

**LOGICIEL et MATERIEL
pour la commande de**

**GRANDES ORGUES à
TUYAUX**

et/ou

ORGUES NUMERIQUES

PRINCIPES GENERAUX

et

MANUEL UTILISATEUR

2017-2023

Pascal Leray

**Ingénieur de l'Ecole Centrale de Paris
Docteur en Sciences de l'information de l'Université de Paris II**

**R&D pour FACTEURS D'ORGUES et DE
CLAVECINS**

pascal.leray.ftd@free.fr
<http://pascal.leray.free.fr>

INTRODUCTION :

Construire ou *restaurer* à très bas coût un grand orgue à tuyau ou un orgue virtuel est maintenant possible, grâce aux cartes électroniques et aux logiciels que j'ai conçus et qui sont décrits ici.

Même d'anciennes orgues mécaniques ou de simples claviers d'orgue anciens ou récents (type FATAR) peuvent en être équipés.

4 types de cartes seulement sont nécessaires :

- Cartes d'interface claviers
- Cartes d'entrée : pouvant recevoir 6 ou 8 claviers/pédaliers ou tirants de registres. Ou plus avec le multiplexeur.
- Carte interface opto-électronique, qui peut commander les cartes de puissance de sortie. (Jusqu'à 8A par sortie et jusqu'à 60V)
- Les cartes de sorties, disponibles en 2 versions : 64 sorties avec Darlington discrets ou 4x64 outputs avec Darlington en circuits intégrés.

Toutes ces cartes peuvent être commandées à distance. Avec des liaisons à courte ou longue distance, de 8 à 100m via une liaison USB longue distance, voire avec des modems de télécommunications pour des liaisons de plusieurs dizaines de km. (Le facteur d'orgue J.F. Dupont a réalisé avec mon matériel deux concerts à 18 et 100 km de distance entre les claviers et l'orgue), ou 100m en utilisant mon interface USB.

Toutes ces cartes sont contrôlables par mon interface **MIDI** relié à un PC ou à tout autre système à microprocesseur, sans hardware additionnel.

Elles ont toutes des régulateurs 5V. Via une alimentation de 8V. L'alimentation 15V peut être utilisée, mais elle oblige les régulateurs 5V à effectuer davantage de dissipation thermique.

En ce qui concerne la puissance pour la commande des électro-aimants, une alimentation de 15V, 500W est largement suffisante.

Le recours à un PC n'est pas obligatoire, bien que conférant à l'ensemble une souplesse, des facilités d'installation et une puissance de calcul très importantes, pour un coût minime. Il peut être remplacé par un microprocesseur 32 bits. *Dans les 2 cas, des affichages avec ou sans écran, avec ou sans afficheur LED ou alphanumériques sont possibles.*

De nombreux exemples de réalisations ou de restaurations d'orgues à tuyaux ou numériques sont disponibles ici :

http://pascal.leray.free.fr/web_org/realisations/midification_exemples.html

Ainsi que des témoignages d'organistes et de facteurs d'orgues ayant eu recours à ma technologie :

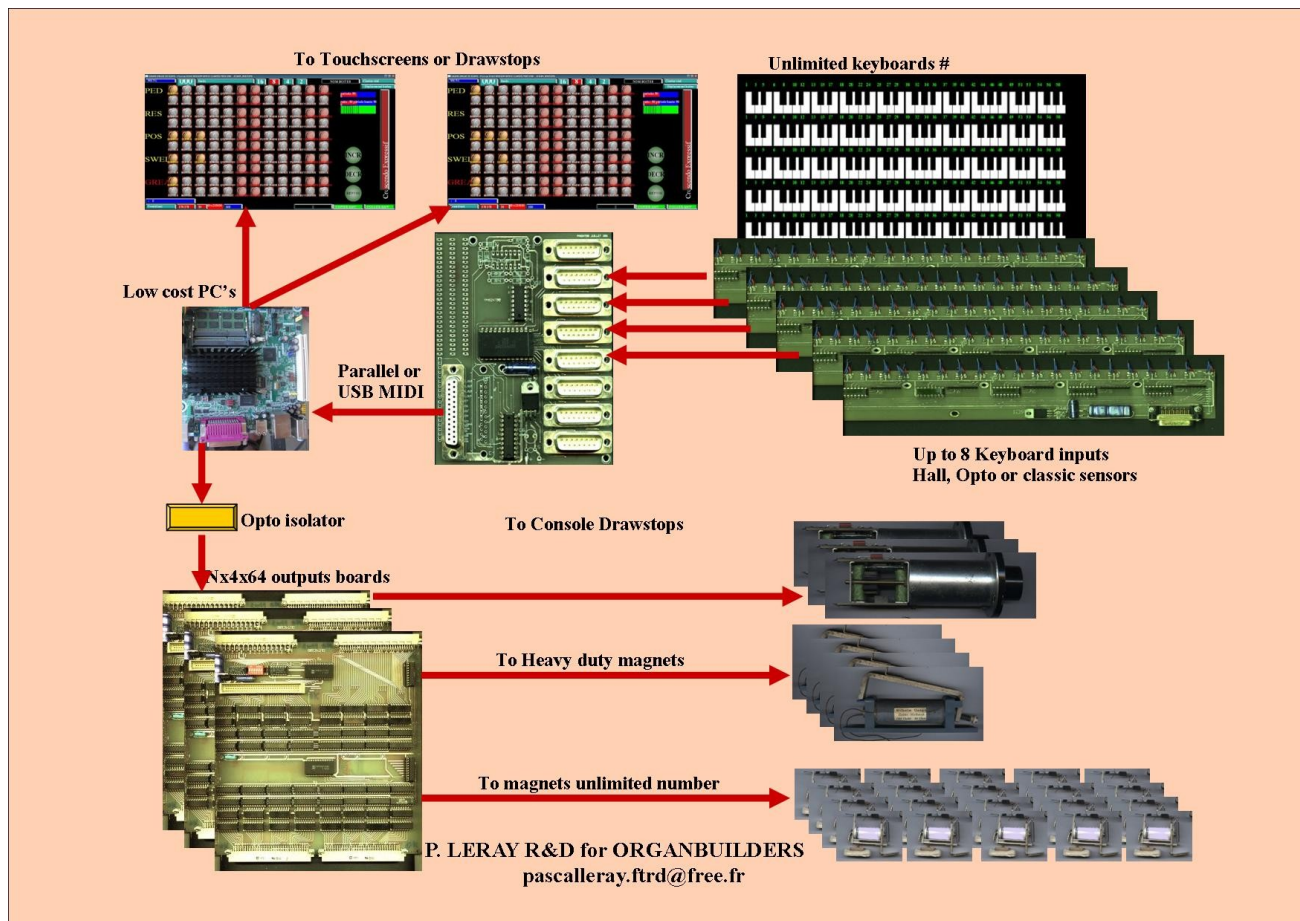
http://pascal.leray.free.fr/projet/temoignages_organistes_1.html

Le montage de ces éléments est très simple, à la portée d'un non spécialiste, comme en témoignent les quelques exemples ci-dessus.

Ma démarche est différente de celle des fournisseurs de composants pour orgue, qui ne délivrent que des systèmes clés en mains, totalement fermés et non évolutifs, d'un coût sans commune mesure.

Ma démarche est un peu celle de Linux sur le plan logiciel, mais avec *en plus* l'offre d'un meccano de cartes électroniques testées et prêtes à connecter. Associées à des briques logicielles permettant à l'organiste-constructeur ou au facteur d'orgues de maîtriser et de faire évoluer à sa guise sa réalisation.

Ceci constituant une réponse totalement nouvelle dans le monde de la facture d'orgue. (Voir en annexe ma proposition de méthodologie, tant pour les passionnés d'orgue et d'électronique que pour les facteurs d'orgues professionnels.



SHEMA GENERAL D'UN ORGUE INFORMATISE A NOTER QUE LE PC est OPTIONNEL !

Ainsi qu'on peut le voir sur la figure, l'ensemble est composé :

- D'un cœur réalisé soit à partir d'un PC, soit d'un microprocesseur 8 ou 32 bits.
- De cartes d'acquisition de claviers : KI32 ou KI64
- D'une carte interface assurant l'isolation opto-électronique complète du microprocesseur et des cartes de puissance commandant les électro-aimants.
- De cartes de sorties de puissance : soit :
 - Cartes O2x64 avec Darlington¹ intégrés pouvant commander 64 électro-aimants de puissance.
 - Cartes O4x64 pouvant commander 256 électro-aimants de puissance.
 - Carte CIPARO3x64 combinant l'interface opto-électronique et les sorties de puissance. Recommandé pour de petits orgues, ou pour adjoindre à peu de frais un combinateur électronique avec écran tactile pour des orgues de toutes tailles. Cette carte est compatible avec les précédentes, pour former un rack de cartes 4x64. A noter qu'une carte de ce type + 2 cartes O4x64 sont suffisantes pour commander un orgue de la taille de celui de Notre Dame de Paris.
- D'alimentations de puissance des électro-aimants.

¹ Un Darlington est un composant électronique formé à partir de 2 transistors en cascade, et capable de commander jusqu'à 8A sous plusieurs dizaines de Volts. Il se contrôle directement à partir d'une sortie de composant à logique binaire, avec une consommation de quelques milliampères.

CARTES D'ENTREE :

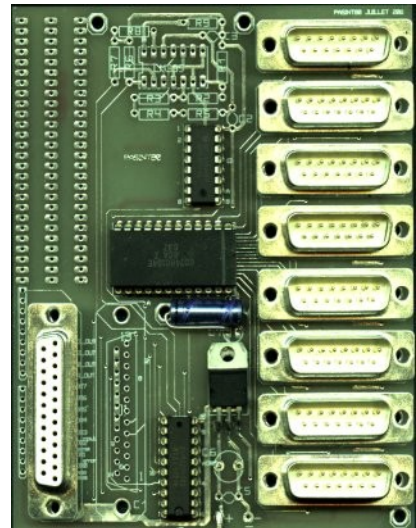
VERSION 1 : KI8PC

- Connectable à 8 claviers/pédalier.
- Sortie sur le port parallèle d'un PC
- Peut recevoir des réglettes KI64 ou KI32

Cette carte possède 2 connecteurs DB25, qui servent :

- Pour la première, (**la plus interne à la carte**) à relier la prise parallèle du PC
- Pour la seconde, (celle près du bord) **à commander le rack de puissance de sortie vers les registres. (carte CIPAR, connecteur droit).**
- A éviter ainsi de devoir disposer d'une seconde sortie DB25 sur le PC. (Qui nécessiterait en conséquence l'achat d'une carte PCI à sorties parallèles.)

Les deux prises peuvent être considérées comme une « IN » et une « OUT ». Bien entendu, lorsque l'on n'utilise pas de cartes de sorties, **une seule alimentation 8 à 15V suffit pour la carte KI8PC.**



PRECAUTION IMPORTANTE :

L'alimentation de la carte KI8PC et de leurs cartes KI64 d'entrée (jusqu'à 8 claviers-pédalier-boutons de registres) doit impérativement être séparée de l'alimentation de puissance de 15V.

Ceci afin que les masses et tout le circuit de puissance soit complètement distinct des masses du PC et des autres d'entrée. Comme il n'y a aucun élément selfique sur les circuits d'entrée, on peut utiliser une alimentation dont la masse est reliée à celle des PC. (via les DB25). Une alimentation de 8,5V est optimale, car les 7805 de régulation des cartes ont ainsi moins de chute de tension à absorber. (de 15V à 5V).

On peut aussi très bien utiliser l'alimentation de la partie avant (PC) de la carte CIPAR pour alimenter également la carte KI8PC et ses KI64 filles.

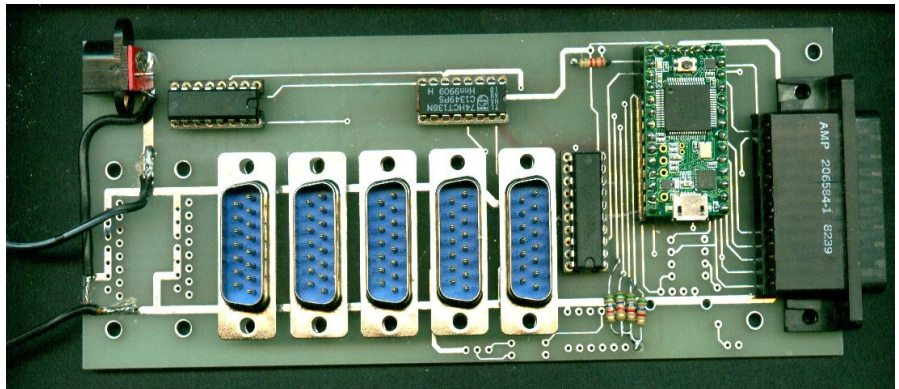
Il faut donc, en terme d'alimentations :

1. **POUR LA CARTE KI8PC SEULE :** Une petite alimentation **A1** de 8 à 12V 75W (idéalement 8V) (faite à partir d'un transfo 6V) Puissance recommandée (alim de PC 12V 5A par exemple). Lorsque l'on a des commandes de puissance en sortie on doit brancher la Carte Interface Parallèle CIPAR. Dans le cas où l'on n'utilise pas de capteurs HALL (cas de contacts simples), la puissance peut être très réduite, les capteurs HALL consommant un courant non négligeable, même au repos.
2. **POUR LA CARTE CIPAR** utilisée avec la **CARTE KI8PC** pour les commandes de puissance (cas d'un orgue complet avec claviers et tuyaux réels):
 - Une très petite alimentation **A2** de 8 à 12V >5W (idéalement 8V) pour l'alimentation de la partie puissance de la carte CIPAR et des cartes de sortie. Cette alimentation peut être commune avec l'alim A1 de 75W
 - Une alim **A3** de 8 à 12V (idéalement 8V) pour la carte CIPAR et ses cartes de sorties : Puissance recommandée >50W (qui peut être commune avec la précédente, puisqu'elles ont les mêmes masses.
 - Une alim **A4** de puissance de 15V 500W (faite à partir d'un transfo 12V) puissance recommandée : 500W. Qui peut servir à l'alimentation de la partie puissance de la carte CIPAR. Les alims A3 et A4 peuvent être communes, car ayant les mêmes masses.

L'intérêt du système est de décorrélérer électriquement et logiquement les entrées claviers des sorties vers les registres. Le coût des transfos 1 est 2 est minime par rapport à l'ensemble.

VERSION 2 : KI7_MIDI_USB ou KI8_MIDI_USB :

Cette version comporte une sortie directe USB. Elle peut être déclinée en version KI7_MIDI_USB avec 7 entrées pour cartes de type KI64 ou KI32x2 (2 cartes KI32 pour un clavier). Elle comporte une entrée potentiomètre. Elle peut se décliner en 2 ou plusieurs entrées potentiomètres. Et de 3 à 7 cartes d'entrée KI64. Elle peut aussi commander les cartes CIPAR et K1X64 ou K4x64 se sorties via son connecteur DB25 de sortie parallèle. *La puissance de son processeur 32 bits permet de se passer entièrement du recours à un PC, pour le contrôle d'un orgue à tuyaux.*



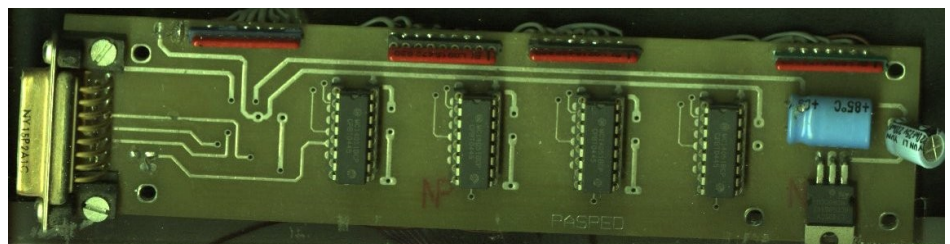
Elle convient parfaitement à l'équipement d'un orgue virtuel. Sa rapidité permet un temps de balayage des claviers inférieur à 1mS.

Une seule alimentation de 8 à 12V est nécessaire pour alimenter les cartes KI64 qui s'y raccordent directement. Le logiciel ORGUE CONTROLEUR sur PC s'adapte à tout type d'interface MIDI, USB ou Parallèle 8 bits. Et peut aussi contrôler un orgue à tuyaux.

CARTE D'ACQUISITION DES CLAVIERS - PEDALIER : KI64 ou 2xKI32

La carte KI6_64_MIDI peut soit être utilisée directement avec ses 64 entrées numériques, soit être reliée à des cartes d'acquisition de 64 entrées KI64, ou aux cartes réglottes 2xKI32, ou aux cartes KI32 pour pédalier à 32 entrées. (photo ci-contre).

Elles peuvent recevoir soit des contacts classiques, (carbone ou ILS), soit des capteurs magnétiques ou opto-électroniques.



Toutes les entrées sont clampées à VCC : +5V. Elles reçoivent du 0V. (contacts actifs bas).

Dans le cas de connections avec des contacts d'orgues existants, une section de type câble en nappes est largement suffisante. Idem pour les commandes d'électros en sortie. Il ne transite, en effet :

- En entrée que quelques milliampères par contact
- En sortie les électros type unit ne consomment pas plus de 250mA. (davantage pour les « heavy duty magnets » dans ce cas, il faut en sortie du câble type téléphone.

CARTE KI64

Cette carte au même standard que la KI32 ou les cartes à capteurs HALL se raccorde directement aux interfaces KI6_64_MIDI ou KI6_MIDI_USB avec sorties directes sur connecteur standard USB, sans nécessité d'un interface MIDI->USB. Elle peut commander un clavier jusqu'à 64 contacts ou des boutons de registres.

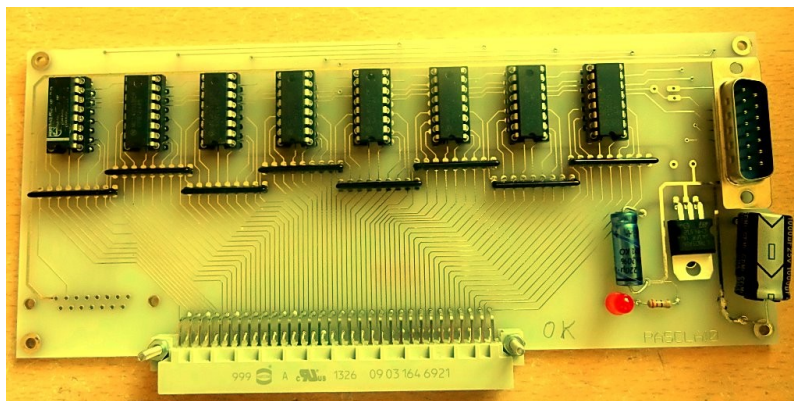
La sortie de la carte KI8PC ou KI7_MIDI_USB permet de contrôler un orgue à tuyaux de taille non limitée. Grâce aux cartes de sorties K1x64 ou K4x64.

Les cartes KI64 peuvent recevoir indifféremment des contacts ou des capteurs magnétiques ou optiques.

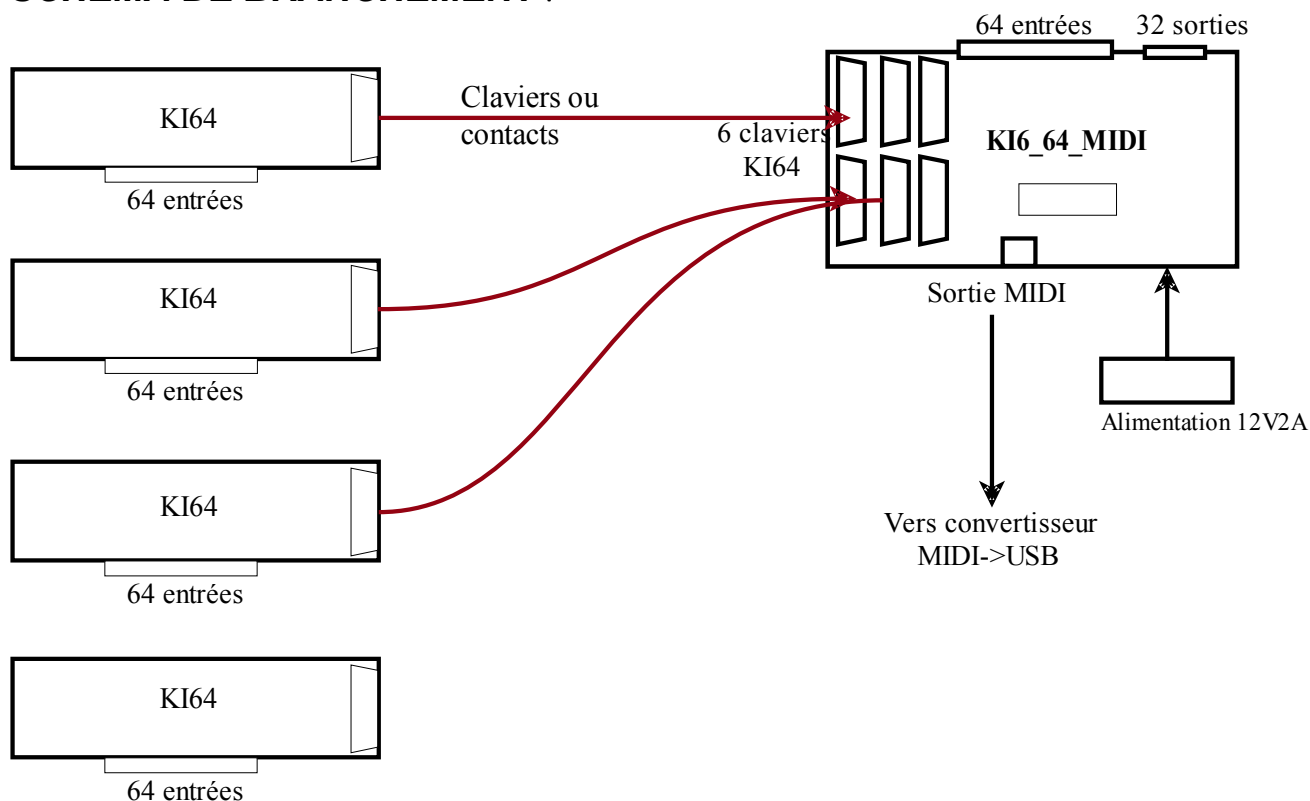
Elle peuvent aussi recevoir des contacts de boutons de registres de tous types. Les 32 sorties peuvent commander des LED ou des boutons de registres actifs à solénoïdes.

La carte KI6_64_MIDI peut se décliner avec sortie USB.

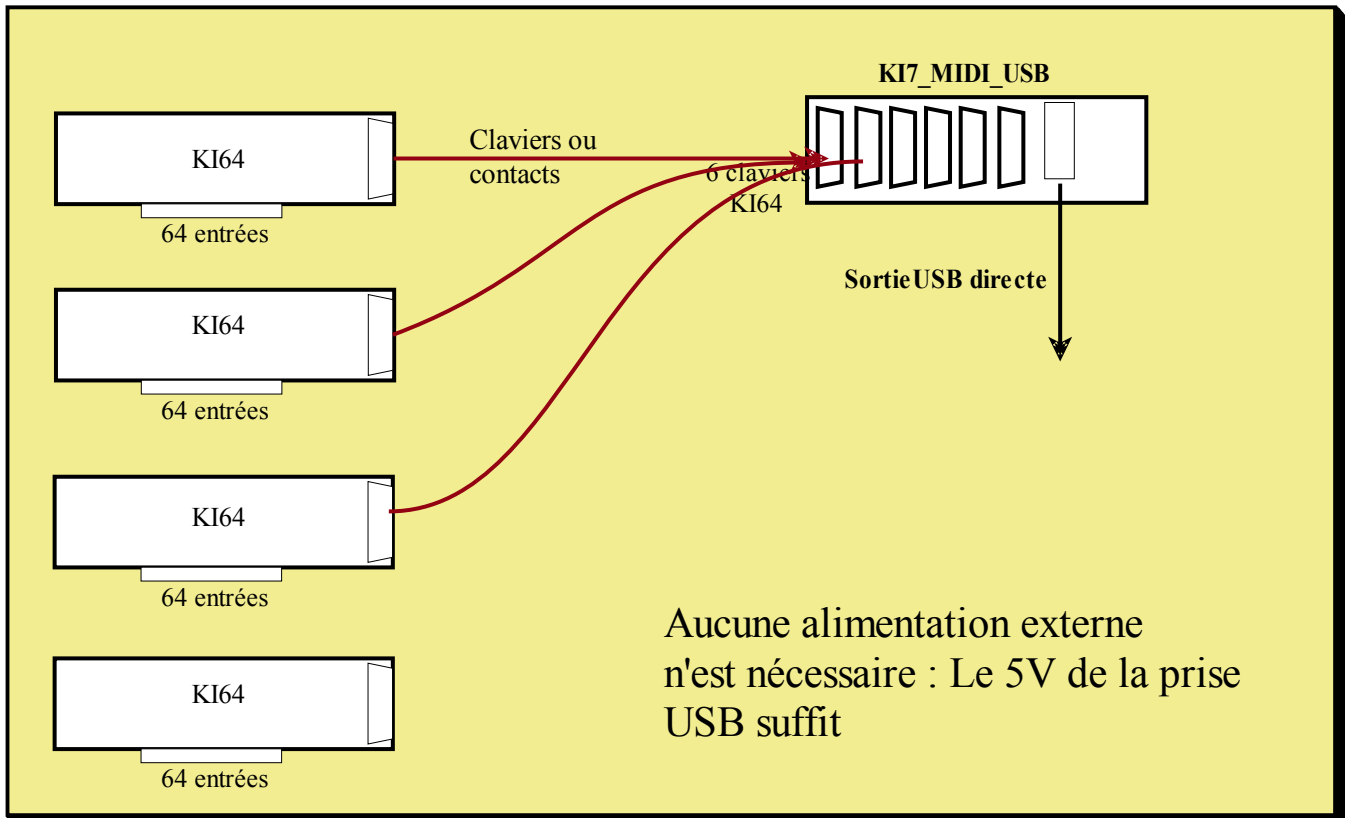
Des potentiomètres d'expression peuvent être gérés par cartes séparées.



SCHEMA DE BRANCHEMENT :



BRANCHEMENT DES CARTES KI7_MIDI_USB :



INTERFACE CLAVIERS DIRECTES : KIH32

La carte **KI32** est une réglette qui se fixe à l'arrière des claviers. Les capteurs d'entrées peuvent être de 3 sortes : mécaniques, optiques ou magnétiques. Cette carte est adaptée aux claviers dépourvus de tout contact sur les touches.

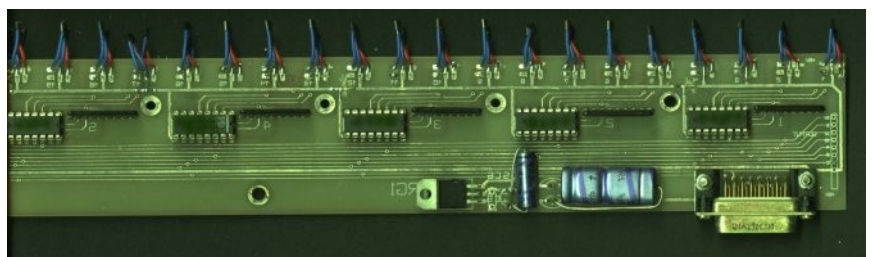
La carte KI32 peut recevoir indifféremment :

- Des contacts directs type facture d'orgue
- des ampoules REED (contacts sous ampoules de verre)
- Les capteurs opto-électroniques
- Des capteurs magnétiques à effet HALL. Ceux-ci donnent une réponse unique, sans rebond, contrairement aux contacts classiques.



Des cartes à double entrées permettent de sortir la vélocité, en testant la vitesse de déplacement entre capteurs (ou contacts) hauts et bas. Cette fonction transmet l'information de vélocité dans les commandes MIDI. Indispensable lorsque l'on utilise un piano virtuel.

Voici un exemple de carte équipée de capteurs HALL pour les positions haute et basse des touches des claviers manuels. Elles sont



compatibles avec la carte d'acquisition KI8PC ou KI6_MIDI_USB. Elles comportent 2 capteurs HALL par touches.

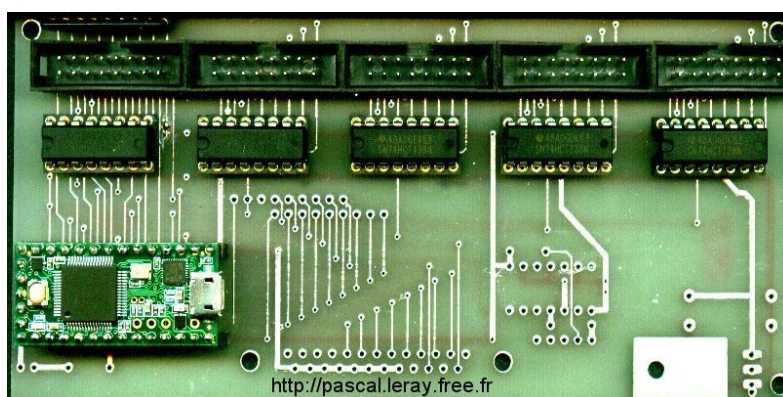
CAS DES CLAVIERS POSSEDANT DEJA DES CONTACTS :

C'est le cas des anciennes orgues électroniques, ou des claviers du commerce genre **FATAR**, qui équipent 99% de ces instruments. Seul YAMAHA crée ses propres claviers.

3 cas peuvent se présenter :

1. Les claviers ont des contacts sans matrice de diodes FATAR : Il est alors possible d'utiliser une carte de type KI6_MIDI_USB (sur sortie MIDI ou USB) ou KI8PC (sur sortie parallèle) sur ses 64 entrées ou ajouter des cartes KI64 lorsque l'on veut équiper plusieurs claviers.
2. Les claviers ont une sortie MIDI : dans ce cas, il suffit d'acheter un interface MIDI->USB pour se raccorder au PC.
3. **Les claviers ont des contacts avec Matrices de diodes.** Vous pouvez utiliser dans ce cas mes

cartes **KI_6x8x8_MIDI_USB** à entrées matricielle et sortie MIDI ou USB. Elles fonctionnent en mode MIDI sur sortie USB, dont avec le débit maximal du port USB, et non plus à la vitesse standard du MIDI de 31KHz. Ces cartes peuvent contrôler tout clavier à sorties matricées, soit à 1 ou 2 connecteurs matricés type FATAR. Le délai de réponse est



pratiquement indétectable, bien meilleur que les cartes fonctionnant au débit MIDI classique de 31KHz. A noter que cette vitesse est très importante lors des traits organistiques rapides. De plus, elles sortent les évènements MIDI de tous les claviers/pédaler **sur une seule sortie USB**. Plus besoin de « MERGERS » aux performances très aléatoires. Le logiciel est très facilement reconfigurable par l'utilisateur, s'il désire des commandes particulières MIDI. (Sysex, ControlChange, ProgramChange, etc...). Ceci par simple chargement du microprogramme à partir du PC, via la prise USB.

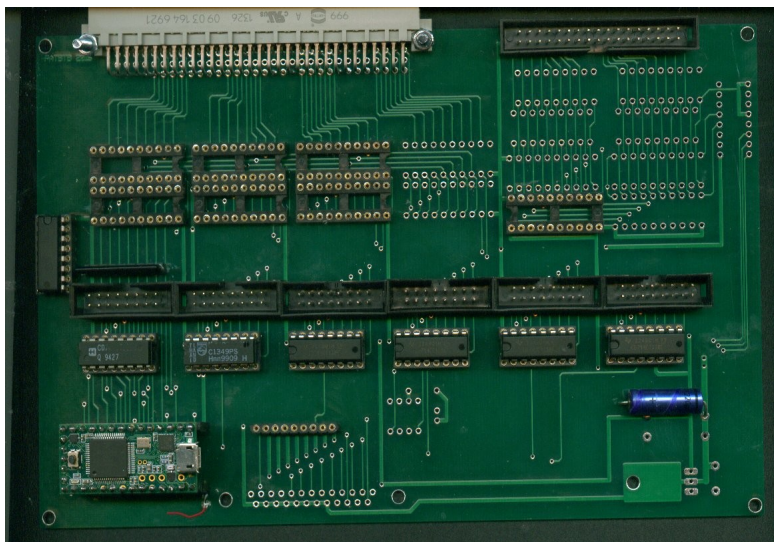
Cette carte est disponible sur demande.

4. CARTE TOUT EN UN KI64_6x8x8_OUT32_USB:

Carte 6 entrées matricées 8x8 avec 64 entrées boutons de registres, 32 sorties de puissance pour LEDs. Elle est identique à la carte précédente en ce qui concerne les entrées matricées. Elle peut recevoir 6 claviers matricés ou 2 claviers matricés avec double contacts pour la gestion de la vélocité. Entrée MIDI possible.

Cette carte peut recevoir 64 entrées directes par exemple d'un pédalier et/ou de boutons de registres.

Ces contacts peuvent être soit en tout ou rien, actifs 0V sur barre de masse,



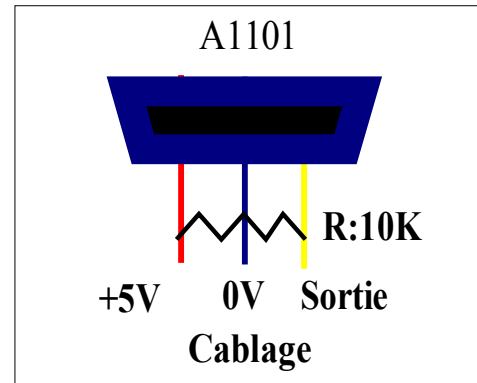
ou sortis de capteurs HALL. Des résistances de rappel au +5V sont à prévoir en cas de branchement avec contacts².

La carte KI64_6x8x8_OUT32_USB :

Le connecteur gris est un connecteur 64 points type 41612 A+C professionnel.

La barre de masse des contacts (ou les capteurs HALL) est à relier à la masse de la carte. Par exemple sur le - du condensateur.

Dans le cas d'une utilisation de capteurs HALL, le branchement se fait très simplement. Les résistances de 10K peuvent être incluses sur demande sur la carte KI64_8x8_OUT32, ou bien placées sur les cartes dédiées au pédalier.



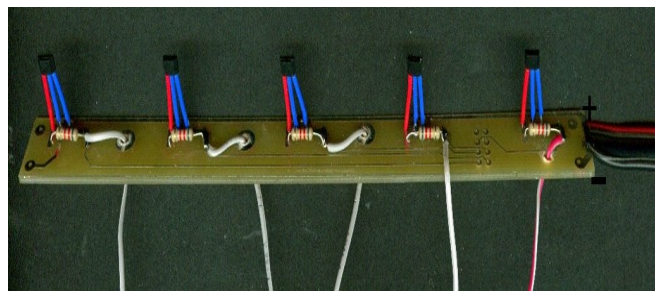
ALIMENTATION DE LA CARTE :

Elle peut se faire soit par le régulateur 5V 7805, soit directement en 5V à partir d'une alimentation USB. On trouve maintenant des alimentations avec 2 sorties USB stabilisées filtrées pouvant assurer un débit de 2A.

BRANCHEMENT DU PEDALIER :

Les cartes dédiées au pédalier sont constituées de modules de 5 et de 7 capteurs. Elles peuvent supporter soit des contacts directs, soit des capteurs HALL, voire des ampoules ILS.

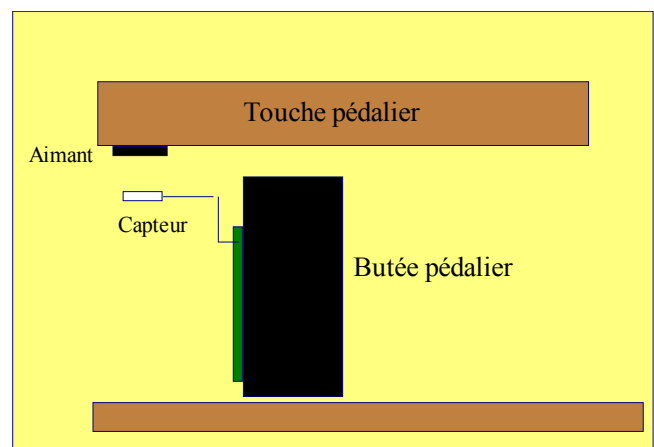
Les cartes à 5 éléments sont prévues pour les touches de pédalier de DO à MI et les cartes à 7 éléments pour les touches de FA à SI. Elles sont donc parfaitement adaptables à tout type de pédalier. Elles peuvent se connecter directement à une carte de type KI6x8x8_USB ou KI7_MIDI_USB via la KI64.



L'implantation dans le pédalier est très simple : il suffit de relier la masse (fil noir) au - de la carte et le + (fil rouge) sur le + de la carte. Relier les alimentations des différentes cartes 5 ou 7 capteurs entre elles.

Le montage de la carte se fait sur la butée du pédalier. L'aimant est collé sous la touche : attention : l'aimant a un sens par rapport au capteur : repérer ce sens avant de coller l'aimant en branchant la carte, ou un simple voltmètre sur la sortie du capteur, sous tension de 5V. (voir le dessin schématique du capteur).

Les masses et +5V sont repérés sur le dessin ci-dessous.

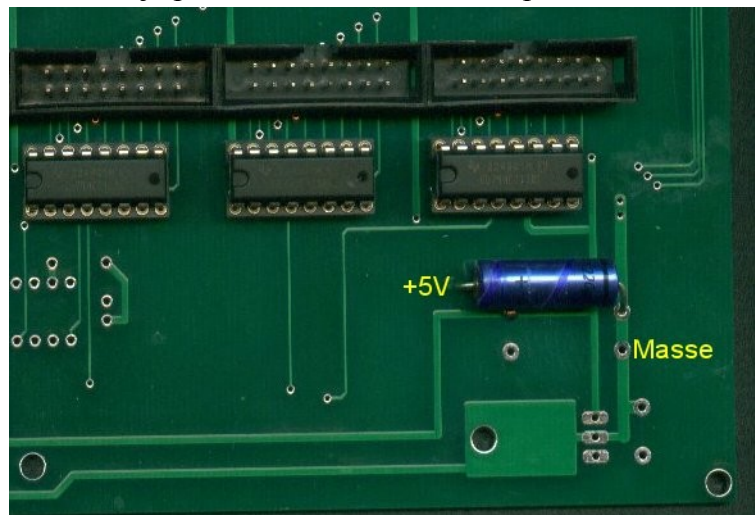


Montage des cartes interfaces

² Sur demande, des réseaux de résistance 10K peuvent être ajoutés sur la carte sous le connecteur 64 points.

Nota : Comme les résistances de rappel au + sont déjà présentes sur les cartes, on peut enlever celles qui sont sur la carte, derrière le connecteur gris de 64 touches.

Ci-contre, les emplacements de la masse et du +5V, à connecter aux cartes d'interfaces pédalier. A noter que l'ensemble cartes + cartes avec capteurs HALL ne sont alimentés en 5V que par la prise USB. Veiller à ce que cette tension soit suffisante pour alimenter l'ensemble. Pour info, il faut compter environ 5mA par capteur, même au repos, et 0,5mA par résistance de 10K. Soit 176mA pour le tout, lorsque les 4 premier réseau de résistances sont enlevés de la carte. .



LES CARTES DE COMMANDE DE PUISSANCE POUR ORGUE REEL:

L'ensemble de l'orgue peut être commandé par les cartes décrites ci-dessous, indépendamment des entrées claviers. Ces cartes sont les suivantes :

- Carte interface parallèle CIPAR
- Cartes de 64 entrées. (Utilisées avant développement des cartes interfaces claviers.) mais toujours disponibles.
- Carte de sorties de puissance CSP1x64 commandant 64 sorties
- Cartes de sorties de puissance CSP2x64 commandant 2x64 sorties jusqu'à 7A chacune.
- Carte de sortie de puissance CSP4x64 commandant 256 sorties

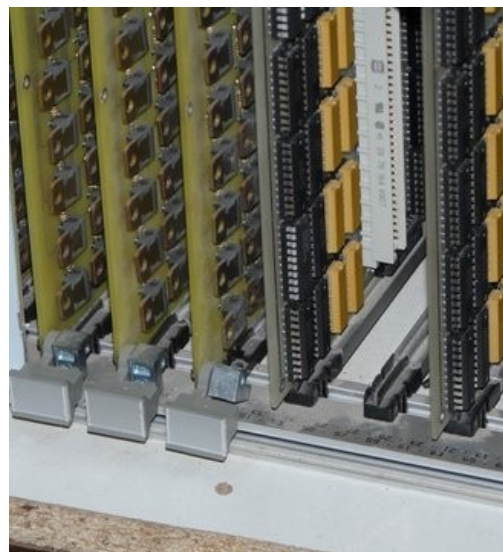


le

Ces cartes peuvent être insérées dans un rack professionnel 19 pouces au format double Europe, avec des connecteurs de type DIN 41512 employés dans l'industrie électronique. Ou bien montées dans un chassis bois « façon facture d'orgue ». (Voir les exemples sur mon site).

Elles comportent obligatoirement un interface opto-électronique qui isole électriquement le PC des masses des cartes de puissance. Celle-ci est située à la gauche du rack. (voir photo).

L'on peut aussi réaliser un coffret type facture d'orgue, mais la fiabilité des coffrets 19 pouces garantit une fiabilité exceptionnelle. Ainsi qu'il est indiqué sur la photo du rack, un fond de panier électronique permet de relier les distributeurs des signaux électroniques aux différentes cartes de l'appareil.



CABLE INTERFACE PARALLELE :

Lorsque l'on utilise la carte 8 claviers KI8PC, on la relie à un PC muni d'une prise parallèle.

Si l'on utilise la carte **KI6_64_MIDI** on la relie à un convertisseur MIDI->USB. Enfin, la carte **KI6_MIDI_USB** se branche directement sur un port USB de PC ou de tout autre système (Arduino, ou RAPSBERRY PI par exemple muni d'une prise USB)



CARTE INTERFACE PARALLELE : CIPAR

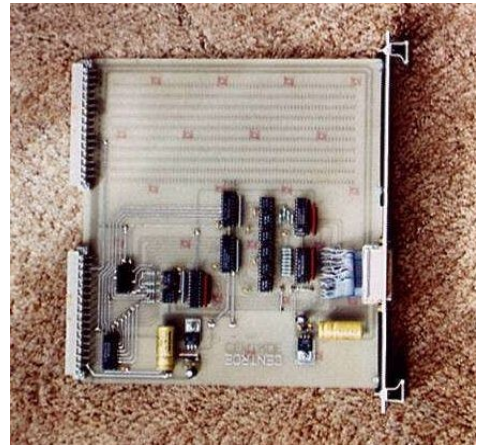
Cette carte permet de relier un PC ou tout dispositif à prise parallèle 8 bits (Prise DB25 selon photo) aux cartes de sorties de puissance ci-dessous.³

Elle isole électriquement totalement le microprocesseur ou le PC des cartes de puissance où circulent des courants forts, grâce à un interface opto-électronique.

Avec des pics de tension sur les masses pouvant atteindre 80V !

Elle effectue un premier démultiplexage des signaux sortants des connecteurs parallèles DB25.

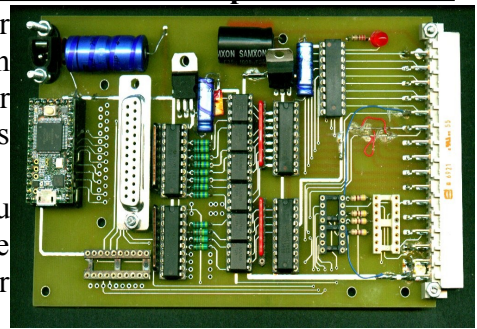
Ci-contre, version de la carte CIPAR pour rack double Europe.



Une version en taille simple Europe (plus économique) a été construite en 2015 pour être utilisée sans nécessiter de rack.

Elle possède en outre un **micro-processeur 32bits 100MHz permettant de se passer d'un PC**. Ses entrées USB et MIDI directes permettent de la raccorder directement soit à des claviers MIDI, soit à un PC via son interface USB. Soit aussi aux cartes KI_7_MIDI_USB pour claviers classiques à contacts ou HALL ou aux cartes KI6x8x8_MIDI_USB pour claviers matricés.

Cette carte est auto-alimenté en entrée en 5V par le port USB ou par une alimentation externe 5V. La partie puissance peut être alimentée en 5V par une alimentation séparée ou en 15V par l'alimentation de l'orgue.



Voir compléments d'informations et images en annexe.

CARTES DE SORTIES DE PUISSANCE :

Sont disponibles en 3 versions toutes compatibles avec la carte CIPAR : 1x64 ou 2x64 ou 4x64 sorties.

Elles peuvent être connectées au PC via le port parallèle standard ou via une sortie MIDI/USB. Les adresses des registres sont définies dans un fichier appelé "options.wri". Ce fichier contient :

- Le nom du jeu
- Son type : fonds ou anches
- Son adresse physique pour la carte de puissance

Le microprocesseur (ou un PC) gère directement les commandes de chaque électro. Soit pour des sommiers à registres électrifés, soit pour des électros à tirage direct.

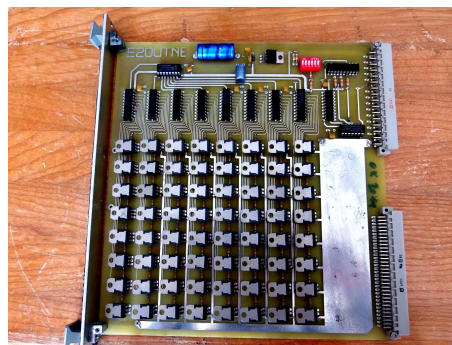
Tous les jeux peuvent être commandés en 16' 8' 4' 2' ou Quinte. (Sur demande à la commande).

³ Le port parallèle est loin d'avoir disparu du monde des PC : Il existe maintenant de nombreux PC industriels à très bas coût de type MINI-ITX munis de cette précieuse prise, rapide et facile à mettre en œuvre. De plus, on peut toujours ajouter sur le bus PCI d'un PC une carte à sortie parallèle. Enfin, mon système à base de microprocesseur 32bits permet de se passer complètement de PC.

VERSION 1 : O1x64 (actuellement remplacées par les O2x64)

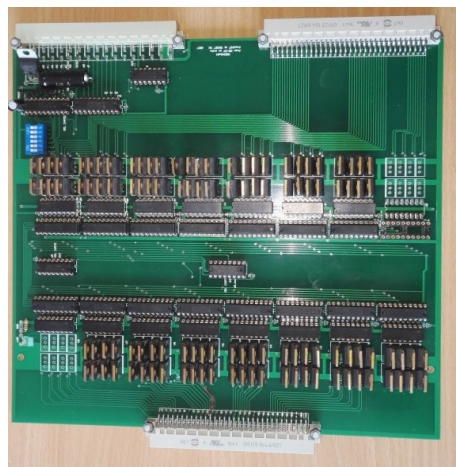
- Carte 64 sorties.
- Chaque sortie peut commander des charges inductives (relais ou électro-aimants) jusqu'à 7 Ampères
- Des Darlington discrets sont soudés sur les cartes.
- On peut mettre jusqu'à 64 cartes CSP1x64 pilotant 4096 électros.

Ces cartes sont recommandées pour les commandes de jeux pour orgues à registres, les tirettes de jeux électriques, les électro-soupapes de puissance consommatrices de forts courants.



VERSION 2 : O2x64

- 2x64 sorties de puissance, pouvant commander chacune jusqu'à 7A de 5V à 50V. Donc capables de piloter tout électro de tirage direct, ou électro de puissance de sommier mécanique, ou même d'électros de tirage de jeux. Sans le moindre interface supplémentaire, mon microprocesseur (ou le PC) s'occupant de l'électro tirant et du poussant.
- Elles se raccordent sur l'interface CIPAR.
- On peut mettre en parallèle 64 cartes 2x64 donc pilotant 8192 électros.
- 2x64 Darlington de puissance sont montés sur la carte, ne nécessitant aucun composant supplémentaire sur les électros eux-mêmes.
- Avec 4 cartes de ce type, on commande le grand orgue de Notre Dame de Paris.
- Cette carte est entièrement compatible électriquement à la O1x64.



VERSION 3 : O4x64

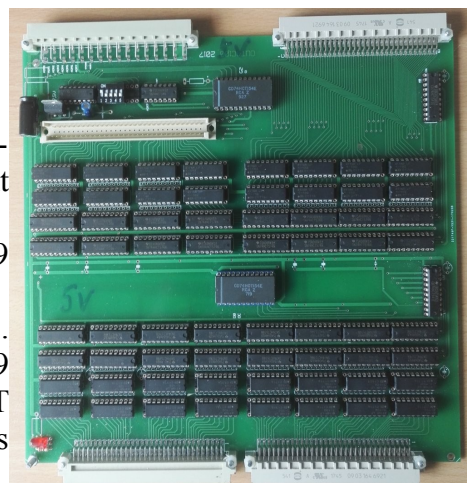
- 4x64 sorties de puissance grâce à 4 connecteurs de 64 sorties.
- Les Darlington sont sous forme de circuits intégrés 2803.
- On peut aussi placer des Darlington discrets sur les électro-soupapes eux-mêmes. Dans le cas d'électros à courant supérieur à 150mA.

Toutes ces cartes sont intégrables dans des racks au standard 19 pouces, ou bien dans un coffret spécifique, selon les choix.

Ce rack doit contenir la carte interface opto-isolée connectée au PC. 15 boards peuvent ainsi aisément être placées dans un rack 19 pouces. Permettant la commande directe de 64 registres UNIT indépendants. Bien entendu, plusieurs racks peuvent être associés pour la commande d'orgues plus importants.

Important :

Dans le cas d'un orgue à sommiers à tirants de registres réels, une seule sortie est nécessaire pour un sommier de plusieurs registres.

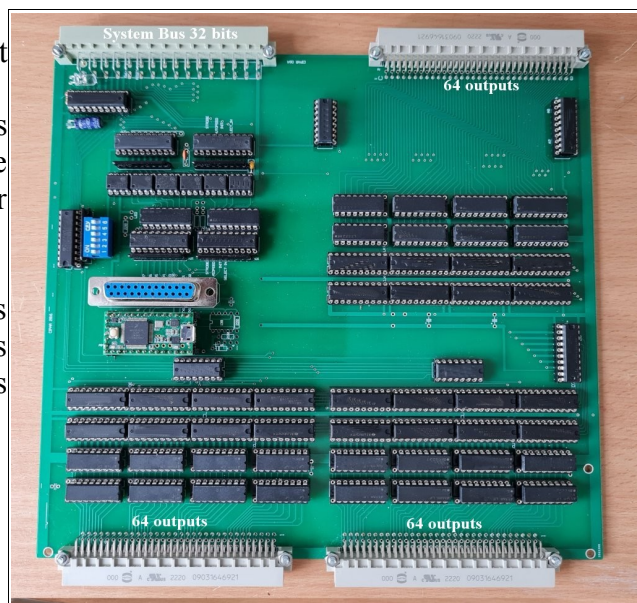


VERSION 4 : CIPARO3x64 :

Cette carte combine la carte interface CIPAR et 3x64 sorties de puissance.

Elle est recommandée pour commencer de petits instruments à tuyaux réels de 1 à 3 jeux, et peut être ensuite adjointe à des cartes O4x64 pour augmenter le nombre de jeux.

Elle est aussi adaptée à des orgues réels de toutes tailles pour refaire à neuf toutes leurs transmissions et les doter de combinateurs de jeux avec écrans tactiles. Grâce au logiciel ORGLIB.EXE



CARTES DE PUISSANCE :

Selon les besoins des utilisateurs, il est possible de fabriquer les cartes de sortie de puissance en différentes déclinaisons, permettant en particulier de se passer de racks 19 pouces. Dans ce cas, la carte mère de fond de panier supporte les cartes de puissance de sortie de registres de 1 à 4x64 voies. Cette carte mère est connectable à l'interface parallèle CIPAR, ou à la nouvelle carte USB↔Parallèle, qui contient aussi les entrées de claviers et contacts MIDI. Les cartes O4x64 permettent de supporter soit des résistances seules, quand on câble les Darlingtons sur les électro-soupapes, soit des résistances avec les Darlingtons, quand on ne souhaite pas câbler les Darlington sur les électros-aimants.

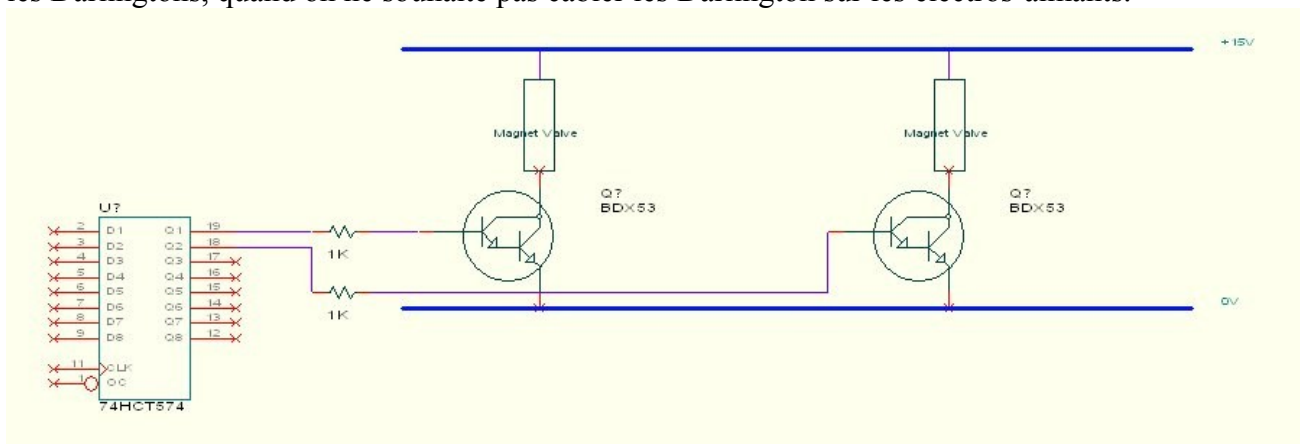


Schéma de câblage des darlingtons : Soit sur la carte, soit directement sur les électro-soupapes.

Lorsque l'on veut commander plusieurs registres avec une seule carte de puissance CSP1x64, qui permet de délivrer jusqu'à 7A par sortie, on peut câbler l'orgue de la façon suivante :

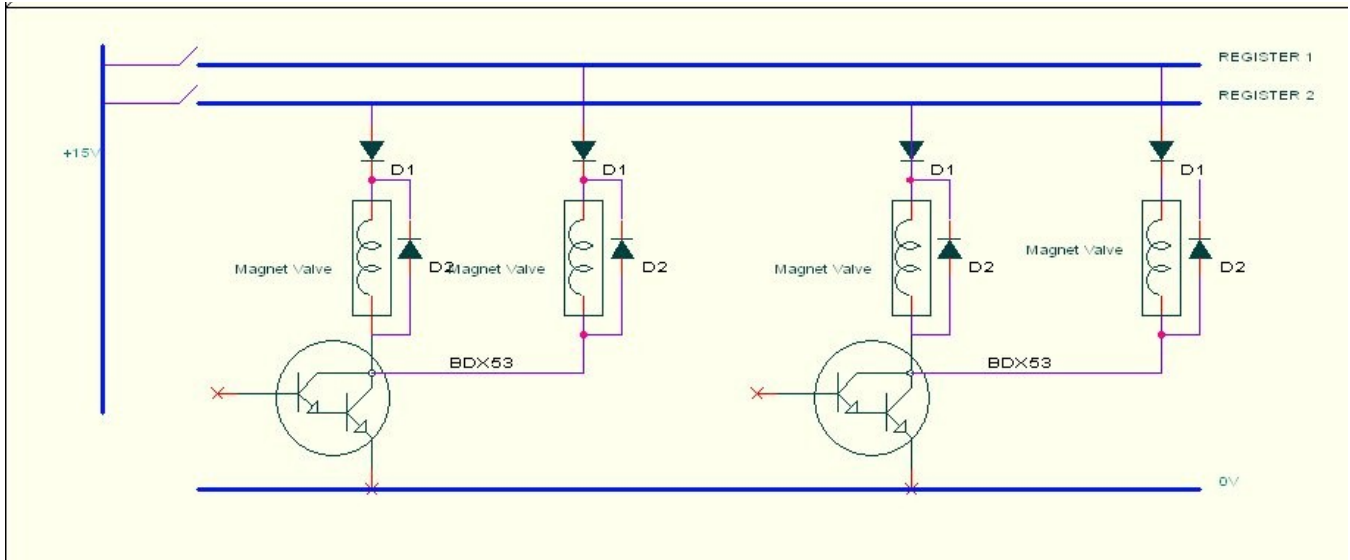
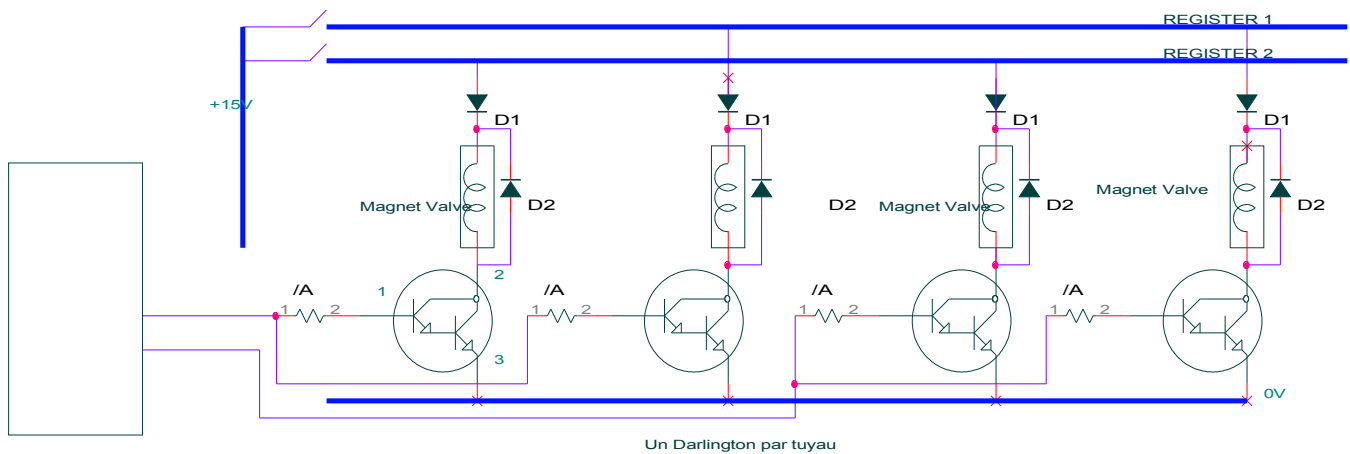


Figure 2

Les diodes D1 sont des diodes anti-retour. Les diodes D2 en parallèle sur les électros évitent les tensions inverses à l'établissement du courant. Une variante peut consister à mettre un darlington par note et par jeu, au lieu d'un seul darlington pour plusieurs jeux.

FIGURE 3 : VARIANTE AVEC 1 ELECTRO-AIMANT PAR TUYAU

En principe ici la diode D1 n'est pas obligatoire, le Darlington faisant office de diode.

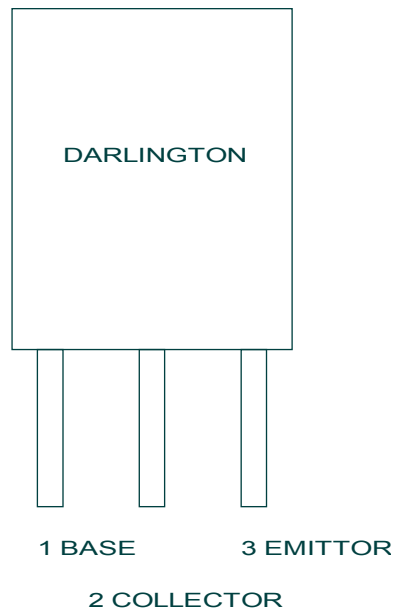


Exemples de commande d'électro-aimants :

TENSI ON	RESISTA NCE	COURA NT	COURANT de base du Darlington	Tension de base du Darlington	RESISANCE de base reliée au 5V TTL
-------------	----------------	-------------	----------------------------------	----------------------------------	---------------------------------------

15 V	60 Ohms	232 mA	mA		1000 Ohms
15 V	60 Ohms	232 mA	mA		4300 Ohms
15V	32 Ohms	454 mA	3,48 mA	1,40 V	1000 Ohms
15V	32 Ohms	454 mA	0,84 mA	1,36 V	4300 Ohms
15V	32 Ohms	454 mA	0,48 mA	1,35 V	7600 Ohms

SCHEMA D'UN DARLINGTON : 1: Base reliée à la commande 2: COLLECTEUR relié à un pole de l'électro-aimant. 3: EMETTEUR relié à la masse de l'alimentation.



Les interrupteurs permettent de sélectionner les jeux : ils peuvent être remplacés par des relais statiques à courant continu, que l'on trouve très facilement dans l'industrie. (CROUZET ou ANLY ELECTRONICS ASR-10DD qui permet de commander à partir d'une entrée TTL logique 5Volts jusqu'à 10 à 20A. Sachant qu'un électro-aimant consomme entre 120 et 400mA, on voit qu'un tel système est bien adapté.

POUR CONCLURE :

Avec cet ensemble de cartes, tout orgue nouveau ou ancien de toute taille peut être commandé. Bien entendu, toutes ces cartes peuvent être adaptées en fonction d'utilisations spécifiques.

La conception automatique des sommiers et des tuyaux peut se faire grace au logiciel "**ORGAN DESIGNER SOFTWARE**". Ce logiciel permet aussi le contrôle de machines à commande numérique, pour la fabrication automatique des sommiers

Enfin le logiciel "**ORGAN CONTROLLER SOFTWARE**" permet de contrôler les entrées des claviers, les registres de sorties de puissance, ainsi que les commandes de jeux.

Tout cet ensemble peut être commandé à distance, via une ligne de télécommunication, ou avec des liaisons parallèles 8 bits ou série de type USB (via une interface Ethernet) ou RS232.

Avec ou sans ordinateur de type PC !

QUEL PC CHOISIR : Rappelons que le PC est optionnel !

Tout PC de type PC de bureau ou PC portable ou embarqué peut convenir.

Des machines récentes de type ARDUINO ou RASPBERRY ou équivalentes sous LINUX ou WINDOWS sont aussi utilisables pour contrôler ces cartes.

Des cartes additionnelles d'interfaces parallèles peuvent aussi être ajoutées.

Des PC très économiques de type MINI ITX PC's peuvent être utilisés.

Des écrans tactiles connectés au PC sont aussi commandés par mon logiciel. Ils ne sont pas indispensables si l'utilisateur souhaite commander l'ensemble de l'orgue uniquement par des boutons de registres.

Mon logiciel **"ORGAN CONTROLLER SOFTWARE"** peut gérer l'ensemble écran/ et/ou boutons de registres.



Le processus de lancement du PC est de moins de 30s. 5s dans le cas de Linux. Eviter, bien entendu de lancer au démarrage tous les inutiles gadgets exécutables qui encombrant la plupart des PC. Eviter aussi tout raccordement à l'internet, ou chargement de fichiers venant de l'extérieur.

C'est la seule contrainte pour l'utilisation de PC sous WINDOWS ou de LINUX.

Mais à franchement parler, qu'est ce que 30s, lorsque l'on arrive à l'orgue, et qu'il faut chercher sa registration, installer ses partitions, etc... lorsque nous sommes en présence d'orgue "classiques". Combien de temps pour attendre la montée de la soufflerie, la recherche et l'allumage des lumières, mettre ses chaussures d'organistes (pour certains) etc...?

AVANTAGES :

Voici une liste non exhaustive des avantages avec le logiciel orglib.exe :

- **Vous devenez indépendant d'un matériel d'une marque donnée, étant donné l'offre considérable du matériel PC dans le monde.**
- **Vous bénéficiez du coût actuel très bas des PC.**
- **Vous pouvez ne l'utiliser qu'en AFFICHEUR et commandes de registration, tout en conservant vos boutons de registres, de combinaisons et vos claviers/pédalier indépendants du PC !**
- **Les extensions mémoire, les tailles des disques, les écrans sont peu onéreux et extensibles à l'infini.**
- **Nombre de registrations mémorisées non limité.**
- **Jeu de registrations spécifique PAR ORGANISTE.**
- **Registrations nommables, copiables, stockables à l'infini.**
- **Le monde du PC est peu onéreux, en raison de l'existence d'une vaste concurrence mondiale.**
- **Mes cartes de commandes utilisent toutes des composants classiques IC, comme les 74541, 74574, qui sont disponibles dans le monde entier.**
- **Ces composants sont extrêmement robustes et ne tombent jamais en panne.**
- **En utilisant un régulateur de tension avec batterie de secours, vous garantissez au système une durée de vie illimités, en devant complètement indépendant de toute surtension en cas d'orage (ce que j'ai expérimenté plusieurs fois).**

- **Pas de microprocesseurs répartis dans l'orgue : seul un PC assure toutes les fonctions, PC qui peut facilement être remplacé en quelques secondes.**
- **SOUPLESSE DU SOFTWARE : Grâce à "ORGAN CONTROLLER", beaucoup de fonctions sont disponibles sans la nécessité de HARDWARE ADDITIONNEL. (Qui compose l'ensemble des solutions électroniques du commerce).**
 - **Transpositeur**
 - **Entrées et sorties MIDI**
 - **Displayed registration number.**
 - **Tremblant : variable frequency, for each register.**
 - **Coupure pédalier**
 - **Multiples registrations par organiste, définies comme des fichiers PC.**
 - **Claviers expressifs sensitifs.**
 - **Courbes enveloppe d'attaque des notes.**
 - **Affichage paramétrable des boutons de registres**
 - **Des boutons et des pistons réels peuvent aussi être utilisés**
 - **Possibilité de copier – coller les registrations**
 - **Nom des registrations.**
 - **Accouplements de claviers non limités.**
 - **Tous les jeux pouvant être appelés sur tous les claviers.**
 - **Indépendamment des autres claviers : par exemple une trompette peut être appelée à la pédale,**
 - **Chaque clavier peut être défini selon le choix de l'organiste (et non plus selon les choix du facteur) avec les jeux qu'il désire. Ainsi, le premier clavier peut être celui du positif, le second celui du grand orgue, etc....**
 - **Les mixtures peuvent être définies grâce à des fichiers textes. (voir annexes)**
 - **Tous les registres peuvent être appelés en 16'et/ou en 8', et/ou en 4' et/ou en 2' ou même en tierce, quinte, etc... Même s'ils sont appelés sur d'autres claviers.**
 - **Des mixtures d'anches peuvent ainsi être définies par l'organiste à volonté, selon des fichiers textes très faciles à écrire. (voir annexe 2).**

ANNEXE 1 : Options.wri file (exemple)

Voici un exemple de définition d'un orgue à tuyaux réel :
Avec les adresses physiques de chaque registre.

```
PORT_BASE 378
PORT_BASE_HALL 378
SCREENS 2
STOPS 24
BOURDON ;FF;BOARD1X64;FLUTE
FLUTE 4 ;F7;BOARD1X64;FLUTE
FLUTE 8 ;CF;BOARD1X64;FLUTE
MONTRE ;EF;BOARD1X64;PRINCIPAL
DULCIANE ;C7;BOARD1X64;FLUTE
NAZARD ;D7;BOARD1X64;FLUTE
SOUBASSE ;7F;BOARD1X64;FLUTE
PRESTANT ;27;BOARD1X64;PRINCIPAL
QUINTATON ;3F;BOARD1X64;FLUTE
DOUBLETTE ;2F;BOARD1X64;FLUTE
REGALE ;AF;BOARD1X64;REED
HAUTBOIS ;B7;BOARD1X64;REED
TROMPETTE ;E7;BOARD1X64;REED
VOX HUMANA ;DF;BOARD1X64;REED
FLUTE_HARM ;4F;BOARD4X64;FLUTE
BOURDON4 ;A7;BOARD4X64;FLUTE
GAMBE ;BF;BOARD4X64;FLUTE
CORNET ;00;BOARD4X64;FLUTE
PLEINJEU ;00;BOARD4X64;MIXTUR
FOURNITURE ;87;BOARD4X64;MIXTUR
CROMORNE ;0F;BOARD4X64;REED
VCELESTE ;07;BOARD4X64;FLUTE
TROMPETTE4 ;37;BOARD4X64;REED;T
TIERCE ;47;BOARD4X64;PRINCIPAL;t
```

ANNEXE 2 : EXEMPLE de MIXTURE:

MIXTURE VIRTUELLE
fourniture rank n°1 (Clavier GO)

" l= LARIGOT " " p= PRESTANT4 " M=MONTRE

```
1 32 M 37 M 44 M
2 33 M 38 M 45 M
3 34 M 39 M 46 M
4 35 M 40 M 47 M
5 36 M 41 M 48 M
6 37 M 42 M 49 M
7 38 M 43 M 50 M
8 39 M 44 M 51 M
9 40 M 45 M 52 M
10 41 M 46 M 53 M
11 42 M 47 M 54 M
```

12 43 M 48 M 55 M
13 37 M 44 M 49 M
14 38 M 45 M 50 M
15 39 M 46 M 51 M
16 40 M 47 M 52 M
17 41 M 48 M 53 M
18 42 M 49 M 54 M
19 43 M 50 M 55 M
20 44 M 51 M 56 M
21 45 M 52 M 57 M
22 46 M 53 M 58 M
23 47 M 54 M 59 M
24 48 M 55 M 60 M
25 49 M 56 M 61 M
26 50 M 57 M 62 M
27 51 M 58 M 63 M
28 47 M 52 M 59 M
29 48 M 53 M 60 M
30 49 M 54 M 61 M
31 50 M 55 M 62 M
32 51 M 56 M 63 M
33 52 M 57 M 64 M
34 53 M 58 M 65 M
35 54 M 59 M 66 M
36 55 M 60 M 67 M
37 56 M 61 M 68 M
38 57 M 62 M 69 M
39 58 M 63 M 70 M
40 52 M 59 M 64 M
41 53 M 60 M 65 M
42 54 M 61 M 66 M
43 55 M 62 M 67 M
44 56 M 63 M 68 M
45 57 M 64 M 69 M
46 58 M 65 M 70 M
47 59 M 66 M 71 M
48 60 M 67 M 72 M
49 61 M 68 M 73 M
50 62 M 69 M 74 M
51 63 M 70 M 75 M
52 64 M 71 M 76 M
53 65 M 72 M 77 M
54 66 M 73 M 78 M
55 67 M 74 M 79 M
56 68 M 75 M 80 M
END

ANNEXE 3

CONSTRUCTION DE L'ALIMENTATION 15V

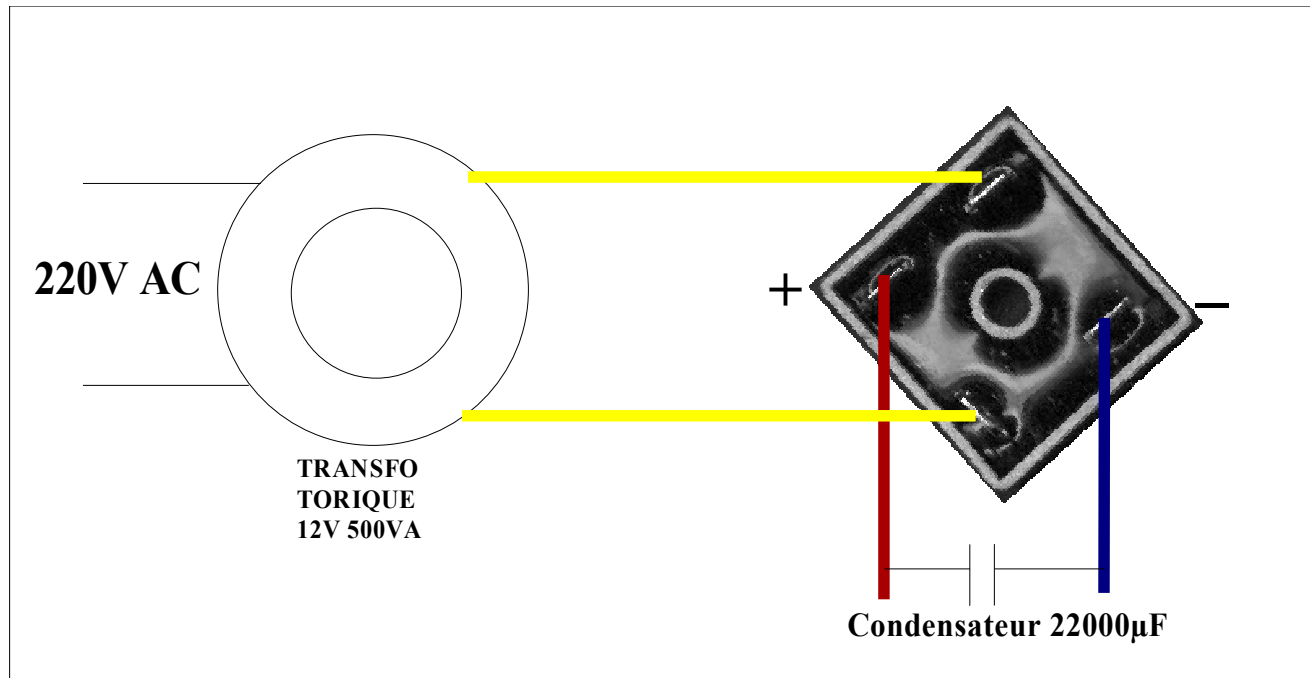
Elle se réalise à partir de

1 TRANSFO 500W 12V

1 redresseur 35A (Le pôle + et l'entrée AC sont repérés sur un côté latéral.

1 Condensateur 20000 μ F 40V

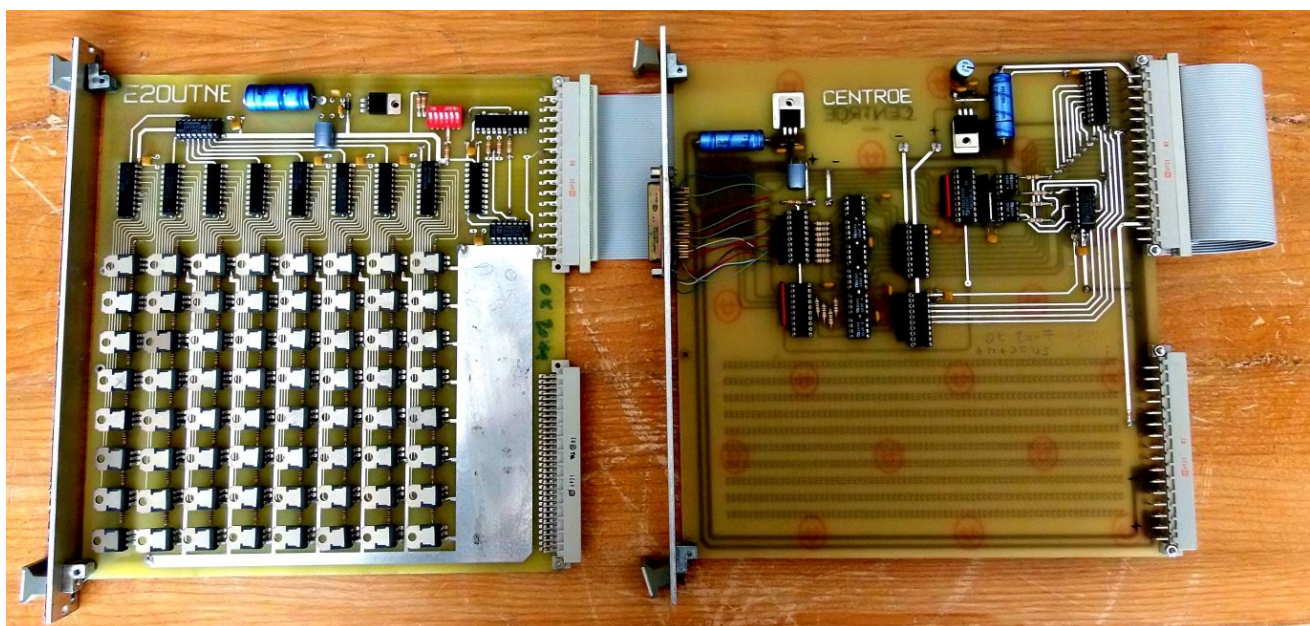
SCHEMA :



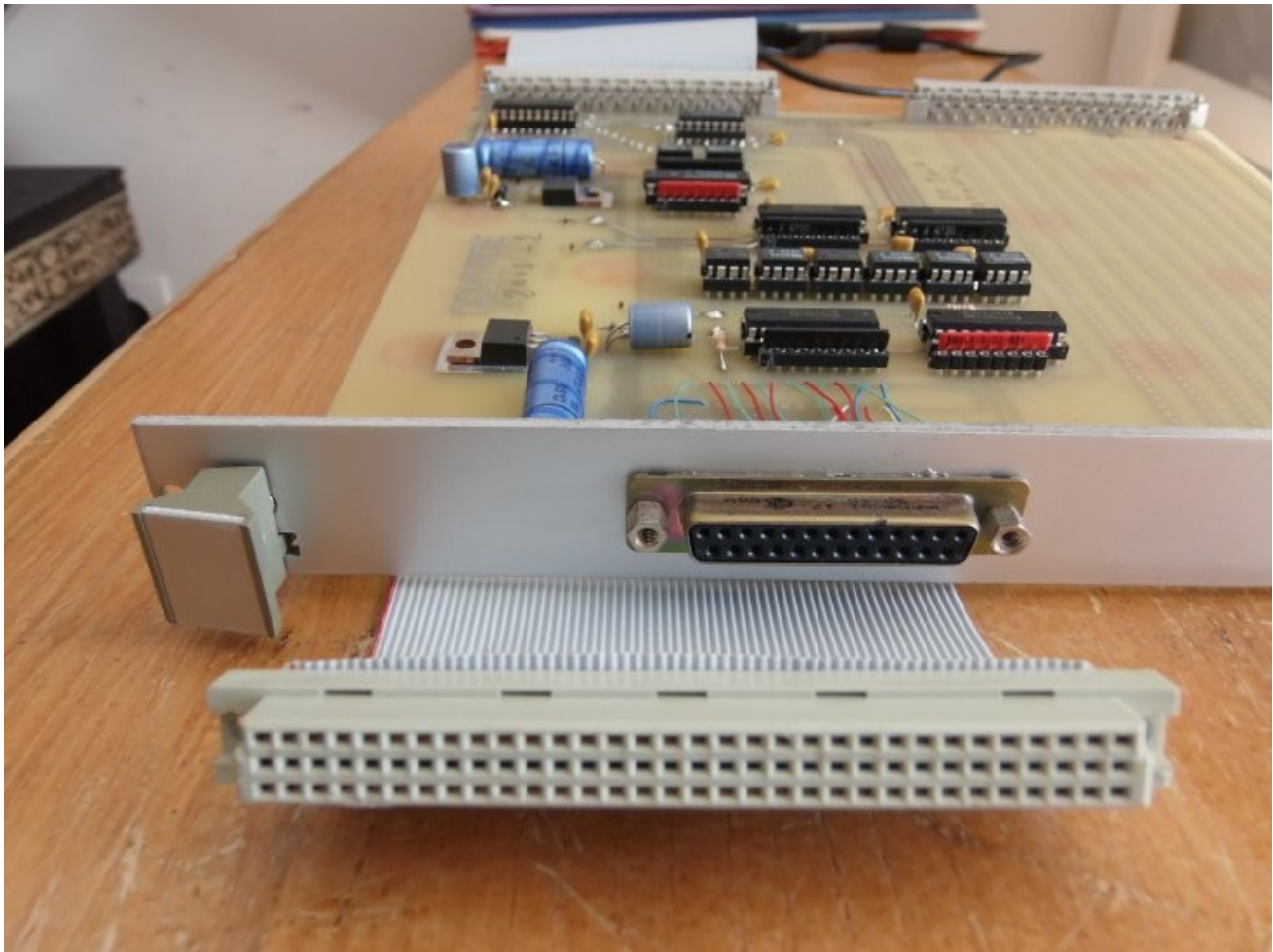
ANNEXE 4

BRANCHEMENT DES CARTES CIPAR et K1x64 :

Ces cartes sont normalement ^intégrées dans un rack 19' pouces, de hauteur 6U en normes internationales. On peut toutefois les tester sur table, grâce au montage suivant :



On voit à gauche la carte **K1x64** et à droite la carte interface parallèle **CIPAR**. Les 2 cartes sont reliées par un connecteur 64 points qui remplace le bus de 32 points du fond de rack 19 pouces, pour un essai sur table.



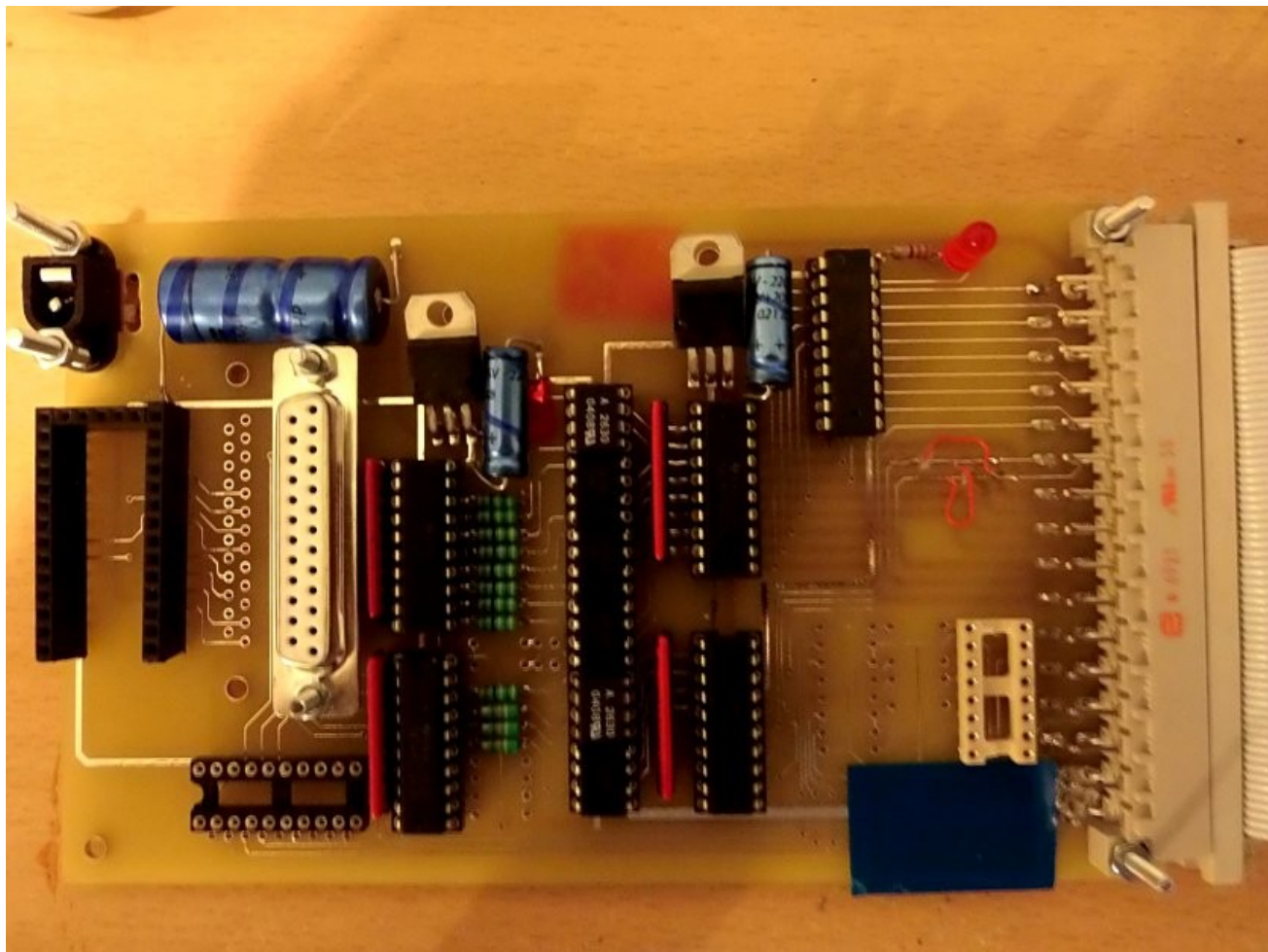
On voit ici la carte CIPAR avec le connecteur 64 points, (dont on utilise 1 pin sur 2 puisque le bus est de 32 points, ce qui permet de passer 2 ampères par pin au lieu de 1 sur un connecteur 64 points) et le connecteur DB25 à relier au PC.

Il faut ensuite relier les alimentations :

- Une alimentation de très faible puissance entre 8 et 12V (100mA ou plus) est suffisante pour l'alimentation de l'interface côté PC.
- Une alimentation de 8 à 15V pour la partie puissance. Idéalement, il convient de faire une alimentation séparée 8V (à partir d'un transfo 6V) pour l'alimentation des cartes du rack 19 pouces. Mais on peut aussi utiliser l'alimentation de puissance 15V pour commander la puissance des électro-aimants AINSI que les cartes de sorties type 1x64 ou 4x64.

Dans sa version 2015, la carte CIPAR est la suivante : Sa taille a été réduite de moitié, la partie inférieure n'étant pas utilisée, sauf pour l'alimentation de la partie interface PC. Deux diodes électroluminescentes ont été ajoutées afin de montrer visuellement l'existence des 2 tensions :

- 8 à 12V pour la partie interface parallèle côté PC. (partie gauche de la carte)
- 8 à 15V pour la partie puissance à droite. Alimentation qui peut aussi être utilisée pour les électro-soupapes.



Version 2015 de la carte CIPAR en format simple Europe :

Fonctionnellement identique à la carte précédente, sa taille a été réduite de moitié, puisque la partie inférieure n'était pas utilisée. Elle reste toutefois compatible avec le rack Double Europe standard, au format des cartes CIPAR et K1x64.

BRANCHEMENT pour un essai sur table, sans rack :

- Raccorder les connecteurs 32 points à l'aide d'un câble plat 64 fils.
- Brancher le cordon DB25<->DB25 du connecteur blanc à la prise parallèle du PC.
- Brancher l'alimentation 8 à 12V de la partie interface (connecteur noir en haut à gauche de la carte. (positif sur le plot central, négatif sur l'extérieur de la fiche jack de l'alimentation.
- Brancher l'alimentation de puissance : en soudant le 0V à la piste signalée par le ruban bleu. Pour info, cette piste est reliée aux 4 cosses en bas à droite du connecteur 32 points. Puis souder le +15V sur la piste repérée par un marqueur **rouge** au dos de la carte.
- Lancer le PC avec le logiciel OrganController.
- En actionnant la commande CTRL/V on voit apparaître un clavier virtuel sur l'écran. En cliquant sur les touches, on voit apparaître sur le connecteur 64 points de la carte K1x64 une tension d'environ 0,3V lorsque la touche est enfoncée et 0V lorsque la touche est relâchée.
- On peut aussi brancher une ou plusieurs électro-soupapes sur ce connecteur 64 points de la carte K1x64, car ils supportent jusqu'à 8A par sortie.

PRECAUTIONS A PRENDRE :

L'ensemble de ces cartes est construit de façon extrêmement robuste, (garantie illimitée de longévité) mais il convient de respecter certaines précautions sur le plan électrique :

- Bien respecter la procédure de branchement ci-dessus.
- Ne jamais relier les 2 masses côté PC et côté puissance ensemble.

- Ne jamais débrancher la prise parallèle du PC sans avoir au préalable débranché les alimentations.
- Eviter de toucher avec les doigts les pins du connecteur DB25, ainsi que le dos (côté câblage) du circuit imprimé. Prendre la carte par ses bords extérieurs.
- Toutes ces précautions ne sont nécessaires que pour un essai sur table : Lorsque toute l'électronique est intégrée dans un orgue, plus aucun problème lié à une erreur humaine ne peut survenir.

QUELQUES EXPLICATIONS SUR CES CARTES :

Depuis près d'un siècle, les facteurs d'orgues et les électroniciens ont essayé de commander des orgues par des systèmes électriques puis électroniques. Beaucoup ont essuyé de nombreux déboires, en raison essentiellement du voisinage de courants très forts⁴ avec des contacts fragiles, puis de l'électronique encore plus fragile. Mais l'électronique peut être extrêmement fiable, beaucoup plus fiable que la mécanique lorsqu'elle est conçue avec certaines précautions.⁵

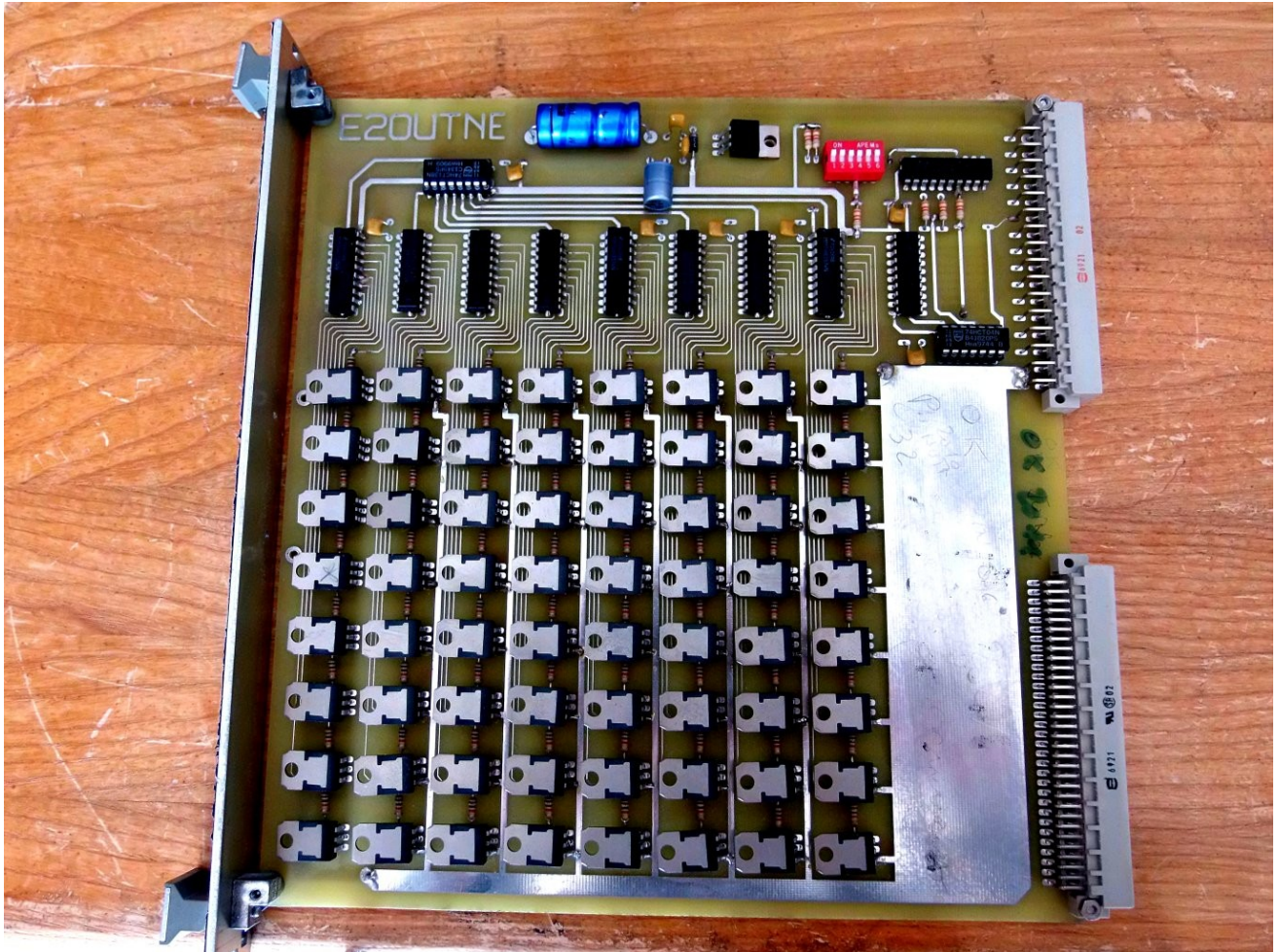
Il importe donc d'ISOLER totalement les parties à forts courants des parties à courants faibles. La carte CIPAR est essentiellement destinée à cette fonction : On peut y remarquer :

- Deux régulateurs 5V :
- Le premier du côté de l'interface parallèle, alimentant les composants amont côté PC.
- Le second alimentant les composants côté puissance.
- Entre ces deux parties, on aperçoit les interfaces opto-électroniques, **qui isolent totalement les deux parties du système**. Ces composants sont constitués d'une diode électroluminescente, et d'un capteur optique intégrés deux par deux dans des boîtiers de composants électroniques. Chaque interface opto-électronique autorise un débit de plus de 10 MégaBits/s. Il y en a 8 pour les données, et 4 pour la commande des registres de sorties vers les électro-aimants.
- Le logiciel du PC envoie en permanence les états des registres de l'ensemble de l'orgue, ceci plus de 250 fois par seconde, ce qui garantit un temps de réponse mesurable de l'ensemble de moins de 5mS, apte à satisfaire les organistes les plus exigeants. Ceci grâce à l'interface parallèle 8 bits, beaucoup plus performant que les systèmes à base de norme MIDI, dont le débit est très limité. Ce qui n'empêche pas mon logiciel de pouvoir recevoir les commandes MIDI de claviers externes, ni d'envoyer à des logiciels externes, comme par exemple GrandOrgue ou Hauptwerk, des événements MIDI. De plus, mon logiciel possède deux décodeurs MIDI, capables d'enregistrer ou de lire des enregistrements MIDI. Soit stockés à partir de fichiers MIDI externes, soit enregistrés directement sur l'orgue lui-même, à partir de ses claviers.

⁴ J'ai mesuré des courants de plus de 80A sur des masses électriques de grandes orgues de plus de 70 jeux.

⁵ Les moteurs d'avions Général Electric (pour ne citer que cet exemple !) sont entièrement contrôlés par des microprocesseurs 68000 de Motorola.

LA CARTE K1x64

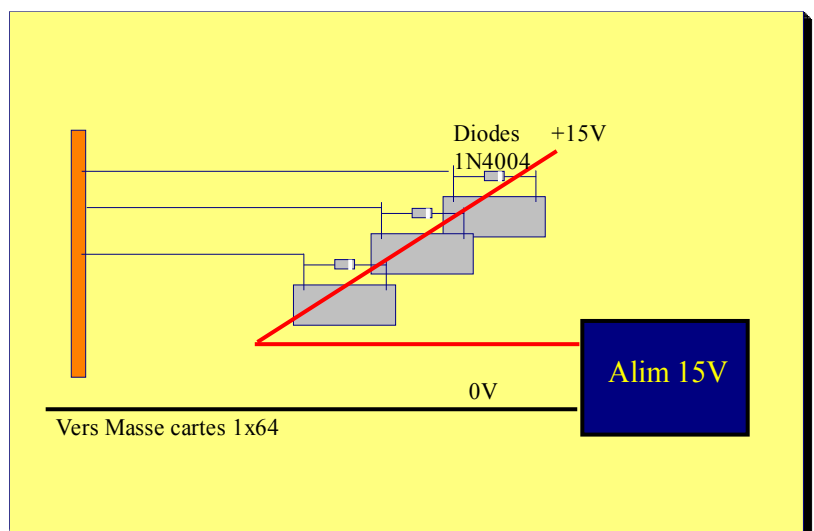


Vue de la carte 1x64 avec ses darlington de puissance.

Elle stocke l'état des registres de 64 électro-aimants.

On aperçoit ci-dessus :

- En haut à droite le connecteur 32 points du bus système
- Les 8 registres de 8 éléments binaires qui mémorisent l'état ouvert ou fermé des électro-soupapes de l'orgue.
- Le driver de puissance alimentant ces 8 registres.
- En bas à droite le connecteur 64 points allant vers les électro-aimants.
- Le dipswitch rouge sert à définir l'affectation de la carte. Ses 6 contacts permettent de commander un ensemble de $2^6 = 64$ cartes de registres en commande UNIT. Bien entendu, une telle carte peut commander un sommier à registres, ou plusieurs rangs d'un sommiers électrique, en commandant simplement les alimentations +15V des jeux sélectionnés, exactement à l'image des barres de registres sur un orgue classique. Dans ce cas, un orgue avec 4 sommiers de 56 notes + un pédalier de 32



notes ne nécessitent que 5 cartes 1x64. On peut aussi mixer des registres type UNIT ou des registres classiques, commandés tous en parallèle.

- Les sorties des Darlington sont capables de commander des courants de plus de 8 ampères, donc plus de 40 électro-aimants sous 200mA. Le calcul est facile !
- **Précaution à prendre :** Relier la masse de la carte (partie métallisée devant le connecteur du bas) à la masse 0V de l'alimentation 15V. Le +15V étant directement relié aux électro-aimants. Par précaution il est bon de prévoir un disjoncteur 32 A sur le fil du +15V allant vers le commun des électros. Les électros se connectent d'une part au commun +5V avec du fil de cuivre de 2,5 de câblage électrique. L'autre pôle est relié via le câble plat au connecteur type 41612 de 64 points. Prendre soin de mettre une diode anti-retour entre les 2 pôles. (En prenant garde au sens de la diode : la barre de repérage de la diode toujours vers le pôle +.
- **Autre impératif :** ne jamais lancer l'interrupteur de puissance du disjoncteur avant que le PC aie démarré le logiciel de commande, et envoie les commandes aux cartes de puissance.

Ces cartes sont extrêmement robustes, et ne contiennent aucun micro-processeur. Elles fonctionnent depuis plus de 18 ans sans aucun problème sur des orgues que j'ai équipés en 1997 !

Voir ci-dessous le schéma général de branchement des cartes.

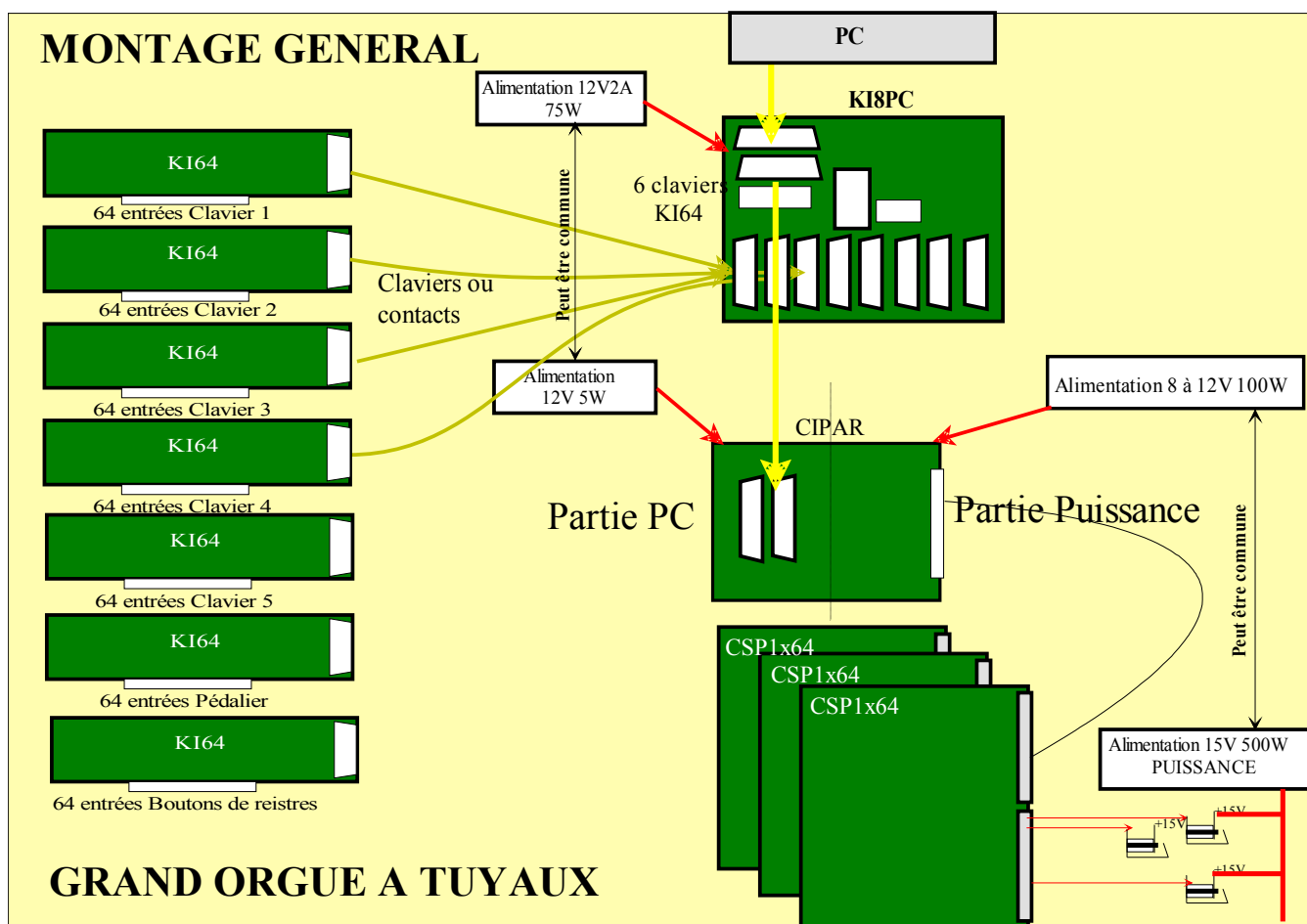
ANNEXE 5 : DEVERROUILLAGE DU PORT PARALLELE :

Si vous utilisez un système plus récent que WINDOWS 95 ou 98, en particulier WINDOWS XP (recommandé), le port parallèle n'est pas directement accessible. Un logiciel spécial permet de le déverrouiller. Il est téléchargeable sur demande.

Il s'installe en 2 temps :

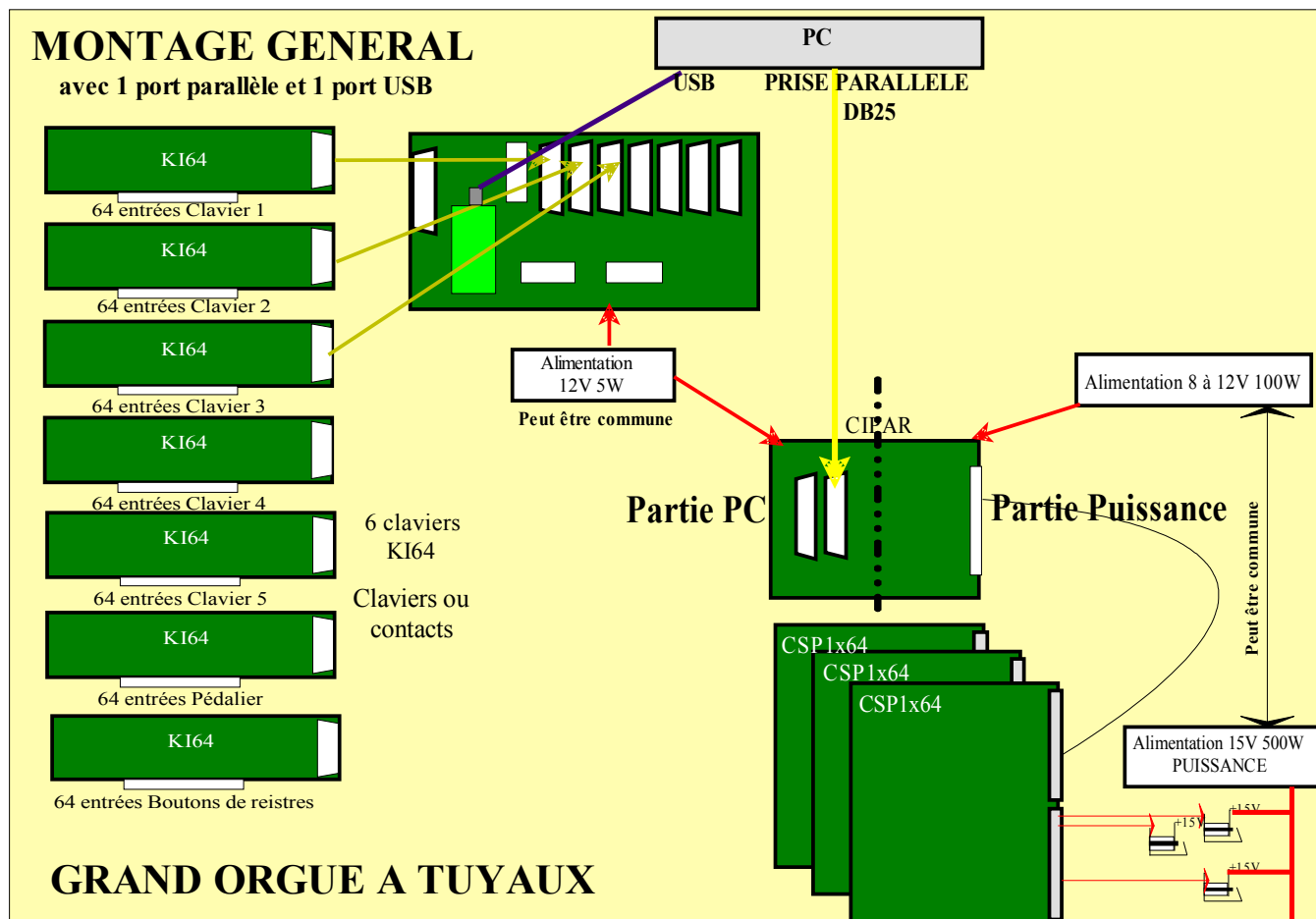
- Placer le fichier UserPort.sys dans le répertoire système de windows/system32/drivers
- Réinitialiser Windows
- Lancer UserPort.exe
- Faire Run

ANNEXE 5 : MONTAGE AVEC 2 PORTS PARALLELES :



SCHEMA DE MONTAGE GENERAL D'UN ORGUE COMPLET AVEC SES ALIMENTATIONS, SES CLAVIERS ET SES CARTES DE PUISSANCE

ANNEXE 6 : MONTAGE AVEC 1 PORT PARALLELE et UN PORT USB POUR LES CLAVIERS et BOUTONS DE REGISTRES



ANNEXE 7 : REALISATION COMPLETE D'UN ORGUE A TUYAUX SANS PC :

Les cartes KI78MIDI_USB et les cartes KI6_8x8 matricées disposent d'une sortie 25 broches (DB25) au standard du port parallèle du PC. Tout mon système de cartes d'entrées et de sorties peut fonctionner sans l'aide d'un PC.

Les cartes de sorties de puissances sont simplement reliées à cette prise par l'intermédiaire de la carte CIPAR, indispensable pour assurer l'isolation électrique complète entre la partie puissance et l'électronique de commande.

Les commandes de jeux se font via une carte CSP1x8 pour les sommiers à registres.

J'ai réalisé cet ensemble fonctionnel sur un orgue transportable de 4 jeux, commandé par une carte KI7_MIDI_USB. (l'USB n'étant utilisé ici que pour l'alimentaion 5V). Les avantages en sont nombreux :

- Très grande facilité de mise en œuvre
- Pas de PC
- Une seule alim 5V pour l'ensemble des cartes d'entrée.
- Jusqu'à 7 claviers/ pédalier
- Nombre illimité de jeux réels en sortie.

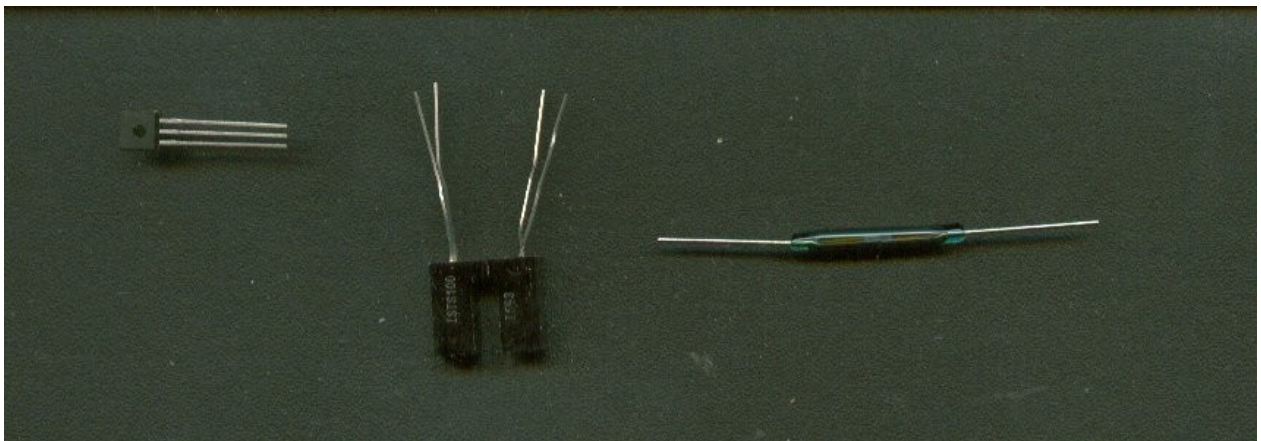
Bien entendu, j'ai adjoint à cet orgue réel un orgue virtuel sur PC, avec le remarquable logiciel Grand Orgue. Dans ce cas, la prise USB sert à la fois d'alimentation 5V et de sortie des commandes MIDI vers le PC via l'USB. Des boutons de registres, connectés à une carte KI64, envoient les commandes de jeux. Des cartes de sorties de puissance type O1x64 ou O4x64 peuvent être utilisées.

Dans ce cas, la carte interface CIPAR est reliée directement à la carte KI7_MIDI_USB (ou une carte matricée), via la prise DB25 et possède son alim 15V. (voir plus haut la description de la carte CIPAR et des cartes de sorties de puissance).

ANNEXE 8 : LE CHOIX DES CAPTEURS DE NOTES :

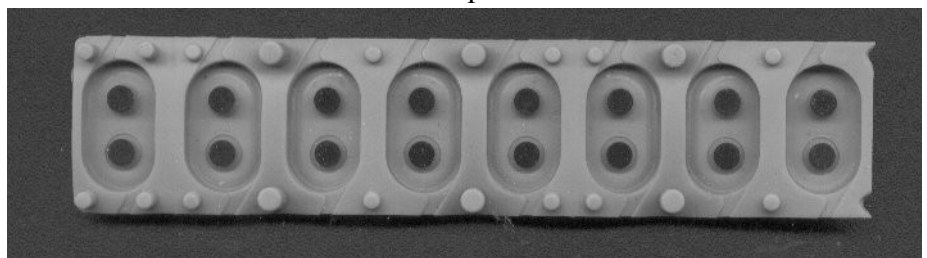
Il existe 5 possibilités pour équiper des claviers avec des capteurs de notes :

- Les contacts directs, peu coûteux, fiables à condition de trouver des contacts dorés de qualité issus par exemple d'anciens connecteurs informatique. Si le contact n'est pas parfait, des rebonds électriques surviennent, qui engendrent l'envoi de nombreuses commandes MIDI on-off, perturbant le fonctionnement de l'orgue virtuel. En principe un bon nettoyeur contact peut résoudre le problème⁶. Toutefois, pour les orgues réels, cet effet est peu sensible en raison de l'inertie des électro-aimants.
- Les capteurs opto-électroniques, plus chers, qui nécessitent d'installer une barre de coupure en queue de touche.
- Les capteurs reed ou ILS magnétiques constitués de petites ampoules dans lesquelles se déplace une tige qui fait contact à proximité d'un aimant.
- Les capteurs HALL, la Rolls Royce des capteurs, plus chers, qui n'ont aucun rebond. Nécessitent un aimant pour chaque touche, comme les ILS. Les aimants se placent en queue ou sous les touches. Le réglage de position doit être très précis et minutieux, comme pour les ILS ou l'opto.
- Pour les claviers à interface matricés 8x8 type FATAR, il suffit de raccorder au connecteur de sortie. Attention, il y a parfois de simples poussières qui peuvent localement rendre une touche muette. De plus, l'accès et la maintenance en sont très difficiles. Mais évidemment ils sont très simples à mettre en œuvre.



**Exemples de capteurs : HALL, Opto-électronique et à ampoule
L'ampoule ILS mesure 5cm de long**

CONTACTS FATAR : Très faciles à construire pour le fabricant, très difficile à remplacer pour l'utilisateur quand la moindre poussière vient rendre muette une touche. Ceci en raison de la difficulté d'accès. De plus, l'usure inéluctable du caoutchouc rend ces claviers peu fiables dans la durée. Toutefois en raison de leur prix (ralitativement) bas pour l'entrée de gamme, FATAR équipe 99% des claviers d'orgues électronique et virtuels du marché et même pour orgues classiques. En adjoignant à ces claviers un aimant, on peut leur rendre un toucher agréable, très proche de celui d'un orgue à traction mécanique.



⁶ J'ai ainsi pu racheter d'anciens claviers à contacts qui fonctionnent très bien après nettoyage.

A noter que seul le système HALL avec mes cartes KIH32 procure une sécurité totale dans le temps.

ANNEXE 9 : CHOIX DES ELECTRO-AIMANTS :

Il existe 3 type d'électro-valves, commandables directement par mes systèmes électroniques :

- **Les électro-valves à tirage direct, pour les sommiers type « UNITE »** qui possèdent un électro par tuyaux : ces sommiers présentent de nombreux avantages par rapport au sommier mécanique :
 - Aucune fuite dans les chapes, dues à l'inévitable perte d'air dans les gravures.
 - Grande simultanéité et précision d'attaque des tuyaux
 - Aucune usure, grande longévité dans le temps
 - Minimum de pièces mécaniques en mouvement, contrairement au sommier à registres
 - Très grande facilité de construction, sans outillage spécial, en particulier grâce à mon logiciel de conception et de fabrication de sommier : Voir Organ Designer sur mon site internet.
 - Il existe un grand nombre de fournisseurs pour ce type d'électro-valves : Peterson, Reisner, Kimber-Allen, Laukhuff, etc...
 - A signaler tout particulièrement : Electros de tirage direct conçus et réalisés en France par Philippe Flèche. Premier système construit avec une imprimante 3D. Très petite taille, idéal pour 95% des tuyaux d'orgue. Alimentation 12V.
 - Consommation de l'ordre de 100 à 200mA.
 - Voir Annexe 10 pour leur câblage



- **Les électros de tirage pour sommiers mécaniques :** Ces électros permettent de tirer les soupapes de sommiers à registres neufs ou anciens. Il doivent tirer une force de résistance beaucoup plus importante que les précédents, en raison de la grande taille des soupapes des sommiers à registres. Les fournisseurs cités ci-dessus en proposent également. Leur consommation varie de 0,2 à 1A pour les plus puissants, en fonction des tailles des soupapes : petites pour les aigus, plus grandes pour les basses.

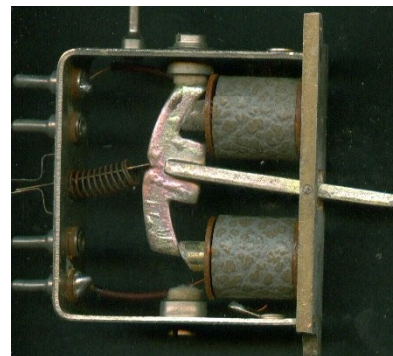
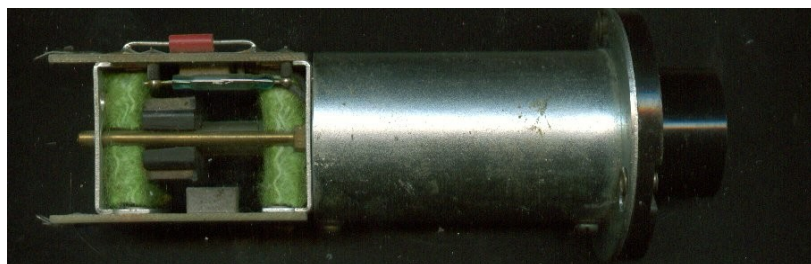


- **Les électros de tirage de jeux pour sommiers à registres :** Plus puissants que les deux catégories précédentes, ils permettent de tirer les barres de registres coulissantes. Ils consomment plusieurs



ampères sous 15V ou 24V. Ils comportent 2 électro-aimants, l'un pour tirer le registre, l'autre pour le renvoyer. Mes cartes associées à mon logiciel permettent de les commander directement.

- **Les basculants de registres :** Permettent de commander les appels et renvoi de jeux. Ils peuvent être soit manuels, soit assistés par des électro-aimants. Dans ce cas, ils possèdent un électro tirant et un poussant. (voir-ci-dessous). La commande se fait directement à partir de mes cartes O1x64 ou O4x64, en utilisant 2 contacts, l'un pour le tirant, l'autre pour le renvoi de jeu. Aucun besoin d'électronique supplémentaire : mon logiciel gère automatiquement le temps d'impulsion, et le sens de la commande.



ANNEXE 11 : CABLAGE DES ELECTROS DE TIRAGE DIRECT :

Les électro-aimants de tirage direct apportent à la construction des sommiers des avantages considérables décrits plus haut. Leur câblage peut se faire selon 3 principes :

1. **CABLAGE DIRECT :** Dans ce cas, le commun (+15V) est relié à la masse de l'électro-aimant, et le fil de commande (0V) relié à l'autre pôle. Certains constructeurs proposent, pour simplifier encore le montage, un rail commun (+15V) qui se fixe sous l'armature des électro-aimants. Il ne reste plus qu'à souder le fil de commande. Toutefois, avec le temps, l'humidité, les courants galvaniques, des risques existent de faux contacts. Outre qu'il évite ce type de rail, un fil de cuivre de 2,5mm reliant l'ensemble des masses des électro-aimants me semble préférable. On peut utiliser pour les commander :



- a. Soit les cartes CSP1x64 qui peuvent commander 64 électro-aimants directement, **SANS LIMITATION DE PUISSANCE**
- b. Soit les cartes CSP4x64 qui peuvent commander directement 4x64 électro-aimants, en installant des Darlington Arrays de type 2803 (ou réseau de 8 Darlington) sur la carte.⁷

2. CABLAGE AVEC DARLINGTON :

Afin d'éviter de mettre sur les cartes électroniques de commande les amplificateurs de puissance ou Darlington, il est possible de les fixer **directement** sur les électro-aimants (voir figure). Ceci

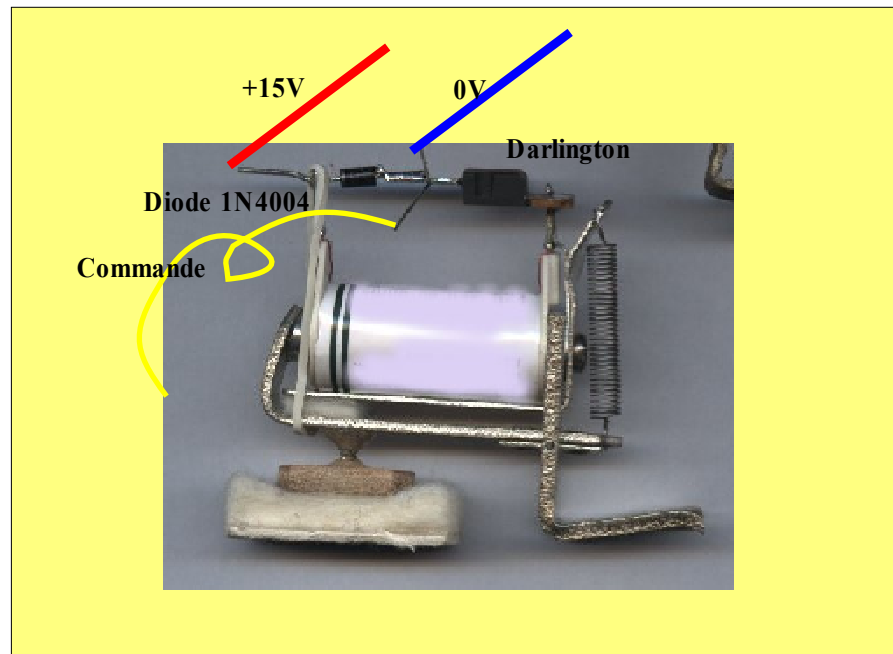
⁷ Certains constructeurs utilisent cette solution, somme toute assez risquée, car les Darlington Arrays en question sont limités en puissance de dissipation thermique. **Un maximum de 500mA** ne doit en aucun cas être dépassé, pour L'ENSEMBLE DES SORTIES. En conséquence, si un organiste sollicite par hasard un certain temps, 8 notes consécutives le 2803 chauffe anormalement, et peut dans certains cas se détruire. C'est pourquoi il est amusant de constater que ces mêmes constructeurs proposent en ligne, comme par hasard, des 2803 ! Preuve que cette situation se produit parfois... (idem pour les caoutchoucs des claviers FATAR...)

permet d'utiliser des cartes plus compactes CSP4x64, pouvant commander 256 électro-aimants. Dans ce cas, les emplacements des 2803 sont remplacés par des résistances série de 1KOhms, permettant de commander les Darlington de puissance. Ma cartes CSP4x64 pouvant être équipée soit avec des 2803, soit avec ces résistances pour le montage avec Darlington fixé sur l'électro-aimant.

Le câblage nécessite les connections suivantes :

- Fil de commun +15V
- Fil de masse 0V
- Fil de commande, en général un câble en nappe de 64 conducteurs.

L'intérêt de cette solution est qu'elle garantit une **fiabilité absolue**, car chaque Darlington à l'unité supporte allègrement jusqu'à 8A, et les cartes électroniques sont 4 fois plus compactes.



ANNEXE 12 : METHODOLOGIE et INGENIERIE DE CONSTRUCTION

Ainsi que je l'ai évoqué dans l'introduction, l'approche méthodologique que je propose est très différente de celle des produits "clés en mains" très coûteux que proposent les fournisseurs de systèmes pour orgues. Il s'agit ici plus de "composants" logiciels et matériels que de "systèmes" tout faits. Mon approche apporte les avantages suivants :

- Fiabilité qui s'appuie sur de nombreux exemples de réalisations, tant par des professionnels que par des particuliers
- Une pérennité basée sur la permanence dans le temps des composants.
- Un coût très largement inférieur à ceux des systèmes concurrents.
- Une meilleure connaissance par les facteurs des possibilités illimitées que confère l'électronique pour orgue.

Bien entendu, ces avantages ont une contrepartie, qu'il convient de bien souligner à l'égard des professionnels, qui ont des contraintes de délais et de fiabilité que n'a pas le particulier. Comme pour tout système électronique, les difficultés peuvent venir des points suivants :

1. Sur le plan du hardware ; Soudures sèches, qui peuvent ne se révéler que plus tard, surtout en atmosphère humide et froide.
2. Sur le plan du logiciel : D'ores et déjà, de nombreux systèmes ont été réalisés, avec des fonctionnalités nouvelles demandées par les utilisateurs : Une fois réalisées à plusieurs exemplaires, ces fonctionnalités spécifiques peuvent être admises comme standard. Pour lesquelles les délais et fiabilités sont parfaitement connus. Par contre, toute fonctionnalité nouvelle spécifique, hardware ou software même si elle semble mineure, rend le projet prototypal, c'est à dire pouvant faire l'objet d'une R&D dont le délai est très difficile à apprécier à l'avance.

Je citerai par exemple les demandes spécifiques de boutons, d'accouplements, de combinaisons, de connecteurs, de commande à distance, d'opto-isolation qui peuvent faire l'objet d'un développement spécifique. Qui peut s'avérer court ou long. Souvent aussi, l'orgue définitif possède un ensemble de commandes et de fonctionnalités qu'il n'est pas possible de simuler et de tester en vraie grandeur à la construction des cartes. Surtout dans le cas d'un orgue à tuyaux. Ou de consoles multiples.

Dans ces cas, le facteur ou le particulier doivent apprécier les délais qui peuvent en découler et prévoir à l'avance son organisation dans le temps. Je recommande en particulier aux facteurs :

1. De commencer tout nouveau projet par les cartes électroniques. Souvent les travaux commencent par les parties connues : claviers, registres, consoles pour les orgues virtuels; Soufflerie, sommiers et tuyaux dans le cas des orgues à tuyaux. Il est donc prudent de paralléliser ces tâches et de mettre en œuvre en atelier avant la construction définitive de la console et de l'orgue **toutes les parties électroniques. Les aléas et les surprises seront ainsi minimisés.**
2. **Pour rappel, je tiens à dire ceci :**
 - Toute modification d'une simple virgule dans un logiciel peut être fatal au fonctionnement de l'ensemble. Si cette modification n'a pas été au préalable testée. Les délais peuvent être imprévisibles.
 - L'articulation avec les logiciels de VPO (Orgues virtuels) peuvent parfois faire apparaître des surprises très inattendues : Reconnaissance des claviers, accouplements, etc...

En conclusion la gestion rigoureuse du planning prévisionnel est impérative, essentiellement dans le cas d'une fourniture pour un professionnel.