

TRACER LA GÉOMÉTRIE D'UN RENVOI DE DIFFÉRENTIEL D'AILERON

Un guignol de différentiel est, bien sûr, le type de renvoi qui est couramment utilisé pour actionner des ailerons différentiels. Et les ailerons différentiels se déplacent davantage dans une direction que dans l'autre même si la course du manche est égale de chaque côté du neutre.

Un aileron ayant un débattement vers le haut deux fois supérieur à son débattement vers le bas, par exemple, fonctionne avec un différentiel de 2 pour 1. En raison des nombreuses variables impliquées, tracer la géométrie d'un renvoi différentiel peut être l'une de vos entreprises les plus frustrantes. Ces variables comprennent la valeur numérique du mouvement différentiel lui-même, les rayons du levier à ses extrémités d'entrée et de sortie et les positions des points neutres le long des rayons d'entrée et de sortie.

Bien que des approches mathématiques du problème existent sans aucun doute, le plus souvent c'est l'approche pratique par essais et erreurs qui prévaut. La punition habituelle des essais et erreurs est, bien sûr, la frustration et il y en a déjà assez dans la conception d'avions. Ayant fréquemment été confronté à ce problème, et me comptant parmi cette grande majorité de concepteurs qui manquent de patience, j'ai développé un raccourci à la procédure d'essais et erreurs, un raccourci graphique qui fonctionne presque toujours du premier coup. L'idée ne m'est probablement pas originale, mais je l'aime bien quand même. Voici comment vous pouvez appliquer la technique à un système d'ailerons.

Commencez par tracer la vue de côté de la partie arrière de l'aile, là où se trouve l'aileron. Tracez le débattement d'aileron souhaité. La Figure 1, qui représente un exemple fonctionnel d'un système d'ailerons différentiels de 2 pour 1, montre un débattement d'aileron vers le haut de 30° et un débattement vers le bas de 15° .

Le renvoi tourne de 30° dans chaque sens. Tracez un rayon de guignol d'aileron qui vous convient et repérez sur ce rayon les points de connexion de la tige de poussée-traction pour les positions haut et bas. Reliez maintenant ces points par une ligne droite qui s'étend vers l'avant. Cette ligne représente l'axe central de la poussée-traction. « Faites pivoter » le guignol d'aileron (sans faire pivoter l'aileron) de manière que l'extrémité avant de cette ligne se trouve à l'intérieur de l'aile à l'endroit où vous estimez que le guignol est susceptible de se trouver. Revenez en arrière et repérez la position neutre sur le rayon du guignol. La ligne représentant l'axe central de la poussée-traction sera également le plan de rotation du guignol.

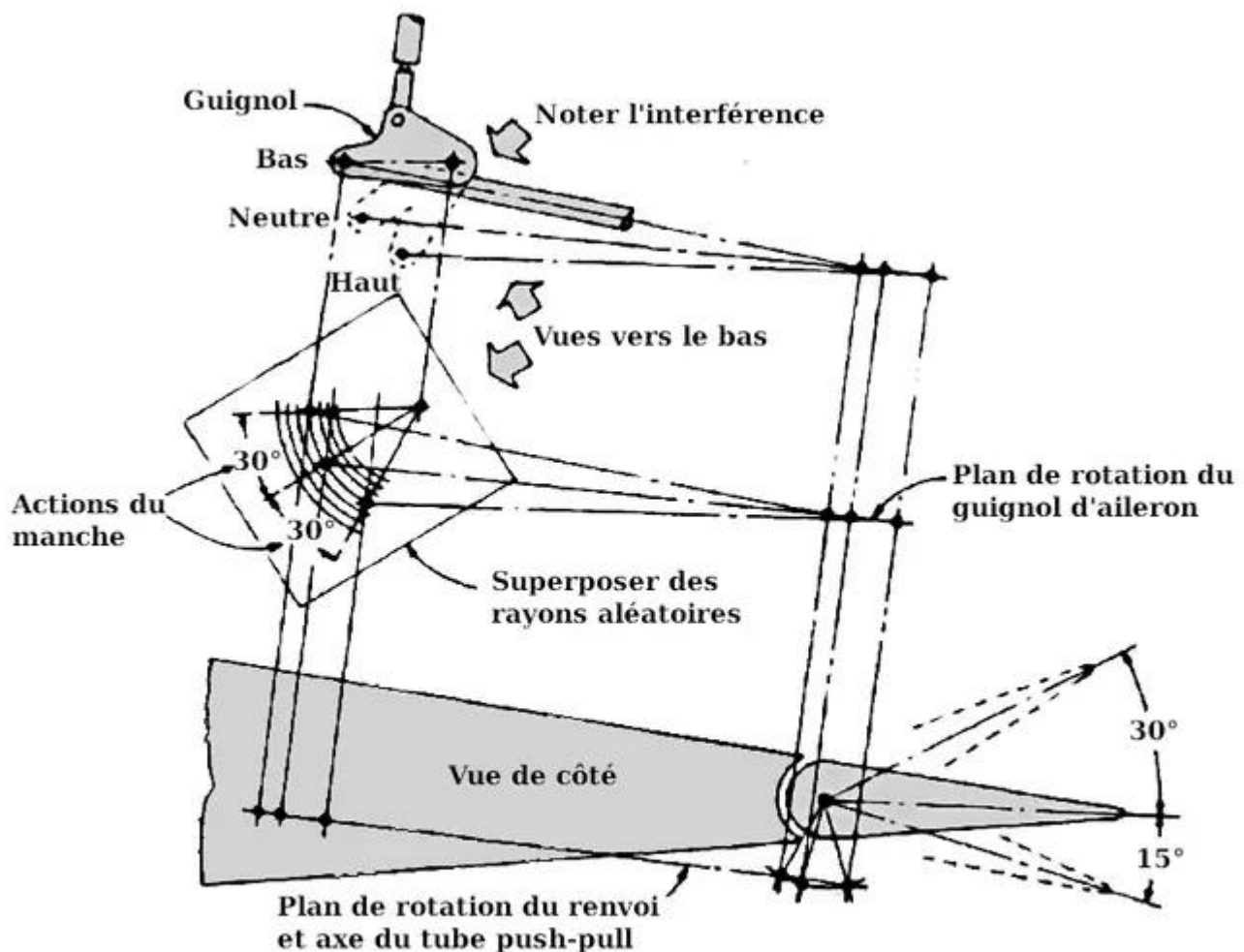


FIGURE 1

Exemple d'aileron différentiel de 2 à 1, d'un seul étage

Réglez un compas à verge ou un autre dispositif approprié à la longueur estimée ou souhaitée de la poussée-traction et reportez les trois positions de l'extrémité avant de la poussée-traction sur le plan de rotation du renvoi : aileron en haut, neutre et en bas. Projetez ces trois positions vers le haut à 90° par rapport à ce plan de rotation sous forme de trois lignes parallèles. Maintenant, sur une feuille séparée de calque translucide, tracez trois lignes radiales se coupant pour représenter la course angulaire du renvoi (30° de chaque côté du neutre, dans l'exemple de la Figure 1) et tracez un certain nombre de rayons de dimensions aléatoires à partir de leur point d'intersection.

Ce que vous venez de tracer est la géométrie d'un levier coudé comportant plusieurs rayons « d'essai » tracés dessus. L'un de ces rayons vous donnera la sortie linéaire différentielle requise de la poussée-traction, obtenue pour la rotation angulaire requise du guignol. Pour savoir lequel c'est, placez le calque sur les trois lignes parallèles que vous avez prolongées vers le haut à 90° par rapport au plan de rotation du guignol. Déplacez le calque jusqu'à ce que l'un de vos rayons d'essai coupe les trois lignes parallèles sur le dessin en dessous ainsi que les trois lignes radiales sur le calque. C'est le rayon que vous recherchez. Réglez votre compas sur ce rayon et reportez-le sur le dessin en dessous. Avant de faire cela, cependant, piquez le point central à travers le calque jusqu'au dessin en dessous.

C'est le point de pivot du renvoi. Ne le perdez pas. Revenons maintenant au guignol d'aileron dans la vue de côté. Projetez les trois points représentant l'extrémité arrière de la course de la poussée-traction vers le haut par trois lignes parallèles comme vous l'avez fait avec les trois points à l'extrémité avant. Tracez une courte ligne à travers ces trois lignes, parallèle au plan de rotation du levier coudé. Vous avez maintenant trois points d'intersection, n'est-ce pas ? Chacun de ces points représente une position de l'extrémité arrière de la poussée-traction. Reliez les points avant aux points arrière correspondants, et voilà votre géométrie.

Avant de faire cela, cependant, vous devrez positionner correctement cette courte ligne (celle identifiée dans le paragraphe ci-dessus) sur laquelle tombent les extrémités arrière de la poussée-traction. Cette ligne est, bien sûr, le plan de rotation du guignol d'aileron, vu par la tranche. Placez cette ligne de manière que les angles de la ligne de poussée-traction, de butée à butée, soient à peu près égaux par rapport à elle. Cela parce que vous utiliserez probablement des embouts à rotule auto-alignants dans la poussée-traction, et l'angle d'auto-alignement doit être partagé, moitié dans un sens et moitié dans l'autre.

Si vous examinez l'esquisse en haut de la Figure 1 vous verrez un problème ; l'aileron ne descendra pas complètement parce que la poussée-traction interfère avec le levier coudé à un point proche du pivot du levier. Je l'ai dessiné ainsi exprès pour illustrer une difficulté que l'on peut rencontrer en utilisant la « mauvaise » combinaison de rayon, de course angulaire et de déplacement de la poussée-traction.

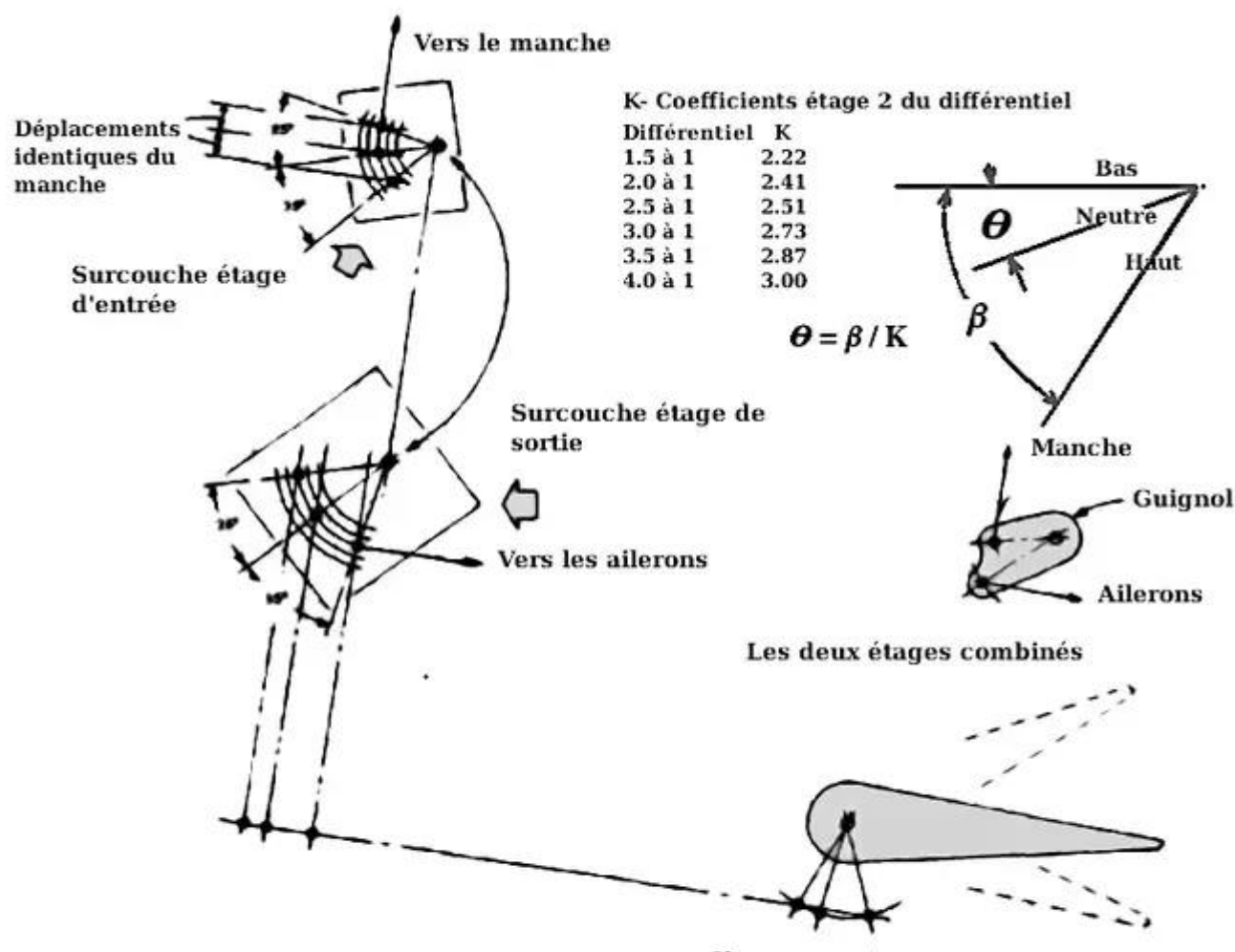


FIGURE 2

Exemple ailerons différentiel 2 étages 2 à 1

Comme montré, essayer de satisfaire toutes les exigences en un seul « étage » ne fonctionne pas toujours. Vous devrez changer quelque chose et essayer de nouveau ou traiter le problème en deux étages, moitié à l'extrémité d'entrée du guignol et moitié à l'extrémité de sortie. Pour des dispositions vraiment étranges vous pouvez « différentier » en plusieurs étages.

Je définis l'extrémité « d'entrée » comme l'endroit sur le guignol qui reçoit la poussée-traction provenant du manche de commande et l'extrémité « de sortie » comme la partie du guignol qui actionne réellement l'aileron. La Figure 2 montre le problème de la Figure 1 résolu en deux étages. Ici, vous aurez besoin de deux calques au lieu d'un (ou utilisez le même calque à deux endroits), qui sont développés sur la base des facteurs « K » montrés dans le tableau de la Figure 2.

Le facteur K aide simplement à positionner la ligne radiale du neutre par rapport aux lignes de débattement

complet. Et, bien sûr, c'est par là que vous commencez. Dans le différentiel à 2 étages la course angulaire du guignol autour de la position neutre n'est plus égale comme elle l'est dans le différentiel à un seul étage. Pour le différentiel de 2 pour 1 utilisé dans l'exemple le tableau montre que le facteur K est 2,41.

Par conséquent, selon la petite formule montrée dans le tableau, l'angle de rotation du renvoi depuis le neutre d'aileron jusqu'à l'aileron en bas (θ) est la course totale du levier (60°) divisée par 2,41, soit $24,9^\circ$. J'ai utilisé 25° . Tracez le ou les calques comme auparavant mais cette fois faites pivoter la ligne radiale du neutre de 5° (dans cet exemple) vers le côté aileron-bas, afin d'obtenir les 25° requis.

L'angle restant est de 35° , n'est-ce pas ? Reprenez maintenant le processus de la Figure 1 du côté sortie du guignol, en déplaçant le calque jusqu'à ce que les trois lignes verticales, les trois lignes radiales et le rayon « d'essai » approprié se coupent. Localisez le centre du levier comme précédemment. Prolongez une ligne à partir de ce point central, vers le haut, comme montré dans la figure. Prolongez-la suffisamment pour vous donner un peu d'espace pour un autre problème de calque. Tracez maintenant trois lignes parallèles à travers elle, à angles droits.

L'espacement de ces trois lignes parallèles est égal, chaque ligne représentant une position de la poussée-traction vers le manche, telle qu'imposée par le mouvement du manche depuis une butée d'un côté, jusqu'au neutre, puis jusqu'à la butée de l'autre côté. Bien que les courses du manche soient égales de chaque côté du neutre, elles doivent faire tourner le levier coudé de manière inégale, dans cet exemple de 25° et 35° .

Appliquez le calque sur ces trois lignes parallèles et procédez au déplacement comme auparavant jusqu'à ce que toutes les lignes requises et le rayon d'essai se coupent. Au fait, pendant que vous déplacez le calque, ne vous inquiétez pas si le centre du levier ne tombe pas immédiatement sur la ligne projetée vers le haut depuis le centre du levier dans la vue inférieure. Tracez simplement le rayon requis, les lignes radiales et le centre du levier là où ils tombent puis projetez-les soigneusement sur la ligne du centre du levier requis.

Vous avez maintenant déterminé les géométries d'entrée et de sortie. Tout ce qu'il vous reste à faire maintenant est de les combiner en un seul guignol comme montré sur la figure. Il convient de noter que la technique qui vient d'être décrite contient une petite erreur parce qu'elle suppose que le levier coudé et le guignol d'aileron fonctionnent dans le même plan. En réalité ils fonctionnent dans des plans à 90° l'un de l'autre.

Cela implique que, puisque le guignol et le levier coudé sont reliés par une poussée-traction de longueur finie, les débattements angulaires de l'aileron seront très légèrement inférieurs, ou très légèrement supérieurs, à ceux désirés à cause de la montée et de la descente des arcs. Plus la poussée-traction est longue, bien sûr, plus l'erreur est faible. Il n'existe pas de moyen simple de tenir compte de cette petite erreur par des moyens graphiques. Et, puisque l'erreur sera probablement de l'ordre d'un degré ou moins, pour ma part je suis enclin à l'ignorer. À mon avis il n'y a rien de sacré dans le fait d'obtenir un mouvement différentiel exact et précis dans les ailerons. Cependant, si vous avez l'esprit porté vers la précision à n'importe quel prix, allez-y. Avec suffisamment d'essais et d'erreurs, vous y arriverez finalement.

Un dernier point ; comme décrit plus tôt, le facteur K dans la Figure 2 conduit au positionnement correct de la ligne radiale du neutre de la surface sur la géométrie du guignol entre les lignes de débattement maximal pour un renvoi qui fournit la moitié du différentiel à l'entrée et la moitié à la sortie. La répartition entre l'entrée et la sortie n'a pas besoin d'être moitié-moitié ; elle peut être tout ce qui fonctionne pour vous. Cependant, cela exige davantage d'essais et d'erreurs, et c'est justement ce que cet article tente de minimiser.

Essayez d'abord la disposition moitié-moitié. Si cela ne fonctionne pas, essayez de déplacer la ligne radiale du neutre de la surface sur le ou les calques et oubliez le facteur K.