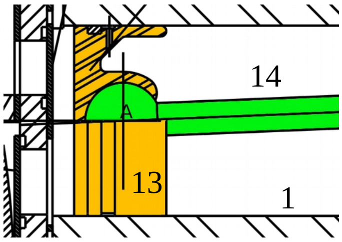
Exemples corrigés

Testez vos connaissances sur des exemples corrigés. Vous êtes invités, pour que l'exercice soit formateur, à proposer vos réponse aux questions avant de valider à l'aide du corrigé.

Liaison équivalente – association série



Cet exemple est extrait de la pompe de climatisation. On cherche à caractériser la liaison équivalente entre 1 (bâti blanc) et 14 (bielle verte). Le solide 13 (piston orange) est un solide intermédiaire.

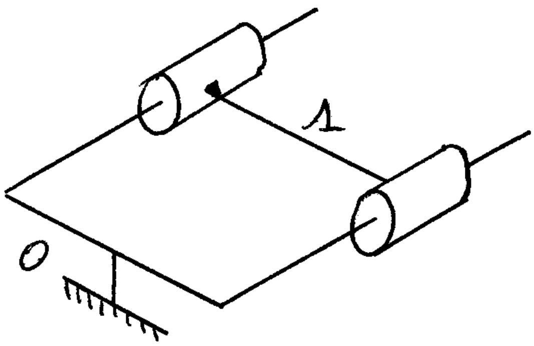
1. Par quel modèle de liaison peut-on modéliser le contact entre 1 et 13 ?
2. Par quel modèle de liaison peut-on modéliser le contact entre 13 et 14 ?
3. Quelle est la mobilité (utile) entre 1 et 14 ?
4. Quelle est la liaison équivalente entre 1 et 14 ?
5. Y a-t-il des mobilités internes à la liaison ?
6. L'assemblage 1-13-14 est-il hyperstatique ?

Proposez vos réponses avant de passer à la page suivante, puis comparez au corrigé.

Correction :

1. Le contact entre 1 et 13 est un contact cylindre-cylindre, autorisant une rotation autour de l'axe horizontal et une translation horizontale, et peut donc être modélisé par une liaison pivot glissant.
2. Le contact entre 13 et 14 est un contact sphérique, autorisant toutes les rotations mais aucune translation en son centre. Il peut donc être modélisé par une liaison sphérique.
3. Les mobilités utiles entre 1 et 14 sont les trois rotations et la translation suivant l'axe du cylindre. Donc mu=4.
4. La liaison équivalente est une liaison sphère-cylindre, qui autorise les 4 mouvements indiqués.
5. Il existe une mobilité interne : si on bloque 14 par rapport au bâti 1, la pièce 13 peut encore tourner sur elle même suivant l'axe du cylindre, car ce mouvement est permis par les deux liaisons. Donc mi=1.
6. Il n'y a pas d'hyperstatisme car les liaisons sont en série et ne forme pas de boucle : il ne peut donc pas y avoir de contraintes de montage.

Liaison équivalente – association parallèle



Deux solides sont en liaison par l'intermédiaire de deux liaisons pivot-glissant.

1. Quel est le nombre cyclomatique de l'assemblage ?
2. Quelle est la mobilité ?
3. Calculer l'hyperstatisme de l'assemblage.
4. Quelle est la liaison équivalente ?

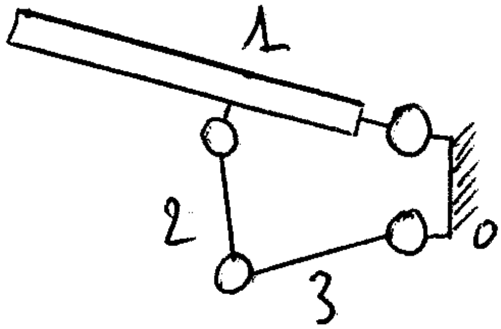
Proposez vos réponses avant de passer à la page suivante, puis comparez au corrigé.

Correction :

1. L'assemblage présente une boucle, donc n=1.
2. La mobilité est de m=1 : une translation possible de 1 par rapport à 0.
3. Par une approche cinématique (celle au programme), une boucle conduit à 6 équations, dont h seront trivialement vérifiées, 6-h correspondant au rang du système. Ce rang est égal aux nombres d'inconnues cinématiques retranché de celle qu'il est possible de choisir, soit Ic-m. D'où la relation 6n-h=Ic-m, ce qui permet de déduire h=6n-Ic+m. Il y a deux inconnues cinématiques par liaison, soit Ic=4 et h=6-4+1=3. Le système est hyperstatique de degré 3. Par une approche statique (hors programme en toute rigueur), h=Is-6(S-1)+m où il y a deux solides (S=2), et 4 inconnues par liaisons pivot-glissante (Is=8), d'où h=3.
4. La liaison équivalente est une glissière.

Ouvre portail

Un ouvre portail est modélisé par le schéma cinématique ci-dessous.



La liaison entre 0 et 3 est motorisée et permet de commander l'ouverture et la fermeture du portail.
Les calculs seront fait pour un modèle en 3 dimensions jusqu'à la question 5.

1. Quel est le nombre cyclomatique de l'assemblage ?
2. Quelle est la mobilité ?
3. Combien d'inconnues cinématiques sont présentes ?
4. Calculer l'hyperstatisme de l'assemblage.
5. Refaire le calcul d'hyperstatisme en hypothèse plane

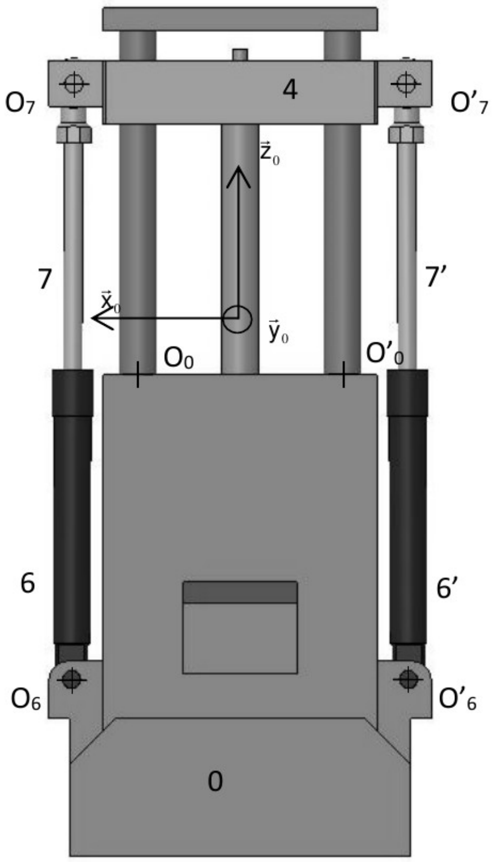
Proposez vos réponses avant de passer à la page suivante, puis comparez au corrigé.

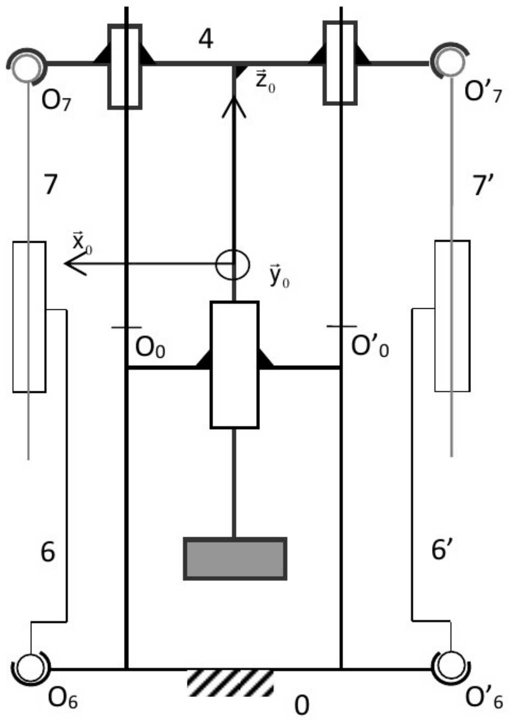
Correction :

1. Le mécanisme présente une boucle donc n=1.
2. La mobilité est de m=1 car si le moteur est bloqué, l'ensemble est immobile.
3. Quatre liaisons pivots conduisent à Ic=4 inconnues cinématiques.
4. Une boucle donc système de 6 équations et de rang 6-h. 4 inconnues dont une seule peut-être arbitrairement choisie (m=1) donc 6-h=Ic-m, soit h=3.
5. Dans le cas d'un modèle plan, la mobilité est toujours égale à m=1, Ic est aussi égal à 4. Une boucle conduit à 3 équations dans le plan, soit 3-h=Ic-m, soit h=0.

Mélangeur à rotor interne

Un mélangeur à rotor interne (coucours E3A 2013) est modélisé par le schéma ci-dessous.





1. Quel est le nombre cyclomatique de l'assemblage ?
2. Quelle est la mobilité utile ?
3. Quelle est la mobilité interne ?
4. Combien d'inconnues cinématiques sont présentes ?
5. Calculer l'hyperstatisme de l'assemblage.
6. Refaire le calcul d'hyperstatisme en hypothèse plane

Proposez vos réponses avant de passer à la page suivante, puis comparez au corrigé.

Correction :

1. Il n'est pas si simple d'identifier le nombre de boucle dans ce cas. Il faut pour cela soit tracer un rapide graphe de structure, soit utiliser la relation n=N-S+1=9-6+1=4.
2. Il n'y a qu'une mobilité utile, de montée ou descente de l a pièce 4 : mu=1.
3. Les deux vérins peuvent tourner sur eux même car ils sont en liaison sphérique de part et d'autre. La tige elle même est en pivot glissant par rapport au corps donc elle peut tourner indépendamment. Il y a donc un total de 4 mobilités interne : mi=4. La mobilité globale est alors m=mu+mi=5.
4. 4 pivot glissant, 4 sphériques et une glissière conduisent à Ic=4x2+4x3+1=21.
5. Les n boucles conduisent à un système de 6n équations, de rang 6n-h. Ce système impose les Ic inconnues à l'exception des m paramètres qu'il est possible de fixer arbitrairement, soit 6n-h=Ic-m. On en déduit h=6n-Ic+m=6x4-21+5=8. C'est un hyperstatisme très important.
6. Dans le cas plan, n reste égal à 4, les mobilités internes disparaissent (ce sont des rotations dans le plan) et la mobilité utile reste : m=1. Les sphériques deviennent des pivots, les pivot-glissants deviennent des glissières donc Ic=4x1+4x1+1=9. D'où h=3x4-9+1=4. Le modèle plan reste hyperstatique.