

POSTE DE CONDUITE SUR SIMULATEUR - MODULE COMPLET ARDUINO DUE

Le 17/02/2025

II - LE MONTAGE DE LA CARTE PRINCIPALE

Ce document se trouve sur ce site : http://www.la-tour.info/uts/uts_page15.html#conduite

Si vous réaliser des améliorations matériels ou logicielles, merci de les poster sur le forum RMF pour en faire profiter le plus grand nombre.

Si vous publiez cette réalisation avec ou sans améliorations, vous devez publier votre code source.

Ce logiciel est un logiciel libre. Exigence du concepteur : Ne pas modifier la ligne d'affichage "JLF xx/xx/xxxx" sur l'écran LCD.

On peut modifier ce programme et le diffuser. Dans ce cas, il faut préciser l'origine et donner accès aux sources modifiées.

Définition : Un logiciel libre est un logiciel distribué avec l'intégralité de ses programmes-sources, afin que l'ensemble des utilisateurs qui l'emploient, puissent l'enrichir et le redistribuer à leur tour.

Note : Un logiciel libre n'est pas nécessairement gratuit et les droits de la chaîne des auteurs sont préservés.

Équivalent étranger : free software, open source software.

(Source : Vocabulaire de l'informatique (liste de termes, expressions et définitions adoptés), NOR: CTNX0710138K, J.O n° 93 du 20 avril 2007 page 7078, texte n° 84)

logiciel libre

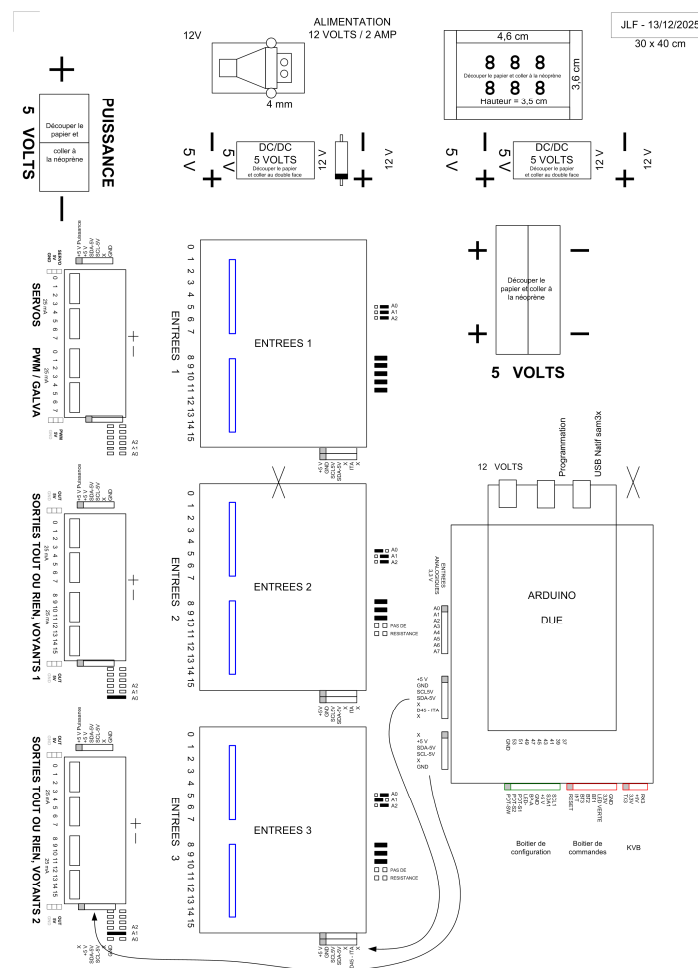
Par logiciel libre on entend un logiciel qui offre la liberté aux utilisateurs d'exécuter, de copier, de distribuer, d'étudier, de modifier et d'améliorer le logiciel. Plus précisément, elle fait référence à quatre types de liberté pour les utilisateurs du logiciel :

La liberté d'exécuter le programme, pour tous les usages (liberté 0).

La liberté d'étudier comment le programme fonctionne et de l'adapter à ses besoins (liberté 1). L'accès au code source est une condition requise.

La liberté de redistribuer des copies, (liberté 2).

La liberté d'améliorer le programme et de diffuser les améliorations au public pour en faire profiter toute la communauté (liberté 3). L'accès au code source est une condition requise.



Une fois le boîtier de commande, le boîtier de configuration et tous les circuits imprimés réalisés, on peut assembler la carte principale.

Les liens sont donnés comme exemple, mais ils peuvent être rapidement erronés. Bien vérifier votre commande.

Acheter :

- Une prise femelle d'alimentation à vis : <https://fr.aliexpress.com/w/wholesale-alimentation-femelle-2.1-connecteur.html>
- Un voltmètre / ampèremètre : <https://fr.aliexpress.com/w/wholesale-volts-amp%C3%A8re.html>
- Deux modules de conversion 12 Volts vers 5 Volts, minimum 3 Ampères :
- Une diode 1N5404.
- Une plaque de circuit imprimé simple face : <https://fr.aliexpress.com/w/wholesale-pcb-fr4.html>
- Une carte Arduino DUE : <https://fr.aliexpress.com/w/wholesale-arduino-DUE.html>
- Deux translateurs de tension pour l'I2C : <https://fr.aliexpress.com/w/wholesale-CJMCU%2525252d9515-.html?>
- Un module eeprom 24C04 : <https://fr.aliexpress.com/w/wholesale-eeprom.html>

Avant de commencer on doit avoir les équipements ci-dessous de prêt :

- Les trois circuits imprimés des entrées sont assemblés.
- Les trois circuits MCP23017 des entrées sont soudés sur des barrettes.
- Le circuit imprimé pour le boîtier de commande et le boîtier de configuration sont assemblés.
- Le circuit imprimé à placer sur l'Arduino est assemblé.

Prendre un matériau très léger comme du carton plume d'un cm d'épaisseur, de 30 x 40 cm.

Il sera facile à percer à la main, pour fixer tous les éléments dessus.

1 / Le plan d'implantation et le support du montage

Imprimer le fichier '**Arduino Simu DUE - Plan planche.pdf**', sur deux pages A4.

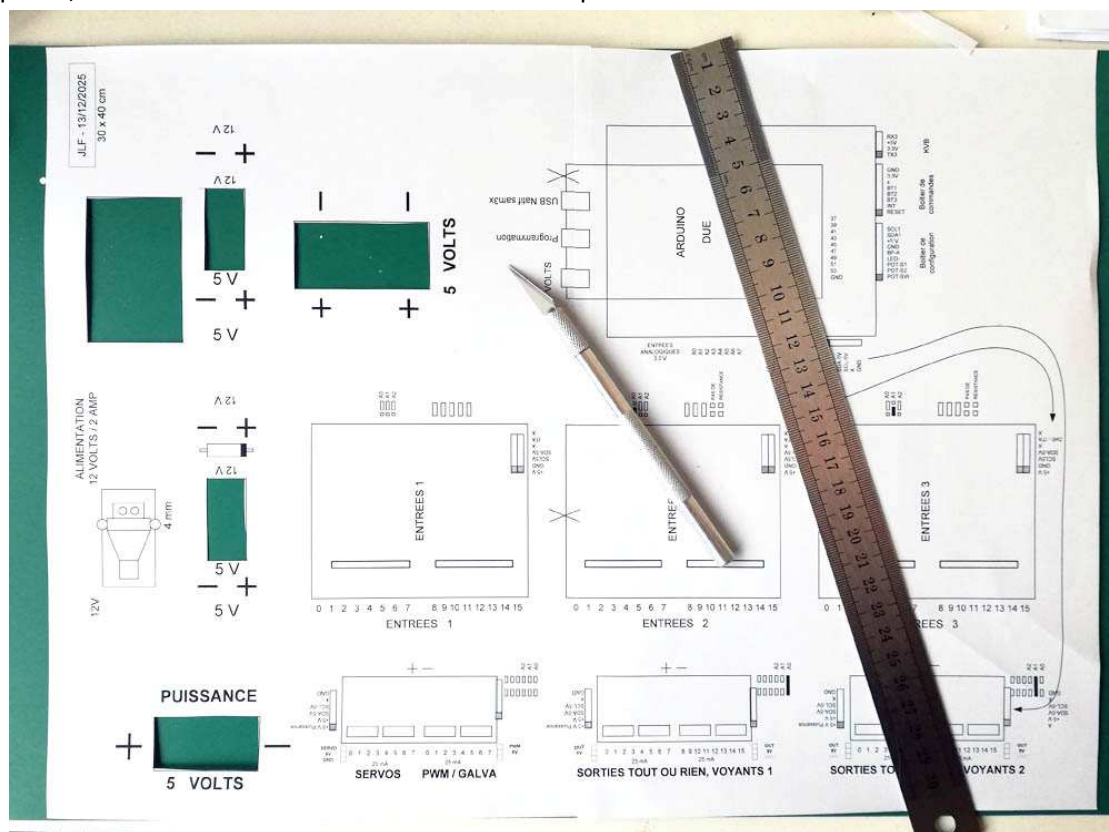
Coller les deux pages et découper le tour, pour former un cadre de 30 x 40 cm.

Pour pouvoir coller au double face, les modules ou cartes sans trou de fixation, découper dans le papier les emplacements, les places pour :

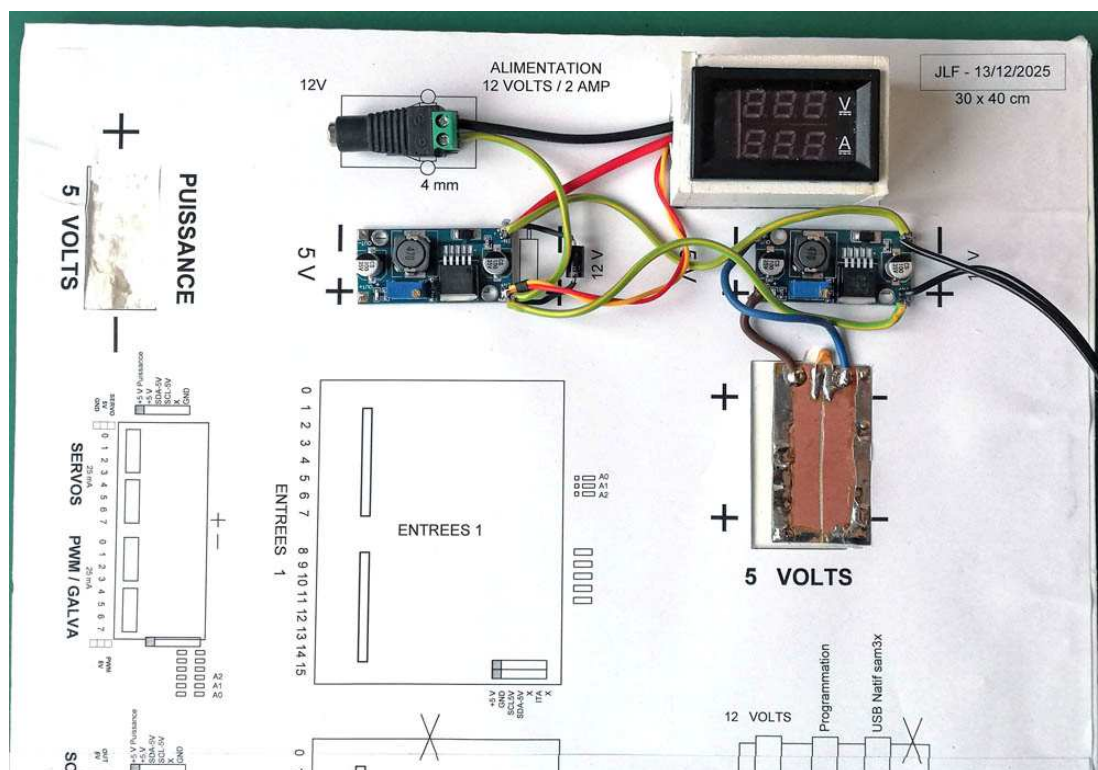
- Les deux convertisseurs 12 Volts -> 5 Volts.
- Les deux plaques de circuit imprimé pour distribuer le + 5Volts.
- Le Voltmètre / Ampèremètre.

Coller ces pages sur un support, de type carton plume de 1 cm d'épaisseur de 30 x 40 cm.

Une fois imprimé, coller les deux feuilles ensemble et découper les fenêtres :



La feuille est collée sur son support. On va construire la première partie



2 / Le boîtier du voltmètre et les modules d'alimentations 5 Volts

Fabriquer la boîte pour le voltmètre, avec des morceaux de 5 mm d'épaisseur.

- 2 fois 3,6 cm * 3,5 cm de haut
- 2 fois 4,6 cm * 3,5 cm de haut

Sur un côté, faire une encoche sur un côté en bas, pour le passage des câbles.

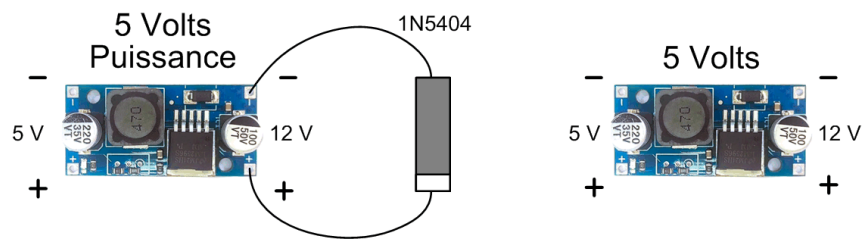
Coller cette boîte sur la planche.

Installer le voltmètre dedans.

Fixer la prise 12 Volts avec du double face et un collier en Rilsan.

Coller au double face, les deux régulateurs fixes de 5 Volts.

Souder la diode 1N5404. Elle évite de tout griller si l'on inverse la tension d'entrée.



Il y a deux modules pour fournir du 5 Volts.

- Le module de droite, pour toutes les cartes d'interface et l'écran LCD, à l'abri des parasites.
- Le module de gauche, pour la partie puissance des cartes de sorties. Ça permet d'alimenter les servomoteurs, lampes, voyants, galvanomètres avec de forts appels de courant, sans perturber le reste du montage et ses signaux faibles.

Souder les fils d'alimentation 5 et 12 Volts, en suivant ce schéma.

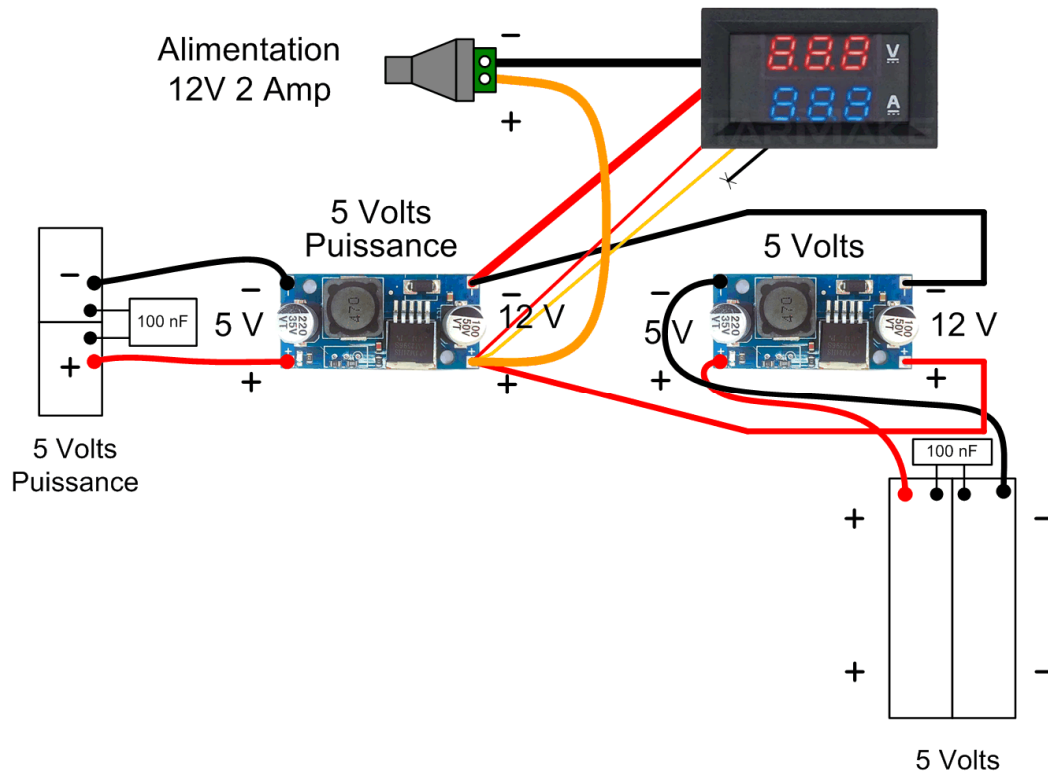
Ne pas utiliser du fil trop fin.

Découper deux plaques de circuit imprimé.

- 2 cm x 4 cm. Faire un trait horizontal au milieu pour isoler les deux morceaux de 2 x 2cm.
- 2,5 cm x 5 cm. Faire un trait vertical au milieu pour isoler les deux morceaux de 1,25 x 5cm.

Coller au double face, ces deux plaques.

Souder aussi deux condensateurs de 100 nF, sur les circuits imprimés.



TEST : Brancher une alimentation 12 Volts / 2 Ampères.

⇒ Vérifier la tension d'affichée sur le voltmètre : 12 Volts : oui / non ?

⇒ **Vérifier la tension sur les deux plaques : 5 Volts : oui / non ?**

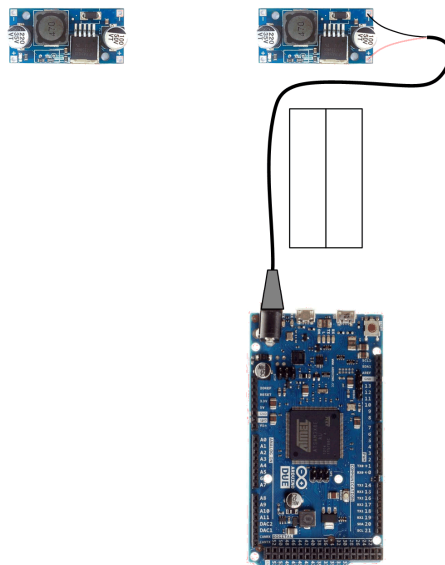
3 / La carte Arduino DUE

Poser la carte Arduino DUE à son emplacement sur la plaque.

Percer la plaque support en passant une pointe dans les quatre trous de la carte Arduino.

Passer du fil électrique fin et rigide, pour fixe la carte Arduino.

Souder le connecteur d'alimentation de l'Arduino sur le 12 Volts du régulateur de droite.



TEST : Brancher une alimentation 12 Volts / 2 Ampères.

⇒ Vérifier que les voyants s'allument sur la carte Arduino : oui / non ?

La carte ARDUINO DUE est assez fragile, surtout les entrées analogiques.

Mettre en place une carte HS pour la suite, ou sinon prévoir le câblage et les soudures en retirant cette carte.

4 / Les trois circuits imprimés des entrées

Prendre les trois circuits imprimés pour les **entrées**, sans poser les modules MCP23017 dessus.

Poser ces cartes sur la plaque.

Percer la plaque support en passant une pointe dans les trous des cartes.

Passer du fil électrique fin et rigide, pour fixer ces trois cartes.

Souder les plots d'alimentation de ces trois cartes, au + et - 5 volts, situés sur la plaque de **droite**. (*Voir schéma page suivante*).

5 / Les trois circuits imprimés des sorties

Prendre les trois circuits imprimés pour les **sorties**, type PCA9685.

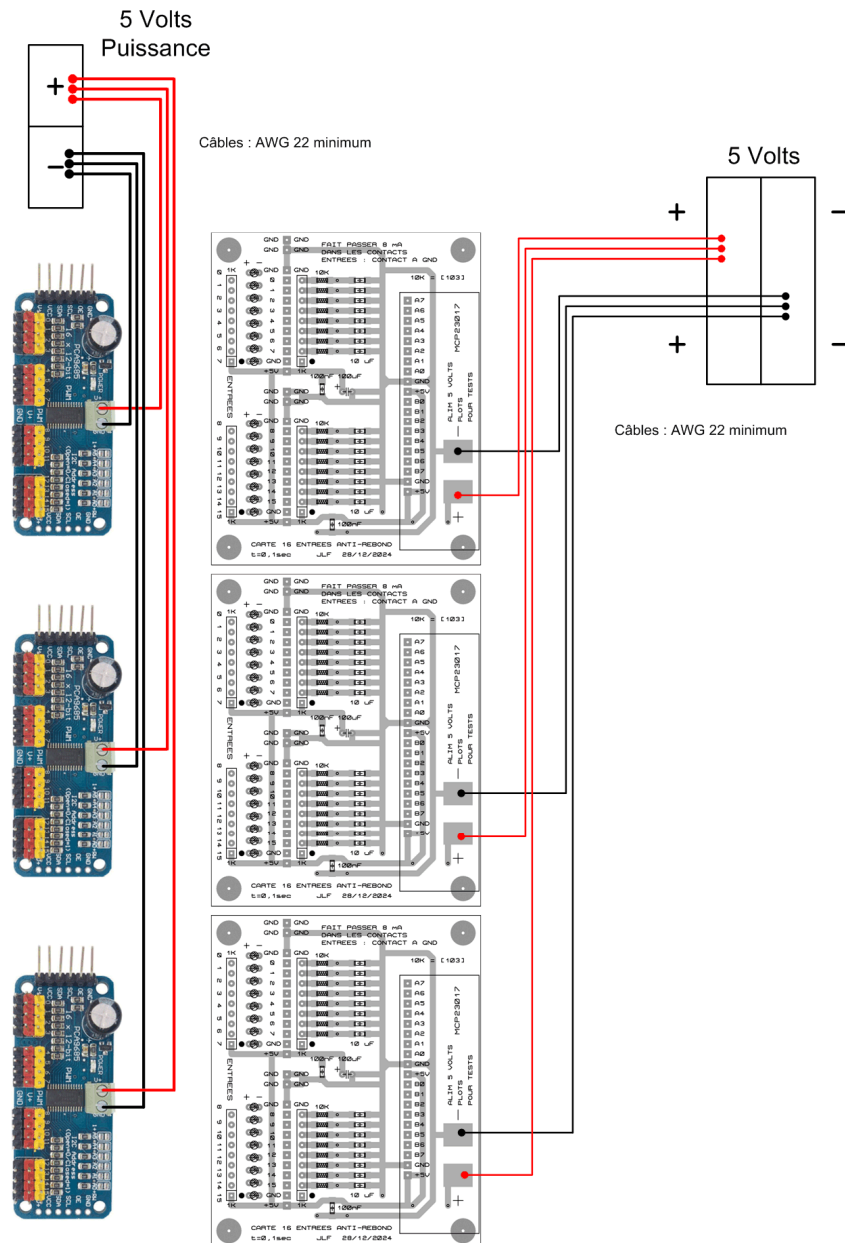
Poser ces cartes sur la plaque.

Percer la plaque en passant une pointe dans les trous des cartes.

Passer du fil électrique fin et rigide, pour fixer ces trois cartes.

Relier les borniers d'alimentation de puissance, aux + et - 5 volts de **gauche, de puissance**. (*Voir schéma*).

Schéma de branchement sur les deux alimentations 5 Volts :



TEST : Vérifier le branchement des alimentations :

- ⇒ Cartes étroites de **sortie** = Alimentation 5 Volts de **puissance** : oui / non ?
- ⇒ Grandes cartes **d'entrée** = Alimentation 5 Volts de **droite** : oui / non ?

6 / Installation des cartes MCP23017

Sur les cartes d'entrées, positionner dessus les circuits MCP23017.

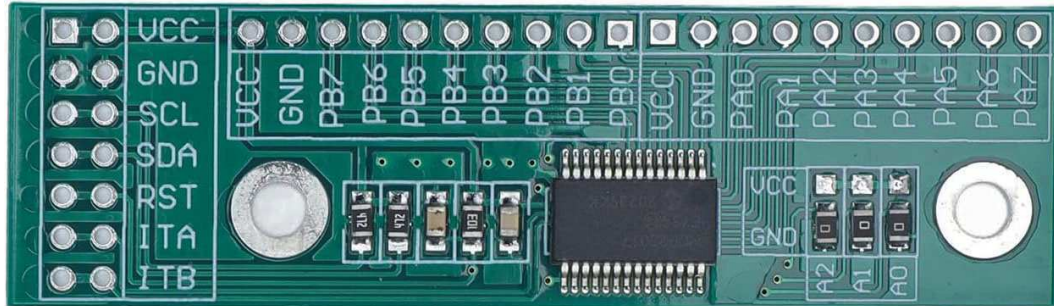
Vérifier ou modifier si besoin, les adresses I2C des cartes, comme indiqué sur la grande plaque. Avec le fer à souder, déplacer le composant marqué [0] sur les deux cartes du bas. On doit avoir :

CARTE1 A2 GND VCC [0] []
 A1 GND VCC [0] []
 A0 GND VCC [0] []

CARTE2 A2 GND VCC [0] []
 A1 GND VCC [0] []
A0 GND VCC [] [0]

CARTE3 A2 GND VCC [0] []
 A1 GND VCC [] [0]
 A0 GND VCC [0] []

Ici les trois composants marqués [0] sont du coté GND.



Informations sur le bus I2C :

Comme résistances de rappel sur les périphériques I2C, on a : PCA9685 = 10 K, MCP23017 = 4,7 K, Module eeprom = 10 K et translateur de tension = 10 K. Ca donne une résistance globale de 890 Ohms, ce qui est trop faible.

On supprimera les résistances de rappel sur deux circuits MCP23017. Ca donnera une résistance globale de 1,4 K soit 3,5 mA ce qui correct.

Sur les modules MC23017 de la cartes n° 2 et n° 3, dessouder les deux résistances de 4,7 K (Marquées [472]).

TEST : Vérifier que le composant [0] sont en position :

- ⇒ CARTE 1, A0, A1 et A2 en position GDN : oui / non ?
- ⇒ CARTE 2, A0 en position VCC et A1 et A2 en position GND : oui / non ?
- ⇒ CARTE 3, A1 en position VCC et A0 et A2 en position GND : oui / non ?

TEST : Vérifier que les composant [472] sont :

- ⇒ CARTE 1, présents : oui / non ?
- ⇒ CARTE 2, **absents** : oui / non ?
- ⇒ CARTE 3, **absents** : oui / non ?

Sur les cartes des **sorties**, souder certains plots pour configurer l'adresse I2C.

CARTE1 Aucun plots de soudé
 CARTE2 Pont de soudure sur le plot **A0**
 CARTE3 Pont de soudure sur le plot **A1**

TEST : Vérifier que les plots suivants sont soudés :

- ⇒ CARTE 1, aucun plot : oui / non ?
- ⇒ CARTE 2, **plot A0** : oui / non ?
- ⇒ CARTE 3, **plot A1** : oui / non ?

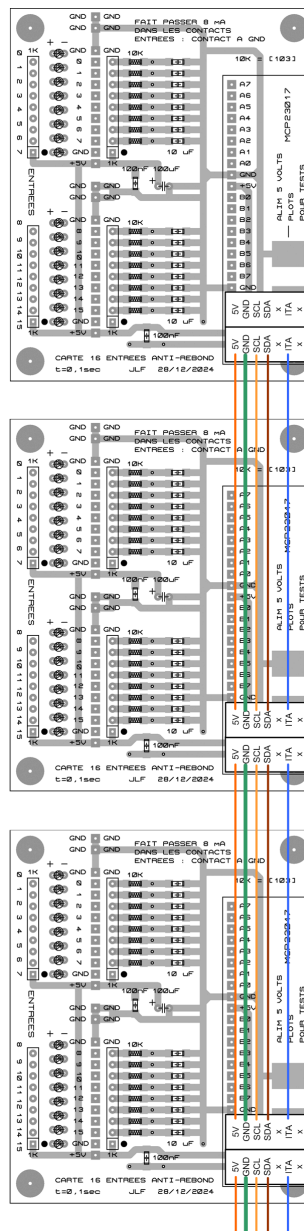
Poser la carte sur l'Arduino.

Placer les deux translateurs de tension I2C sur leurs supports.

Cette documentation peut présenter des erreurs, vérifier aussi par vous-même les actions à réaliser.

Installer les deux câbles entre les modules d'entrées.

- 2 câbles femelles-femelles, de 7 broches de 20 cm



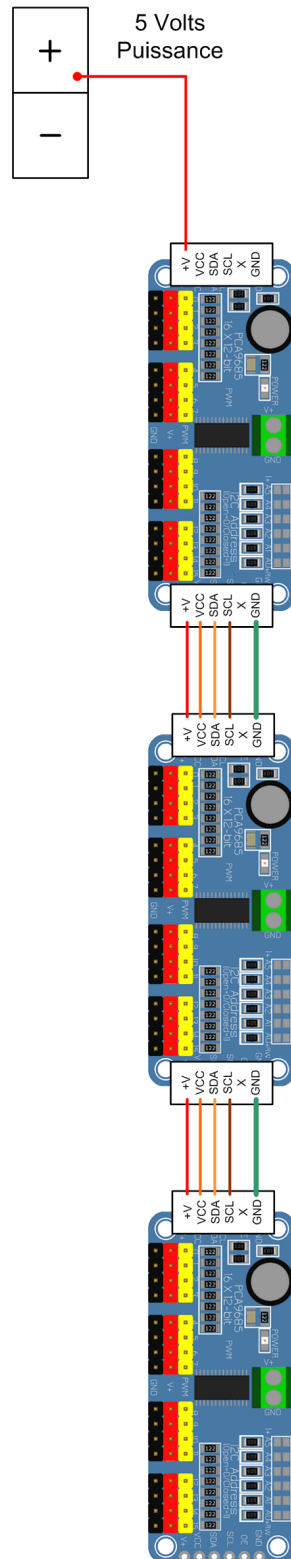
9 / Interconnexions des trois cartes de sortie

Installer des câbles entre les modules d'entrées.

Acheter des câbles courts tous montés, femelles-femelles, de 6 broches.

- 2 câbles femelles-femelles, de 6 broches de 10 cm

La broche '+V', est reliée au +5 Volts de puissance.



10 / Inter-connexions des cartes de sortie et d'entrée

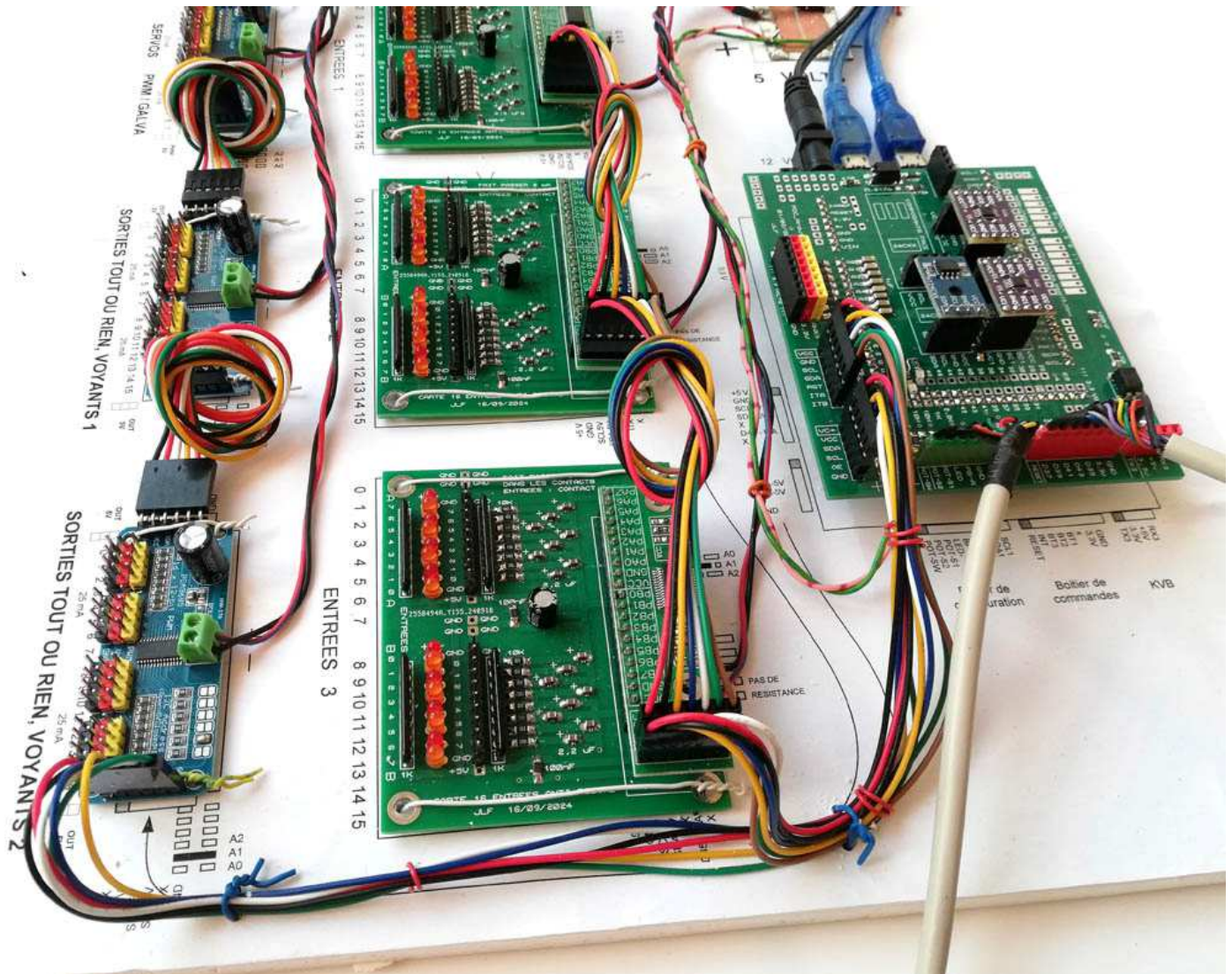
Acheter des câbles courts tous montés, femelles-femelles, de 7 broches.

- 1 câble femelles-femelles, de 6 broches de 30 cm
- 1 câble femelles-femelles, de 7 broches de 20 cm

Relier la carte d'entrée au circuit imprimé principal.

Relier la carte de sortie au circuit imprimé principal.

Mettre dans le bon sens ces connecteurs, en vérifiant que les plots VCC (carrés gris) sont reliés ensemble.



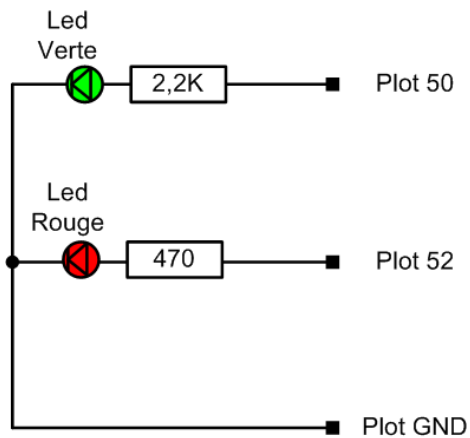
11 / Le branchement des boîtiers de configuration et de commande

Prendre les boîtiers et les brancher sur leurs connecteurs respectifs.

On peut brancher deux leds sur les plots 50, 52 et GND.

La led verte clignote, indiquant le bon fonctionnement du programme. Si le clignotement ralenti, c'est normal, c'est que le cpu est sollicité.

La led rouge s'allume à chaque envoi de touche du clavier. Même si elle s'allume souvent et longtemps, elle ne doit pas rester allumée en permanence.

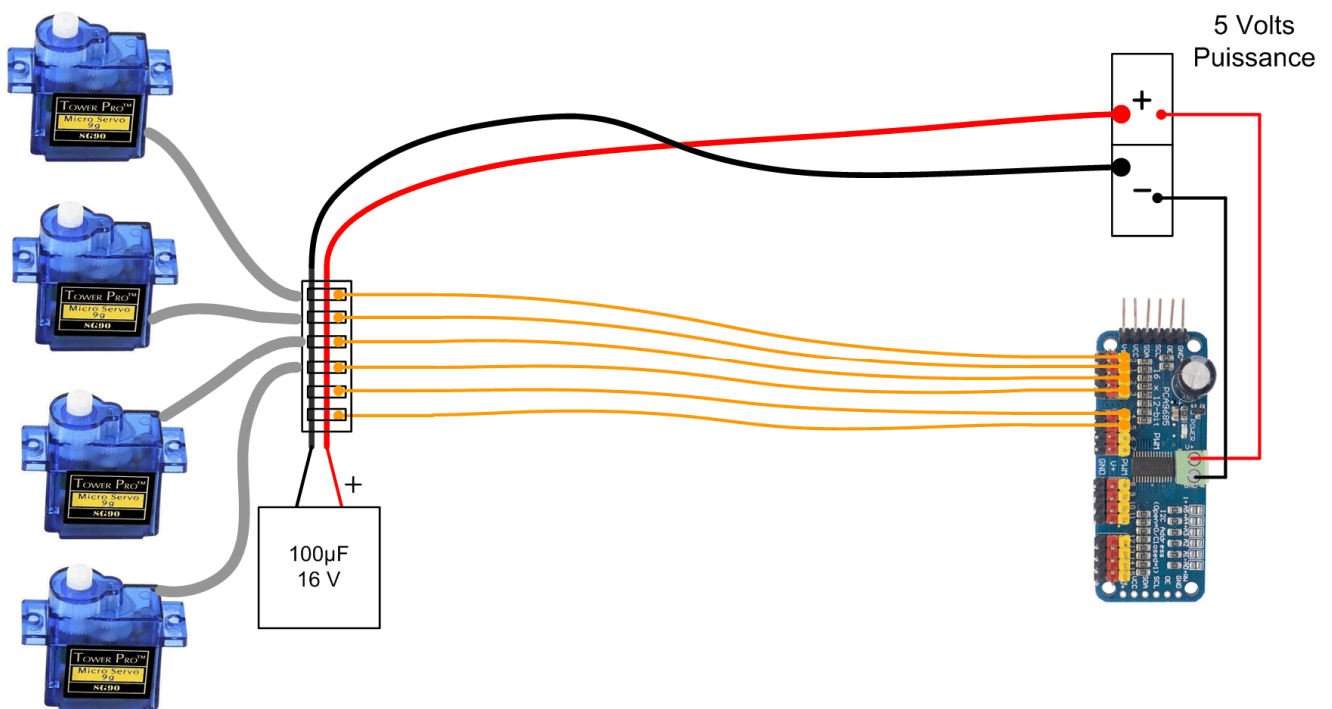


12 / Le branchement des servomoteurs

Les servomoteurs peuvent consommer plusieurs ampères quand ils fonctionnent en même temps.

Pour aller jusqu'aux servomoteurs, il est préférable de réaliser ce branchement ci-dessous, qui évite les chutes de tension et les parasites.

Prendre du gros câbles pour le + et - 5 Volts de puissance, jusqu'à la plaque intermédiaire.



13 / Le branchement des sorties tout ou rien

Les sorties fournissent plus de courant, quand un équipement est branché entre la sortie et le + 5 Volts.

Les voyants seront branchés entre la sortie et le +5 Volts.

Le programme est écrit pour que si l'on active une sortie `i2c_outx = 1`, la sortie passe à 0 Volt et le voyant s'allume. Les voyants seront branchés entre la sortie et le +5 Volts.

Les galvanomètres seront branchés entre la sortie et le +5 Volts, la sortie pwm sera à configurer comme inversée sur l'écran lcd.

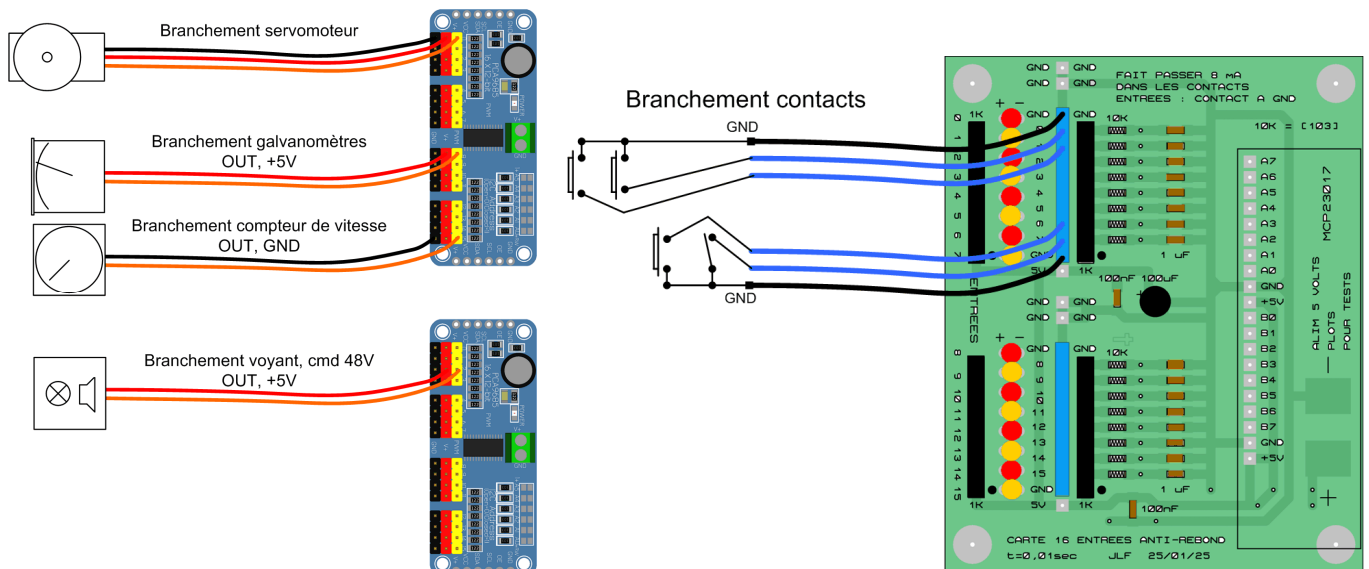
Pour les sorties alimentant un appareil entre 0 et 5 volts, comme le générateur triphasé, la sortie sera à configurer comme normal sur l'écran lcd.

Caractéristiques des sorties des PCA9685 :

- Courant maxi : 25 mA entre une sortie et le + 5 Volts, branchement normal.
- Courant maxi : 10 mA entre une sortie et la masse.
- Sortie servomoteur, impulsion de 700 μ s à 2300 μ s.
- Sorties PWM, fréquence = 62 Hz.

Prendre une alimentation 12 Volts / 2 à 3 Ampères pour alimenter la carte.

14 / Les branchements extérieurs



Avant la mise sous tension, vérifier au minimum l'absence de court-circuit entre :

- Le +5 Volts, le + 5 Volts de puissance et le +3,3 Volts.
- Le +5 Volts et le + 5 Volts de puissance.
- Le +5 Volts et le + 5 Volts de puissance et la masse.

Le branchement des équipements du pupitre doit respecter certaines contraintes.

Le branchement des boutons poussoir et interrupteur unique ne pose pas de problème.

Il n'y a pas de soucis avec les leviers de frein à 3 positions. Il y a un contact de chaque côté, et au milieu aucun contact.

Par contre, les manettes à plusieurs contacts successifs doivent être correctement branchées.

Pour le levier de traction de la BB7200 de SimExpress :

- Contact 'F' en avant = 1 contact
- Contact 'O' = Pas de contact.
- Contact 'T' en arrière = 1 contact
- Contact 'VI' en arrière = 1 contact

Il faut obligatoirement que le contact 'T' soit établi et reste fermé, avant que le contact 'VI' soit fermé.

Sinon, il faut reprendre la logique du programme.

| Positions : | F | O | T | VI |
|--------------------|----------|----------|----------|-----------|
| Contacts : | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 1 | 0 |
| | 0 | 0 | 1 | 1 |

Pour la clé de frein de la BB7200 de SimExpress :

- Contact "Service" = Pas de contact
- Contact "Neutre" = 1 contact
- Contact "Retrait" = 1 contact
- Contact "Isolement" = 1 contact

| Positions : | Service | Neutre | Retrait | Isolement |
|--------------------|----------------|---------------|----------------|------------------|
| Contacts : | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | 0 | 0 | 0 | 1 |

Cette configuration pourra évoluer suivant le câblage du pupitre.

Pour la clé des pantographe de la BB7200 de SimExpress :

- Contact "Aucun" = Pas de contact
- Contact "Arrière" = 1 contact
- Contact "Arrière+Avant" = 1 contact
- Contact "Avant" = 1 contact

| Positions : | Aucun | Avant | Avant+Arrière | Arrière |
|--------------------|--------------|--------------|----------------------|----------------|
| Contacts : | 0 | 1 | 1 | 1 |
| | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | 0 | 0 | 0 | 1 |

Cette configuration pourra évoluer suivant le câblage du pupitre.

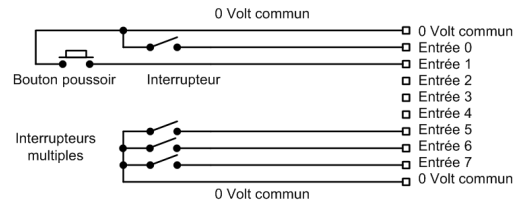
Pour le Cerclo de la BB67000 de Yohan:

- Contact "(+)" = 1 contact momentané
- Contact "Stop" = 1 contact
- Contact "0" = Pas de contact

| Positions : | 0 | Stop | (+) |
|--------------------|----------|-------------|------------|
| Contacts : | 0 | 1 | 1 |
| | 0 | 0 | 1 |

Cette configuration pourra évoluer suivant le câblage du pupitre.

ENTREES



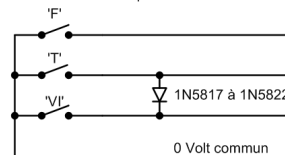
Pour les interrupteurs multiples, le bon fonctionnement du programme dépend d'un câblage correct.

Pour le levier de traction

- Position 'F' : L'interrupteur 'F' est fermé
- Position 'O' : Tous les interrupteurs sont ouverts
- Position 'T' : L'interrupteur 'T' est fermé
- Position 'VI' : Les interrupteurs 'F' et 'VI' sont fermés

Pour les interrupteurs multiples, si il y a des mauvais contacts, ou si l'interrupteur 'T' peut s'ouvrir quand l'interrupteur 'VI' est fermé, il faut ajouter des diodes Schottky.

Quand on ferme l'interrupteur 'VI' on force la fermeture de l'interrupteur 'T'.



Pour les interrupteurs multiples, le bon fonctionnement du programme dépend d'un câblage correct.

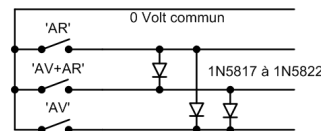
Pour le levier de pantographe

- Position 'O' : Tous les interrupteurs sont ouverts
- Position 'AR' : L'interrupteur 'AR' est fermé
- Position 'AR+AV' : L'interrupteur 'AR' et 'AR+AV' sont fermés
- Position 'AV' : L'interrupteur 'AR' et 'AR+AV' et 'AV' sont fermés

Pour le levier de pantographe à 4 positions.

Quand on ferme l'interrupteur 'AV+AR' on force la fermeture de l'interrupteur 'AR'.

Quand on ferme l'interrupteur 'AV' on force la fermeture des interrupteurs 'AR' et 'AR+AV'.



SORTIES

