

MIGRATION DE MANOMETRES D'UN PUPITRE DE LOCOMOTIVE Le - 17/11/2024

Ce document explique comment modifier des manomètres, pour les relier aux sorties d'un Arduino.

Les questions peuvent être posées sur le forum RMF. <https://www.rmf-magazine.com/phpBB/>

Les manomètres du pupitre sont d'origine directement alimentés en air comprimé.

Pour les démonter, il faut commencer par retirer les aiguilles.

Un outil est indispensable, pour retirer l'aiguille dans l'axe sans tordre l'axe. Je passe un tournevis de chaque côté et les tourne en faisant appui sur les bords du cadran. L'aiguille vient sans problème.



Tournevis à gauche sur la photo.



Une fois le cadran retiré, on commence par enlever la petite vis qui tient le serpentín à la tige en 'S'.

Ensuite, on retire les deux vis du mécanisme central qui fait tourner l'aiguille.

Une fois ce mécanisme enlevé, on peut démonter le serpentín, en dévissant les dernières grosses vis.



Pour animer les aiguilles, on va y placer un micro servomoteur.

J'ai utilisé deux méthodes pour placer un servomoteur dans ces manomètres.

On peut soit ajouter des engrenages, soit des tiges métallique de liaison.

La méthode des engrenages est délicate à réaliser, mais elle donne de très bons résultats. La linéarité du déplacement des aiguille est très bonne, à mi-course du servomoteur on est bien à la moitié du cadran, et les mouvements des aiguilles sont nettement moins saccadés.

Pour un modèle à aiguille double, les aiguilles tournent pratiquement en même temps.

Je présente les deux manières de procéder.

La méthode des engrenages

Il n'y a pas énormément de place pour les engrenages. Il faut des servomoteurs de type sub-micro.

Ceci oblige à avoir un engrenage central de 27 dents et un engrenage de 49 dents sur le servomoteur.

L'aiguille d'un manomètre à une amplitude de 270°. Le servomoteur doit donc avoir une amplitude de $(270 \times 27) / 49 = 150^\circ$.

De base les servomoteurs ont une amplitude de 90°, pour une impulsion comprise entre 1000 et 2000 µsec.

Il faudra choisir des servomoteurs ayant une amplitude proche de 180°.

Dans ce cas, l'impulsion sera comprise entre 700 et 2300 µsec. Il faudra programmer l'Arduino en conséquence.

Les avantages :

Très bonne linéarité du déplacement de l'aiguille.

L'aiguille se déplace avec nettement moins de saccade.

Relativement facile à faire.

Le servomoteur est facilement ajustable dans le boîtier.

Le servomoteur est facilement collable dans le boîtier.

Pour un modèle à aiguille double, les aiguilles tournent dans le même sens.

Les inconvénients :

Il faut les engrenages de taille adaptée.

Il faut agrandir précisément le trou d'un engrenage de façon centré et perpendiculaire.

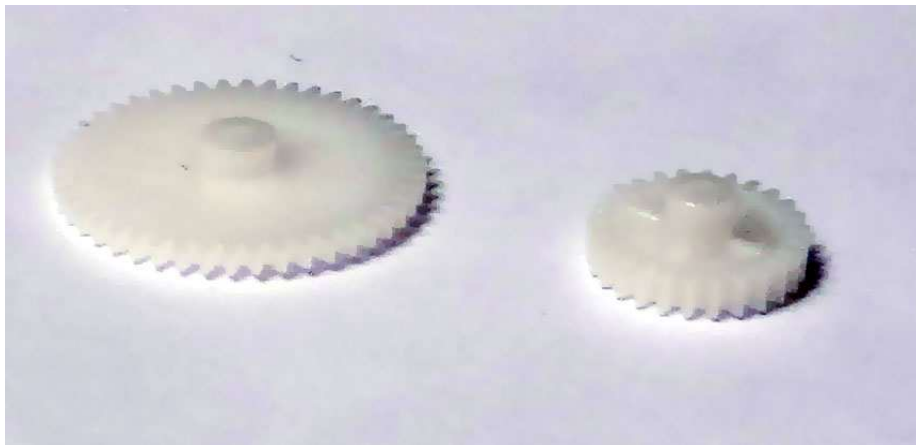
Le trou ne doit pas être ni trop étroit ni trop large, il y a peu de marge.

Il faut démonter et remonter le mécanisme central.

Il faut un servomoteur ayant une amplitude minimum de 150°.

Il faut se procurer des engrenages en plastique. Par aiguille :

- 27 dents diamètre 13,6 mm hors-tout, si possible de 2,8 mm d'épaisseur.
- 49 dents diamètre 25,7 mm hors-tout, de 1,4 mm d'épaisseur (Standard). On peut prendre un modèle à deux engrenages superposés.



On en trouve sur Aliexpress, avec un trou de 2 mm de diamètre.

Il faut des servomoteurs de type sub-micro, si possible Digital. J'ai utilisé des PTK 7350 MG-D Digital.

Dimensions : 19.6 x 23.7 x 8.4 mm.

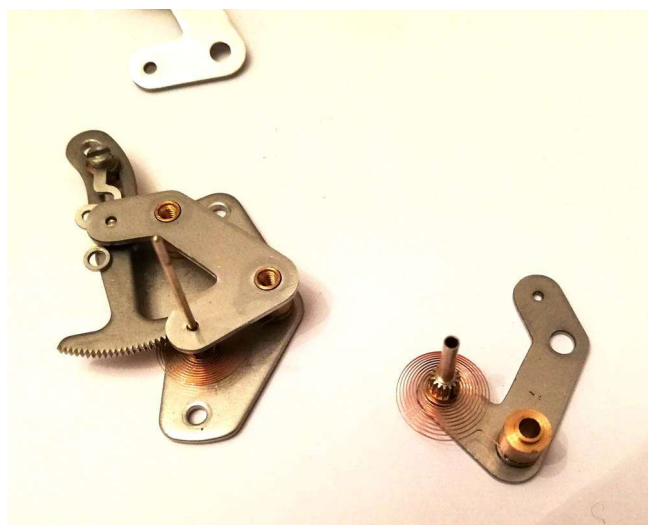
On prend une boîte de foret de 2 à 3,2 mm, par pas de 0,1 mm.

On prend le petit engrenage de 27 dents. Avec une perceuse à main, on agrandi successivement le trou au diamètre 3,2 mm. Il ne faut pas avoir un axe penché, ni un trou trop grand.

Démonter le manomètre, comme indiqué auparavant.
Déposer le mouvement central.



Démonter le mécanisme sans abimer les ressorts en spirale.



Ensuite installer un pignon de 27 dents sur l'engrenage du bas.

Si l'on doit trop forcer, repasser plusieurs fois le foret de 3,2 mm à l'intérieur.

On doit l'enficher en force, sans toute fois être trop brute.

On referme l'étage du bas et l'on refait la même chose pour l'engrenage du haut.

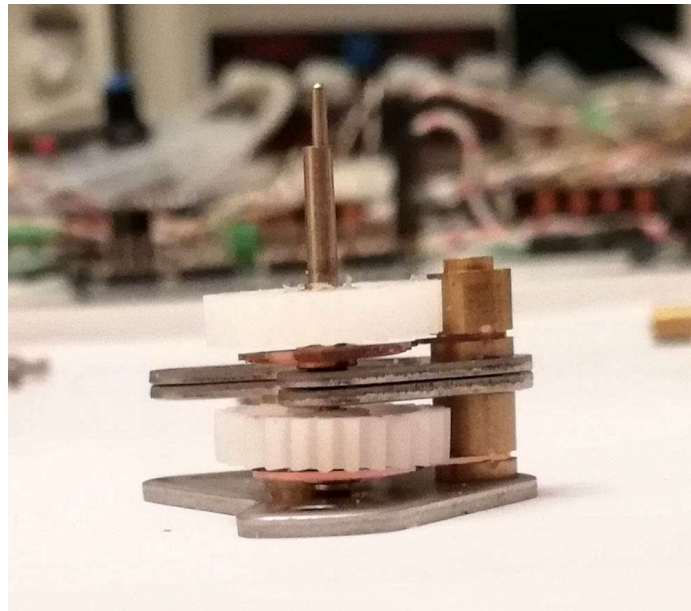


Si le mouvement des engrenages n'est pas libre, il faut vérifier la position des engrenages et parfois ébavurer le haut de l'engrenage.

Il faut que ça tourne à peut près librement.

Les ressorts en spirale doivent être centrés sur l'axe.

On vérifie que les engrenages peuvent faire un tour complet sans toucher les bords.



On prend l'engrenage de 49 dents.

On supprime au cutter et à la pince qui coupe à ras, la collerette ou l'engrenage qui dépasse.

On met un peu de colle sur l'engrenage avant de le visser sur le servomoteur.

Mettre une rondelle éventail au dessus, et visser l'engrenage en tenant l'axe métallique du servomoteur avec une pince fine.



On remet en place le mécanisme à l'intérieur du manomètre.

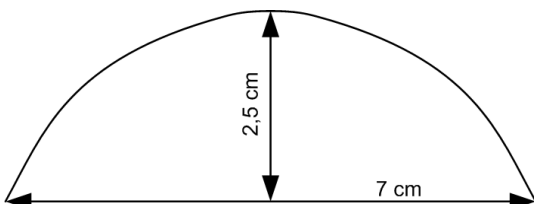
On teste diverses hauteurs de cales, pour y coller les servomoteurs.

Suivant les manomètres, je n'ai pas de cale, ou des cales de 4 mm ou 10 mm d'épaisseur.

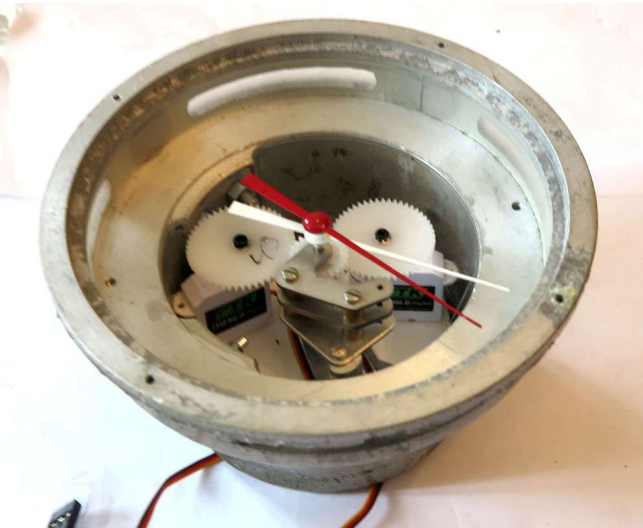
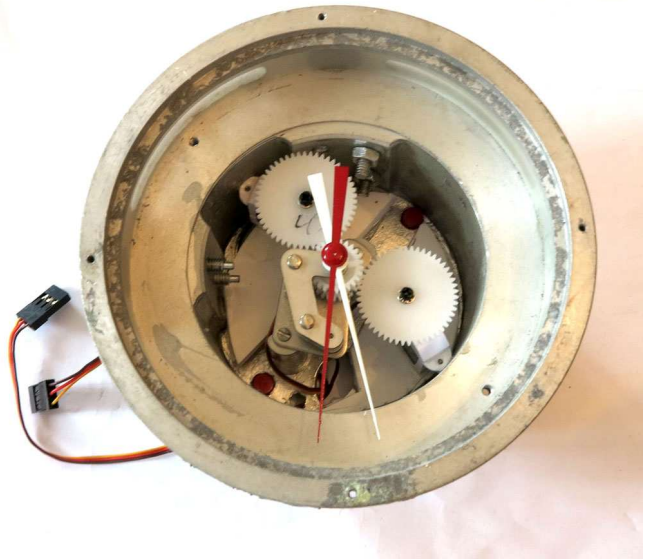
Mettre le servomoteur en position 700 μ sec, avant de le coller. Comme cela le ressort en spirale sera bien positionné.

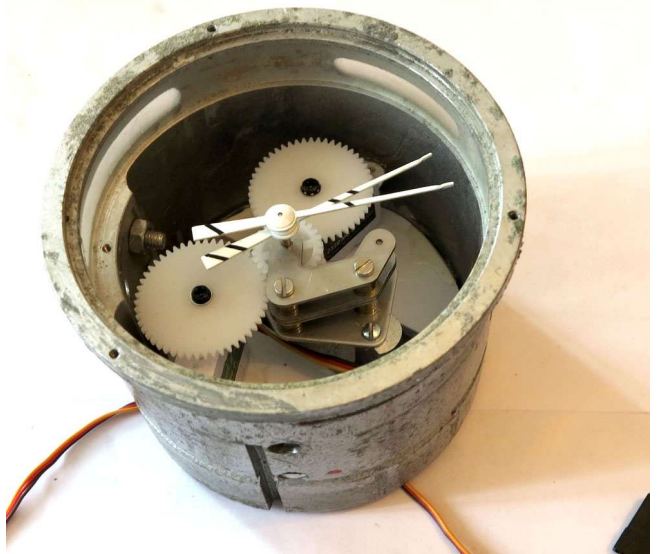
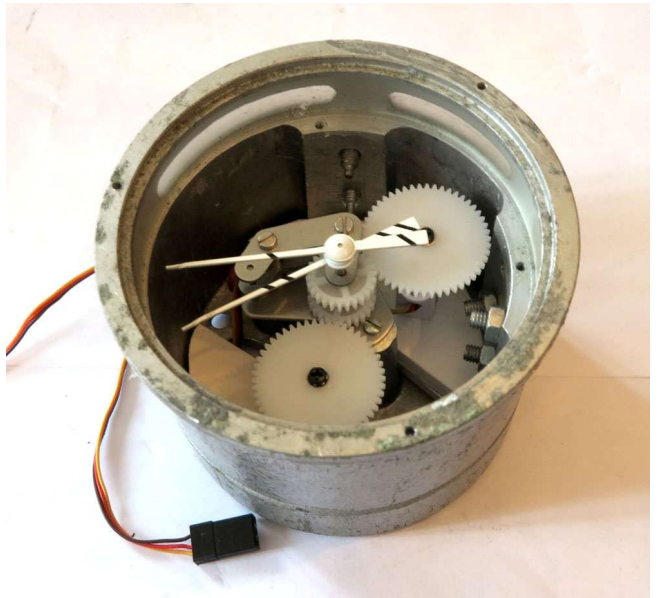
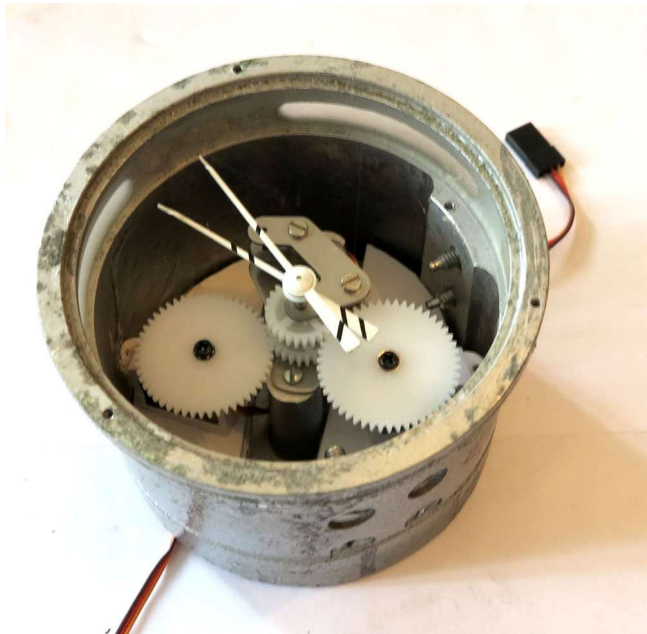


Exemple de cale utilisée :



Sur le cadran, il faut obligatoirement supprimer la butée d'aiguille '0 Bar', pour que le servo ne force pas, si la durée d'impulsion est inférieure à 700 µsec.





La méthode avec des tiges métalliques de liaison

Avec cette méthode, on peut placer des servomoteurs de taille standard et d'amplitude classique de 90°, pour une impulsion comprise entre 1000 et 2000 µsec.

Les avantages :

Servomoteur facile à trouver et moins cher.

Très facile à faire, mais un peu long.

Les inconvénients :

Le déplacement n'est pas linéaire.

Avec un manomètre à double aiguille, elles ne se déplacent pas vraiment en même temps.

Le réglage de la longueur de la tige est pénible à faire.

Il faut précisément coller le servomoteur.

L'aiguille se déplace de façon saccadée.

Il faut que la hauteur hors-tout fasse moins de 32 mm pour passer sous le cadran. Certains modèles de servomoteurs comme les SG90 sont trop haut pour les petits manomètres à aiguille unique.

Remarque importante :

La qualité du micro servomoteur compte énormément, pour un déplacement sans soubresaut de l'aiguille. Si l'on prend un servomoteur SG90 à 2 euros, on a un déplacement par à-coup. Si l'on prend un micro servomoteur numérique pour un prix compris entre 8 et 20 euros, le déplacement de l'aiguille est nettement plus précis.

La mécanique

Le plus simple est de retirer la partie en 'S' pour ne mettre qu'un seul fil de laiton entre la vis et le servomoteur.

J'utilise du fil de laiton de 0,6 mm de diamètre. Pour que ça passe côté vis, il faut former la boucle, puis aplatir la boucle avec une pince plate.

J'ai percé un trou de 0,6mm, dans le bras du servo, au plus près de l'axe.

Le fait de former une boucle avec le fil de laiton, permettra d'ajuster précisément la position du bras pour que le déplacement du servomoteur se fasse bien sur la partie crantée. Cela évitera de sortir de la partie crantée, si l'on dépasse les largeurs d'impulsion prévues.



Ajustements :

On alimente le servomoteur avec une impulsion de 1,5 msec. On ajustera la position des éléments pour avoir un angle droit entre la tige en laiton et le bras du servomoteur à 90°.

Une fois la position du servo vérifiée, on peut le coller à la néoprène.

Sur le cadran, il faut obligatoirement supprimer la butée d'aiguille '0 Bar', pour que le servo ne force pas, si la durée d'impulsion est inférieure à 1 msec.

Avec cette installation, l'aiguille passe de 0 à 10 Bars, pour une impulsion qui varie de 1 msec à 1,78 msec. On utilise donc pratiquement toute l'étendue de ce servo (1 à 2 msec), qui a une amplitude de mouvement proche de 90°.

Avant de refermer le rond en verre du manomètre, on installe l'aiguille. On positionnera l'aiguille pour qu'elle affiche '0 Bar' pour 1 msec.

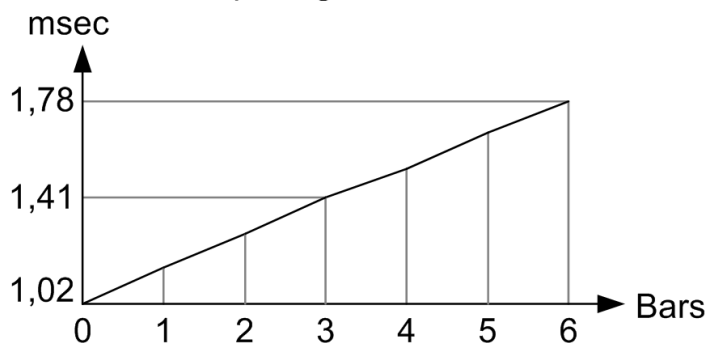
Ce montage mécanique ne dispose pas de réglage d'échelle. Il faudra ajuster le programme dans la carte d'interface, pour que les indications soient correctes.

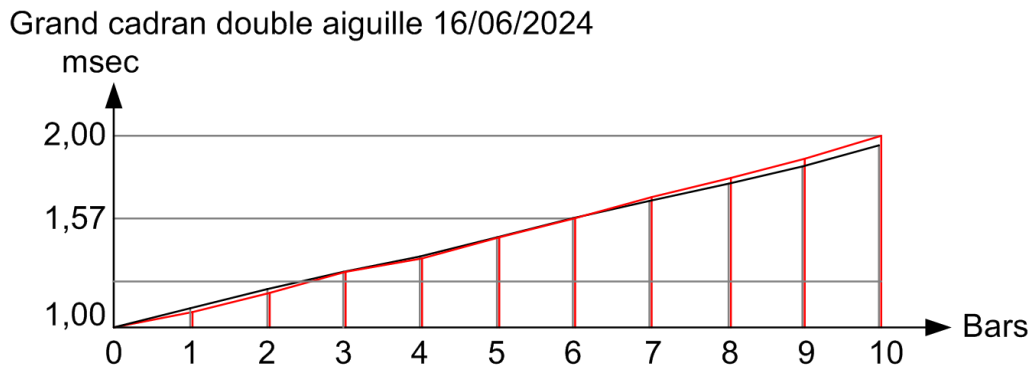
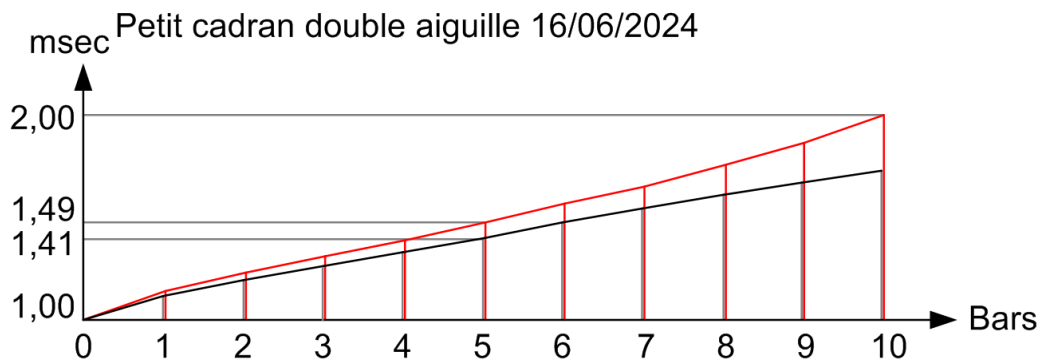
Valeurs relevées sur le manomètre modifié :

| Cadran | Simple aig. blanche msec | Grand double aig. rouge msec | Grand double aig. blanche msec | Petit double aig. rouge msec | Petit double aig. blanche msec |
|--------|--------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| 0 | 1,02 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 1 | 1,14 | 1,10 | 1,08 | 1,12 | 1,13 |
| 2 | 1,27 | 1,20 | 1,18 | 1,20 | 1,23 |
| 3 | 1,41 | 1,29 | 1,29 | 1,27 | 1,32 |
| 4 | 1,52 | 1,37 | 1,36 | 1,34 | 1,40 |
| 5 | 1,66 | 1,47 | 1,47 | 1,41 | 1,49 |
| 6 | 1,78 | 1,57 | 1,57 | 1,49 | 1,59 |
| 7 | - | 1,66 | 1,68 | 1,56 | 1,67 |
| 8 | - | 1,75 | 1,78 | 1,62 | 1,78 |
| 9 | - | 1,84 | 1,88 | 1,69 | 1,89 |
| 10 | - | 1,95 | 2,00 | 1,75 | 2,03 |

Courbes de transfert relevées sur les trois manomètres :

Petit cadran simple aiguille 16/06/2024





L'aiguille vibre un peu lors des déplacements, mais c'est du en grande partie du au fonctionnement des servomoteurs, qui ne changent de position, que pour un certain écart de position. Pour réduire ces à-coups, il faudrait utiliser des servomoteurs plus précis.

Si l'on veut que le manomètre affiche très précisément les valeurs du simulateur, il faut créer une fonction de transfert dans la carte d'interface, en utilisant les valeurs mesurée.

