

Projet Mécatronique

Notice de calcul



CHAIRE
MOD
Maintien @ Domicile

École
d'ingénieurs
ensibos:
Université Bretagne Sud

Heude Matthieu

Simon Yann

01/12/2023

Table des matières

Table des figures.....	1
Introduction.....	2
Présentation de la pièce.....	4
Partie I - Calcul d'effort sur le pignon	5
Effort radial maximal.....	5
Détermination de l'effort	6
Conclusion	6
Partie II – Étude élément finis	7
Modèle élément finis.....	7
Type de problème	7
Symétrie et simplification	7
Caractéristiques matériaux	7
Résolution	7
Conditions aux limites et chargements.....	8
Maillage.....	8
Résultats	8
Conclusion	8
Conclusion de l'étude	8

Table des figures

Figure 1 : Pignons sous-dimensionnés	2
Figure 2 : Roue synchrone 2 GT.....	3
Figure 3 : Moteur Dynamixel.....	3
Figure 4 : Pièce interface entre pignon et moteur	4
Figure 5 : Effort maximal supporté par le moteur.....	5
Figure 6 : Mesure de la tension de la courroie.....	6

Introduction

Le bras manipulateur de la chaire Maintien à Domicile fait l'objet d'un projet de 5^e année en mécatronique. En effet, ce bras est sujet à des réparations dont le but est de le rendre opérationnel pour exécuter des programmes et réaliser des scénarios où ce bras assiste une personne à mobilité réduite dans des tâches quotidiennes (comme la cuisine).

Le principal problème de ce bras est le sous-dimensionnement de quelques parties qui ont fini par être déformées plastiquement voire cassées comme c'est le cas des pignons sur la Figure 1.



Figure 1 : Pignons sous-dimensionnés

Ces pignons sont pourtant essentiels dans le fonctionnement du robot, car ils permettent le mouvement des différentes articulations de ce dernier par l'intermédiaire de courroies 2 GT liées aux articulations et aux moteurs. C'est pourquoi nous avons décidé d'opter pour des pignons en métal (Figure 2.) autrement appelé roue synchrone 2 GT compatible avec les courroies utilisées dans ce bras manipulateur.

NOTICE DE CALCUL

*Figure 2 : Roue synchrone 2 GT*

Or les moteurs du bras manipulateur sont des moteurs Dynamixel semblables à celui de la Figure 3 qui ne présente pas d'axe moteur pour lier la roue synchrone au moteur

*Figure 3 : Moteur Dynamixel*

Ainsi, il a été décidé de concevoir une interface, une pièce liant ces deux parties. Cependant pour se dispenser de faire de nouveau face aux problèmes de la Figure 1 ou encore pour éviter toute casse moteur, cette notice de calcul permet de comprendre l'intérêt de cette pièce interface, comment a-t-elle été conçue et la manière dont cette solution fait face à tous les problèmes ainsi qu'aux contraintes déjà présentes sur le bras manipulateur. Dans un premier temps, nous vous expliquerons la pièce en question puis nous réaliserons les calculs et les simulations nécessaires pour montrer la viabilité de cette solution.

Présentation de la pièce

La pièce modélisée est un élément qui fait l'interface entre une roue synchrone 2 GT (Figure 2) et un moteur Dynamixel avec une base (Figure 3). Cette pièce possède un trou permettant d'accueillir le pignon. Une roue synchrone possède des trous filetés afin d'y insérer une vis pouvant faire pression sur un axe. Ici, l'axe n'étant pas présent, nous utilisons ces trous pour lier la roue synchrone à cette pièce interface via des vis M4. Ensuite des trous traversant la pièce permettant via des vis M2,5 de se fixer à 4 trous sur les 8 que propose la base du moteur Dynamixel (Figure 4.).

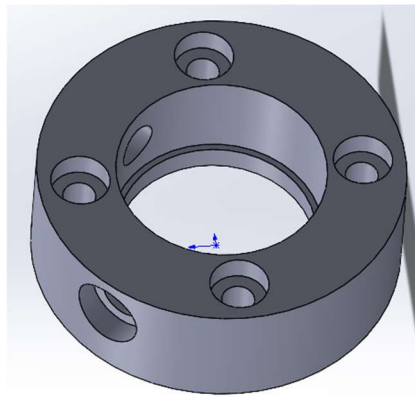


Figure 4 : Pièce interface entre pignon et moteur

Ainsi, dans cette configuration, le pignon est lié à la pièce et la pièce est liée au moteur par conséquent, nous sommes parvenus à lier le pignon au moteur. À première vue, le pignon en métal permet de solutionner le problème de casse des pignons face aux tensions des courroies. Reste à savoir si la pièce faisant l'interface peut également supporter ces efforts. Cette étude est disponible dans la [partie II](#). Il est aussi nécessaire de noter que les efforts peuvent être considérables pour le moteur. C'est d'autant plus le cas lorsque l'on déplace l'effort sur l'axe au plus loin du moteur. L'étude sur l'effort radiale est disponible dans la [partie I](#).

Partie I - Calcul d'effort sur le pignon

La détermination de l'effort radial et les limites du moteur est l'objectif de l'étude.

Effort radial maximal

D'après la documentation du moteur Dynamixel, l'effort maximal radial supporté est de 40 N à 10 mm de sa base comme décrit la Figure 5 : Effort maximal supporté par le moteur

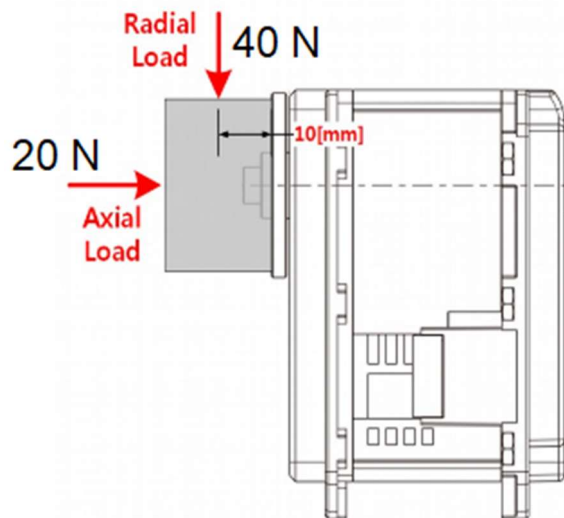


Figure 5 : Effort maximal supporté par le moteur

La tension de la courroie provoque une charge radiale appliquée à la poulie qui est reliée à ce moteur. Cet effort pouvait être supporté par le moteur Dynamixel, mais notre solution de pièce interface entre la poulie et le moteur (Figure 4.) rehausse la poulie et donc écarte le point d'application de l'effort radial de la base moteur. Le moment ainsi généré peut provoquer une casse-moteur car ce dernier ne serait pas en état de supporter un effort de même intensité sur une longueur plus grande. Ainsi, il est primordial de déterminer la nouvelle limite d'effort radiale à ne pas dépasser.

Soit $F_{R10} = 40 \text{ N}$, l'effort radial à $D_{R10} = 10 \text{ mm}$ de la base moteur

La pièce rehausse le point d'application de l'effort radial à $D_{R22} = 22 \text{ mm}$.

L'égalité des moments nous donne :

$$F_{R10} \times D_{R10} = F_{R22\max} \times D_{R22} \quad (1)$$

D'après l'équation (1), l'effort maximal supporté à 22 mm de la base moteur est de 18,2 N

Détermination de l'effort

Le calcul de l'effort maximal a donné que la tension de courroie ne devait pas excéder les 18,2 N pour éviter la casse-moteur.

Pour s'assurer de cela, nous en sommes venus à mesurer la tension de la courroie à l'aide d'un dynamomètre. Nous avons retiré le moteur puis placé sur la courroie, le dynamomètre. Ensuite, nous avons tendu la courroie au même niveau que la poulie (voir Figure 6.).



Figure 6 : Mesure de la tension de la courroie

La tension affichée sur le dynamomètre montre un effort d'environ 1 kg. De là, nous pouvons estimer l'effort radial sur la poulie :

$$F_{R22} = 1,5 \times 9,81 = 14,7 \text{ N}$$

D'après les résultats de la partie précédente, nous avons :

$$F_{R22} < F_{maxR22}$$

Conclusion

Dans cette première partie, l'effort radial maximal à prendre en compte a été revu en fonction de la solution apportée aux problèmes de sous-dimensionnement (voir Figure 1). Nous pouvons dire que l'effort de tension de la courroie reste inférieur à cette nouvelle limite assurant que le moteur ne cédera pas face à l'effort radial exercé.

Partie II – Étude élément finis

La détermination des contraintes au sein de la solution choisie est l'objectif de l'étude.

Modèle élément finis

Type de problème

Le modèle utilisé dans cette partie est la pièce modélisée en CAO dans son entièreté dont nous avons réalisé l'importation. Nous avons un modèle 3D déformable. La pièce est cylindrique de 28 mm de diamètre avec un trou de 16 mm de diamètre en son centre. La hauteur de cette pièce est de 9,5 mm et elle accueille 4 trous de vis pour se fixer sur le moteur ainsi que deux trous de vis plus important sur les côtés pour fixer la poulie (voir Figure 4.)

Symétrie et simplification

Sur cette pièce, il n'y a pas de plan ou d'axe de symétrie à exploiter pour simplifier le modèle.

Caractéristiques matériaux

Le matériau avec lequel la pièce a été fabriquée est un PLA avec un module d'Young de 935 MPa et une résistance élastique de 50 MPa.

Résolution

La résolution du calcul est statique, car nous nous plaçons dans une position de la pièce au cours de la rotation du moteur. Ainsi, il n'y a pas de mouvement. La réponse de ce calcul est linéaire, car nous nous plaçons dans le domaine des petites déformations.

Conditions aux limites et chargements

(Coming soon)

Maillage

(Coming soon)

Résultats

(Coming soon)

Conclusion

(Coming soon)

Conclusion de l'étude

(Coming soon)