



Samedi 9 avril 2022

OPTION : SCIENCES INDUSTRIELLES

MP / PC / PSI / PT / TSI

Durée : 2 heures

Conditions particulières

Calculatrice et documents interdits

Concours CPGE EPITA-IPSA-ESME
Épreuve de Sciences Industrielles

Entraînement du cycliste sur home trainer connecté

Durée : 2 heures

L'utilisation de calculatrices est interdite. La consultation de documents est interdite.

Le sujet corrigé comporte 5 pages.

Présentation

Les confinements, le mauvais temps, ou un besoin d'entraînement ciblé poussent les cyclistes amateurs ou professionnels à s'entraîner en salle. Des solutions en termes de home trainer connectés existent et donnent toujours plus de sensations voisines d'un entraînement sur route aux cyclistes.

Ainsi, en installant son propre vélo sur le home trainer, et en le connectant à une tablette ou un ordinateur (Figure 1 et Figure 2), l'utilisateur peut bénéficier d'une expérience de simulation de cyclisme sur route. L'utilisateur peut choisir un parcours d'une route réelle et le home trainer ajuste la résistance à la cassette arrière compte tenu des pentes du parcours choisi.

Le home trainer est constitué d'un socle sur lequel l'utilisateur attache son vélo, d'une cassette identique à celle d'un vélo, d'un volant d'inertie (masse en rotation), d'un frein électromagnétique et d'une carte électronique de commande.



Figure 1 : Disposition d'un home trainer connecté

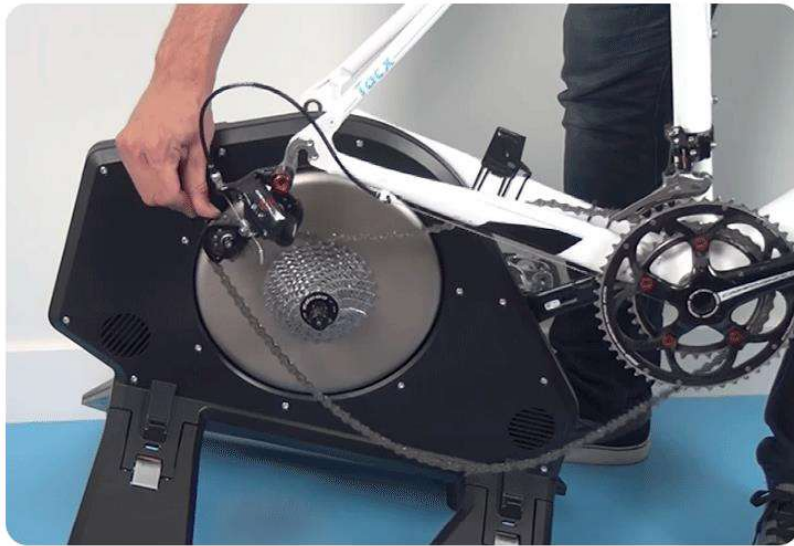


Figure 2 : installation d'un vélo sur un home trainer connecté

Le cahier des charges de ce genre de produits est donné ci-dessous.

Fonction	Critère	Niveau
Permettre l'entraînement par un vélo	Transmission directe	
Simuler la résistance à l'avance	Puissance de résistance	2200 W
Simuler la pente	Simulation de pente	Entre +25% et -10%
Mesurer la puissance fournie par le cycliste	Précision de la mesure	+/- 1%
Mesurer la cadence de pédalage		
Encaisser le poids du cycliste et de son vélo	Masse maximale du cycliste et de son vélo	125 kg
Proposer des sensations identiques à celles ressenties sur la route	Energie cinétique	Ecart de +/- 20% par rapport à l'énergie cinétique réelle du cycliste
Être alimenté en énergie	Tension électrique	Sinusoïdale 220V / 50Hz sur secteur
Communiquer	Protocoles de communication Bluetooth et Ant+	

On notera :

- Le torseur cinématique du solide i par rapport au solide j : $V_{i/j} = \{\vec{\Omega}_{i/j} | \vec{V}_{P,i/j}\}_P$ où $\vec{\Omega}_{i/j}$ représente le vecteur taux de rotation du solide i par rapport au solide j et $\vec{V}_{P,i/j}$ le vecteur vitesse du point P dans le mouvement du solide i par rapport au solide j .
- Le torseur de l'action mécanique du solide i sur le solide j : $T_{i \rightarrow j} = \{\vec{R}_{i \rightarrow j} | \vec{M}_{P,i \rightarrow j}\}_P$ où $\vec{R}_{i \rightarrow j}$ représente la résultante de l'action mécanique du solide i sur le solide j et $\vec{M}_{P,i \rightarrow j}$ le moment en P de l'action mécanique du solide i sur le solide j .

Partie I : Vérification du cahier des charges

Objectif : L'objectif de cette partie est de vérifier les données du cahier des charges en termes de vitesse, de puissance que doit dissiper le home trainer et d'énergie cinétique.

Vitesse de rotation de la cassette

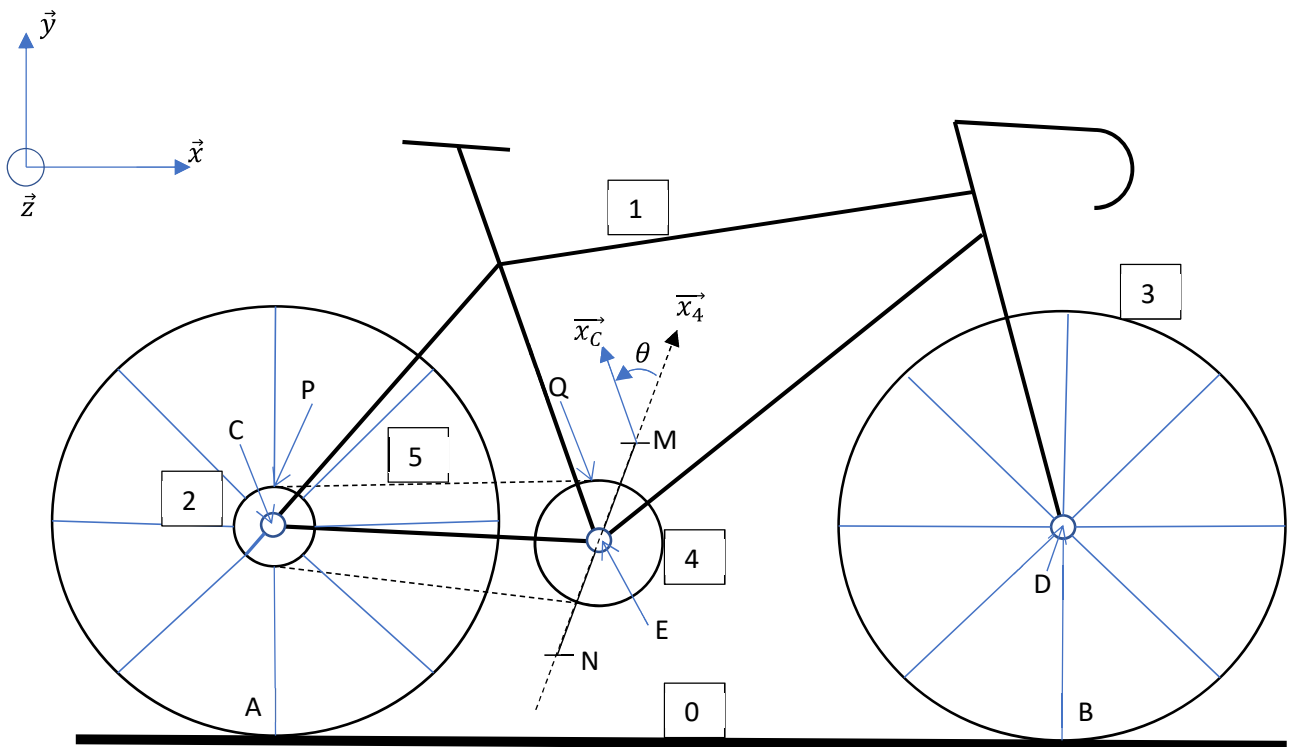


Figure 3 : Notations et paramétrages

On considère dans un premier temps un cycliste et son vélo roulant en translation rectiligne uniforme à une vitesse V de 50 km/h par rapport au sol 0 suivant la direction \vec{x} .

Le vélo est constitué de différents solides :

- un cadre 1 ,
- une roue arrière 2 encastrée sur une cassette (pignon),
- une roue avant 3,
- un pédalier 4.

Les roues 2 et 3 ont un diamètre de $D = 68$ cm.

Une chaîne 5 déformable est enroulée d'une part sur le pédalier et d'autre part sur la cassette. Elle transmet la puissance du pédalier à la cassette. Le pédalier possède $Z_p = 50$ dents et la cassette possède $Z_c = 12$ dents. Cette chaîne est inextensible entre les points d'enroulements P (cassette) et Q (pédalier).

Le rayon des manivelles sur le pédalier est noté $R_p = EM = EN = 17$ cm.

Liaisons :

- les roues avant 3 et arrière 2 sont posées sur le sol 0 aux points B et A. On supposera qu'il y a roulement sans glissement entre la roue 2 (respectivement 3) et le sol 0 au point A (respectivement B) ;
- le cadre 1 et la roue arrière 2 sont en liaison pivot d'axe (C, \vec{z}) ;
- le cadre 1 et la roue avant 3 sont en liaison pivot d'axe (D, \vec{z}) ;
- le cadre 1 et le pédalier 4 sont en liaison pivot d'axe (E, \vec{z}) .