

TP3 : Synchronisation

Introduction :

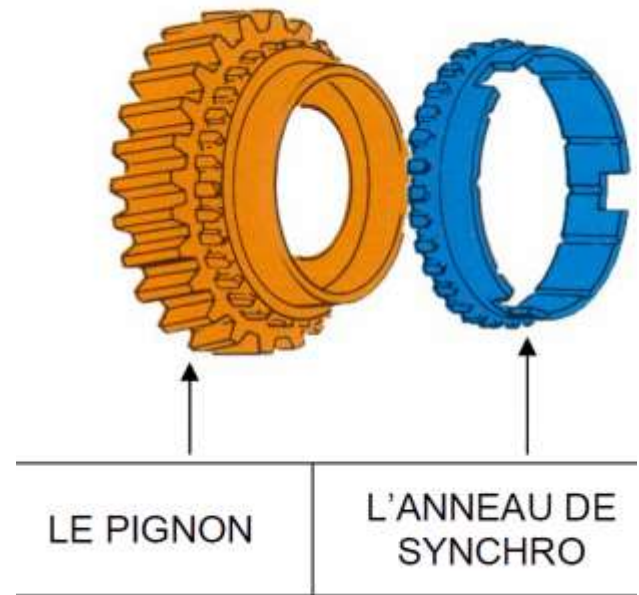
Au moment de l'engagement d'un rapport sur une boîte de vitesse manuelle, le conducteur exerce un effort modéré sur le levier permettant la synchronisation de la vitesse du pignon fou et de l'arbre primaire.

Compte tenu de la situation de conduite, le temps de synchronisation et donc l'effort sur le levier d'engagement doit être adapté...

Objectifs :

Caractériser la relation entre l'effort d'engagement et le temps de synchronisation.

Valider le modèle en simulation sous méca3D.



Travail à réaliser :

1 Cinématique du changement de rapport

En conditions normales d'accélération le module de robotisation passe au rapport suivant à 2500 tr/min, puis en décélération rétrograde à 1500 tr/min. Avant d'engager le nouveau rapport, la vitesse de rotation de l'arbre primaire doit être adaptée : c'est le rôle du mécanisme de synchronisation dont le principe de fonctionnement est décrit dans le document « DT4 : Synchronisation ».

Question 1 : Tracer la courbe de régime en accélération (0 – 130km/h) et en décélération (130– 0 km/h) sur le document réponses « DR1 : Etagement des rapports ».

Le véhicule accélère en 1^{ère} et le calculateur ordonne le changement de rapport « 1^{ère} → 2^{nde} » à 3000 tr/min correspondant à une vitesse d'environ 24 km/h.

Question 2 : Calculer la vitesse de rotation relative du pignon fou de 2^{nde} par rapport à l'arbre secondaire au moment de l'engagement du rapport 2. Conclure quant à la nécessité de la synchronisation des vitesses.

Question 3 : Déterminer à partir des courbes tracées précédemment le régime moteur initial (rapport 1 engagé) et le régime moteur final (rapport 2 engagé). En déduire les vitesses de rotation initiale et finale de l'arbre primaire et sa décélération au cours de la synchronisation.

Un brevet déposé par le groupe PSA en 2008 stipule la manière dont le temps de synchronisation doit être adapté au régime initial et à la charge moteur (position de la pédale d'accélérateur), mais doit être indépendant des rapports de transmission :

Régime initial de passage [Tr/min]	Temps de synchronisation (Ts) [ms]	Enfoncement pédale [%]	Temps de synchronisation (Ts) [ms]
3000	100	10	100
4000	80	20	80
5000	70	30	70
6000	60	40	60

2 Effort d'engagement

Question 4 : Démontrer la relation entre l'effort d'engagement F_{eng} exercé par le baladeur sur l'anneau de synchronisation et le couple de synchronisation C_{syn} exercé par la bague de synchronisation sur le pignon (compléter le document « DR2 : Relation Effort – Couple... »).

On note respectivement r_{bi} et r_{bf} les rapports de boîte initial et final, J_{ap} le moment d'inertie équivalent de l'arbre primaire, f le coefficient de frottement entre l'anneau de synchronisation et le pignon, r_m le rayon moyen et α l'angle de conicité de l'anneau de synchronisation.

Les équations d'équilibre de l'anneau de synchronisation nous donnent :

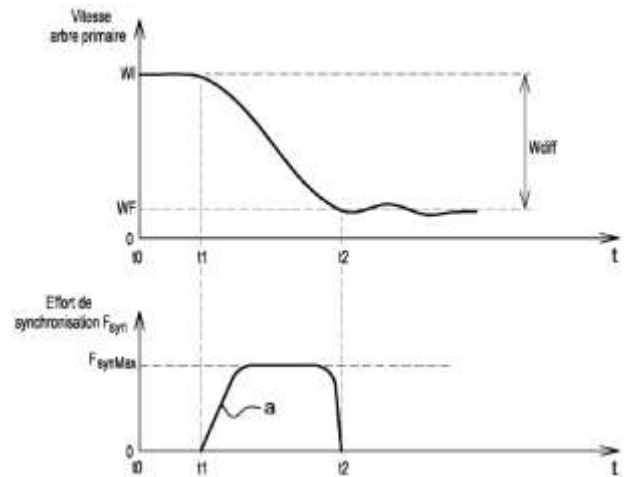
$$C_{syn} = \frac{r_m \cdot f \cdot F_{eng}}{\sin \alpha}$$

AN : $f = 0,25$, $r_m = 27 \text{ mm}$ et $\alpha = 7^\circ$

Le principe fondamental de la dynamique (équation du moment sur l'axe) appliqué à l'arbre primaire donne la relation suivante :

$$J_{ap} \cdot \frac{d\omega}{dt} = r_{bf} \cdot C_{syn}$$

AN : $J_{ap} = 0,036 \text{ kg.m}^2$, $r_{bf} = 19/40$



Question 5 : Exprimer l'effort d'engagement $F_{eng} = F_{engMax}$ supposé constant en fonction du temps de synchronisation $T_s = t_2 - t_1$ voulu au passage 1 → 2. Faire l'application numérique et commenter.

3 Simulation de la synchronisation sous Méca3D

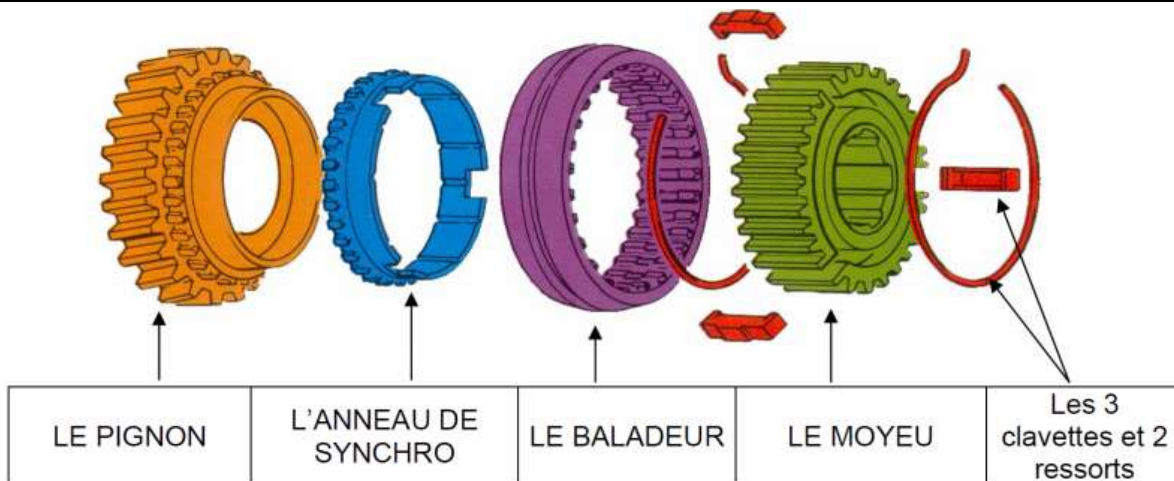
Charger l'assemblage Solidworks « Modèles/Maquette.SW-MK3D/BVR PA 6.SLDASM » :

- Vérifier les paramètres de la simulation conformément au résultat précédent
- Lancer le calcul
- Créer les courbes jugées utiles pour déterminer le temps de synchronisation



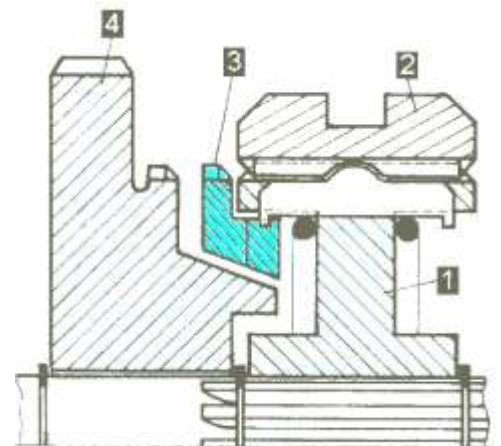
Question 6 : A partir de courbes extraites de la simulation, montrer que la synchronisation est atteinte pour un temps conforme aux objectifs du constructeur.

Annexe 1 : Principe de la synchronisation



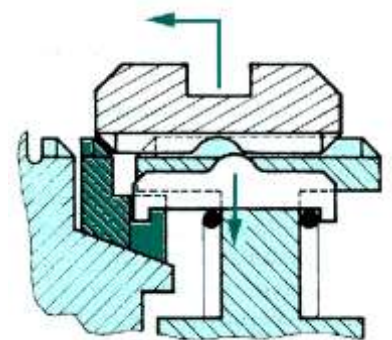
Point mort (repos) :

- Le baladeur 2 est indexé sur le moyeu 1 en position milieu par les clavettes et ressorts.
- L'anneau de synchronisation 3 est écarté du pignon fou 4.
- Les ergots de l'anneau 3 sont engagés dans les créneaux du baladeur 2.
- Le pignon fou 4 est libre en rotation autour de l'arbre secondaire.



Synchronisation et interdiction :

- Les vitesses de rotation du moyeu 1 et du pignon fou 4 sont différentes.
- Le baladeur se déplace vers la gauche et pousse l'anneau de synchronisation par l'intermédiaire des clavettes contre le pignon fou.
- Entraîné par le pignon fou, l'anneau se décale et ses ergots ne sont plus en face des créneaux du baladeur : il y a interdiction de passer le rapport.
- Grâce au frottement de l'anneau de synchronisation, la vitesse du pignon fou rejoint progressivement celle du moyeu.



Crabotage :

- La vitesse du pignon fou est synchronisée avec celle du moyeu.
- Les ergots de l'anneau pénètrent à fond dans les créneaux du baladeur.
- Le baladeur est alors autorisé à poursuivre son mouvement et se crabote alors avec le pignon fou.
- Le rapport est ainsi engagé.

