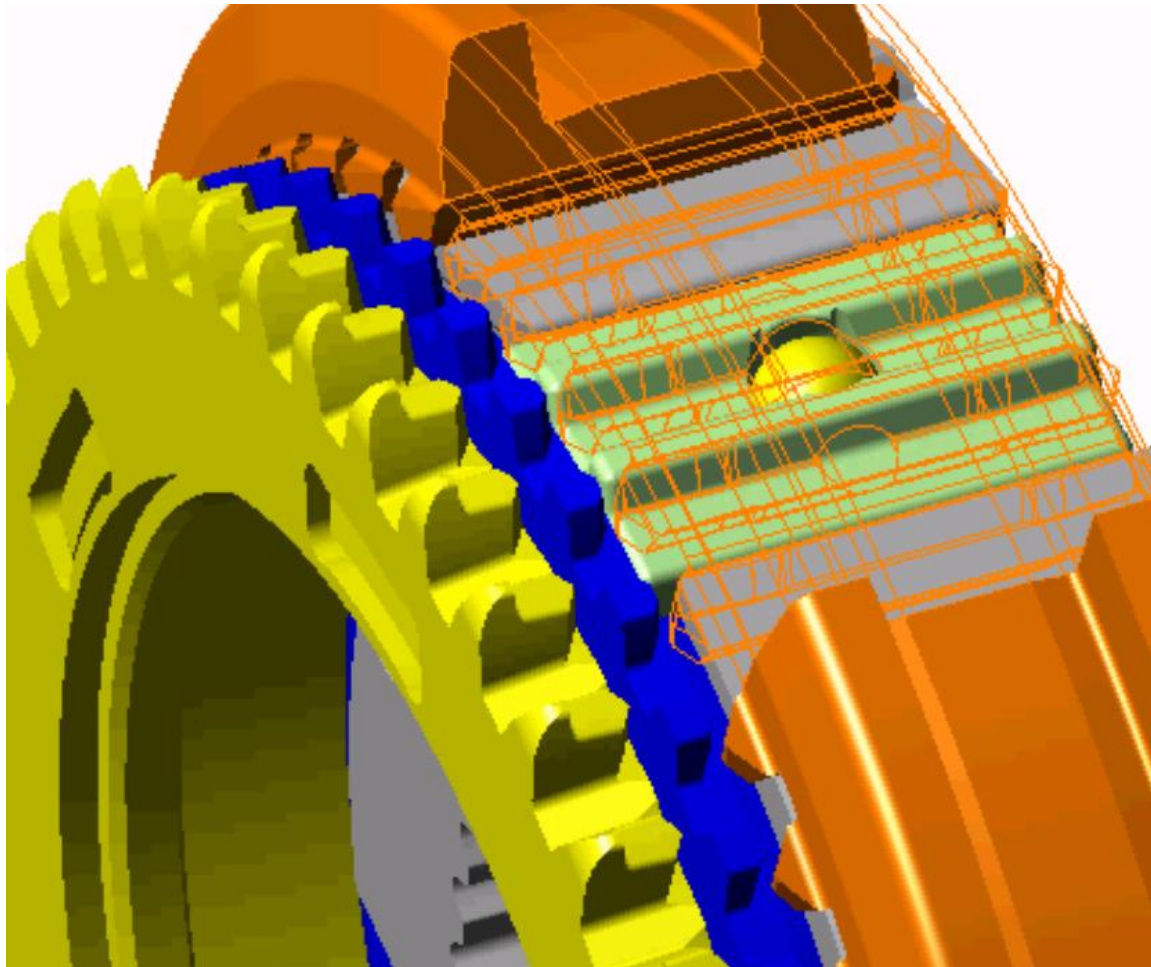
- Συγχρονιστές διπλού κώνου:



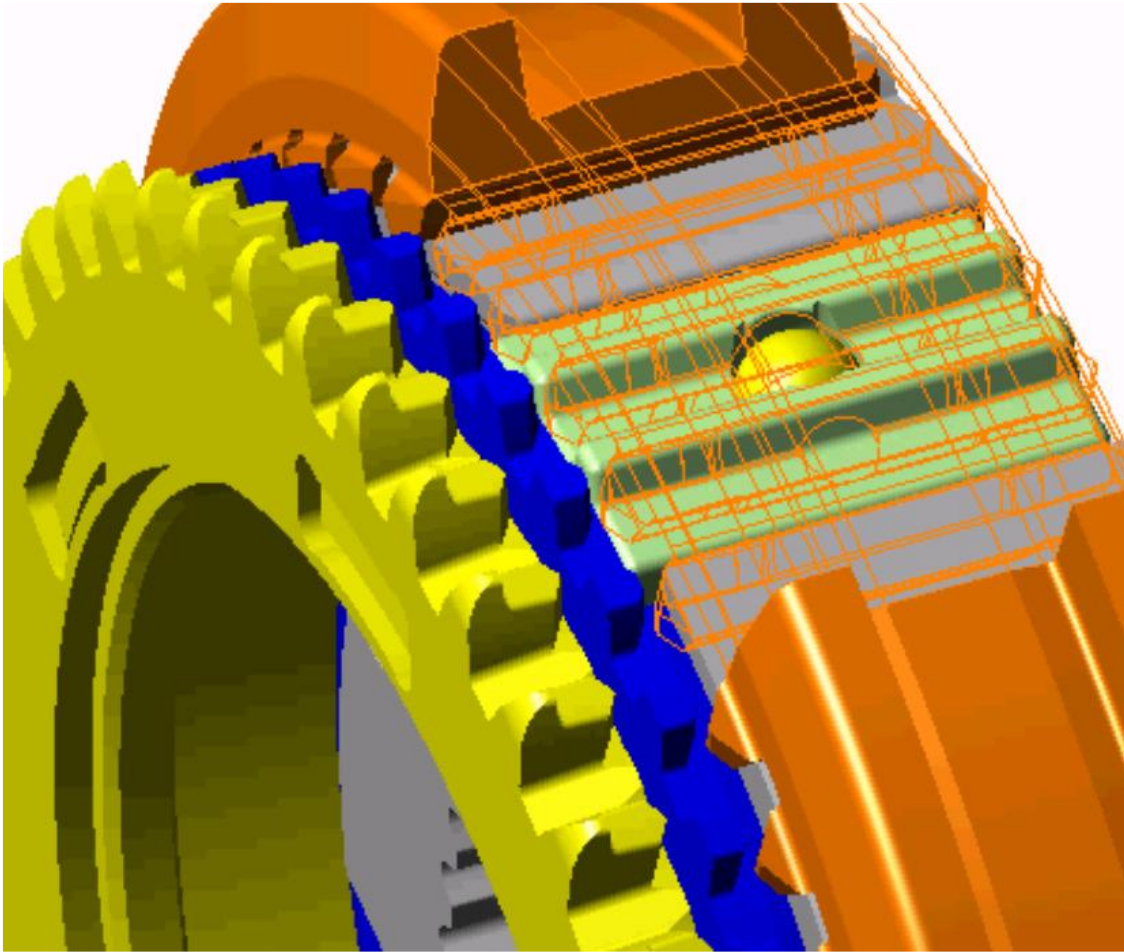
- Συγχρονιστές τριπλού κώνου:



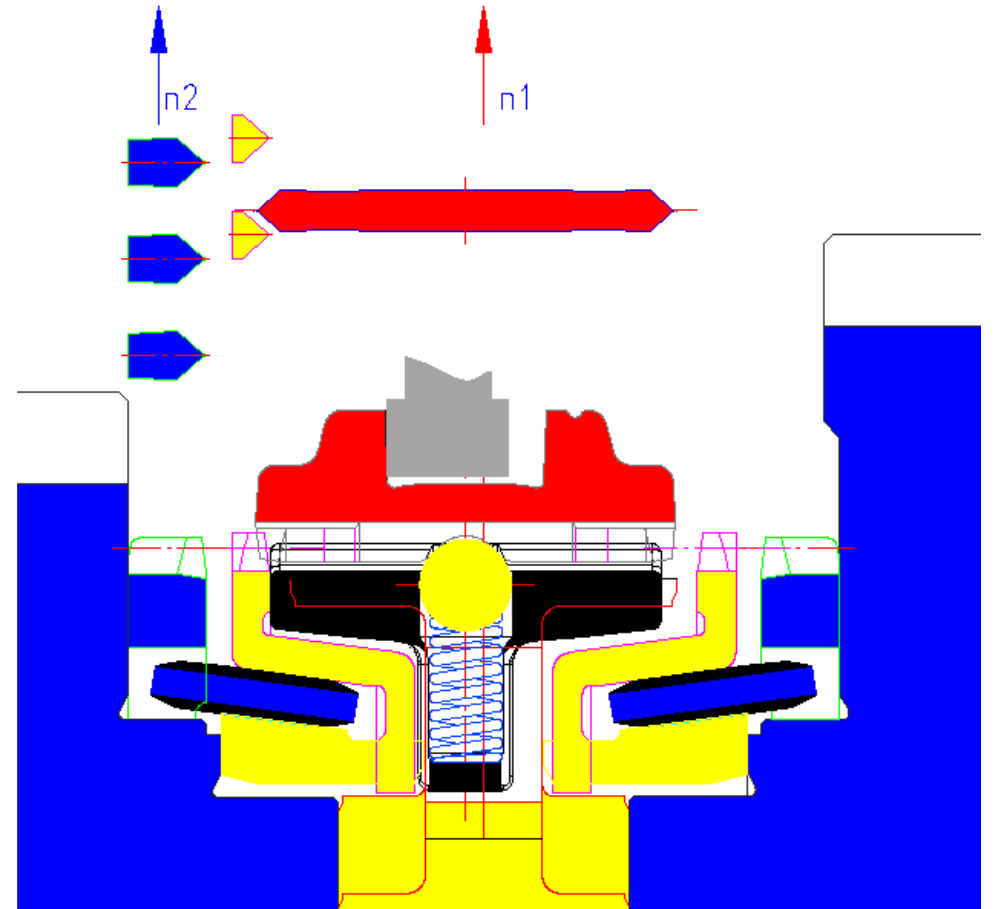
Λειτουργία συγχρονιστών : Η διαδικασία του συγχρονισμού ακολουθεί τα εξής βασικά βήματα:
Το χιτώνιο (sleeve) μετακινείται μέσω της φουρκέτας επιλογής προς το προς σύμπλεξη γρανάζι.
Όσο υπάρχει σχετική ταχύτητα περιστροφής μεταξύ του χιτωνίου/πλήμνης και του προς επιλογή γραναζιού δημιουργείται ροπή λόγω ανάπτυξης τριβής μεταξύ των εμπλεκόμενων κωνικών επιφανειών.
Όταν οι γωνιακές ταχύτητες εξισορροπηθούν οι κώνοι ολίσθησης μπορούν να μετακινηθούν περαιτέρω και τελικά να εμπλακούν οι όδοντες των πολυσφήνων μεταξύ του χιτωνίου και του γραναζιού.

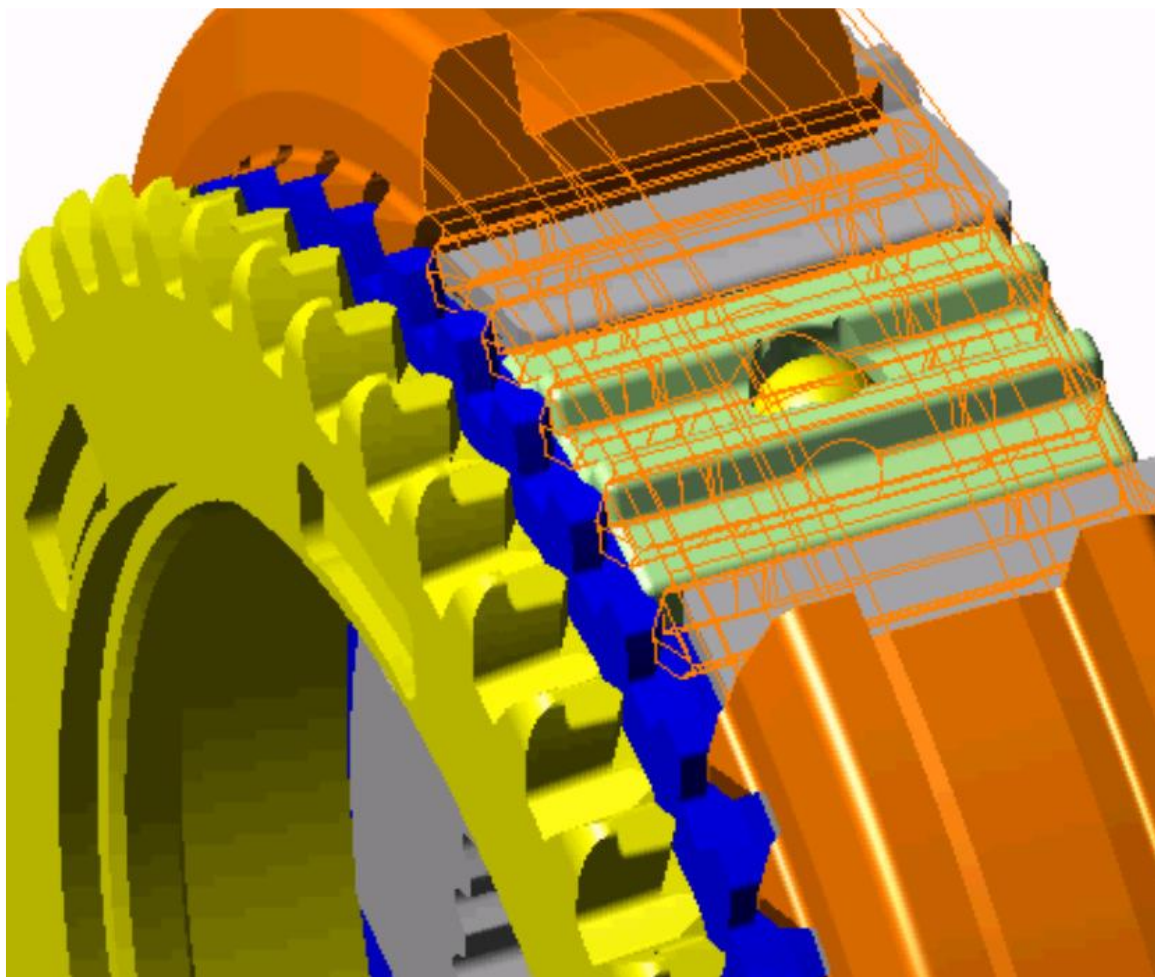


Ουδέτερη θέση

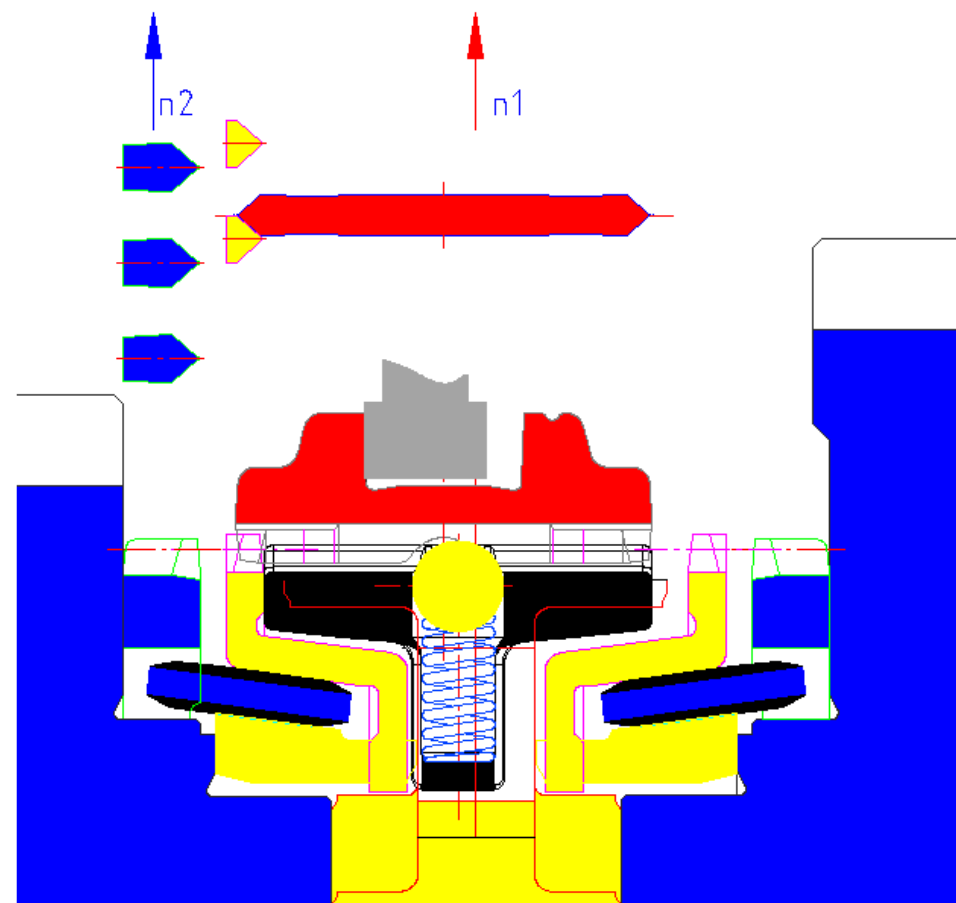


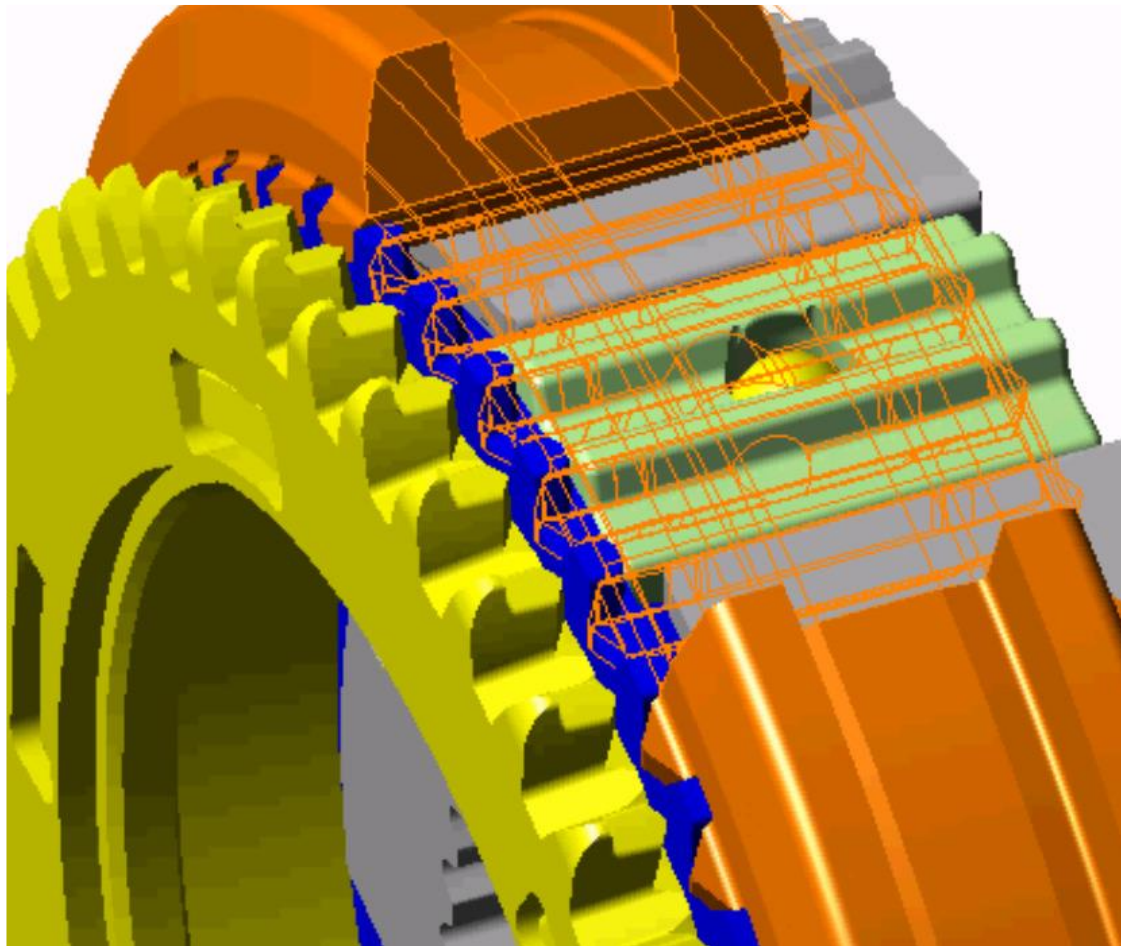
Αρχικό στάδιο συγχρονισμού



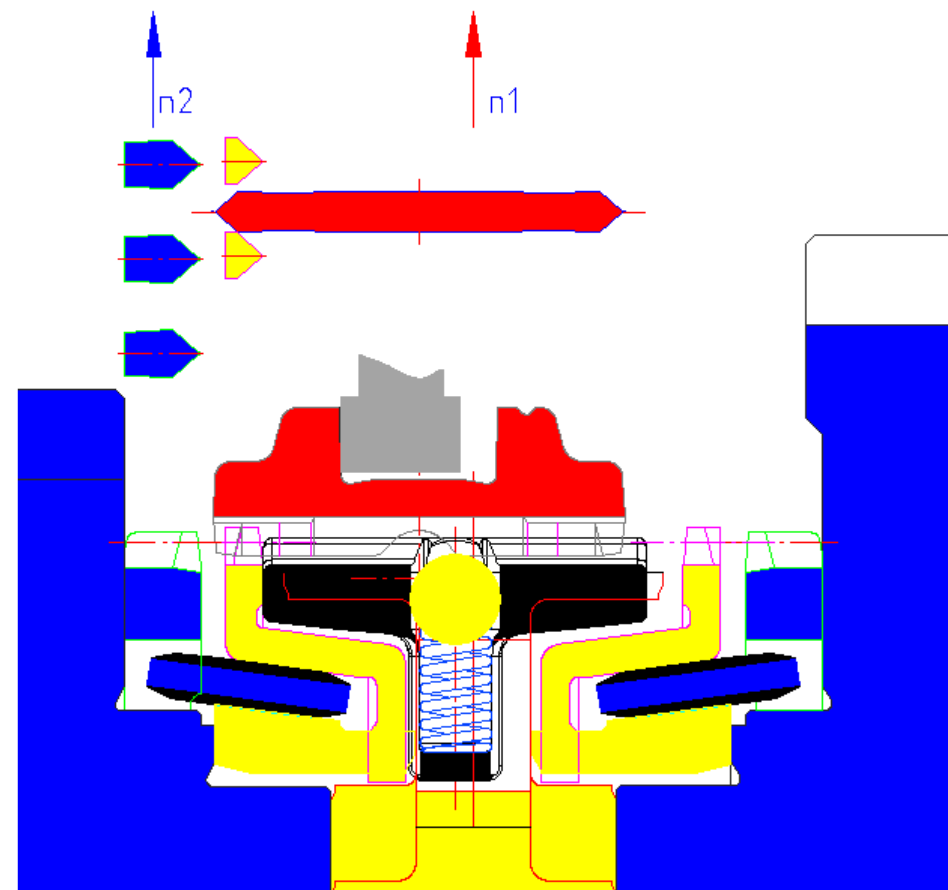


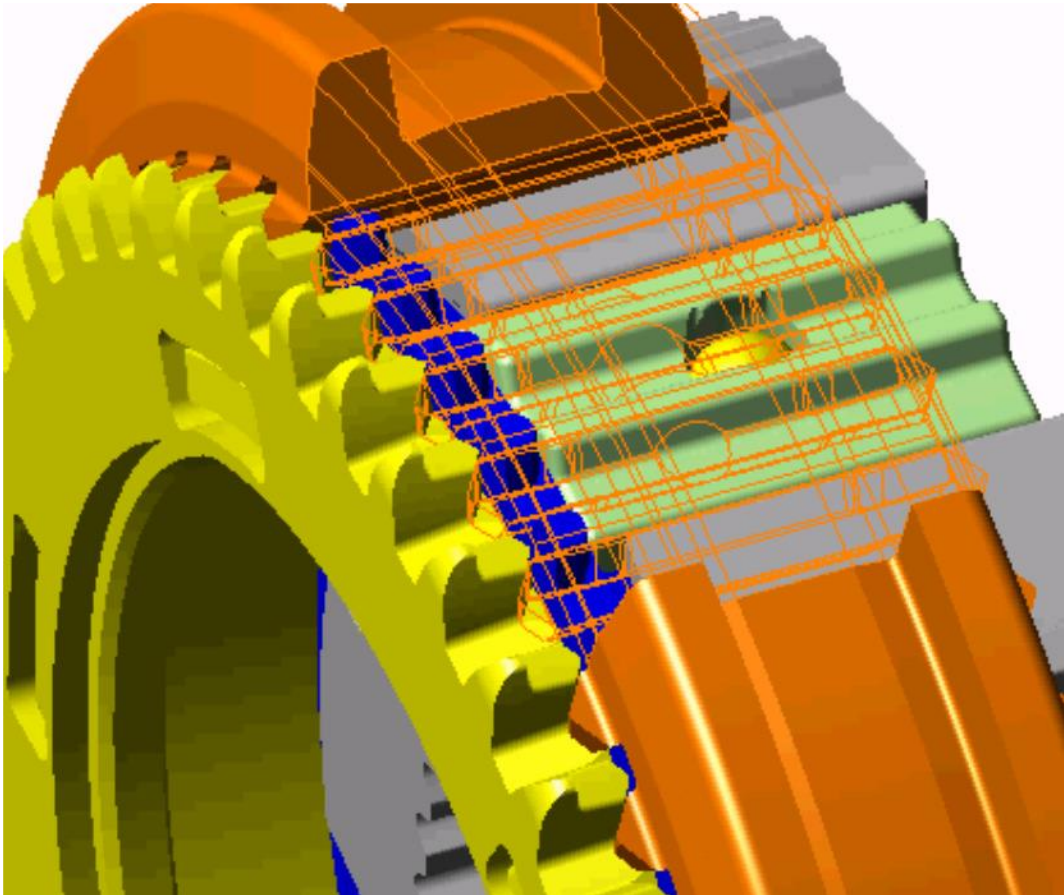
Συγχρονισμός



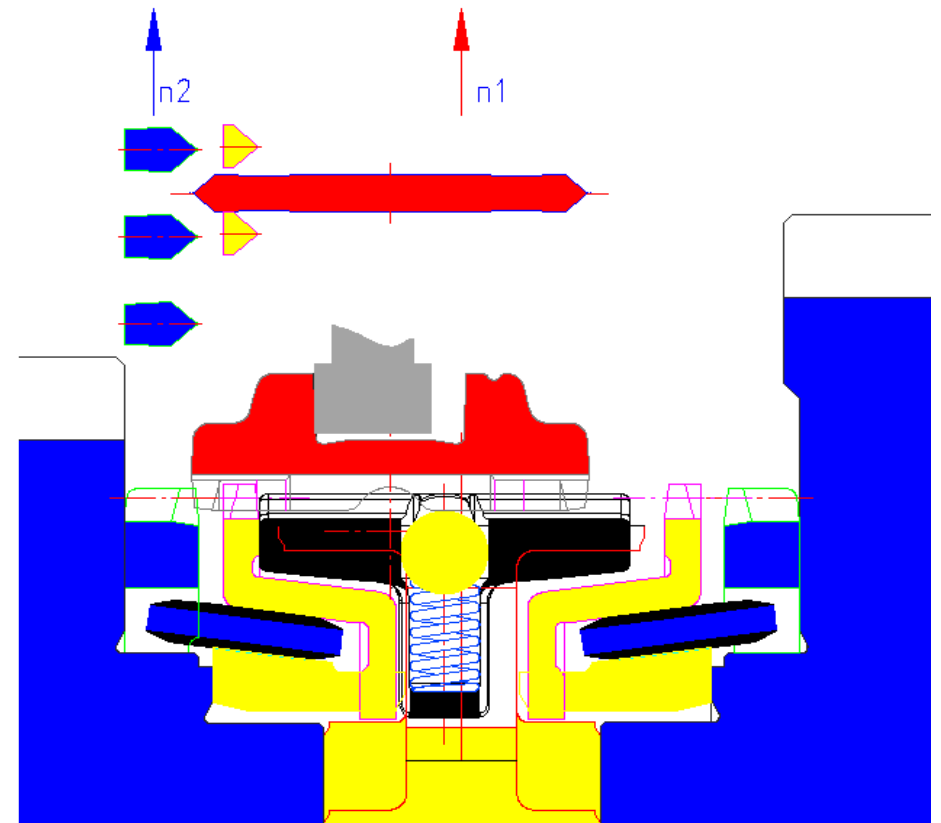


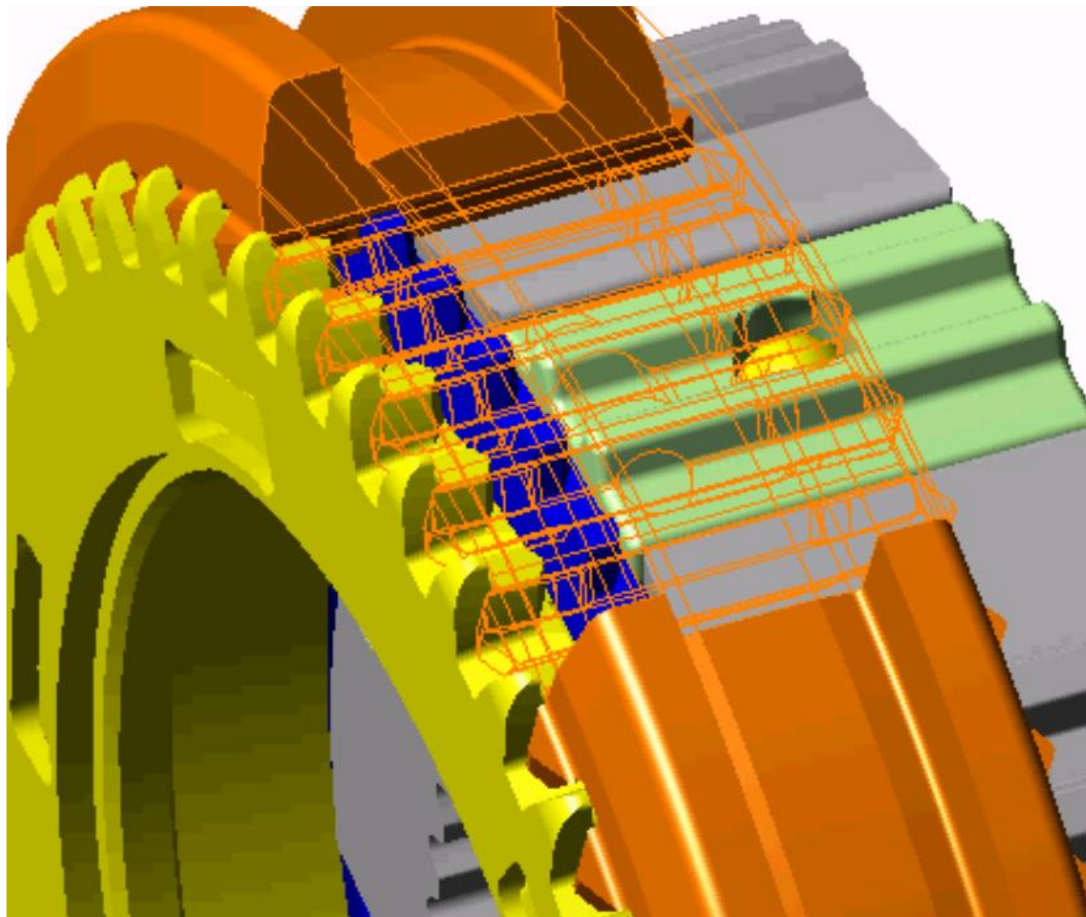
Εμπλοκή συγχρονιστή



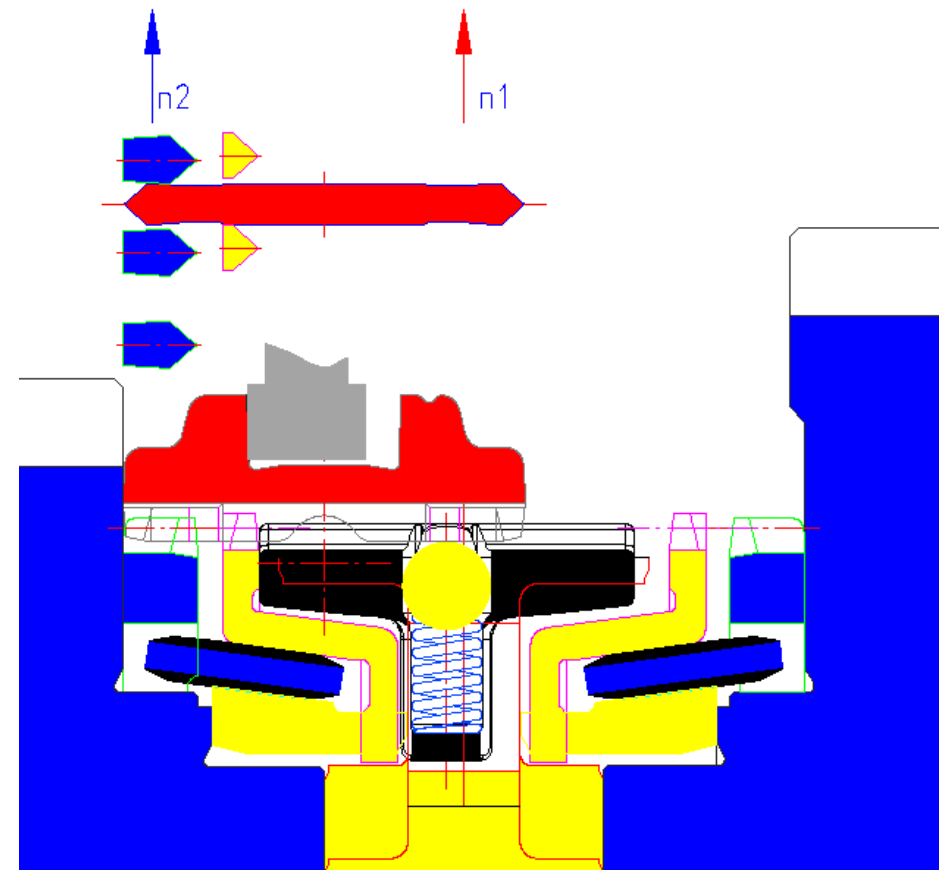


Έναρξη εμπλοκής ταχύτητας





Πλήρης εμπλοκή ταχύτητας



Υπολογισμός και διαστασιολόγηση συγχρονιστών: Ο υπολογισμός των επιμέρους εξαρτημάτων των συγχρονιστών πρέπει να λάβει υπόψη διάφορες παραμέτρους, όπως την απαίτηση μεταφερόμενης ροπής, τα διάφορα αδρανειακά φορτία, τις διαφορές περιστροφικών ταχυτήτων που πρέπει να συγχρονιστούν, τις χωροταξικές απαιτήσεις του μειωτήρα κ.α.

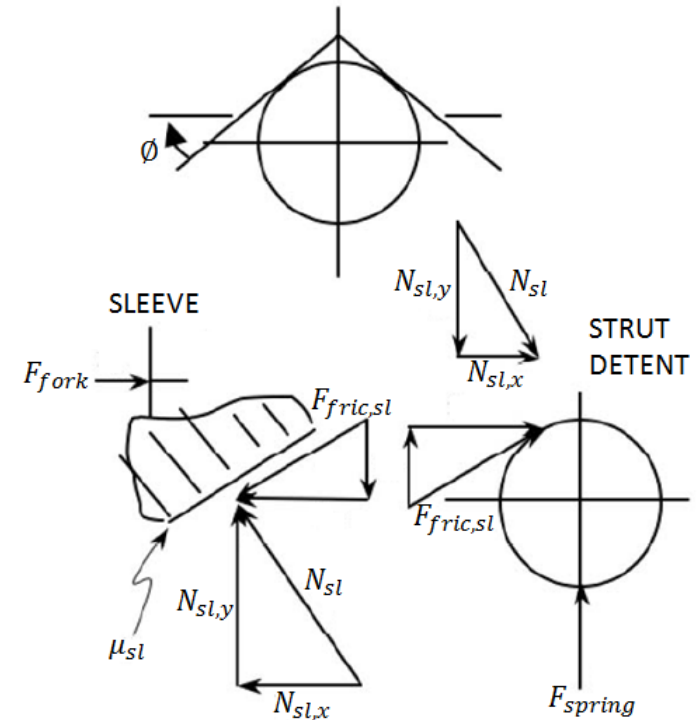
$$T_C = \frac{\mu_c F_{fork} R_c}{\sin \alpha_c}$$

Ροπή κώνων τριβής ή συγχρονισμού

$$F_{fork} = F_{spring} \frac{\mu_{sl} \cos \phi + \sin \phi}{\cos \phi - \mu_{sl} \sin \phi} = F_{spring} \frac{\mu_{sl} + \tan \phi}{1 - \mu_{sl} \tan \phi}$$

$$BTL = n_p \cdot F_{fork}$$

Φορτίο απελευθέρωσης



Δ.Ε.Σ. για την κατάσταση απελευθέρωσης

$$T_I = F_{fork} R_{sl} \frac{\cos \beta - \mu_s \sin \beta}{\sin \beta + \mu_s \cos \beta}$$

Ανθιστάμενη ροπή εμπλοκής

Συνθήκη εξασφάλισης εμπλοκής $T_c > T_i$

α : Γωνία κώνου συγχρονιστή

μ_c : Συντελεστής τριβής κωνικών επιφανειών

R_c : Μέση διάμετρος κώνων

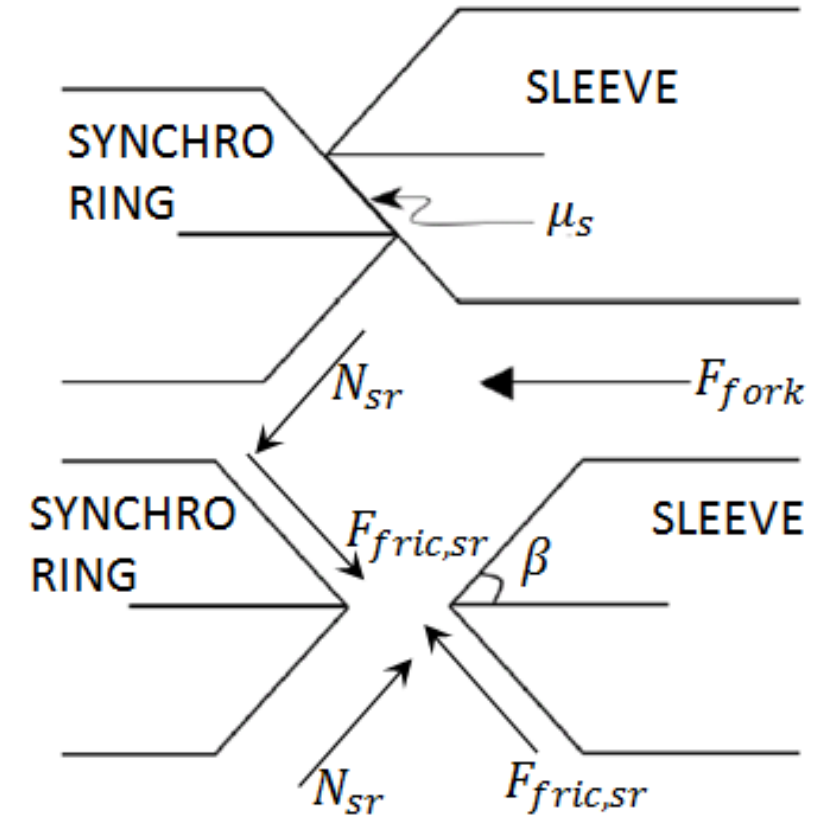
μ_{sl} : Συντελεστής τριβής ολίσθησης των επιφανειών

ϕ : Γωνία φωλιάς μπίλιας (plunger)

n_p : Αριθμός plunger

R_{sl} : Διάμετρος θέσης πολυσφηνών εμπλοκής

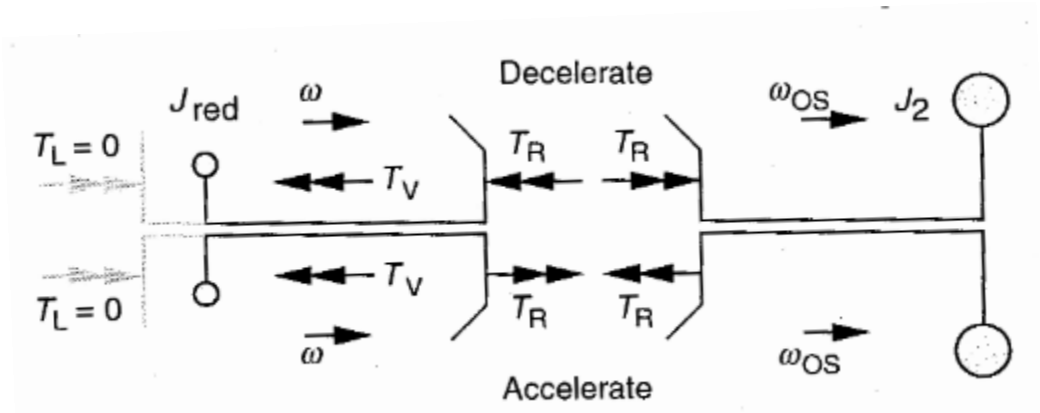
β : Γωνία κώνου (chamfer) πολυσφηνών



Δ.Ε.Σ. για την ανθιστάμενη ροπή εμπλοκής

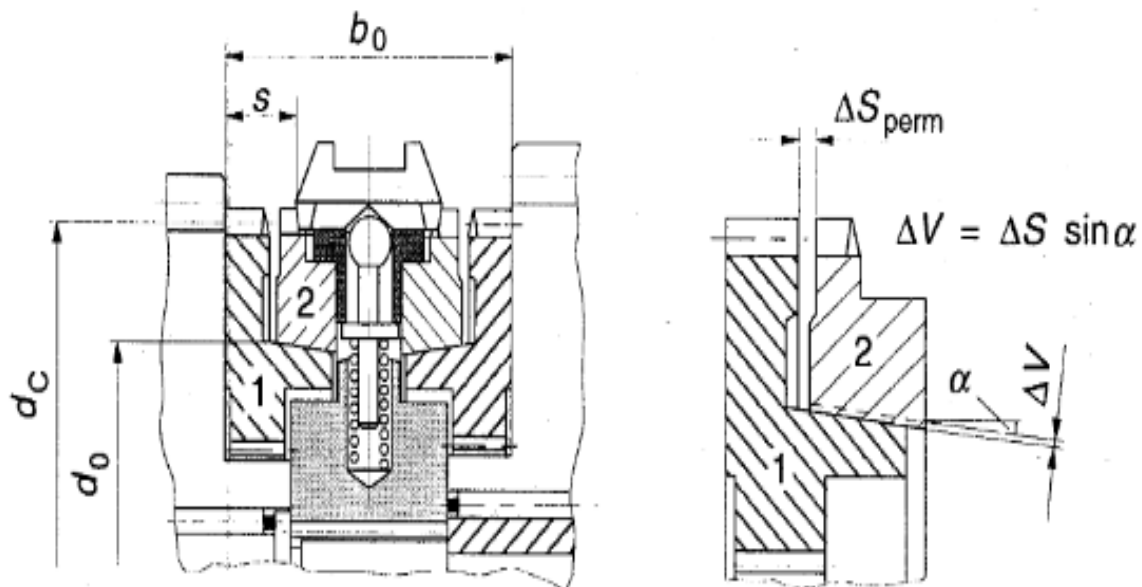
$$\mu_c \leq \tan \alpha_c$$

Συνθήκη ελάχιστης γωνίας κώνου συγχρονιστή
για εξασφάλιση αυτο-απελευθέρωσης



Ισορροπία ροπών συγχρονιστή

$$T_L + \frac{d\omega}{dt} J_{red} + T_V + T_R = 0$$



Dimensions. b_0 Overall pack length; d_0 Nominal diameter; d_C Clutch diameter; ΔS Wear path; ΔS_{perm} Permissible wear path incl. clearance; s Shift stroke at the gearshift sleeve; ΔV Wear at the synchroniser ring; α Taper angle

Reference values	Coefficient of friction μ	Permissible friction speed $v = \Delta\omega_i \frac{d}{2}$	Specific frictional work $W_A = \frac{ W }{A_R}$	Specific frictional power $P_A = \frac{ P_m }{A_R}$	Contact pressure $p_{R,i} = \frac{ F_n }{A_{R,i}}$
		v_{perm} (m/s)	$W_{A, \text{perm}}$ (J/mm ²)	$P_{A, \text{perm}}$ (W/mm ²)	$p_{R, \text{perm}}$ (N/mm ²)
Steel/ spec. brass	0.08–0.12	5	0.09	0.45	3
Steel/mo- lybdenum	0.08–0.12	7	0.53	0.84	6

