

ArduiStepFocuser Manuel d'utilisation ver 0.4

1 Introduction

Ce projet est destiné à piloter un moteur pas à pas pour effectuer la mise au point d'un instrument d'astronomie (lunette, télescope, objectif photo). Une sonde fournit la température de l'instrument. L'ArduiStepFocus est basé sur la version « Focuserv151_DRV8825_HW203_F » du projet [Arduino ASCOM Focuser Pro DIY](#). Le programme de l'arduino a été ré-écrit dans sa grande majorité, mais les commandes séries restent compatibles. Le driver ASCOM associé à ce projet est donc compatible avec l'ArduiStepFocus.

2 Afficheur LCD & Boutons

2.1 Mode Utilisation

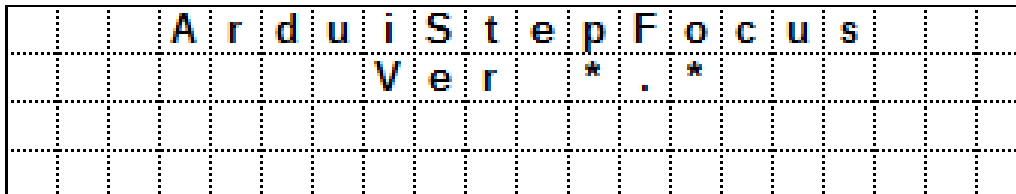


Illustration 1: Écran d'accueil

Au démarrage un message indiquant la version du programme est affiché. L'affichage du message est relativement court, afin de permettre au focuser de répondre à une éventuelle sollicitation par le port USB (spécification Moonlite).

Une fois le message de version disparu, l'afficheur est configuré, quand le moteur ne tourne pas, de la manière suivante :

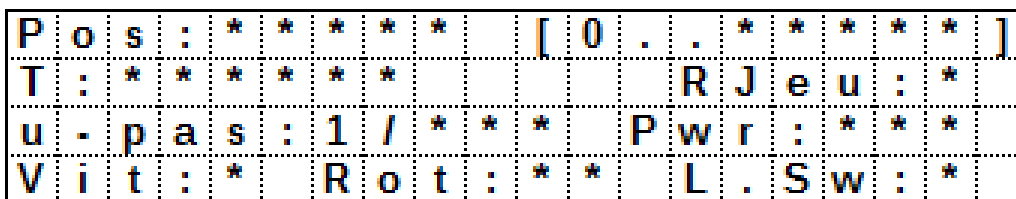


Illustration 2: Écran, moteur au repos

Les « * » sont remplacées par les valeurs de paramétrage courantes (Cf le tableau 1). Les données affichées sont les suivantes :

- La sélection des micro-pas : 1/1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32. (le DRV8825 ne sait pas mieux faire)
- Le type d'alimentation choisi pour le moteur (permanente/interrompu). Dépend des μ -pas.
- La vitesse sélectionnée : 1, 2 ou 3.
- L'inversion ou pas de la rotation du moteur aux sollicitations des boutons ou par le port série, pour être conforme au rôle des boutons (intra/extra-focal) et au sens d'incrément/décément de la position du moteur : \rightarrow (rotation normale), \leftarrow (rotation inversée).
- L'absence ou le niveau actif des fins de courses : (A)bsent, (0V) actif niveau bas, (5V) actif

- niveau haut.
- La position courante du moteur sur 5 digits.
- La course du moteur, entre 0 et la limite Max (5 digits) : [0..*****].
- La température courante en °C.
- Le rattrapage de jeu (Backlash) : 0 (inactif), 1 (faible), 2 (moyen), 3 (fort).

Remarque : Quand une valeur a changée elle doit être mémorisée, en bas à droite du LCD apparaît un « **M** ». Il ne faut pas couper l'alimentation tant que le « **M** » est présent, sinon les changements sont perdus et la calibration est à refaire.

L'afficheur passe en veille au bout de 20s sauf si une commande d'allumage permanent a été reçu sur le port USB. Tout appuie sur un bouton va réveiller le LCD.

Dans ce mode les boutons servent à faire tourner le moteur en sens horaire ou anti-horaire. Un des boutons est affecté au déplacement du focuser vers l'intra-focale et l'autre au déplacement vers l'extra-focal.

1. Cas d'un crayford : Le déplacement intra-focal revient à raccourcir le crayford. Le déplacement extra-focal revient, au contraire, à allonger le crayford.

2. Cas d'un objectif : Dans un objectif on déplace le foyer. Quand on va vers l'infini on recule le foyer, sur un crayford classique ça revient à raccourcir le crayford. Et inversement. Donc réglage vers l'infini = déplacement intra-focal (utilisation du bouton intra-focale). Réglage pour le champ proche = déplacement extra-focal (utilisation du bouton extra-focal).

Remarque : Pour garder cette convention, on peut être amené à inverser le sens de rotation du moteur.

Quand le moteur tourne suite à une commande bouton ou USB. La plage de mouvement du moteur est remplacée par la consigne, sur le LCD :

P	o	s	:	*	*	*	*	*	*	C	o	n	s	:	*	*	*	*	*
T	:	*	*	*	*	*	*					R	J	e	u	:	*	M	
u	-	p	a	s	:	1	/	*	*	*		P	w	r	:	*	*	*	
V	i	t	:	*		R	o	t	:	*	*		L	.	S	w	:	*	

Illustration 3: Écran, moteur en rotation

Cet affichage va perdurer tant que le moteur va tourner et que sa position finale n'aura pas été mémorisée.

L'appuie simultané sur les boutons permet de rentrer dans le menu.

2.2 Mode Menu

[illegible]

Illustration 4: Écran, Menu

Dans ce mode le bouton « + » (extra-focale) sert à changer de menu ou de choix. Le bouton « - » (intra-focale) devient le bouton de validation ou d'entrée dans le menu.

2.2.1 Menu Vitesse

On peut sélectionner 3 vitesses allant de la lente (1) à la plus rapide (3).

2.2.2 Menu Inversion de sens de rotation

Il permet d'inverser le sens de rotation du moteur afin de respecter la convention suivante :

- Bouton Intra-focale = Bouton « - » = Bouton « Validation »
- Bouton Extra-focale = Bouton « + » = Bouton de changement Menu/Choix

2.2.3 Menu Rattrapage de jeu (Backlash)

- Désactive (0)
- Jeu faible (1) : 1/4 de tour d'axe de sortie du moteur de rattrapage.
- Jeu moyen (2) : 1/2 tour d'axe de sortie du moteur de rattrapage.
- Jeu fort (3) : 1 tour d'axe de sortie du moteur de rattrapage.

2.2.4 Menu Position minimum

La position courante du moteur est considérée comme la position 0. **Il doit être configuré avant le menu « Position Maximum ».** La position courante prends pour valeur 0 et la course du moteur est ré-initialisée à sa valeur maximale.

2.2.5 Menu Position Maximum

La position courante du moteur est considérée comme la position limite maximum. **Il doit être configuré après le menu « Position Minimum »**. La limite maximum devient la valeur courante du moteur.

2.2.6 Menu Mode μ -pas

Il permet de sélectionner le μ -pas choisi pour piloter le moteur. Le changement de mode affecte la valeur de la position courante et la limite haute de la course du moteur, Par exemple si on était à 1/2 et qu'on passe à 1/8 la position courante et la limite haute vont être multipliées par 4. Il est tout de même préférable de refaire une calibration car au fur et à mesure des arrondis on peut perdre en précision.

Remarque : Cette modification de la valeur de position courante et des limite est aussi valable pour une modification du mode μ -pas effectuée via le PC.

2.2.7 Menu Mode alimentation

Il permet de choisir si le moteur doit rester ou pas alimenté en permanence. En général il faut garder l'alimentation active pour éviter un déplacement accidentel du focuser (sous le poids de la charge ou par fausse manipulation). Désactivé l'alimentation permet un déplacement manuel du focuser (dans ce cas il perd ses références), si la démultiplication le permet.

2.2.8 Menu Fin de course

Il permet de déclarer la présence de détecteurs fin de course et sur quel niveau ils sont actifs. **S'il sont déclarés ils rendent le menu « Auto-calibration » accessible.**

2.2.9 Menu Usine

Il permet de recharger les paramètres par défaut.

2.2.10 Menu Calibration

Il permet d'accéder à la calibration manuelle ou automatique (si les capteurs fin de courses sont présents).

Calibration Manuelle :

Elle permet le paramétrage du 0, du nombre de pas maximum et du sens de rotation du moteur de manière semi-automatique (grâce aux boutons). Les boutons sont actionnés pour simuler les fins de course.

Calibration Automatique :

Il permet le paramétrage du 0, du nombre de pas maximum et du sens de rotation du moteur de manière automatique.

2.2.11 Menu Exit

Permet de sortir du menu et de sauvegarder les modifications.

Menu	Signification	Choix	Affichage sur le LCD en mode Normal	Remarques
Vites.	Sélection de la vitesse du moteur .	Lente	Vit. :1	-
		Moyenne	Vit. :2	
		Rapide	Vit. :3	
Inver.	Inverse la réponse du moteur (sens de rotation) aux sollicitation des boutons.	Non-inverse	Rot : →	Affecté par l'autocalibration et la calibration semi-auto
		Inverse	Rot : ←	
R.Jeu	Rattrapage du jeu.	Off	RJeu :0	-
		Faible	RJeu :1	
		Moyen	RJeu :2	
		Fort	RJeu :3	
PosMin	La position courante est considérée comme le zéro. (Position Courante=0).	Non	-	Affecté par l'autocalibration et la calibration semi-auto
		Oui	[0..	
PosMax	La position courante est considérée comme le la limite haute. (Position Max=Position Courante).	Non	-	Affecté par l'autocalibration et la calibration semi-auto
		Oui	..Position Courante]	
M.Mode	Mode micro-pas.	Pas entier	u-pas :1/1	Le DRV8825 ne sait pas faire au-delà de 1/32 de pas
		Demi-pas	u-pas : 1/2	
		1/4	u-pas : 1/4	
		1/8	u-pas : 1/8	
		1/16	u-pas : 1/16	
		1/32	u-pas :1/32	
M.Alim	L'alimentation du moteur est maintenu même quand il ne tourne pas.	Interrompu	Pwr:Off	En dessous du pas entier, si elle est interrompue, le moteur va se caler sur la position pas entier la plus proche.
		Permanente	Pwr:On	
F.Cour	Détecteur fin de course, Nécessaire pour l'autocalibration.	Absent	L.Sw :A	-
		Actif Bas	L.Sw:B	Actif quand un 0V est présent
		Actif Haut	L.Sw :H	Actif quand un 5V est présent
Usine	Recharge les valeurs par défaut.	Non	-	-
		Oui	-	
Calib.	Lance l'autocalibration. Accessible uniquement si des fin de courses sont déclarés	Non	-	Affecte les menus Inv.,Pos.Min,Pos.Max
		Man.	-	
		Auto	-	
		-	-	
Exit	Recharge les valeurs par défaut.	Non	-	-
		Oui	-	

Tableau 1: Tables des Menus & Sous-Menus

	Mode Normal	Remarques	Mode Menu
Bouton 1	-	Déplacement vers l'intra -focus	Validation
		Diminue la valeur de consigne	
		Crayford se rétracte	
		Ojectif : mise au point vers l'infini	
Bouton 2	+	Déplacement vers l'extra -focus	Navigation
		Augmente la valeur de consigne	
		Crayford s'allonge	
		Ojectif : mise au point vers les distances courtes	

Tableau 2: Table d'affectation des boutons

3 Fonctionnalités

3.1 Mémorisation des paramètres

Un « M » sur le LCD, en mode normal, indique que des paramètres ont changé et qu'il faut les mémoriser. **Tant qu'il est présent il ne faut pas couper l'alimentation** sinon la nouvelle configuration ou encore la position courante du moteur sera perdue. La mémorisation est temporisée et cette tempo est remise à zéro à chaque changement pour éviter d'écrire trop souvent en EEPROM, et à force, de la détruire.

Les paramètres mémorisés sont :

- La vitesse sélectionnée pour le moteur (par le menu ou le port USB).
- L'inversion ou pas de la rotation du moteur (par le menu ou le port USB). Le rattrapage de jeu (par le menu).
- Le nombre de pas maximum autorisés pour le moteur (par le menu ou le port USB). Limite haute.
- La position courante du moteur (par le menu ou le port USB).
- Le type de μ -pas adopté pour le moteur (par le menu ou le port USB). Le type d'alimentation pour le moteur (par le menu ou le port USB). Le rythme de rafraîchissement de la température (port USB).

3.2 Utilisation des boutons en utilisation normale

L'appui sur un bouton va agir en changeant la consigne du moteur. Le bouton intra-focale va décrémenter la consigne jusqu'à 0, on peut considérer que c'est le bouton « - ». Le bouton extra-focale va incrémenter la consigne jusqu'au maximum autorisé, on peut considérer que c'est le bouton « + ».

Si on reste appuyé sur l'un ou l'autre des boutons le pas d'incrément-décrément va évoluer comme suit :

- 0s..2s : +/-1
- 2s..4s : +/-10
- 4s..6s : +/-100
- 6s et plus : +/-500

Quand on relâche les boutons plus de 1.5s le pas d'incrément redevient +/-1.

Si le moteur est déjà en rotation et qu'on agit sur les boutons pour changer la consigne, ce qui pourrait entraîner une rotation en sens inverse. Dans ce cas l'action du bouton sera limité à la position courante du moteur corrigé du nombre de pas pour le faire ralentir et l'arrêter avant de le faire repartir en sens inverse.

Il est important de respecter l'attribution des boutons intra et extra focale ou « - » et « + » en inversant le sens de rotation du moteur dans le paramétrage si nécessaire. Ceci dépend de la manière dont le moteur est installé sur le focuser.

3.3 Rattrapage de jeu (Backlash)

Le principe consiste à faire tourner le moteur toujours dans le même sens avant de s'arrêter. Si le moteur se déplace vers l'extra-focale (allongement du crayford, incrément de la position), comme c'est le sens privilégié, il va s'arrêter normalement. Si le moteur se déplace vers l'intra-focale (racourcissement du crayford), il va descendre au-delà de la consigne puis remonter,

ainsi il fini sa course en extra-focale.

La quantité de tour moteur est fonction du jeu à rattraper :

- Jeu faible, l'axe du moteur fait $\frac{1}{4}$ de tour en sens extra-focale
- Jeu moyen, l'axe du moteur fait $\frac{1}{2}$ tour en sens extra-focale
- Jeu fort, l'axe du moteur fait 1 tour en sens extra-focale.

3.4 Calibration Manuelle ou Automatique

Les procédures Autocalibration et Manuel-calibration sont identiques. Dans le cas de la calibration manuelle, l'opérateur simule les fins de course par l'appui sur les boutons de la télécommande. En fin de calibration, il est demandé à l'opérateur la position du crayford/objectif. Il est pratique en mode manuel, d'avoir placé au préalable des repères sur les positions min et max du focuser pour réagir le plus vite possible.

L'autocalibration ne peut fonctionner que si des capteurs de fin de course sont présents.

La calibration modifie :

- Le type d'alimentation du moteur (active l'alimentation permanente)
- Le sens de rotation du moteur
- La plage de rotation du moteur
- la position courante du moteur (ainsi que la consigne)

3.4.1 Procédure à suivre de calibration

Il faut placer au préalable le crayford à mi-course.

1. Quand la calibration est validée, le message « **Mi-course ?** » vous demande de confirmer que votre focuser est placé à mi-course. En réalité il suffit que le crayford/objectif ne soit pas en buté. Pour vous permettre de manipuler le crayford/objectif à la main, l'alimentation du moteur est coupée.

En mode calibration automatique : l'état des fins de course est vérifié toutes les 2s. Dès qu'aucun des capteurs n'est actif, le moteur part automatiquement à la recherche de la première butée.

En mode calibration manuelle : Si des fins de course ont été déclaré, leur état est vérifié toutes les 2s. Dès qu'aucun des capteurs n'est actif, le moteur part automatiquement à la recherche de la première butée. Si il n'y a pas de fins de course déclarés, il faut confirmer qu'on n'est pas en buté en appuyant sur le bouton « - » = « **validation** ». Au relâchement du bouton, le moteur part automatiquement à la recherche de la première butée.

2. Le message « **0** » est affiché et indique que le moteur part à la recherche de la première butée. La rotation ne sera effective que si les boutons sont relâchés.

En mode calibration automatique : il n'y a rien à faire.

En mode calibration manuelle : Dès que la butée est atteinte, il faut appuyer sur n'importe quel bouton.

Quand la butée est atteinte, le chiffre « **1** » est affiché, indiquant que la première butée est atteinte. Si le message « **Err. 1** » est affiché c'est que le moteur a tourné trop longtemps sans trouver de butée.

Astuce: En mode manuel, il est pratique d'avoir marqué au préalable les positions min et max du focuser avec un repère.

3. Si l'étape précédente c'est bien passée, le moteur va redémarrer dans l'autre sens pour

aller chercher l'autre buté. Il va tourner de 1000 pas sans se soucier de l'état des boutons ou des fins de course. Au bout de ces 1000 pas le message « **2** » est affiché. 1000 pas correspond au débattement minimum du crayford/objectif

En mode calibration automatique : il n'y a rien à faire, les fins de course sont inactifs.

En mode calibration manuelle : il n'y a rien à faire, les boutons sont inactifs.

4. Quand le chiffre « **2** » est affiché les boutons (en mode manuelle) ou les fins de course (en mode automatique) sont de nouveau pris en compte. Si un bouton est enfoncé, le moteur s'arrête jusqu'à ce qu'on le relâche, sinon le moteur continue à tourner dans le même sens.

En mode calibration automatique : il n'y a rien à faire.

En mode calibration manuelle : Dès que la seconde buté est atteinte, il faut appuyer sur n'importe quel bouton.

Quand la buté est atteinte, le chiffre « **3 Ok !** » est affiché, indiquant que la seconde butée est atteinte. Si le message « **Err. 2** » est affiché c'est que le moteur a tourné trop longtemps sans trouver de buté.

Astuce: En mode manuel, il est pratique d'avoir marqué au préalable les positions min et max du focuser avec un repère.

5. Si les 2 butés ont été trouvés, le message « **Pos.Focuser ?** », invite l'opérateur à indiquer la position actuelle du crayford/objectif. Utilisez le bouton « + » pour choisir :

« **Pos.Intra** » : si le crayford est complètement rentré ou l'objectif à l'infini.

« **Pos.Extra** » : si le crayford est complètement sorti ou l'objectif map courte distance.

Validez le choix en appuyant sur le bouton « - » = « **Validation** ».

6. Si des fins de course ont été déclarés, une vérification de la cohérence entre la position déclaré du focuser et le fin de course éventuellement actif est effectué. Si on a déclaré le crayford rentré (ou objectif à l'infini) et que le fin de course extra-focale est actif, le message « **Err. 3** » est affiché. Si on a déclaré le crayford sorti (ou objectif aux distances courtes) et que le fin de course intra-focale est actif, le message « **Err. 3** » est affiché.

7. Les messages restent affichés 5 secondes avant la sortie du menu calibration.

3.4.2 Anomalies de calibration

Si la calibration échoue, la position du focuser et la valeur maximum du déplacement du focuser sont remis en config usine.

Symptômes	Mode	Solution
La procédure ne se lance pas, alors que je valide la « Mi-course ? ».	Manuel	Des fins de course ont été déclarés, au moins un d'entre eux est actif. <ul style="list-style-type: none"> L'état actif du capteur (0V/5V) est mal paramétré. Le crayford/objectif est en buté. Un des fins de course est défectueux Pas de fin de course déclaré. Mettre le crayford/objectif hors buté et appuyer sur le bouton « Valider »
	Automatique	Des fins de course ont été déclarés, au moins un d'entre eux est actif. <ul style="list-style-type: none"> L'état actif du capteur (0V/5V) est mal paramétré. Le crayford/objectif est en buté. Un des fins de course est défectueux
Le message « 0 » s'est affiché, le moteur ne tourne pas.	Manuel	<ul style="list-style-type: none"> Un des boutons est enfoncé. Il n'y a pas d'alimentation 12V extérieur. L'alimentation 12V n'est pas suffisante pour le moteur.
	Automatique	

		<ul style="list-style-type: none"> Le moteur est mal connecté.
Le message « 0 » s'est affiché, puis « Err. 1 »	Manuel	Je me suis endormi et j'ai oublié d'appuyer sur une touche quand le crayford/objectif est arrivé en buté.
	Automatique	Le fin de course, dans la direction du déplacement, a un soucis.
Le message « 012 » s'est affiché. Le moteur s'arrête dès l'apparition du « 2 »	Manuel	Un des boutons est enfoncé.
	Automatique	
Le message « 012 » s'est affiché, puis « Err. 2 »	Manuel	Je me suis endormi et j'ai oublié d'appuyer sur une touche quand le crayford/objectif est arrivé en buté.
	Automatique	Le fin de course, dans la direction du déplacement, a un soucis.
J'ai indiqué la position du crayford/objectif en fin de calibration, et j'ai le message « Err. 3 ». Des fins de course ont été déclarés.	Manuel	Un des fins de course est actif et il est incohérent avec la position déclaré. <ul style="list-style-type: none"> Le fin de course Intra est actif et j'ai déclaré le crayford sorti ou l'objectif avec une MAP proche. Le fin de course Extra est actif et j'ai déclaré le crayford rentré ou l'objectif avec une MAP à l'infini.
	Automatique	

3.5 Mémorisation des paramètres

La rotation du moteur débute par une phase d'accélération jusqu'à atteindre un palier. Pour s'arrêter, le moteur décélère, l'inversion de sens n'est gérée que pour les boutons. Dans ce cas le moteur ralenti puis s'arrête avant d'accepter une consigne d'inversion de sens.

4 Les commandes série

Commandes	Paramètres	Signification	Description
GP		Get Position	Retourne la position courante du moteur
GI		Get full In position	Le moteur tourne-t-il?
Commandes	Paramètres	Signification	Description
SF		Set motor Full step	Rotation par pas entiers
SH		Set motor Half step	Rotation par 1/2 pas
SS		Set motor step Scale	Paramétrage du mode micro-pas
SP		Set Position	Paramètre la position courante du moteur à une valeur arbitraire
SN		Set New target position	Paramétrage de la position cible (ne démarre pas le moteur)
SD		Set step Delay	Non utilisé
SC		Set temp. Coefficient	Non utilisé
PO		temp. Offset Parameter	Paramètre l'offset de température par pas de 0.5° entre -3°..+3°
SM		Set new MaxSteps position	Définit une nouvelle limite supérieure du moteur
SY		Set MaxIncrement	Paramètre l'incrément max autorisé pour les changements de position, Ignoré
SO		Set the CoilPwr setting	Paramètre si les bobines du moteur restent alimentée entre 2pas
SR		Set Reverse direction	Règle l'inversion du sens de rotation
MS		Set MotorSpeed	Délais entre 2 impulsions successives
DS		Display Status	Eteint/Allume l'afficheur
SU		Set display Update	Autorise ou pas la mise à jour de l'afficheur quand le moteur tourne
SE		Set TempWaitDelay setting	Règle le délai minimum entre 2 acquisitions successive de température
DM		Display temp. measurement	Règle l'affichage en °C ou °F
XZ			reset valeur usine

Tableau 4: Liste des commandes de paramétrage

Commandes	Paramètres	Signification	Description
XY		Mode débogage	Récupère les variables pour le monitorer
FG		Focuser GOTO	Démarre le moteur vers la position cible
FQ		Focuser Quiet	Stop la rotation du moteur, la position courante devient la position cible
PH		Position Home	Retour du focuser à sa position « Home »
+			Active la compensation automatique de température
-			Désactive la compensation automatique de température

Tableau 5: Liste des commandes d'action

5 Schéma et réalisation

5.1 Schéma

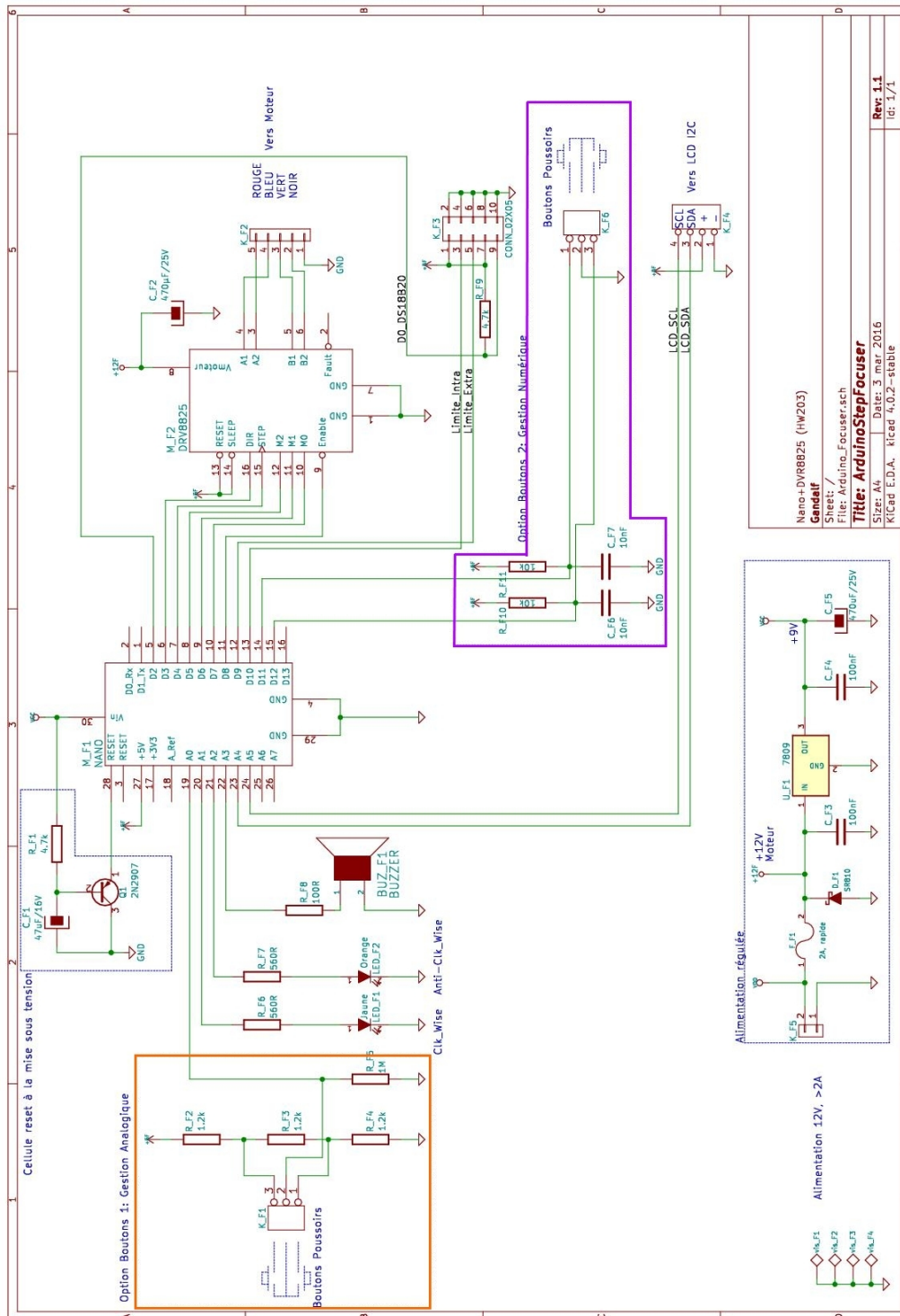


Illustration 5: Schéma électronique

L'ArduinoStepFocuser s'articule autour d'un Arduino Nano. Le port USB de l'Arduino permet la mise à jour du firmware de l'ArduiStepFocuser et la connexion au PC en exploitation. Il génère les signaux qui pilotent le moteur via le driver DRV8825. Il interprète les commandes arrivant du PC au format COM Série. Il reçoit aussi les états des boutons et des fins de course.

Entrées :

- USB (vue par le PC comme un port COM série) : Programmation/exploitation (PC)
- A0 : Exploitation des boutons sous forme analogique (Option Bouton 1, en orange)
- D2 : Ligne de données du capteur de température (DS1820)
- D9 : Capteur de fin de course extra-focale (contacteur, capteur effet hall..) (Option)
- D10 : Capteur de fin de course intra-focale (contacteur, capteur effet hall..) (Option)
- D11 : Bouton Poussoir 2 (Option Bouton 2, en violet)
- D12 : Bouton Poussoir 1 (Option Bouton 2, en violet)

Sorties :

- A1 : LED indiquant une rotation dans le sens horaire
- A2 : LED indiquant une rotation dans le sens anti-horaire
- A3 : Buzzer
- A4 : Signal SDA(données) vers le LCD
- A5: Signal SCL (horloge) vers le LCD
- D3 : Sens de rotation (DRV8825)
- D4 : Horloge moteur (DRV8825)
- D5...D7 : Sélection μ -pas (DRV8825)
- D8 : Activation alimentation moteur (DRV8825)

5.1.1 L'alimentation

L'alimentation du montage se fait via le connecteur K_F5. Cette dernière peut évoluer entre 11V..35V (un radiateur sur le régulateur U_F1 (7809) peut être nécessaire au-delà d'une certaine tension).

Le fusible F_F1 doit-être calibré en fonction de la consommation du moteur (avec une marge). Il a un double rôle. Il va assurer une protection en cas de consommation anormalement élevée (court-circuit). Associé à la diode Schottky SR810 il va protéger le montage contre les inversions de polarité. En temps normale D_F1 ne conduit pas. Si on inverse les polarité, la diode devient passante et met F-F1 en court-circuit.

En amont du régulateur U_F1, on dérive la tension d'alimentation pour la partie puissance du DRV8825.

Le régulateur U_F1, C_F3, C_F4 et C_F5 régulent la tension d'entrée et fournissent du 9V à l'arduino. Cette alimentation n'est pas obligatoire en théorie puisque l'arduino nano est donné pour une tension nominal entre 7V..12V et maximale entre 6V..20V. Le principal intérêt étant de déporter un éventuel échauffement de la partie régulation de l'arduino sur le régulateur U_F1 qui pourrait se voir affublé d'un radiateur le cas échéant.

5.1.2 La cellule RESET

R_F1, C_F1 et Q_F1 constituent une cellule qui maintien l'entrée RESET de l'arduino à 0 à la mise sous tension de l'arduino. Quand on alimente l'arduino par l'USB (5V), l'alimentation du module LCD est immédiate. Avec une alimentation externe, le 5V alimentant le LCD étant fabriqué sur la carte arduino, il arrive que le programme de l'arduino démarre avant que le LCD n'est eu le temps de s'initialiser correctement. C_F1 va se charger via R_F1 et Q_F1 va rester passant le tant que C_F1 ne soit pas suffisamment chargé. Donc le RESET de l'arduino va rester actif pendant la

phase d'initialisation du LCD.

5.1.3 Gestion des boutons (Option 1 : Orange)

Dans le projet initial, pour économiser une ligne d'entrée l'état des boutons était géré sur une entrée analogique de l'arduino. R_F2, R_F3, R_F4 forment un pont diviseur de tension. R_F5 est juste une résistance de rappel à la masse à forte impédance pour ramener une tension nulle, quand aucun bouton n'est enfoncé. Quand on appuie sur un ou deux boutons, on vient shunter un certain nombre de résistance du pont diviseur. La conséquence étant que la tension en A0 va varier en fonction des boutons enfoncés. Par conversion analogique/numérique de la tension en A0, on va pouvoir déterminer les combinaison entre les boutons poussoir 1 et 2.

L'avantage de cette méthode est qu'on économise une ligne d'entrée/sortie. L'inconvénient est que la gestion est plus lourde et le code moins efficace et plus gourmand.

Pour garder la compatibilité avec le programme initial, cette option est conservée. Elle peut être présente en même temps que l'option 2. Le connecteur K_F1 est compatible au niveau des connexion, avec le connecteur K_F6.

5.1.4 Gestion des boutons (Option 2 : Violet)

La gestion des 2 boutons poussoirs se fait par 2 lignes digitales dédiés. L'association résistance-capacitance R_F11/C_F6 et R_F12/C_F7 forment un pré-filtrage anti-rebond.

On utilise 2 lignes d'entrée, mais on gagne en efficacité du code.

Elle peut être présente en même temps que l'option 1. Le connecteur K_F6 est compatible au niveau des connexion, avec le connecteur K_F1.

5.1.5 Le driver DRV8825 (choix du moteur)

Son rôle est de convertir les signaux de commandes en provenance de l'arduino, en signaux d'alimentation des bobines du moteur.

Le driver DRV8825 permet de piloter le moteur en pas entier, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32 de pas.

Il est important qu'un radiateur soit monté sur le circuit intégré du module DRV8825.

Le potentiomètre du module doit-être réglé en fonction du moteur. Il permet d'adapter la limitation du courant aux besoins du moteur. Un courant trop faible diminue le couple du moteur. Un courant trop fort entraîne une surchauffe voire une destruction des bobines du moteur.

Bien que le DRV8825 soit sensé supporté jusqu'à 2,2A, je déconseille l'utilisation d'un moteur consommant plus de 1,5A/phase, je conseille même l'utilisation d'un moteur consommant moins de 1A/phase. En effet le DRV8825 chauffe d'autant plus que le moteur consomme. J'ai testé l'alimentation du même moteur avec un courant de 1,4A et 1,1A. Quand on utilise 1,4A le DRV8825 (avec radiateur) atteint une température de 75°C alors que si on utilise 1,1A la température reste à 55°C.

Le moteur chauffe, c'est normal dans la limite du raisonnable. Sur les datasheets des moteurs on trouve souvent une température max de 80°C.

Model: NEMA17 Stepper Motor - JK42HM (0.9 degree)

General Specification:

Step Accuracy ----- $\pm 5\%$
 Resistance Accuracy ----- $\pm 10\%$
 Inductance Accuracy ----- $\pm 20\%$
 Temperature Rise ----- 80°C MAX.
 Ambient Temperature Range ----- -20°C ~ +50°C
 Storage Temperature Range ----- -30°C ~ +60°C
 Insulation Resistance ----- 100M Ω MIN. 500V DC
 Dielectric Strength ----- 500V AC 1min
 Radial Play ----- 0.02mm MAX. (450g Load)
 End Play ----- 0.08mm MAX. (450g Load)
 Max. radial force ----- 28N
 Max. axial force ----- 10N

Electrical Specification:

Model No.	Step Angle (°)	Motor Length (L)mm	Current /Phase A	Resistance /Phase Ω	Inductance /Phase mH	Holding Torque kg.cm	Lead wires No.	Detent Torque g.cm	Rotor Inertia g.cm ²	Motor weight Kg
JK42HM34-0956	0.9	34	0.95	4.2	4	1.58	6	200	35	0.22
JK42HM34-0606	0.9	34	0.6	10	9.5	1.58	6	200	35	0.22
JK42HM34-0316	0.9	34	0.31	38.5	33	1.58	6	200	35	0.22
JK42HM34-1334	0.9	34	1.33	2.1	4.2	2.2	4	200	35	0.22
JK42HM40-1206	0.9	40	1.2	3.3	3.4	2.59	6	220	54	0.28
JK42HM40-0806	0.9	40	0.8	7.5	6.7	2.59	6	220	54	0.28
JK42HM40-0406	0.9	40	0.4	30	30	2.59	6	220	54	0.28
JK42HM40-1684	0.9	40	1.68	1.65	3.2	3.3	4	220	54	0.28
JK42HM48-1206	0.9	48	1.2	3.3	4	3.17	6	250	68	0.35
JK42HM48-0806	0.9	48	0.8	7.5	10	3.17	6	250	68	0.35
JK42HM48-0406	0.9	48	0.4	30	38	3.17	6	250	68	0.35
JK42HM48-1684	0.9	48	1.68	1.65	4.1	4.4	4	250	68	0.35

***Note:** We can also manufacture products according to customer's requirements.

Illustration 6: Exemple de datasheet d'un moteur

Sélectionnons le JK42HM48-406.

On se rend compte que sa température limite peut atteindre 80°C. Ça ne veut pas dire qu'il faut le faire travailler à 80°C, mais s'il atteint 50°C, ce n'est pas dramatique.

Step angle, indique la rotation de l'axe du moteur quand il avance d'un pas entier. Ce type de moteur est appelé aussi 400pas/tour (1tour=360°, 400pas/tour : $360^\circ/400=0,9^\circ$).

Si on utilise une démultiplication par 5,25,100..., les 0,9° par pas seront divisés par le facteur de démultiplication, par exemple on va obtenir $0,9^\circ/5=0,18^\circ$ par pas pour une démultiplication par 5. Par contre les systèmes de démultiplications, par exemple les moto-réducteurs planétaire (Geared motor) vont rajouter du backlash (mentionné dans leur datasheet).

Le passage de pas entier au μ -pas va permettre de réduire aussi cet angle mais au détriment du couple du moteur.

Current/Phase : Indique la consommation du moteur, c'est ce paramètre qu'il faut régler sur le DRV8825. Il vaut mieux le choisir inférieur à 1A.

Holding torque : C'est la force de maintien du moteur à l'arrêt. Plus le chiffre est grand plus le moteur pourra supporté des charges lourdes.

Réglage du DRV8825

Je vous propose un réglage en 2 temps. Il va falloir un multimètre qui fasse au moins voltmètre et ampèremètre (au moins 2A).

Souvent on trouve des multimètres avec 2 plages de calibre de mesure d'intensité. Des plages de mesure pour les corants faibles (<200mA, voir <400mA). Dans ce cas on utilise les bornes de connexion en bleu (Cf Illustration 7) utilisé pour la mesure de tension.

Phase 1 : Préréglage du DRV8825

1. Sur le datasheet du moteur consulter la consommation du moteur par phase. Pour le JK42HM48-406, c'est 0,4A/phase.
2. Assurez-vous que le moteur n'est pas connecté au DRV8825.
3. Réglez la tension sur le potentiomètre du DRV8825 pour obtenir une tension égale à 50 %

de la valeur du courant/phase. Dans notre exemple le moteur à besoin de 0,4A/phase, on règle le potentiomètre pour obtenir 0,2V. (Cf le montage suivant, illustration 8).

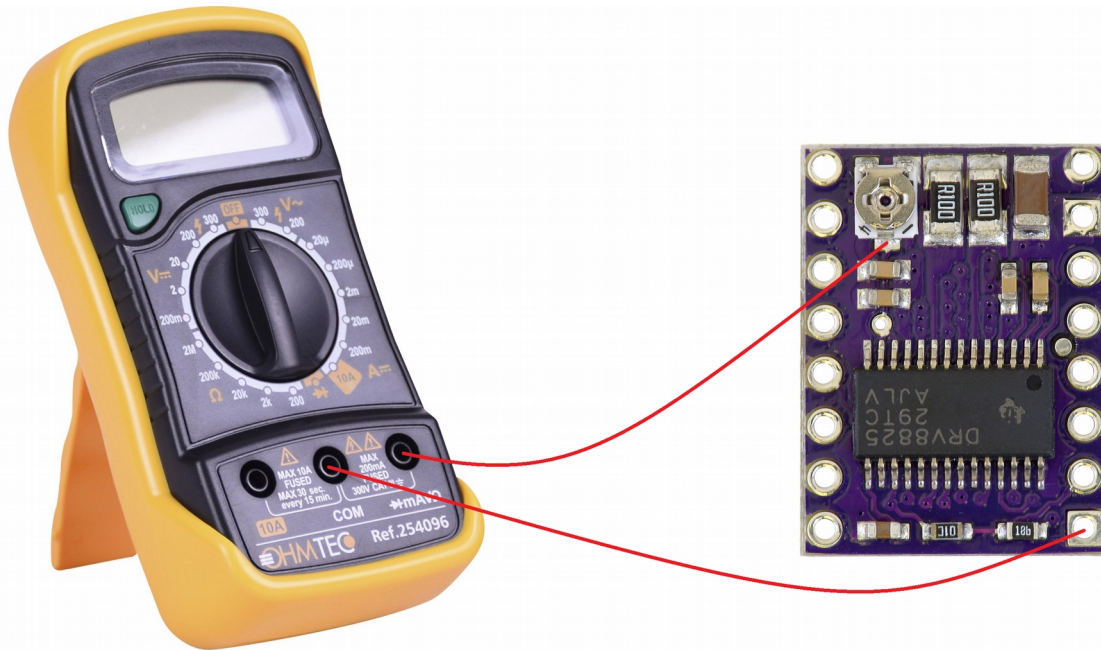


Illustration 8: Mesure de la tension du DRV8825

On peut aussi mesurer la tension sur la parti métallique mobile du potentiomètre, sans trop appuyer pour ne pas abimer le potentiomètre.

Phase 2 : Réglage final du DRV8825

1. Coupez l'alimentation du circuit.
2. Rebrancher le moteur et l'ampèremètre comme suit :

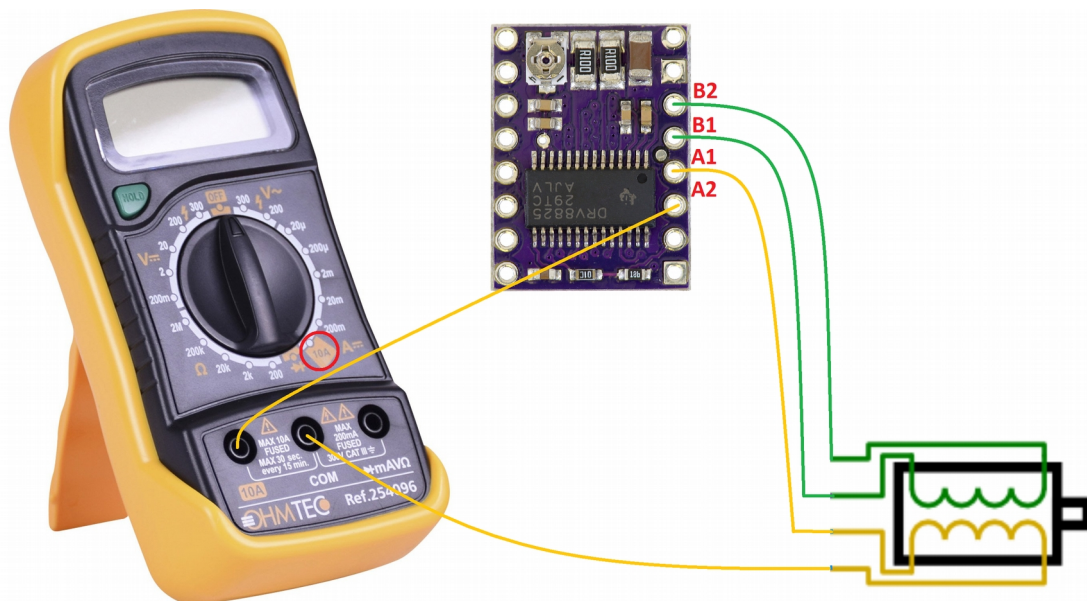


Illustration 9: Connexion du multimètre pour la mesure de courant

3. Allumez le montage et régler le focus en pas entier et alimentation permanente, mais ne pas faire tourner le moteur.
4. Réglez le potentiomètre pour obtenir une valeur de courant égale à 70 % du courant par

phase du moteur (Pour le JK42HM48-406, c'est $0,4A \cdot 0,7 = 0,28A$).

Remarque : Si on règle un courant trop faible on perd du couple mais ça n'est pas dangereux, Un courant trop fort peut entraîner la destruction du moteur ou du DRV8825.

5.1.6 La sonde de température DS1820

La température est acquise grâce à une sonde de Dallas Instrument, la DS1820 qui dialogue avec l'arduino grâce à un bus « OneWire ».

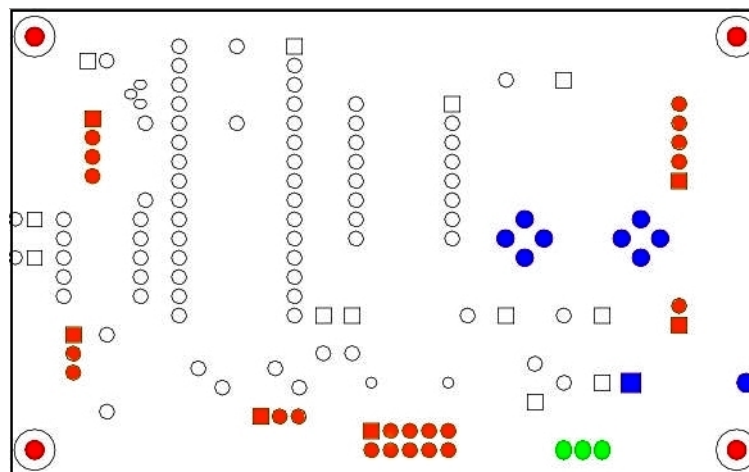
5.1.7 Le LCD

Un LCD 20 caractères par ligne x 4 lignes, permet d'afficher les données et les menus. Un module I2C permet de dialoguer avec le LCD en utilisant uniquement 2 sorties de l'arduino. Le bus utilisé est l'I2C. L'afficheur doit donc être équipé d'une carte interface I2C.

5.1.8 Le bloc d'alimentation extérieur

Il faut le choisir en fonction de la consommation en courant du moteur. On prendra un bloc aux alentours de 12V et capable de fournir au moins 2 fois le courant par phase du moteur. Pour le JK42HM48-406, c'est $0,4A$ /phase, donc on prendra un bloc alim d'au moins 1A.

5.2 Plan de perçage



Vue dessous



Illustration 10: Plan de perçage du circuit imprimé

5.3 Implantation des composants

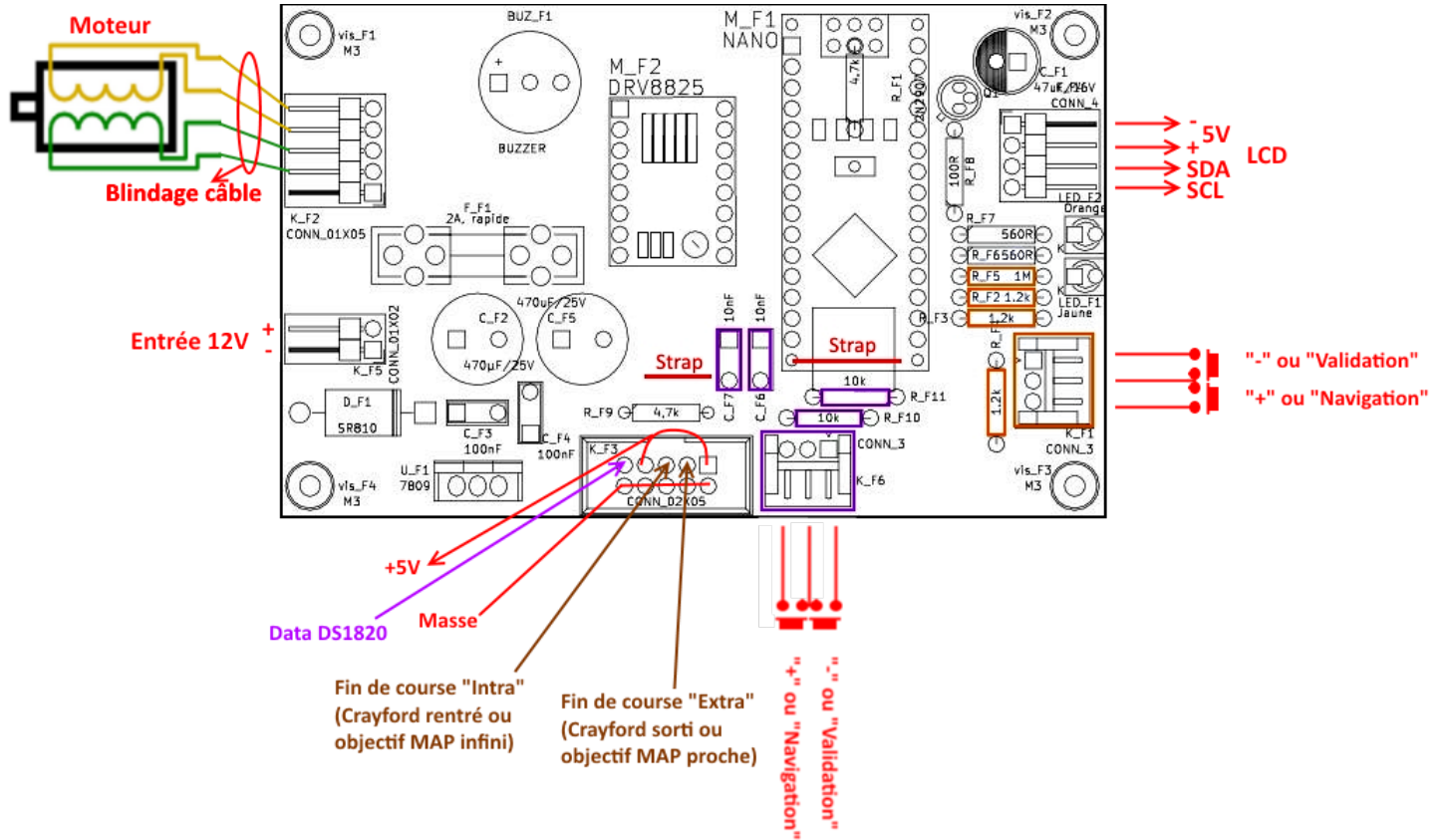


Illustration 11: Implantation des composants et raccordements

Entouré en violet, les composants si on choisit la gestion digitale des boutons (Option 2 : pas encore implémenté) et en orange, pour la gestion analogique des boutons. (Les composants peuvent être présents simultanément sur la carte).