

CARTE AUDECOM V3.0, firmware V4.01 (août 2004)

Ce document décrit la carte AudeCom (produit associatif de l'association AUDE) pour le pilotage automatisé de télescopes à monture équatoriale. Cette carte électronique à microcontrôleur (compatible INTEL 8051) commande trois moteurs pas-à-pas afin de piloter la monture. Les deux premiers moteurs sont destinés à l'ascension droite et la déclinaison, le troisième moteur règle la focalisation. La carte peut recevoir des ordres d'une raquette à trois vitesses, et d'un ordinateur via un port série RS232. Les ordres reçus de l'ordinateur sont soit dans un langage natif, soit au format MEADE dit LX200. Ceci permet un pilotage via une émulation de terminal (hyperterminal sous Windows par exemple), ou par un logiciel spécialisé. Les logiciels GUIDE 8 et PAP 98 utilisant le format MEADE ont été testés et fonctionnent correctement avec la carte AudeCom ; le fonctionnement avec d'autres logiciels compatibles MEADE est possible mais non garanti. De plus, la carte est optimisée pour le fonctionnement avec le logiciel AudeLA de pilotage de télescopes et caméras CCD, ce logiciel associatif Aude permet d'exprimer toutes les fonctionnalités de la carte AudeCom, ce qui est loin d'être le cas avec le format LX200.

Les principales caractéristiques de la carte (utilisée avec AudeLA et la révision 4 de son firmware) sont :

- possibilité de suivi sidéral à vitesse variable (prise en compte du paramètre de réfraction de la lumière selon la méthode de King),
- suivi d'objets mobiles par rapport au fond du ciel (astéroïdes, comètes, lune, planètes et soleil),
- correction des erreurs périodiques (système PEC),
- possibilité de GOTO automatique avec une résolution de 1 seconde d'arc,
- pointage à trois vitesses :
 - correction fine pour la photographie (ΔV = vitesse sidérale),
 - centrage d'un objet (vitesse de 5 fois le suivi sidéral),
 - pointage avec accélération et freinage progressif des moteurs (pour tenir compte de l'inertie du télescope) jusqu'à $0.8^\circ/\text{s}$ (vitesse paramétrable).
- Des ordres de correction peuvent être reçus d'une caméra CCD de suivi automatique, via la raquette de contrôle.
- La focalisation est numérique à vitesse variable (2 vitesses paramétrables) avec mémorisation de la position (de -32767 à +32767).

Ce document constitue le mode d'emploi de la version 4 du firmware et contient toutes les informations nécessaires à l'utilisation de la carte.

1. Principe général du dispositif

Le cœur du dispositif est une carte électronique à microcontrôleur TEMIC 87C51RB2 (de la société ATMEL), capable de piloter trois moteurs pas à pas simultanément à vitesse variable. Deux moteurs pas à pas à fort couple sont fournis pour entraîner les deux axes du télescope pouvant avoir une masse mobile dépassant 100 kg. Le troisième moteur, plus petit, est prévu pour le réglage électrique et numérique de la focalisation.

La carte est reliée par un câble à une raquette qui émet les consignes par six boutons principaux (deux par moteur, un par sens de rotation). La raquette comporte aussi trois boutons auxiliaires mémorisant le choix de la vitesse (petite = corrections, moyenne = centrage, grande = pointage). La grande vitesse comporte une accélération et décélération progressive. Un voyant rouge éclaire la raquette et témoigne de la bonne alimentation de la carte. Les corrections sont faites à la vitesse sidérale dans les directions nord et sud, vitesse nulle vers l'est et deux fois sidérale vers l'ouest. Le centrage se fait dans les deux directions à cinq fois la vitesse sidérale. Le pointage après complète accélération entraîne le télescope à une vitesse maximale de 0.8° par seconde (valeur réglable séparément sur chacun des deux axes). La conception de la raquette est telle qu'elle peut recevoir les ordres d'un dispositif de suivi automatique (type SBIG ST4 ou ST7 par exemple) et les transmettre à la carte de pilotage (toutefois, l'adaptation de la connectique est à réaliser soi-même en fonction du système de suivi automatique retenu).

La carte peut dialoguer avec un ordinateur ou une raquette intelligente (non fournie) via son port série RS232.

En mode LX200 : 24 commandes sont reconnues (plus 3 pseudo-commandes). Les formats longs et courts pour les coordonnées sont acceptés, mais les objets (Messier, NGC, etc.) ne sont pas reconnus, pas plus que le mode alt-azimutal.

En mode natif : 35 commandes sont reconnues (dont 5 redondantes avec le mode LX200).

Hormis les fonctions courantes déjà énoncées sont présentes :

- les fonctions de pause,
- arrêt d'urgence,
- réinitialisation de la monture,
- etc.

La carte doit être alimentée par une tension continue comprise entre 8 V et 24 V. Le firmware limite la vitesse des moteurs de telle sorte qu'ils ne décrochent pas (sous une charge normale) avec 12 V ; la carte peut alors être alimentée par une batterie de voiture ou des batteries Cadmium-Nickel ou mieux NiMh. Il est possible de brider la vitesse maximale des moteurs pour tenir compte des mécaniques ayant un frottement excessif à grande vitesse. L'autonomie est de l'ordre de 1 h avec 10 éléments Cadmium-Nickel R6 (14x50mm) et 5 h avec 10 éléments NiMh de taille C (23x43 mm). L'autonomie peut être doublée si on pointe peu (longues poses CCD).

Dans sa version 4, le firmware est paramétrable via un fichier de données à part (avant programmation du contrôleur). Le logiciel peut donc s'adapter :

- à des rapports de réduction variés différents et différents en alpha et delta (toutefois pour des raisons mécaniques et de qualité de suivi, il n'est pas souhaitable de choisir des réductions s'écartant de plus du double ou de la moitié de la réduction standard),
- des inerties et couples d'entraînement divers (réglage de la vitesse d'accélération et du courant nominal des moteurs),
- vitesse par défaut de la focalisation,
- étoiles de référence pour l'initialisation (en particulier selon l'hémisphère de l'utilisateur). Les demandes particulières doivent être adressées à l'auteur Philippe Kauffmann via l'association Aude avant la programmation (irréversible) du microcontrôleur.

2. Schéma électronique et structure de la carte

La carte se présente sous forme d'un circuit imprimé de 10 cm x 16 cm (format SIMPLE EUROPE). Son schéma électronique est dans l'annexe 2 du document. Le cœur est constitué d'un microcontrôleur U3 qui reçoit les instructions de :

- U1 qui est un interface série RS232 vers un micro-ordinateur ou une console de commande connectée à J1 ou J3.
- J2 ou J4 reçoivent 7 informations tout ou rien au contrôleur :
 - provenant des 6 boutons poussoirs de la raquette,
 - de la fourche optique servant au calage automatique pour le PEC.

J2 et J4 transmettent aussi une information tout ou rien pour allumer une LED témoignant de la synchronisation du PEC.

Le contrôleur donne ses ordres à six circuits de puissance spécialisés U4-U9 PBL3717A qui commandent chacun une bobine de moteur pas à pas en courant régulé (le courant ne dépend pas de la tension d'alimentation). Chaque circuit intégré reçoit trois informations booléennes : une pour le sens et deux pour la valeur du courant. Le courant peut ainsi prendre trois valeurs plus la valeur nulle. Le circuit régule le courant par découpage à haute fréquence et récupère l'énergie réactive. Le courant maximal est de 1 A par circuit (et donc par bobine) ; il peut être réglé en adaptant les valeurs des résistances R2, R3, R4, R5, R6, R7 fixées d'origine à 1 Ω (correspondant à un courant de 0.45 A) en général bien adapté pour des moteurs d'environ 500 g. Une valeur de 2.2 Ω (correspondant à un courant de 0.2 A) sera a priori bien adapté pour un moteur de focalisation d'environ 100 g. Le contrôle en courant permet le fonctionnement en mode micro-pas, c'est à dire le forçage d'un nombre d'incrémentes supérieur au nombre de pas naturels du moteur. Le programme fourni utilise cinq micro pas par pas (en petite vitesse uniquement), ce qui permet, avec un moteur hybride classique à 200 pas par tour, d'obtenir 1000 incréments élémentaires par tour (et donc de quintupler la résolution par rapport à une commande classique). On peut diminuer, si on le souhaite, les résistances R2, R3, R4, R5, R6, R7 jusqu'à 0.39 Ohm ; ceci augmente le couple des moteurs à basse vitesse, sans augmenter la vitesse de décrochage. En contrepartie, l'échauffement important des circuits intégrés impose un refroidissement efficace (ventilateur recommandé) et l'autonomie est naturellement diminuée.

L'électronique de la carte est alimentée sous 5 V par le circuit U2 qui assure en même temps une protection contre les mauvais branchements. D1 protège les circuits de puissance contre les surtensions et les branchements inverses. En cas

de défaut, le fusible F1 (5 A rapide) se coupe. Les circuits de puissance (U4 à U9) sont protégés de façon interne contre les surchauffes (si le refroidissement est insuffisant, ils se coupent automatiquement jusqu'à ce que la température ait suffisamment diminuée). Ils sont également protégés contre les surintensités, ils ne peuvent donc (en principe) pas être endommagés, même en cas de court-circuit des sorties. Malheureusement, la pratique a démontré l'inverse, ces circuits ne doivent pas être trop malmenés. Pour un fonctionnement fiable, il ne faut en aucun cas dépasser 24 V en alimentation ni 1 A en courant. De plus, des radiateurs individuels sur chaque circuit (barre à ailette coupée) seront toujours les bienvenus.

3. Alimentation et branchement de la carte

La carte doit être alimentée par le connecteur J10 (en 12 V continu de préférence avec des moteurs ayant une résistance par bobine de moins de 4 Ohm, ou 18 V, voire 24 V si la résistance des bobines est plus forte). Le **plus** doit être relié à la borne 1 et la **masse** à la borne 2. La consommation est en moyenne de l'ordre de 300 mA ; il faut donc prévoir une batterie de capacité en accord avec l'autonomie souhaitée. Les piles sont fortement déconseillées en raison de la consommation !

Si on dispose de 220 V alternatif, une alimentation 12 V pour poste de CB sera parfaitement adaptée et de plus économique ; de nombreux chargeurs de batterie de voiture conviennent bien aussi.

Les connecteurs J2 et J4 ont 6 entrées tout ou rien (2, 7, 9, 10, 14, 15) pour les boutons poussoirs de la raquette. Un niveau actif sur ces entrées est matérialisé par un court-circuit à la masse de la broche correspondante ; au repos on observe une tension de 5 V sur ces broches.

Les moteurs pas à pas doivent être connectés aux borniers à vis J7, J8 et J9. Sur chacun de ces connecteurs les broches 1 et 2 représentent la première bobine, et les broches 3 et 4 la seconde bobine. Il n'y a pas d'ordre ni de sens dans les bobines. Si un moteur tourne à l'envers, il suffit de permuter les fils 1 et 2. Pour fonctionner de façon satisfaisante les bobines des moteurs choisis doivent avoir une résistance comprise entre 2 et 10 Ω (les moteurs ayant une résistance de plus de 10 Ω ne sont pas faits pour être pilotés en basse tension). Le moteur pourra tourner d'autant plus vite que l'inductance de ses bobines est faible (caractéristique donnée par le constructeur et directement liée à la résistance de la bobine et la masse du moteur). Il n'est pas nécessaire que le moteur soit alimenté sous son courant nominal, il constitue seulement la valeur maximale à ne pas dépasser pendant un temps long.

N. B. : l'indication de tension sur un moteur pas à pas est de peu d'intérêt et indique seulement la valeur de tension à appliquer pour atteindre à très basse vitesse le courant nominal. Typiquement, on fait fonctionner les moteurs pas-à-pas sous une tension de quatre fois la tension nominale lorsqu'ils sont pilotés par une commande en courant comme dans le cas présent.

4. Les moteurs pas à pas et connexion au télescope

Deux types de moteurs sont préconisés (mais de nombreux autres conviennent très bien) :

Les gros, SANYO 103G770 : 200 pas/tour poids 540 g, couple 29 N.cm à 1.1 A nominal. Ils fonctionnent très bien avec 450 mA. Bobine 1 : fil bleu et fil blanc ; bobine 2 : fil rouge et fil noir. (Les deux fils blanc avec un filet de couleur ne doivent pas être utilisés).

Le petit, TEC SPH-39AB : 200 pas/tour poids 100 g, couple 14 N.cm à 660 mA nominal. Il fonctionne également avec 200 mA. Bobine 1 : fil brun et fil orange ; bobine 2 : fil vert et fil gris.

N. B. : une augmentation du courant des bobines n'augmente le couple qu'à basse vitesse, ce qui est sans intérêt dans le cas d'un télescope, puisque le couple résistant est peu dépendant de la vitesse et ne doit de toute façon pas dépasser le quart du couple nominal pour un bon comportement à haute vitesse.

Dans tous les cas il faut bien comprendre les faits suivants : une augmentation du courant augmente surtout l'énergie dissipée en chaleur (décharge inutile de la batterie). Le décrochage survient lorsque l'inductance du moteur et le manque de tension ne permettent plus au circuit de commande d'imposer un courant suffisant. Le choix d'un courant aussi faible que possible, mais suffisant sera donc un meilleur choix qu'un courant fort (ce courant est réglable par une commande native). De plus, un courant faible limite les vibrations induites par ce type de moteur.

Au-delà d'une certaine fréquence (environ 1000 pas/seconde), le couple cesse d'être proportionnel au courant des bobines. Le courant induit à ces fréquences des courants de Foucault qui créent un champ parasite diminuant le couple

et provoquent un échauffement nuisible du circuit magnétique. A haute fréquence, l'énergie est transformée en chaleur plutôt qu'en énergie mécanique.

Si le moteur du télescope entraîne bien à petite vitesse, mais décroche à la vitesse maximale, c'est la tension d'alimentation qui doit être augmentée (dans les limites de sécurité) afin que le courant diminue moins rapidement avec la vitesse. Une diminution de la valeur des résistances R2, R3, R4, R5, R6, R7 n'a quasiment pas d'effet à vitesse maximale.

Le firmware du microcontrôleur dans la version 4 limite la vitesse des moteurs à 1000 pas par seconde.

Les moteurs pas à pas ont de par leur nature un mouvement saccadé à basse vitesse. Ceci peut dans certains cas provoquer des mises en résonance de la monture. Il est possible de combattre cet effet par un freinage léger de l'axe incriminé du télescope et(ou) une modification du courant d'alimentation du moteur (commande logicielle ou changement de la résistance de réglage).

La vitesse de suivi nominale (25.06844 μ pas/s) a été choisie pour donner un suivi sidéral exact dans le cas d'un moteur à 200 pas par tour suivi d'un réducteur de rapport 1/6 et un réducteur à roue et vis sans fin à 360 dents. L'avance est dans ce cas de 0.6" d'arc par micro-pas. En déclinaison, la réduction à retenir est la même.

Le réducteur 1/6 peut être acheté ou réalisé avec des engrenages ou des courroies crantées. Les trois sociétés ci-après fournissent des engrenages et courroies adéquats :

PRUD'HOMME TRANSMISSIONS

66, rue Saint Denis BP 73
93302 AUBERVILLIERS CEDEX
Tel 01.48.11.46.00 Fax 01.48.34.49.49

RELIANCE GEAR représenté en France par TRANSMONDIAL

12, avenue des tropiques
Z.A. de Courtaboeuf BP 126
91944 LES ULIS CEDEX A
Tel 01.69.86.56.56 Fax 01.69.86.56.98

ENGRENAGES H.P.C. SARL

4, allée de Combe Le Bois Dieu
69380 LISSIEU
tel 04.78.47.01.05 Fax 04.78.47.00.73

Il est à noter pour ceux qui ne possèdent pas de roue et vis sans fin adéquate sur leur monture de télescope, que HPC fournit une solution relativement économique et séduisante :

Roue et vis sans fin à rattrapage de jeu module 0.8 mm à 60 dents : prix environ 90 €

en cascade avec roue et vis sans fin plastique module 0.4 mm à 36 dents : prix environ 15 €

Les moins riches, les Auvergnats et les économes peuvent utiliser des roues et vis sans fin en plastique sans rattrapage de jeu, effectuer le rattrapage eux mêmes et s'en tirer à moins de 70 €T.T.C. pour les deux réducteurs.

Une solution de ce type avec un réducteur à roue et vis sans fin de réduction 1/90 précédé d'un autre de réduction 1/24 pour commander un télescope 115/900 qui marche parfaitement a été réalisée.

5. Le firmware inclus dans la carte

Le programme incorporé dans la version V4.01 donne les fonctionnalités suivantes :

Initialisation :

Avant toute utilisation, le télescope doit être initialisé, c'est à dire orienté vers une des deux étoiles de référence qu'il connaît. Si l'on choisit Gamma Cassiopée, il faut placer l'étoile dans le centre du champ du CCD (ou viseur) puis presser deux fois le bouton "petite vitesse". Si on choisit Alioth (dans la Grande Ourse), il faut placer l'étoile dans le centre du champ puis presser deux fois le bouton "moyenne vitesse".

Dans le cas d'une configuration « hémisphère sud », les deux étoiles de référence par défaut sont Hadar et Achernar.

Si ces étoiles ne sont pas bien visibles du site d'observation utilisé, d'autres étoiles peuvent être choisies avant programmation du contrôleur (faire la demande avant le claquage du contrôleur).

Tant que le télescope n'est pas mis en station et initialisé, il est incapable de pointer un point précis du ciel.

Pour déinitialiser le télescope (afin de le réinitialiser par la suite) il suffit de couper momentanément l'alimentation de la carte de commande ou émettre une commande de réinitialisation (z ou o en mode natif) à partir du port série.

Si la carte est reliée à un ordinateur, il est possible de télécharger des coordonnées quelconques dans le contrôleur pour l'initialiser.

En mode LX200 utiliser la commande MATCH (commandes de bas niveau successives : #:Sr alpha# puis #:Sd delta# et enfin #:CM# (voir la syntaxe exacte plus loin dans ce chapitre).

En mode natif utiliser la commande MATCH de AudeLA ou les commandes de bas niveau w-alpha<RC> puis y-delta<RC> (voir la syntaxe exacte plus loin dans ce chapitre).

La procédure d'initialisation telle que décrite au début du paragraphe n'est vraiment intéressante qu'en l'absence d'ordinateur, puisqu'avec un MATCH il est possible de recalibrer le télescope à la demande n'importe quand et sur n'importe quel point du ciel.

Commande à la raquette :

- la raquette à 9 boutons définit les 6 actions possibles pour les 3 moteurs à partir des 6 boutons principaux.
- trois boutons secondaires (court-circuitant les boutons précédents deux par deux) permettent d'activer (par une impulsion brève) les modes petite vitesse, moyenne vitesse ou grande vitesse.

Si on n'effectue aucune action, le moteur d'ascension droite (connecteur J9) tourne à la vitesse de 25.06844 micro pas par seconde, soit un tour toutes les 39.89079 s. Les autres moteurs ne tournent pas. Le moteur de déclinaison est connecté en J7 et J8 correspond au moteur de focalisation.

En petite vitesse :

une action OUEST double la vitesse du moteur ascension droite ; une action EST l'arrête. Pour la déclinaison, l'action sur un bouton fait tourner le moteur dans un sens ou l'autre à la vitesse de 25.06844 micro pas par seconde.

La focalisation, elle, est actionnée à la vitesse de un tour en 6 secondes par défaut, valeur réglable par la commande native hNNN ou par l'interface graphique de réglage de AudeLA.

En moyenne vitesse :

une action sur un bouton fait tourner le moteur correspondant dans le sens adéquat à la vitesse de 25 pas entiers par seconde en ascension droite ou déclinaison, 168 pas entiers par seconde par défaut pour la focalisation, dans tous les cas cinq fois plus vite qu'en petite vitesse.

En grande vitesse :

une action sur un bouton fait tourner le moteur correspondant dans le sens adéquat à une vitesse croissant progressivement de zéro à 1000 pas entiers par seconde (maximum réglable dans la fenêtre « Télescope » du menu déroulant « Réglages » de AudeLA ou par les commandes natives mNN et nNN). Au relâchement du bouton, le ralentissement se fait également progressivement. La focalisation n'a pas de grande vitesse. En mode grande vitesse, elle fonctionne en vitesse moyenne.

Naturellement, dans tous les modes, le moteur destiné à l'ascension droite progresse à vitesse sidérale tant qu'il n'est pas concerné par une commande, et plusieurs moteurs peuvent être commandés simultanément.

Commande par le port série dit RS232

La carte reçoit les instructions via un port série de PC standard (acheter un câble mâle-femelle droit 9 contacts, ajouter un adaptateur 9/25 points si le PC dispose d'un connecteur mâle 25 points). Ne **jamais** utiliser de câble dit "**null modem**" (sinon risque de dégâts).

Important

le connecteur 25 points femelle du PC correspond au port d'imprimante et ne doit en aucun cas être utilisé sous peine de faire des dégâts importants. En principe, il est utilisé par la caméra CCD.

Pour des questions de compatibilité avec MEADE les données sont transmises dans les deux sens à la vitesse de 9600 Bauds en mots de huit bits (caractères), pas de parité, un bit d'arrêt et aucun contrôle de flux (source des nombreux problèmes de communication). Pour limiter les problèmes de communication, la carte utilise un tampon de réception circulaire de 32 caractères ; elle est donc capable de recevoir un bloc de commande de 32 caractères minimum (en l'absence de contrôle de flux) avant d'être débordée. Il est donc souhaitable de ne pas trop envoyer de commandes simultanément, car elles ne sont retirées du tampon de réception qu'au fur et à mesure de leur traitement.

A la mise sous tension la carte est en mode "MEADE", elle accepte alors les commandes au format LX200.

Mode LX200 :

L'appareil ne reconnaît que les principales commandes (celles utilisées par GUIDE et le PAP). De plus, le standard MEADE étant imparfaitement défini, il peut y avoir des problèmes de compatibilité avec certains logiciels. Pour pallier partiellement à ces inconvénients, la carte est testée avec GUIDE 8 et le PAP 98 qui servent de référence et restent les seuls logiciels recommandés au format LX200. Le bug de PAP 98 qui fait que dans certains cas des espaces sont envoyés à la place de zéros a été pris en compte et ne provoque aucun problème avec la carte AudeCom.

Les commandes principales reconnues sont :

<ACK>	demande du mode du télescope, réponse P (pour polaire)
#:U#	bascule de passage du format de coordonnées court au long et réciproquement. Attention : il s'agit d'une bascule, ce qui signifie qu'à chaque fois que la commande est activée on passe d'un mode à l'autre. Si au départ on n'était pas dans le mode supposé il faut s'attendre à des interprétations fausses des commandes. AudeCom démarre dans le format « court » (exigence GUIDE 8).
#:Sr HH:MM.M#	mémorisation d'une position en ascension droite (format court)
#:Sr HH:MM:SS#	mémorisation d'une position en ascension droite (format long)
#:Sd SDD°MM#	mémorisation d'une position en déclinaison (format court)
#:Sd SDD°MM:SS#	mémorisation d'une position en déclinaison (format long)
#:CM#	MATCH : les coordonnées du télescope deviennent celles mémorisées
#:MS#	déplacement du télescope, vers les coordonnées mémorisées
#:GD#	demande de la déclinaison courante
#:GR#	demande de l'ascension droite courante

N.B. : la commande <ACK>, correspond au code de contrôle ASCII 'ACKnowledge' de valeur 6. On peut l'obtenir sur un PC en activant simultanément les touches <CTRL> et F ou <ALT> et 6 (sur pavé numérique uniquement).
° correspond en fait au caractère ASCII non imprimable 223.

Si on doit faire un déplacement en ascension droite de plus de 12 h, il est indispensable d'effectuer le déplacement en deux temps pour que la monture sache par où passer.

Les commandes secondaires reconnues sont :

#:FF#,#:RS#,#:RM#	passent la carte en mode "grande vitesse" de pointage
#:RC#	passent la carte en mode "moyenne vitesse" de pointage
#:FS#,#:RG#	passent la carte en mode "petite vitesse" de pointage (centrage)
#:Me#,#:Mw#,#:Ms#,#:Mn#	provoque le déplacement du télescope selon une des quatre directions cardinales : e = est, w = ouest, n = nord, s = sud.
#:Qe#,#:Qw#,#:Qs#,#:Qn#	provoque l'arrêt du déplacement du télescope selon une des quatre directions cardinales : e = est, w = ouest, n = nord, s = sud.
#:F+#,#:F-#	provoque un mouvement de la focalisation avant ou arrière
#:FQ#	provoque l'arrêt du déplacement de la focalisation.

Toutes ces commandes sont celles utilisées par la raquette virtuelle, c'est à dire la raquette que l'on peut faire apparaître dans les logiciels "planétarium", dont bien sûr AudeLA.

Pseudo-commandes :

Ce ne sont pas des vraies commandes « Lx », elles ont été ajoutées pour rendre l'émission de commandes via une émulation de terminal plus commode.

#:Le#	active l'écho sur le terminal des commandes émises de l'ordinateur (un retour chariot est ajouté à chaque réponse AudeCom pour faciliter la lecture à l'écran)
#:LE#	inhibe l'écho des commandes émises par l'ordinateur
#:Lx#	provoque le passage en mode de commande natif. Cette commande active automatiquement l'écho des commandes envoyées.

N.B. : en principe il est possible de demander à un émulateur de terminal d'afficher en écho les caractères tapés au clavier ; mais que celui qui arrive à faire ça avec Hyperterminal me donne la recette et je lui paye un café !
Si on utilise un langage de programmation qui respecte la syntaxe du C, il est souhaitable de terminer la ligne de commande par '\n', ce qui provoque selon le système d'exploitation l'émission de 'saut de ligne' ou 'saut de ligne' et 'retour chariot'. AudeCom ignore ces caractères en mode LX200, mais certains langages ou systèmes d'exploitation utilisent un double tampon d'émission et '\n' a comme effet secondaire indispensable de provoquer la transmission du contenu du second tampon au port série. On peut obtenir dans certains cas le même résultat en utilisant une commande de vidage de tampon dont la syntaxe dépend du langage utilisé.

Mode natif :

Une fois passée en mode natif la carte reconnaît les commandes suivantes :

Commandes relatives à l'ascension droite et la déclinaison :

aSHMMSS<RC>	déplacement vers l'ascension droite précisée
dSDDMMSS<RC>	déplacement vers la déclinaison précisée
wHHMMSS<RC>	positionnement de la carte à l'ascension droite précisée
ySDDMMSS<RC>	positionnement de la carte à la déclinaison précisée
uSNNNNNNN<RC>	choix de la vitesse de dérive en ascension droite
vSNNNNNNN<RC>	choix de la vitesse de dérive en déclinaison
kSNNNNNNN<RC>	variation de la vitesse de suivi sidéral pour King et autres
A<RC>	retour de la position en ascension sous la forme HH:MM:SS<RC>
D<RC>	retour de la déclinaison sous la forme SDD:MM:SS <RC>
W<RC>	retour du nombre de tics par tour en ascension droite sous la forme NNNNNN<RC> en dizaines de tics par tour
Y<RC>	retour du nombre de tics par tour en déclinaison sous la forme NNNNNN<RC> en dizaines de tics par tour

N.B. : <RC> correspond au code ASCII du 'retour chariot' qui correspond à la valeur 13. On peut l'obtenir sur un PC en activant la touche 'retour chariot', ou simultanément les touches <CTRL> et M ou <ALT> et 1 puis 3 sur pavé

numérique (utile si le 'retour chariot' est interprété et non transmis par le logiciel utilisé). Si on utilise un langage de programmation qui respecte la syntaxe du C, il faut terminer la ligne de commande par '\r' et pas '\n' qui provoque selon le système d'exploitation l'émission de 'saut de ligne' ou 'saut de ligne' et 'retour chariot', ce qui perturbe dans tous les cas AudeCom.

Observations :

Le rôle de **uSNNNNNNNN** et **vSNNNNNNNN** est de provoquer un déplacement lent par rapport au fond du ciel, en ascension droite et/ou en déclinaison pour :

- suivre la lune, le soleil, les planètes,
- suivre les astéroïdes et les comètes.

Le rôle de **kSNNNNNNNN** est de provoquer un déplacement lent par rapport au suivi normal en ascension droite uniquement pour :

- compenser les glissements des réducteurs à friction,
- compenser la dérive en température de la base de temps de la carte de commande,
- compenser la variation de vitesse due à la réfraction atmosphérique (King).

Il faut bien noter que « u » et « v » provoquent une variation lente des coordonnées du télescope, en même temps que ce dernier se déplace ; ce n'est pas le cas de « k » qui ne modifie pas les coordonnées du télescope. L'usage n'est donc pas du tout le même.

Sur une carte AudeCom programmée avec des valeurs standards, un coefficient de variation de 202 ; par exemple : u202, arrête le suivi stellaire (mais pendant ce temps les coordonnées en ascension droite évoluent doucement), alors que u-202 double la vitesse de suivi. u99999999 annule une correction de dérive antérieure (car la correction tend vers 0). k202 annule aussi le suivi stellaire, mais dans ce cas les coordonnées en ascension droite n'évoluent pas.

SNNNNNNNN est un nombre entier signé dont la valeur absolue doit être supérieure ou égale à 100, et de maximum huit chiffres. Cette valeur correspond au nombre de fois qu'il faudra attendre 329.1318892981 microsecondes avant que le télescope se déplace d'une seconde d'arc (la période donnée est valable dans le cas standard uniquement, car elle dépend du rapport de réduction utilisée par le télescope).

SHHMMSS correspond à un angle horaire défini par six chiffres en heures, minutes, secondes. Des « : » ou autres « grigris décoratifs » peuvent être ajoutés pour améliorer la lisibilité.

Un signe négatif précédant la valeur de l'angle horaire provoque le déplacement selon le parcours le plus long au lieu du parcours le plus court. Ceci peut être utile avec certains télescopes dès que l'angle horaire de départ ou d'arrivée dépasse six heures et qu'on ne souhaite pas que le tube du télescope creuse une tranchée sous terre ou arrache un pied au passage par le méridien.

SDDMMSS correspond à un angle signé en degrés, minutes, secondes en 6 chiffres. Un signe - doit être ajouté si l'angle est négatif. Des « : » ou autres « grigris décoratifs », ainsi que le signe +, peuvent être ajoutés pour améliorer la lisibilité.

Lorsqu'on fournit une valeur à la carte, il est inutile de transmettre tous les zéros non significatifs ; toutefois il faut que le nombre de chiffres transmis soit pair.

Exemple : d05:20:40 correspond à 5° 20' 40" en déclinaison ; d5:20:40 est incorrect.

D'une façon générale, les signes autres que les chiffres 0 à 9 et le signe - sont totalement ignorés par la carte AudeCom dans les paramètres (ceci est valable également en mode LX200).

Commandes relatives au PEC :

rNNN <RC>	définit la périodicité du PEC. NNN est un nombre compris entre 1 et 360 (inclusivement) qui doit correspondre au rapport de réduction entre le moteur d'ascension droite et la roue tangente de l'axe polaire. Cette commande active et initialise aussi le PEC. La vitesse de suivi est alors celle placée dans la première case du tableau PEC.
R<RC>	inhibe le PEC, et remet l'index du PEC à zéro (on pointe alors sur la première case du tableau PEC).
iNN<RC>	modifie le pointeur sur le tableau PEC. Après avoir entré la commande, la nouvelle case du tableau PEC pointée sera NN. NN doit être compris entre 0 et 19 inclusivement, car un tableau PEC a 20 valeurs. Cette commande peut être utilisée lorsque le PEC est en route pour recalculer le point de départ, ou se recalculer à une position au choix.
I<RC>	retourne la valeur courante du pointeur sur le tableau PEC.
tNNN<RC>	entre une nouvelle valeur dans le tableau PEC à la position courante du pointeur sur le tableau (pointeur ou "index" définit par la commande i). Incrémente automatiquement l'index. NNN doit être compris entre 149 et 255 inclusivement pour une réduction de 6*360, ou 80 et 122 pour une réduction de 12*360.
T<RC>	T (comme Tableau) retourne la vitesse de suivi courante et incrémente l'index. La valeur par défaut (avant qu'on ait entré ses propres valeurs) est 202 pour une réduction de 6*360, ou 101 pour une réduction de 12*360.

Commandes relatives à la focalisation :

fSNNNNN<RC>	déplacement de la focalisation à la position SNNNNN
F<RC>	retour de la position de la focalisation sous la forme SNNNNN <RC>
g<RC>	La nouvelle valeur de la focalisation est 0
hNNN <RC>	La nouvelle vitesse de déplacement de la focalisation est NNN

SNNNNN correspond à un nombre signé à cinq chiffres maximum dont la valeur absolue est inférieure à 32768.

NNN est un nombre non signé supérieur ou égal à 5 et inférieur à 256. Cette valeur correspond au nombre de fois qu'il faudra attendre 200 microsecondes avant que le moteur se déplace d'un pas ; pas qui correspond également à une incrémentation de 1 (ou une décrémentation de 1) de la position absolue de la focalisation.

Les commandes diverses :

e<RC>	valide l'écho des commandes entrantes
E<RC>	inhibe l'écho des commandes entrantes
p<RC>	arrête le suivi sidéral en déclinaison et ascension droite
P<RC>	redémarre le suivi sidéral en déclinaison et ascension droite

P et p (pour pause) ont été créées pour stopper momentanément le suivi stellaire si on doit faire autre chose : intervenir sur le télescope, sortir, fumer, boire, dormir, etc. et qu'on veut éviter que le télescope aille pointer vers un endroit à problème entre temps (butée, toiture, sol, etc.). Le programme prend évidemment en compte automatiquement l'évolution de la position du télescope par rapport au fond du ciel et il ne sera donc pas nécessaire de le réinitialiser.

N.B. : ces commandes avaient un comportement différent dans les versions 1 et 2 du firmware, car e et p étaient des bascules.

z<RC>	réinitialisation du télescope (c'était la commande « i » dans les versions 1 et 2 du firmware)
o<RC>	C'est un RESET du contrôleur, l'équivalent de <control, alt, del> sur un PC. La différence est que ça se fait en quelques millisecondes, on ne voit donc rien ; mais la carte repasse en mode LX200 et considère qu'elle pointe au point vernal. Tous les paramètres reprennent leur valeur par défaut (ceux de la mise sous tension).
s<RC>, S<RC>	arrêt du télescope (freinage) puis retour à l'endroit pointé au moment de l'action

Le but de **s ou S** va être expliqué par un exemple : en cours de pointage, une comète, supernovae ou autre objet miraculeux apparaît dans le viseur, on active alors s ou S. Le télescope continuera un peu sur son inertie, mais reviendra tout seul au point exact de l'instant où s(top) a été activé. Cette commande est aussi utile en cas de changement d'avis. Elle peut aussi être utile si on s'aperçoit qu'on a pointé vers un endroit situé sous l'horizon....

B<RC>	inhibe le boost. N. B. : le boost est toujours validé au démarrage, les commandes b et B sont donc surtout là pour diminuer la vitesse du contrôleur. Elles n'ont aucune action sur les contrôleurs de marque autre que TEMIC. Avec les contrôleurs TEMIC, la consommation est diminuée lorsque le boost n'est pas activé, mais le processeur est ralenti.
b<RC>	active le boost, c'est à dire double la vitesse des contrôleurs TEMIC. Cela est nécessaire avec la plupart des logiciels de pilotage, inutile si on commande AudeCom directement via un émulateur de terminal.
x<RC>	retour au mode LX200. Supprime automatiquement l'écho de la commande tapée (ce n'était pas le cas dans les versions 1 et 2 du firmware).
V<RC>	retourne la version et sous-version du firmware de la carte (4.01 actuellement). Ceci permet à AudeLA de reconnaître son interlocuteur.
INNN<RC>	permet de régler la largeur des impulsions qui reçoivent les moteurs d'ascension droite et déclinaison (en petite vitesse exclusivement). La valeur NNN standard est 100. Plus la valeur est grande plus les impulsions sont longues (et plus on consomme de courant). La valeur 202 correspond à des impulsions qui se recouvrent juste pour une réduction de 6*360, la valeur 101 correspond à la même chose pour une réduction de 12*360. Les valeurs acceptées pour NNN vont de 0 à 255 inclus. Mais 0 ne correspond pas à des impulsions nulles, cette valeur inhibe l'économie d'énergie (les impulsions se recouvrent toujours). La différence entre 250 (ou toute autre valeur suffisante pour provoquer des impulsions qui se recouvrent) et 0 est que si on choisit 0, les impulsions se recouvrent comme avec 250, mais en plus il y aura toujours du courant dans le moteur de déclinaison, même à l'arrêt, ce qui le bloque et l'empêche de glisser ; mais augmente significativement la consommation de la carte.
mNN<RC>	permet de choisir la vitesse maximale du moteur d'ascension droite. Plus NN est grand, plus la vitesse maximale est importante. Les valeurs acceptées de NN par la carte vont de 4 inclusivement à la valeur par défaut de NN pour la carte. La valeur par défaut est a priori de 16 (valeur modifiable).
nNN<RC>	Cette commande est le pendant de mNN, elle agit sur la déclinaison au lieu de l'ascension droite.

On peut noter d'une façon générale que les commandes en minuscule émettent un paramètre et/ou activent une action, tandis que les commandes en majuscule attendent un paramètre en retour et/ou inhibent une action.

Exemples de contrôle via une émulation de terminal :

On peut entrer les commandes à la main en utilisant un émulateur de terminal (PROCOMM sous DOS, TERMINAT sous WIN3.1, HYPERTERMINAL à partir de WIN95).

Dans ce cas, il faudra d'abord passer en mode natif par la pseudo-commande LX200 #:Lx# (en aveugle, car il n'y a pas d'écho des caractères tapés).

puis par exemple :

A<RC> qui sera affiché et retournera la chaîne suivante : 23:43:22 (exemple) ; le nombre étant la position courante en ascension droite du télescope.

a23:25:00 <RC> qui provoquera le déplacement vers cette coordonnée via le chemin le plus court (les doubles points sont facultatifs).

s<RC> qui arrêtera le déplacement en cours si l'on a donné une mauvaise consigne (par exemple souterraine).

On pourra aussi vérifier que : a 00:10:00<RC>, a001000<RC>, a1000<RC> et même a jlk10::: 00jlk<RC> donnent le même résultat. Par contre, a 0:10:00<RC> donne un résultat anormal (nombre de chiffres passés impair).

Pour revenir au mode LX200 il suffit d'entrer la commande suivante : x<RC>

Si on désire faire des tests on peut également entrer des commandes au format LX200, mais l'entrée des commandes se fait alors a priori en aveugle. Il est toutefois possible d'obtenir un écho en entrant en aveugle la pseudo-commande

LX200 #:Le#. Des retours chariot seront alors aussi ajoutés aux réponses pour améliorer la lisibilité. La pseudo-commande #:LE# permet de revenir à un comportement normal en mode LX200 (pas d'écho des commandes tapées).

N. B. : il ne faut surtout pas rester en mode LX200 avec l'écho validé si on désire utiliser un logiciel de haut niveau (GUIDE 8, PAP 98, AudeLA, etc.) car cela perturberait complètement ce logiciel qui ne s'attend à aucun écho.

6. Correction des erreurs périodiques : PEC

6.1 Principe et fonctionnement général

Le principe est le suivant : la vitesse de suivi, au lieu de rester fixe devient variable. La valeur de la vitesse de suivi est prise dans un tableau dit PEC de 20 cases (voir commandes t et T) qui est incrémenté automatiquement par un index (voir commandes i et I). La périodicité d'incrémentation dépend de la valeur fournie par la commande r qui sert aussi à activer le PEC. Si la valeur fournie par r est 1, l'index s'incrémentera à chaque 1/20ème de tour moteur (PEC sur un tour).

Si la réduction est obtenue par un premier réducteur 1/24 suivi d'un second réducteur de 1/90 (roue tangente de 90 dents sur l'axe polaire), il faut utiliser la commande r24, le PEC se fera sur 24 tours du moteur pas à pas.

Il est à noter que l'évolution du PEC ne se fait pas en fonction du temps, mais en fonction de l'angle de rotation du moteur d'ascension droite. Ainsi, la synchronisation par rapport au début de chaque dent de la roue tangente ne se perd jamais, même en cas de pointages successifs ou de déplacements automatiques.

Les valeurs à entrer dans le tableau PEC sont des vitesses, mais données en fait sous forme d'un temps entier entre deux déplacements élémentaires du moteur d'ascension droite (un millième de tour). L'unité de temps de base est $t_0 = 197.4791 \mu s$. Pour une vitesse de suivi normale avec une réduction de 6*360 il faut incrémenter le moteur toutes les $202 * t_0 = 39,890778 ms$. On doit alors entrer 202 dans le tableau PEC. Si à cause de l'erreur périodique on doit accélérer on choisira alors peut être 200, ou si l'on doit ralentir on choisira par exemple 204. En tout état de cause, les valeurs entrées doivent être entières, et la moyenne des 20 valeurs doit être strictement égale à 202 avec une réduction de 6*360 ou 101 si on a adopté une réduction de 12*360 ; sinon gare aux dérives...

On peut entrer les valeurs à la main après les avoir déterminées expérimentalement, mais ça peut être assez fastidieux. C'est pourquoi il est recommandé de placer les commandes correspondantes dans un fichier envoyé par un logiciel de communication. Pour ceux qui ne sont pas à l'aise avec un PC, un exemple de procédure est donné en détail dans le paragraphe suivant. Bien sûr, AudeLA se charge du PEC, il le fera même automatiquement dans une version ultérieure.

6.2 Exemple d'utilisation d'un logiciel de communication : Hyperterminal

Il faut d'abord créer un profil que l'on appellera PEC par exemple (il se retrouvera sur le bureau avec comme nom PEC.ht).

Les caractéristiques de ce profil doivent être définies dans "propriétés" du menu déroulant "fichier". On choisira les valeurs suivantes :

Connexions :	<i>Diriger vers COMx</i> (x égal 1 ou 2 selon l'endroit où vous avez branché la prise de communication)
Configurer :	vitesse <i>9600 Bauds</i> nombre de bits <i>8</i> parité : <i>sans</i> bits de stop : <i>1</i> contrôle de flux : <i>hard</i>
Avancés :	vérifier que la FIFO n'est pas activée
Paramètres :	émulation : <i>ANSI</i>
Configuration ASCII :	<i>envoyer les fins de ligne avec retour à la ligne</i> non coché (si c'est coché, un code LF sera ajouté à chaque CR envoyé : c'est la maladie du PC, et le firmware n'aime pas ça).
Cocher :	<i>Ajouter les changements de ligne à la fin des lignes entrantes</i> (les PC ne comprennent pas spontanément qu'après un retour chariot on ne souhaite pas en général que le texte se réécrive sur la même ligne).

Ensuite il faut créer avec *Notepad* ou un autre éditeur de texte un fichier du style suivant que l'on appellera par exemple PEC.txt :

#:Lx#R
t182
t190
t200
.
.
.
r24
x

Evidemment, le fichier devra avoir exactement 20 lignes de commandes "tNNN" dont la valeur moyenne devra être strictement de 101 ou 202 selon le rapport de réduction du télescope. Le paramètre de la commande r (ici 24) devra être adapté au nombre de dents de la roue tangente.

De plus, il faut prendre garde à deux pièges potentiels : ne pas oublier de taper <ENTER> après le dernier x du fichier, et ne pas perdre de vue que *Notepad* comme la majorité des éditeurs de texte PC ajoute un LF à la fin de chaque ligne qui devra être filtré par le logiciel de communication.

Pour envoyer le fichier, il faut d'abord sélectionner *Envoyer un fichier texte* dans le menu déroulant *transfert*, puis sélectionner le fichier. Une fois que le fichier est en vue, il faut attendre que la vis sans fin de la roue tangente soit dans la bonne position angulaire. Quand c'est le cas, il faut double-cliquer sur le fichier (ou sélectionner *Ouvrir*). C'est fait.

6.3 Calage mécanique du PEC

Un moyen a été fourni pour ne pas avoir à se préoccuper du calage de l'indice 0 de la table de PEC. Il faut pour cela préalablement placer un disque avec une fente sur l'axe de la vis sans fin de la roue tangente de l'axe polaire. On y placera ensuite une fourche optique idoine. Le branchement de cette fourche doit être fait de la façon suivante :

Utiliser soit un connecteur gigogne placé sur la DB15 de la raquette (J2), soit le connecteur DIN 16 broches J4. La diode photo-émissive de la fourche sera reliée entre le + 5V (J4.1, J4.8, J4.15, J4.16 ou J2.1, J2.8, J2.12) et la masse (J4.7, J4.9 ou J2.4, J2.5) à travers une résistance de limitation de 330 Ω par exemple (valeur à adapter selon le courant désiré, donné par la notice du composant).

Le phototransistor devra être relié émetteur à la masse et collecteur à J2.6 ou J4.11 (l'interruption 0 du contrôleur).

Pour visualiser la synchronisation, on pourra brancher une LED entre J2.13 ou J4.10 et le + 5V à travers une résistance de 470 Ω . Elle s'allumera à chaque fois que l'index PEC sera à zéro

7. Adaptation aux moteurs et télescope

En principe, la carte devrait faire marcher correctement les moteurs à condition que la tension d'alimentation soit suffisante (valeurs acceptables 8 à 24 V). Il est uniquement utile d'augmenter la tension d'alimentation si les moteurs ont tendance à décrocher à vitesse maximale. L'augmentation de la tension d'alimentation augmente la capacité de vitesse des moteurs. Les commandes mNN et nNN permettent éventuellement de limiter la vitesse maximale si on ne peut ou ne veut pas augmenter la tension d'alimentation et que ça décroche même lorsque le tube du télescope est bien équilibré.

Le courant des bobines est également réglable. Le courant et non la tension définit le couple des moteurs (sauf à la vitesse maximale pour des raisons indirectes). Un couple trop faible provoque des décrochages (principalement en moyenne et grande vitesse), mais un couple trop fort peut provoquer des résonances qui provoquent aussi un décrochage (en même temps qu'un bruit désagréable).

Le courant se règle par les résistances de limitation. Ces résistances ont une valeur de 1 Ω par défaut (code de couleur : brun, noir, doré, doré) qui fixe le courant à 450 mA par bobine.

Si on a des problèmes on pourra changer le courant en mettant les valeurs de résistance suivantes (deux résistances à changer par moteur) :

0.47	Ω	-> 1 A (courant maximum, bien refroidir la carte qui chauffe),
1	Ω	-> 0.5 A (courant normal, suffisant pour un tube de 100 kg équilibré),
2.2	Ω	-> 0.22 A (courant faible pour fonctionnement doux),

4.7 Ω -> 0.1 A (courant très faible pour petit moteur ou télescope).

Il est possible si on n'a pas de chance qu'en suivi stellaire le moteur d'ascension droite se mette aussi en résonance (bruit désagréable). Pour éliminer ce phénomène il est possible de changer la largeur des impulsions des moteurs d'ascension droite et déclinaison en petite vitesse avec la commande INNN. A priori, une petite valeur de NNN est mieux (à condition d'être suffisante) et le bruit devrait être plus faible, ainsi que la consommation. Mais dans certains cas on sera amené à augmenter au contraire NNN jusqu'à ce que les impulsions se recouvrent ($NNN > 100$ pour une réduction de 12×360 ou $NNN > 201$ pour une réduction de 6×360).

Paramétrer les moteurs à chaque mise sous tension est une opération fastidieuse. Mais il suffit d'écrire un script semblable dans son principe au script utilisé pour le PEC (voir paragraphe précédant) téléchargé par un logiciel de communication lors du lancement de la carte. Bien sûr, AudeLA prend en charge automatiquement cette tâche.

Attention : l'équilibrage du télescope est essentiel, les moteurs pas à pas sont intrinsèquement des moteurs à faible couple et ils ont énormément de difficultés pour entraîner un télescope mal équilibré. Ces moteurs supportent aussi très mal un frottement ou moindre coincement (faux rond) du premier étage de réduction. Pour que le système fonctionne bien, le télescope doit être équilibré avec soin et le premier étage de réduction fonctionner de façon parfaitement fluide. **Aucune électronique, tension ou courant d'alimentation ne peut compenser des imperfections mécaniques.**

Avec les moteurs pas à pas, le montage mécanique du moteur est essentiel. Un accouplement d'arbre élastique devrait toujours être utilisé (éviter les soufflets qui sont chers et ne donnent pas d'élasticité angulaire). L'absence d'accouplement élastique peut être compensé par un montage souple du moteur sur son support (Silent Blocks, joints toriques ou feuille de caoutchouc découpée de façon idoine).

Gonflage des moteurs

Si c'est possible avec les moteurs Sanyo recommandés et les autres moteurs de même type ! Le brochage initial du moteur est défini par la figure 1 ci-après :

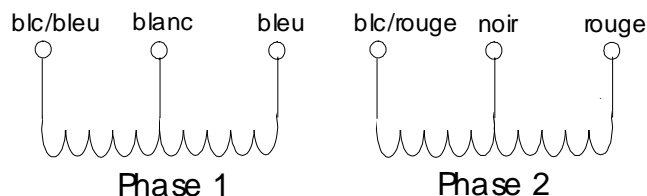


Figure 1

A l'heure actuelle seules la moitié droite de la bobine « phase 1 » et la moitié droite de la bobine « phase 2 » sont utilisées. Le but du jeu est de mettre pour chaque bobine la moitié gauche en parallèle avec la moitié droite afin d'obtenir le schéma de montage de la figure 2 ci-après. Ceci augmentera considérablement le couple à haute vitesse du moteur car l'inductance du bobinage va se trouver fortement diminuée.

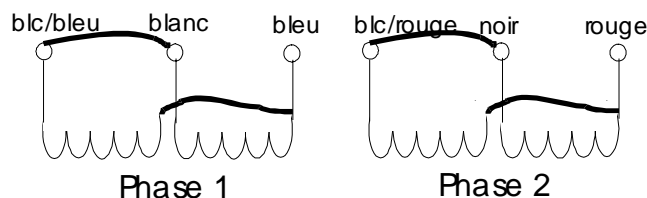


Figure 2

Ceci est facile à obtenir avec un fer à souder et un tournevis. Démonter le flasque arrière du moteur à l'aide d'un tournevis cruciforme (attention de ne pas perdre la rondelle d'écartement en ouvrant le moteur). Maintenant les points de liaison (soudés) entre fils émaillés de bobinage et câbles d'alimentation sont visibles. Noter que chaque bobine est faite d'un demi-bobinage en fil émaillé jaune clair et un autre demi-bobinage en fil émaillé jaune orangé. Comme sur le dessin, retirer les fils émaillés des demi-bobines gauches soudées au blanc et au noir, puis ajouter un petit fil pour relier

les fils émaillés libérés sur les câbles bleus et rouges comme indiqué sur le schéma précédent. Les liaisons blanc/bleu-blanc et blanc/rouge-noir pourront, elles, se faire soit dans le moteur, soit en dehors.

Si vous disposez d'un autre type de moteur, le bobinage sera vraisemblablement à refaire. C'est parfaitement possible en quelques heures de travail à condition de pouvoir se procurer du fil émaillé adéquat.

Le principe général est le suivant :

- bien repérer comment le moteur est bobiné,
- refaites la même chose avec du fil de section double (pas diamètre double !) et deux fois moins de spires.

8. Utilisation de GUIDE 8.0, PAP 98, AudeLA et autres

8.1 GUIDE 8.0

Le firmware a été écrit pour se comporter du mieux possible avec GUIDE 8.0. Ceci ne signifie toutefois pas que tout est parfait, car il y a des limitations inhérentes aux défauts du protocole LX200 contre lesquels on ne peut rien.

Pour exploiter le logiciel : démarrer le variateur et le logiciel (l'ordre importe peu). Connecter le câble de liaison si ce n'est pas déjà fait. Une fois ces opérations préliminaires effectuées il faut (uniquement la première fois) configurer GUIDE 8.0 (voir notice).

Avec la raquette centrez le télescope sur Gamma Cassiopée (ou Alioth dans la Grande Ourse) et pressez deux fois le bouton « petite vitesse » (ou respectivement « moyenne vitesse »). Votre dispositif est prêt.

Vous avez maintenant deux choix relatifs au télescope : cliquer sur le menu déroulant **Scope pad** puis **slew Guide** pour que la carte aille là où pointe le télescope ou **slew Telescope** pour provoquer un déplacement du télescope vers la position pointée par la carte de Guide.

A titre de test, cliquez **slew Guide** et vérifiez que Gamma Cassiopée ou Alioth sont au centre du champ après l'initialisation. Si vous avez validé un champ CCD (**Display-CCD Frame**) ou TELRAD (**Display-Ticks, Grids, etc.**), les champs correspondants doivent être centrés sur l'étoile.

Les petits problèmes qui peuvent apparaître sont les suivants :

- Une erreur de pointage de une à deux minutes d'arc persiste très souvent. Ce problème vient de l'imprécision naturelle du protocole LX200 en format court. Pour une précision de pointage de 10" d'arc, choisissez le mode natif avec AudeLA (ou le format LX200 long si c'est possible).
- Parfois (vers l'ascension droite 0h) le message « **Below horizon** » apparaît lorsqu'on demande une position au télescope. Ce message indique qu'il y a eu une erreur de transmission et qu'il faut rapidement recommencer l'opération (après avoir cliqué **OK**) si on ne veut pas que le télescope aille n'importe où. « **Below horizon** » est ici un terme informatique qui ne signifie pas du tout « sous l'horizon », GUIDE 8.0 enverra votre télescope pointer le nadir sans hésiter si vous le lui demandez. Ceux qui trouvent ça bizarre ou absurde doivent encore améliorer leurs compétences en informatique, ou se résigner !
- Si on clique sur « **slew Guide** » pendant un déplacement, il se peut qu'il y ait aussi une erreur de transmission de temps à autre. Cela se traduit par le message « **no reply from port** » synonyme du précédent. Cliquez **OK** et réitérez votre demande. Cliquer « **slew Guide** » pendant un déplacement est le seul moyen pour savoir où en est le télescope, cela peut se faire sans problème si on accepte de réitérer de temps à autre la demande (ce problème, comme le précédent, provient du fait que le protocole LX200 ne gère pas de contrôle de flux).

Autres versions de GUIDE

Le firmware a été écrit initialement pour la version 2 de ce logiciel et doit a priori fonctionner avec n'importe quelle version jusqu'à la 8. Si une incompatibilité apparaissait avec une version future, le firmware serait adapté aussi vite que possible.

8.2 PAP 98 et PRISM

Le firmware se comporte à peu près bien avec le PAP 98. Il reste toutefois quelques restrictions comme avec GUIDE 8.0. Les deux logiciels ne se comportent pas tout à fait de la même façon (en particulier en ce qui concerne l'émission d'une consigne de précision), car ils n'interprètent pas de la même manière le protocole LX200.

Pour exploiter le logiciel :

démarrer le variateur et le logiciel (l'ordre importe peu). Connecter le câble de liaison si ce n'est pas déjà fait. Une fois ces opérations préliminaires effectuées, il faut (uniquement la première fois) configurer PAP 98.

Pour cela : sélectionnez l'option **Setup** du menu déroulant **Télescope**. Dans la fenêtre ouverte choisir **Aucun** sous l'onglet **Codeurs**, **Aucun** sous l'onglet **moteurs**, **LX200 2 secondes** et le port COM où vous avez placé votre câble sous l'onglet **Télescope**.

Avec la raquette centrez le télescope sur Gamma Cassiopée (ou Alioth dans la Grande Ourse) et pressez deux fois le bouton « petite vitesse » (ou respectivement « moyenne vitesse »).

A chaque démarrage :

- dans le menu déroulant **Télescope** il faut sélectionner **Etablir la communication**.
- de l'icône **Sélection des options d'affichage** il faut sélectionner sous l'onglet **Affichage général** l'option **Voir la position du télescope** ainsi que **Centrer la carte par rapport au télescope**,
- en bas à droite de la fenêtre du logiciel il est conseillé d'activer le bouton rectangulaire **Télescope**.

Votre dispositif est prêt et la carte doit être centrée sur l'étoile d'initialisation. Si vous avez validé l'option **Télescope** en bas à droite de la fenêtre de la carte du ciel, une mire ronde et jaune doit se trouver sur l'étoile.

Vous avez maintenant deux choix relatifs au télescope : cliquer sur **Centrer la carte par rapport au télescope** de la fenêtre désignée précédemment, ou avec la souris, désigner un objet en pointant dessus en cliquant le bouton droit avant de sélectionner dans le menu flottant l'option **Déplacer le télescope sur ce point** (une mire carrée jaune apparaît sur le point désigné). Après l'ordre de déplacement on peut voir le rond (position courante) rejoindre progressivement le carré (consigne).

Les petits problèmes résiduels sont les suivants :

- Une erreur de pointage de une à deux minutes d'arc persiste. Ce problème vient de l'imprécision naturelle du protocole LX200 format court. Pour une précision de pointage de 10" d'arc, choisissez le mode natif avec AudeLA.
- Parfois la mire jaune ne se déplace pas vers la mire carrée (problème de communication). Réitérez l'ordre de pointage avant que votre télescope ne pointe le sol.

PRISM est l'évolution commerciale du PAP 98. Faute d'avoir pu obtenir une version d'essai de ce programme, aucun test n'a pu être fait et aucune information ne peut donc être donnée. AudeCom ne pourra pas être adaptée à ce logiciel (à l'impossible nul n'est tenu).

8.3 AudeLA

Comme leur nom le suggère, AudeLA et AudeCom sont faits l'un pour l'autre. AudeLA pilote la carte AudeCom en exploitant toutes ses possibilités via une interface graphique. Une gestion de flux hard de la communication est assurée entre les deux logiciels (éliminant tous les problèmes de transmission connus en mode LX200).

Toutefois, comme AudeLA n'est pas un produit tout à fait finalisé (en ce qui concerne l'interface avec AudeCom tout du moins) son utilisation n'est pas décrite ici. De toutes façons, l'interface est graphique et donc très conviviale et intuitive, avec de nombreuses aides à l'écran.

9. Adaptation du firmware au télescope

La carte AudeCom est faite pour fonctionner avec un réducteur 360*6 en ascension droite comme en déclinaison. C'est le meilleur compromis entre vitesse de pointage et couple d'entraînement obtenu des moteurs (plus on augmente la réduction, plus on peut entraîner un gros télescope, mais plus le pointage est lent).

Si on a un télescope avec un réducteur déjà installé, AudeCom peut maintenant (depuis la version 3 du firmware) s'y adapter. Depuis la version 4.00 il suffit de remplir un tableau de paramètres avant la programmation du contrôleur ; ce n'est donc plus un problème.

Les réductions déjà prises en compte actuellement sont :

- réduction standard : alpha 360*6 et delta 360*6
- « Denis Christen » : alpha 360*12 et delta 360*12
- A.A.A.A : alpha 360*12 et delta 360*6*75/64
- « Robert Delmas » : alpha 359*6 et delta 359*6
- « Alain Maury » : alpha 360*20/3 et delta 360*6
- DINASTRO : alpha 360*20/3 et delta 360*5/2

D'autres paramètres peuvent être pris en compte à la demande.

Attention : une fois le contrôleur programmé on ne peut plus changer le rapport de réduction accepté, ni aucun autre paramètre.

10. Une petite amélioration pour les systèmes sur batterie

Lorsque la batterie se décharge trop, le fonctionnement de la carte devient anormal. L'ajout d'un petit montage entre les bornes + et - de l'alimentation permet d'être prévenu du moment où il faut songer à recharger la batterie. Le schéma est présenté sur la figure 3 ci-après :

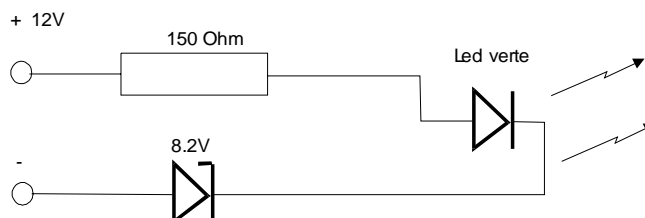


Figure 3

Dès que la tension baisse trop, la LED verte s'éteint. Le montage est simplement un ensemble de trois éléments soudés en l'air. La diode Zener de 8.2V est adaptée à une alimentation de 12V. Si on utilise une autre tension d'alimentation, il suffit d'adapter le choix de la diode Zener.

11. Informations de finition du montage

Comme il à été dit précédemment, il est préférable de placer un radiateur sur chaque circuit de puissance U4-U9. Le plus simple est d'utiliser un radiateur en rail d'environ 30 mm de largeur et découper six parts de 13 mm de longueur, chaque élément doit être collé à la colle cyanocrylate sur chacun des PBL3717A.

La raquette est à monter selon le schéma fourni en annexe 1. L'aspect du boîtier doit être celui de la figure 4.

Pour vous faciliter la tâche, respectez les consignes suivantes :

- une fois les boutons montés, ajouter la LED collée (le méplat peu visible correspond au fil de masse),
- utiliser du fil en cuivre étamé rigide (monobrin) pour réaliser la jonction de masse en boucle (liaison en pointillé sur le schéma de câblage),
- couper les pattes des diodes à longueur,
- souder les diodes en respectant le sens de montage (le trait du schéma correspond au petit anneau noir sur le composant) et en isolant les diodes avec de la gaine thermorétractable,
- ajouter la résistance de 330 Ω sur la broche + de la diode (broche du côté sans méplat) en n'omettant pas de l'isoler avec de la gaine,
- dénuder et étamer individuellement les fils du cordon série acheté ou fabriqué à partir d'une nappe de câble plat et d'une fiche DB9 mâle,
- repérer le numéro de chaque fil d'après le marquage (petit mais visible) sur la fiche DB9,
- souder chaque fil sur les boutons et la LED à l'emplacement prévu donné sur le schéma de principe.

Attention : il faut faire chauffer le moins possible les boutons, car sinon on risque de les détériorer.

12. Installation du microcontrôleur

Le contrôleur doit être préalablement programmé avec la version 4.01 du firmware. Pour cette raison il est fourni préprogrammé sur demande par l'auteur et sera envoyé par la poste contre le paiement des frais.

A la réception du composant procéder de la façon suivante pour la mise en place :

- Vérifier que le cavalier de flashage est correctement en place (la possibilité de flashage n'est pas exploitée dans la version actuelle du soft) :
 - J5 doit être ouvert,
 - J6 doit relier la broche 31 à VCC soit 5V, en plaçant le cavalier vers la broche 20.

Attention : lorsque le cavalier est orienté vers la broche 40, la tension d'alimentation (a priori 12 V) est appliquée sur la broche 31, ce qui peut endommager le contrôleur s'il n'est pas flashable.
- Repérer le côté où il y a l'ergot définissant le sens de montage du contrôleur.
- Libérer au dernier moment le nouveau contrôleur de son emballage antistatique.
- Vérifier que l'ensemble des broches sont parallèles entre elles et perpendiculaires au boîtier, sinon les redresser.
- Introduire progressivement le composant en l'enfonçant avec les doigts. Tout au long de l'opération on vérifiera que les quarante broches s'enfoncent correctement (il arrive assez fréquemment qu'une broche se torde au lieu de s'introduire si elle est mal présentée).
- Revérifier que le sens de montage est bon (ergot coté fusible).
- Vérifier une dernière fois que toutes les broches se sont bien introduites dans le support.

N.B. : cette opération doit naturellement être exécutée avec la carte hors tension.

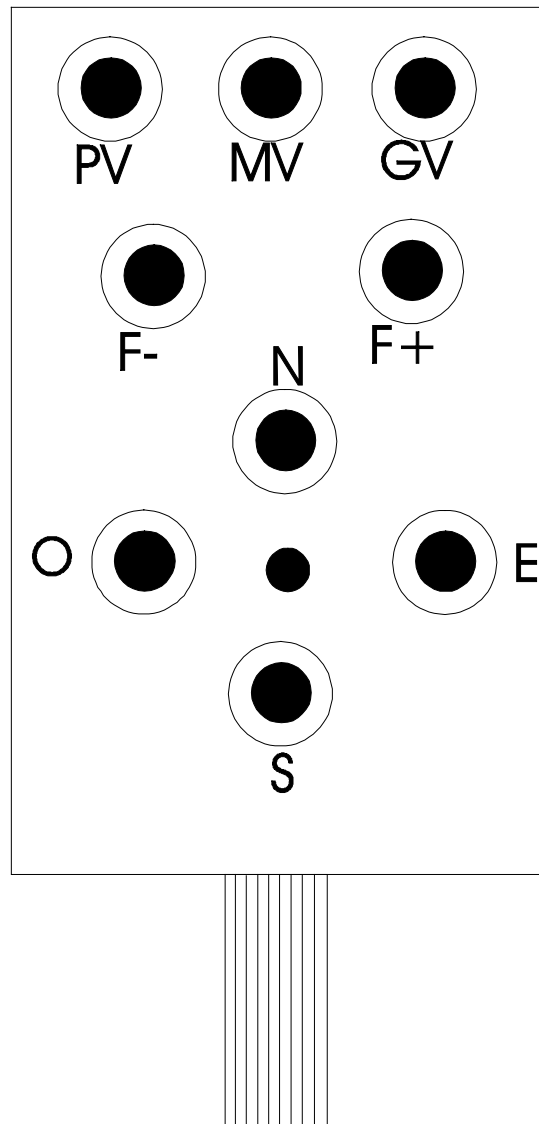


Figure 4

13. Versions firmware futures

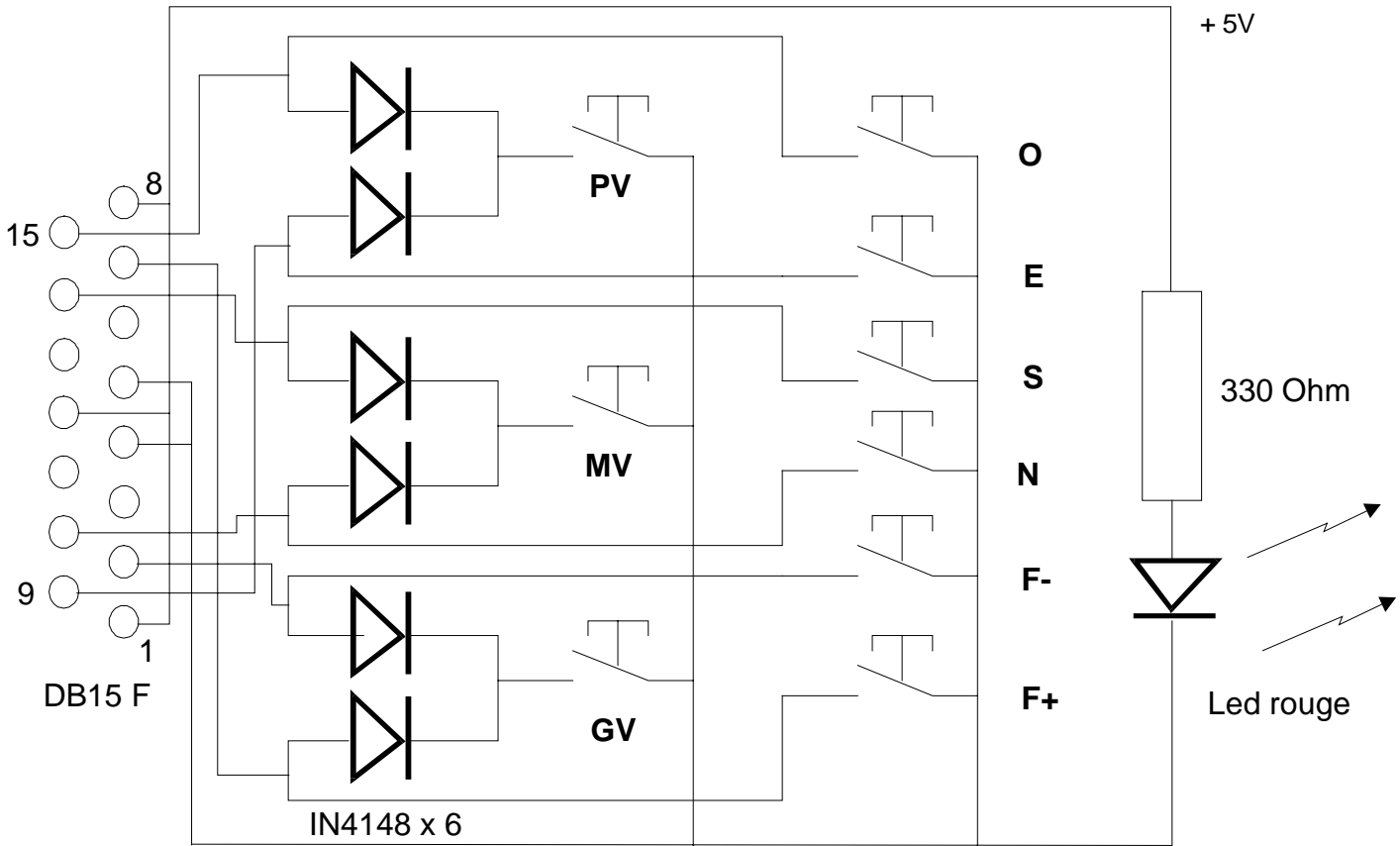
Chaque année AudeCom s'améliore un peu comme Audela et le bon vin (grâce aux congés payés obtenus de haute lutte en 1936) ; la prochaine « realise » est prévue pour Pâques ou la trinité...

Au menu est prévu le remplacement du contrôleur actuel par un contrôleur TEMIC 89C51RD2 (valeur d'environ 30 €) flashable, ce qui sous-tend la possibilité de mise à jour du firmware via Internet. Est également prévu une version pour monture alt-azimutale.

Annexes

Annexe 1

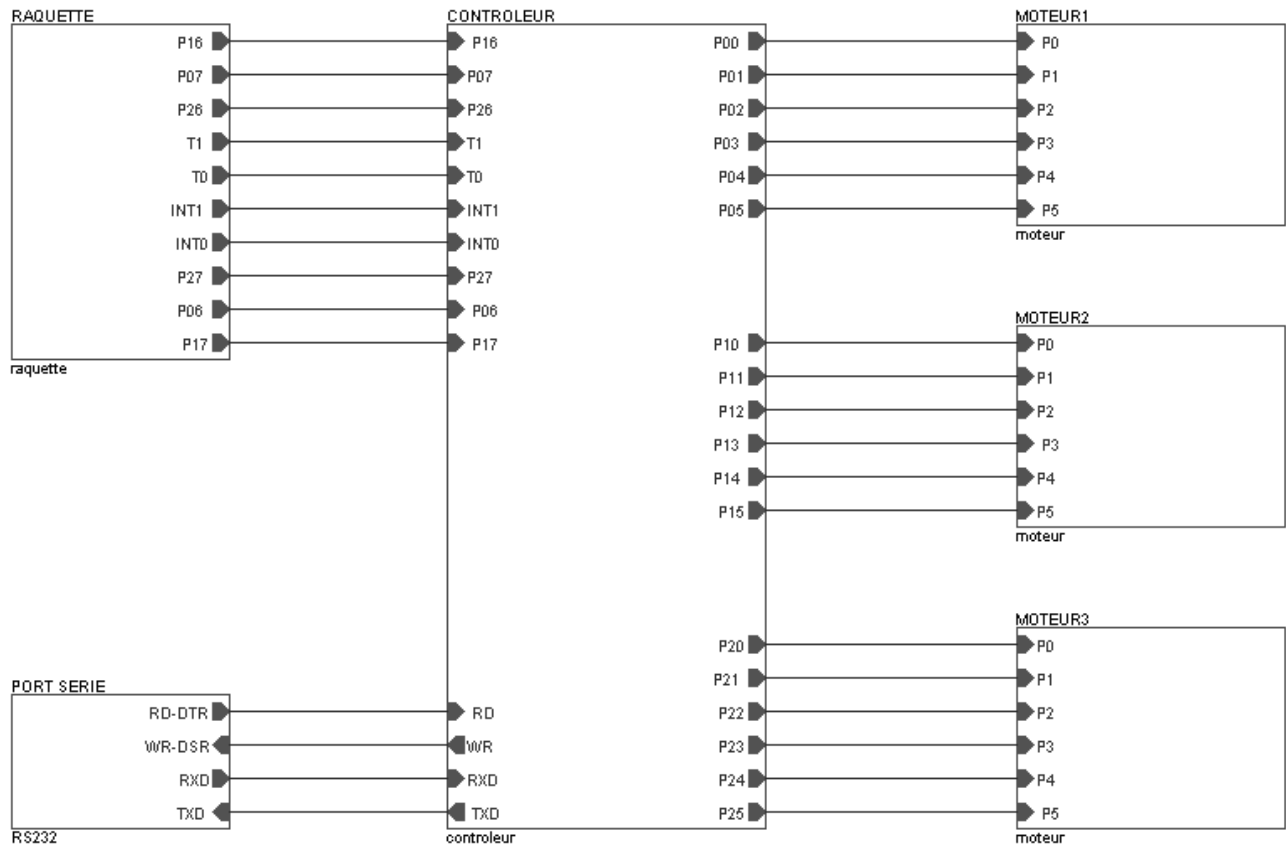
Schéma de la raquette



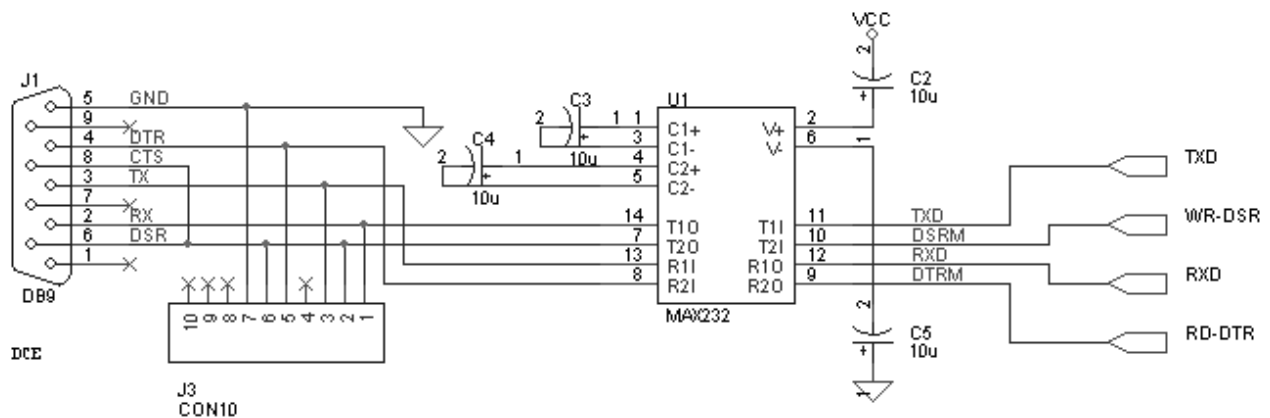
Annexe 2

Schéma électronique de la carte :

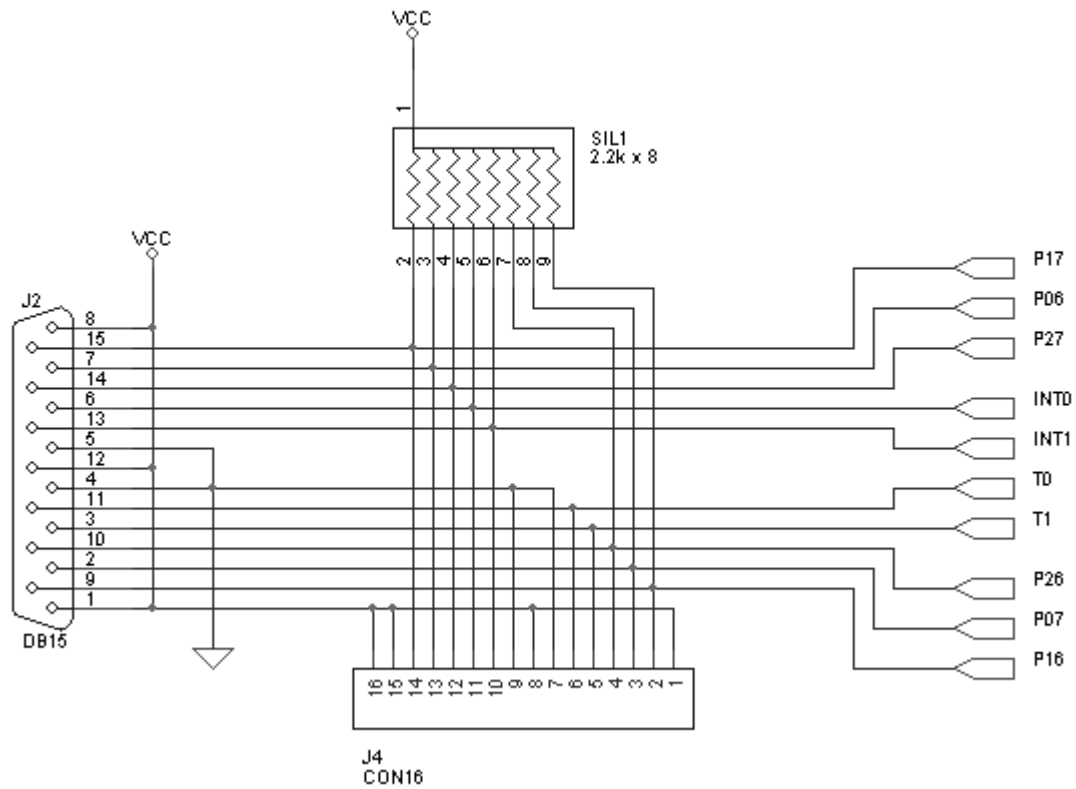
Hiérarchie générale



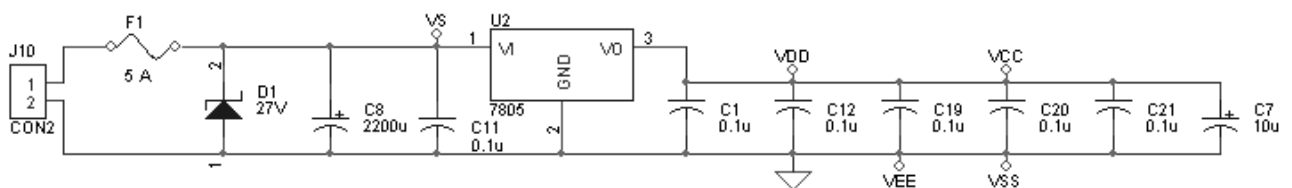
Interface port RS232



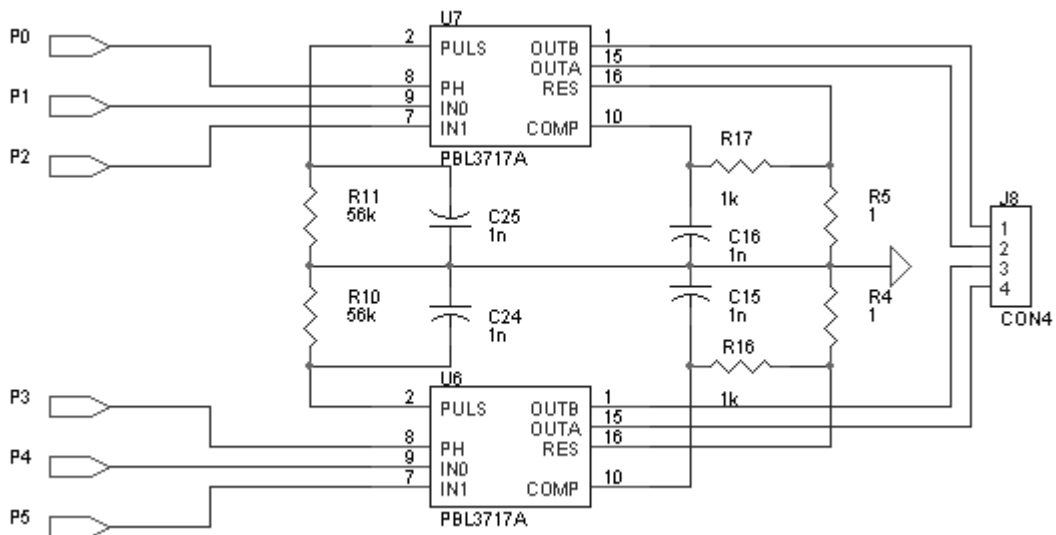
Interface raquette



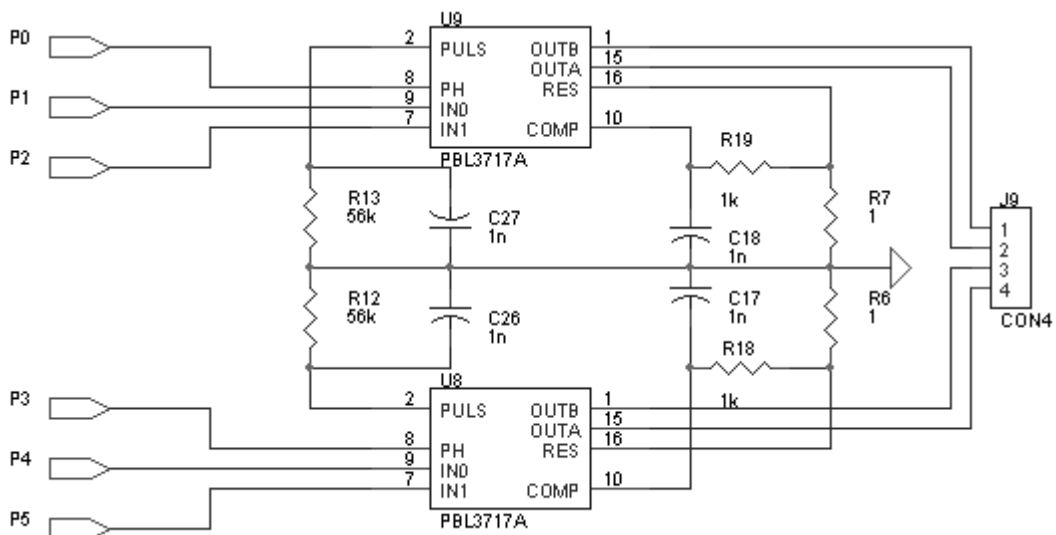
Alimentation



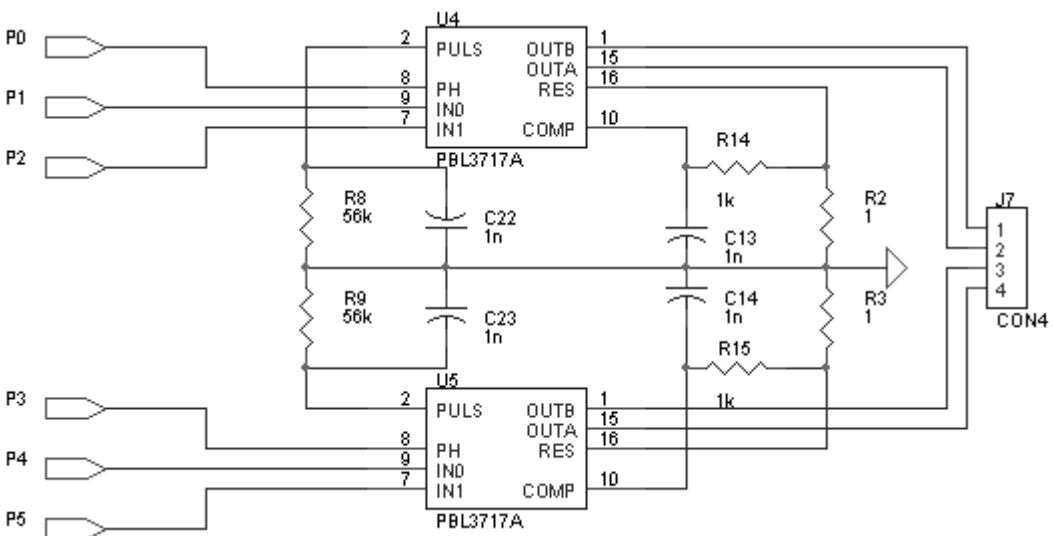
Moteur 1



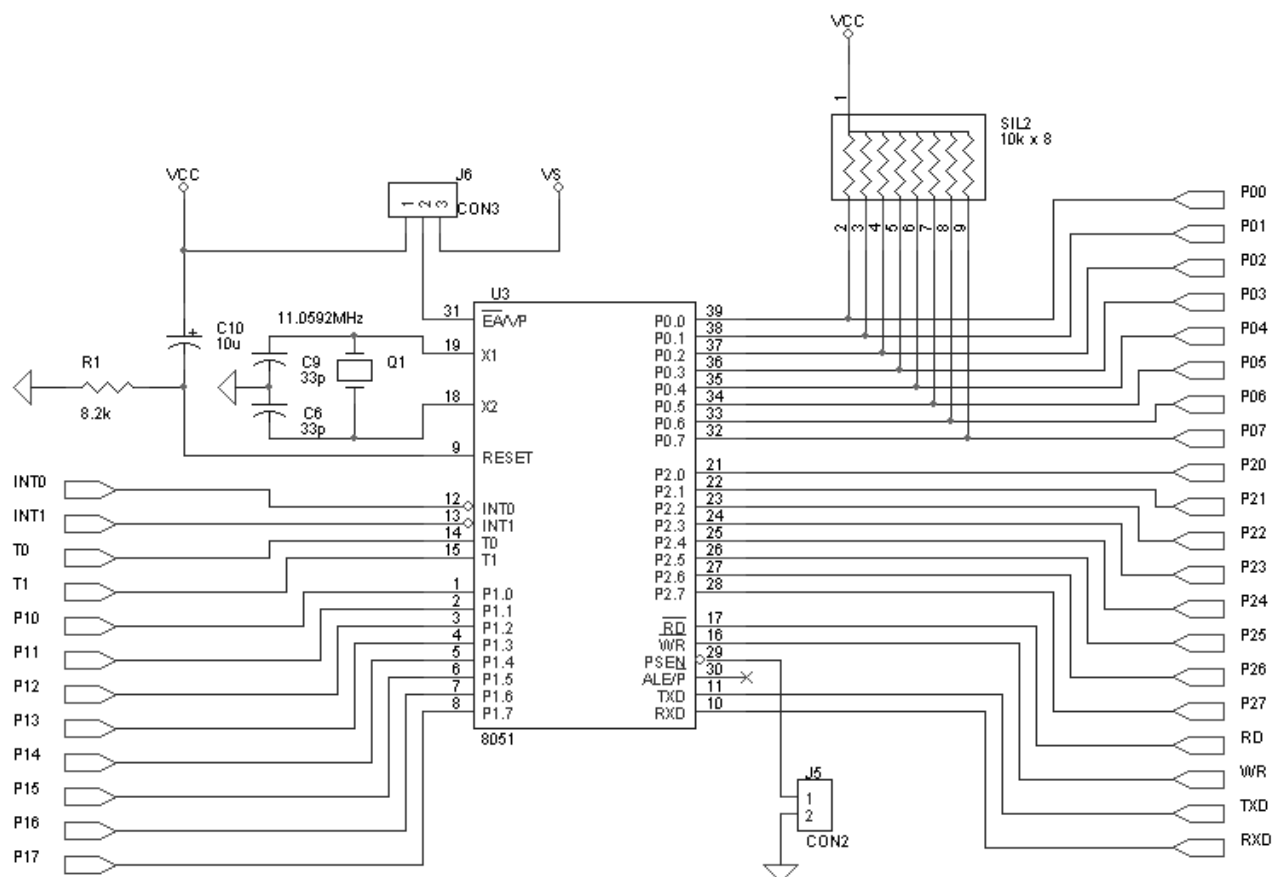
Moteur 2



Moteur 3

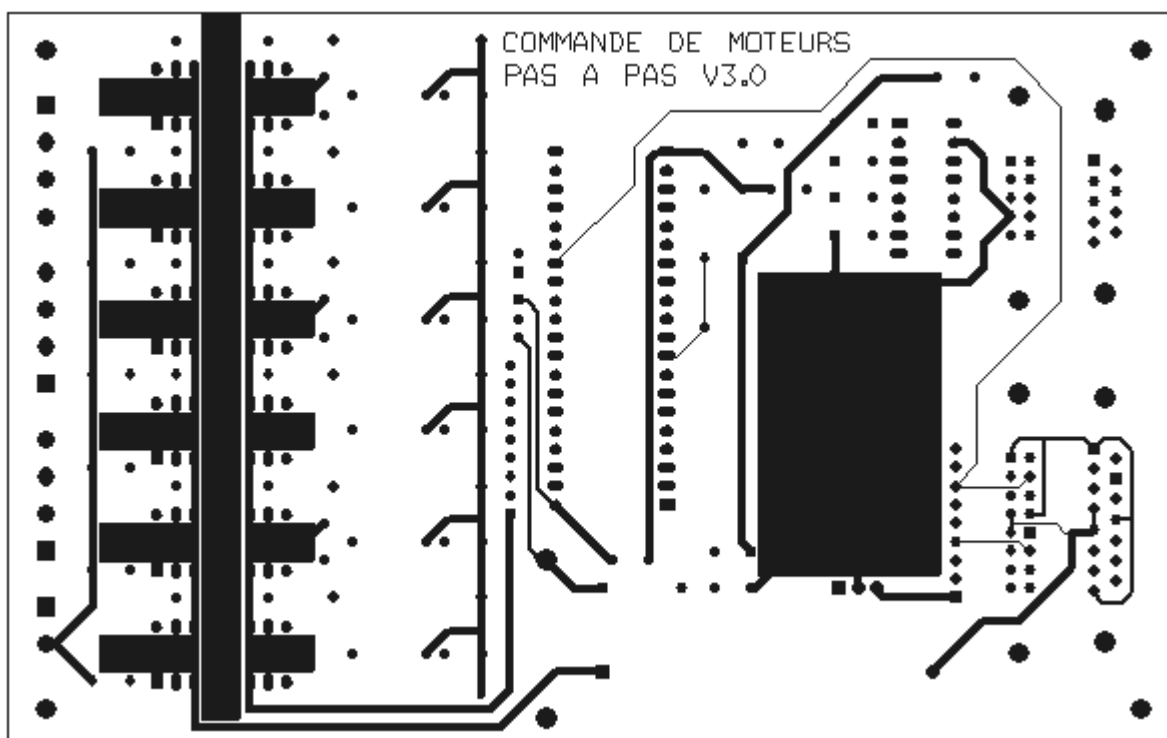


Contrôleur

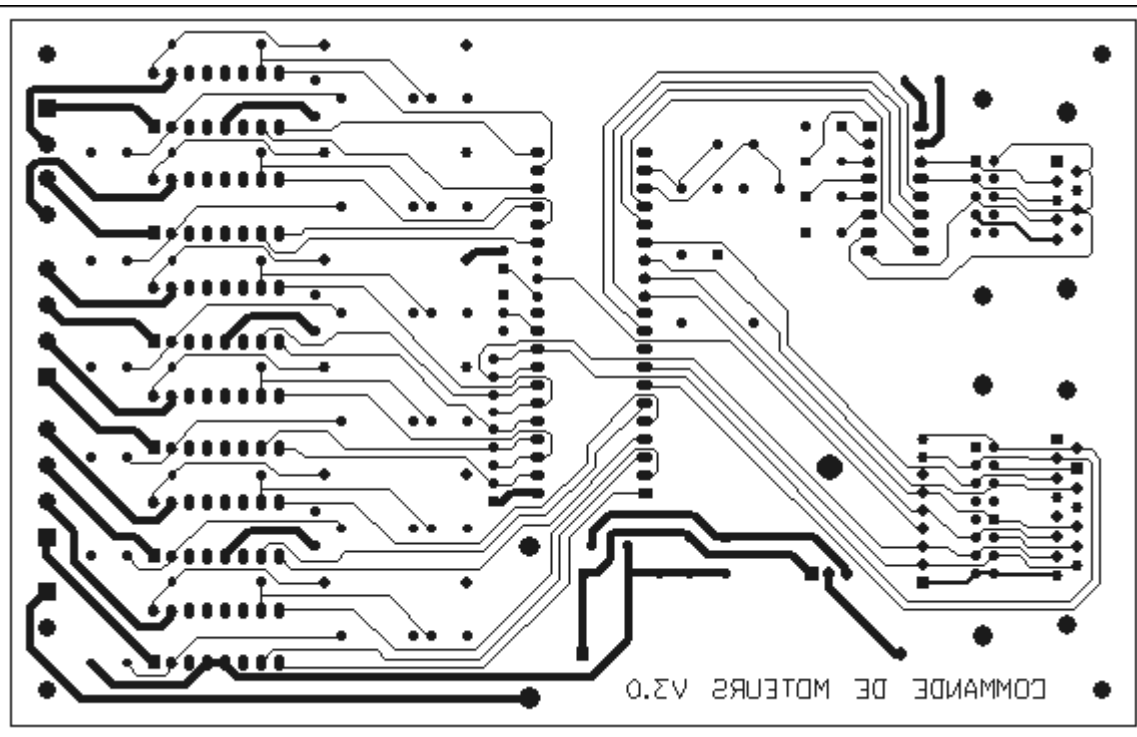


Annexe 3

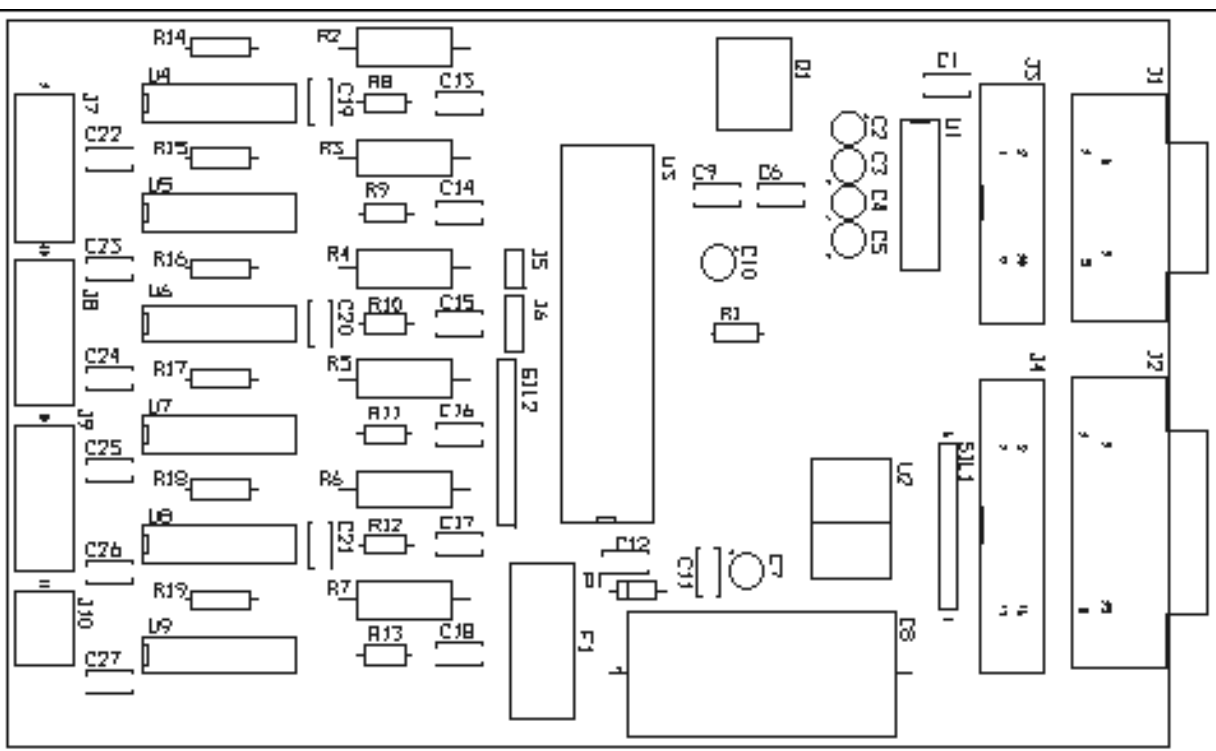
Typon de la carte : face composants :



Typon de la carte : face soudures :



Typon de la carte : sérigraphie



Annexe 4

LISTE DES COMPOSANTS

Elément	Quantité	Référence	valeur
Condensateurs			
1	6	C1,C11,C12,C19,C20,C21	0.1 μ F céramique
2	6	C2,C3,C4,C5,C7,C10	10 μ F 16V tantale goutte
3	2	C9,C6 33p	
4	1	C8	2200 μ F électrochimique 16V ou 25V selon alimentation
5	12	C13,C14,C15,C16,C17,C18, C22,C23,C24,C25,C26,C27	1 nF céramique
Diode			
6	1	D1	Zener 27V
Fusible			
7	1	F1	5 A rapide dimension 5x20 mm
Connecteurs			
8	1	J1	SUB D 9 broches femelle
9	1	J2	SUB D 15 broches femelle
10	1	J3	Connecteur HE10 10 contacts mâle
11	1	J4	Connecteur HE10 16 contacts mâle
12	1	J10	Bornier à vis à 2 bornes pas 5.08
13	3	J7,J8,J9	Bornier à vis à 4 bornes pas 5.08
14	1	J5	2 broches au pas 2.54 mm
15	1	J6	3 broches au pas 2.54 mm
16	2		cavaliers au pas de 2.54 mm
Quartz			
17	1	Q1	Quartz 11.0592 MHz
Résistances			
18	1	R1	8.2 k Ω $\frac{1}{4}$ W
19	6	R2,R3,R4,R5,R6,R7	1 Ω $\frac{1}{2}$ W (selon moteur pas-à-pas)
20	6	R8,R9,R10,R11,R12,R13	56 k Ω $\frac{1}{4}$ W
21	6	R14,R15,R16,R17,R18,R19	1 k Ω $\frac{1}{4}$ W
22	1	SIL1	réseau 2.2 k Ω x 8
23	1	SIL2	réseau 10 k Ω x 8
Circuits intégrés			
24	1	U1	MAX232N
25	1	U2	L7805CV
26	1	U3	T87C51RB2-LCA
27	6	U4,U5,U6,U7,U8,U9	PBL3717A