

### Banc de tests à relais. (2/4)

Les relais miniatures de type 2 x RT fonctionnent en 5Vcc et présentent une résistance interne de  $178\Omega$ . Le courant nominal consommé est de 28mA avec une puissance dissipée de 0,14W.

Le relais passe au travail à environ 3,75V.

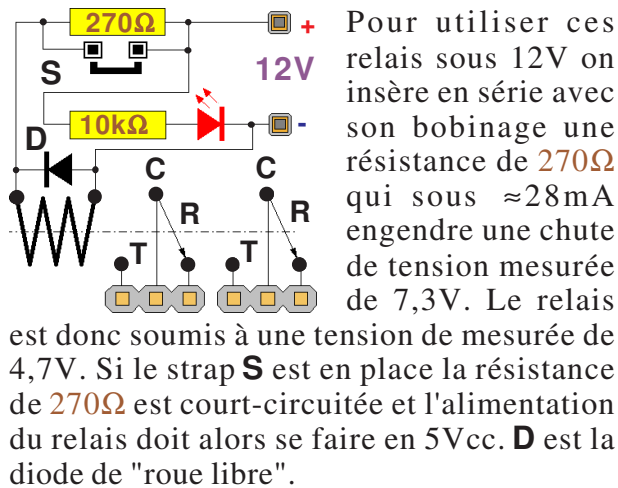
Durée de commutation : 2mS.

Il repasse au repos pour la tension  $\approx 1,3V$ .

Durée de passage au repos : 1mS.

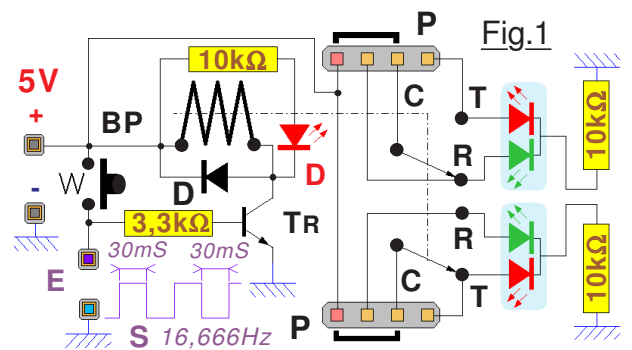
Courant de commutation : 2A.

#### ➤ Trois modules "simple picots".



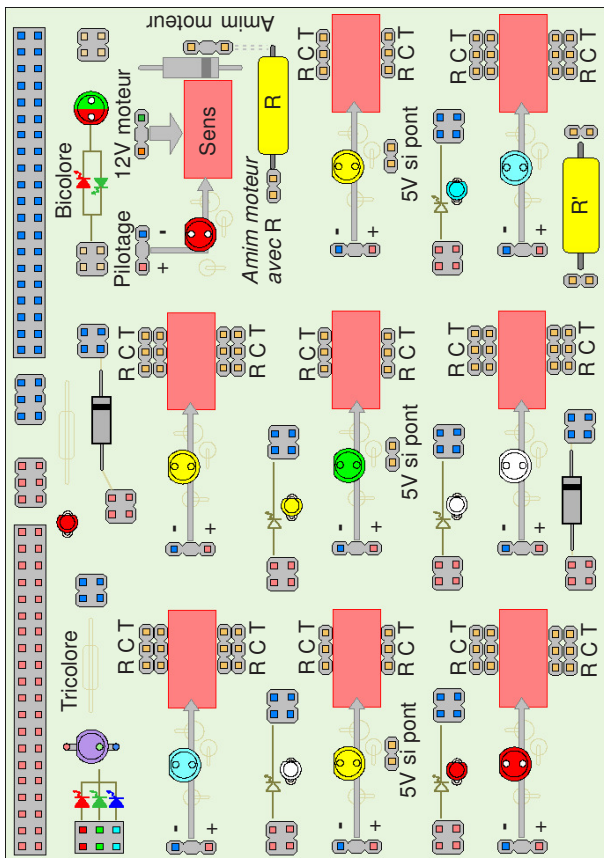
### Validation des relais. (1/2)

**Attention :** L'alimentation en énergie pour ce module de vérification des relais se fait en 5Vcc. La Fig.1 propose le schéma électrique de cette petite platine. La Fig.2 au verso de cette fiche présente le dessin du circuit imprimé. Pour tester un relais il suffit de le placer sur le support. On établit les deux ponts de câblage **P** pour



acheminer le +5Vcc sur les broches **C** du relais. Les diodes électroluminescentes vertes doivent éclairer pour les deux sections au repos du relais. Quand on active le bouton poussoir **BP** elles passent au rouge. La diode électroluminescente **D** confirme le pilotage au travail du relais.

### Banc de tests à relais. (1/4)



(Environ 840 soudures.)

### Validation de la motorisation. (1/2)

#### ➤ Moteur réducteur du barillet.

- Très faible consommation de courant et une surintensité faible au démarrage.
- Un contre-courant de type court-circuit sera impératif pour obtenir un arrêt précis. (1)

#### ➤ Motorisation pour la logique.

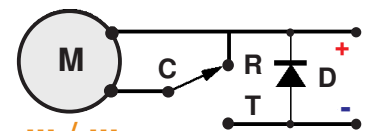
- Appel de courant important au démarrage.
- Un contre-courant de type court-circuit sera impératif pour obtenir un arrêt précis. (1)

#### Branchement de l'encodeur :

Fil noir : GND.  
Fil bleu : +3,3Vcc.  
Fil jaune : } Data.  
Fil Vert : }

Fonctionnalité non utilisée.

(1) Principe du contre-courant : Quand le relais passe au travail le moteur tourne. Quand il passe au repos le bobinage est mis en court-circuit. La diode de "roue libre" **D** est impérative pour absorber la surtension de rupture quand le relais transite entre **T** et **R**.



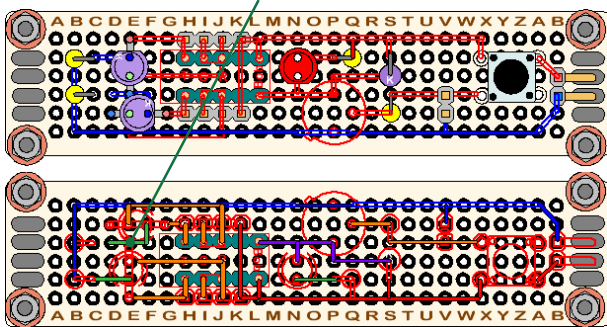
### Validation des relais. (2/2)

Noter que les LED tricolores sont insérées sur des supports de type HE14. **Il faut impérativement les déposer pour pouvoir effectuer le test d'endurance.**

#### ➤ Test d'endurance.

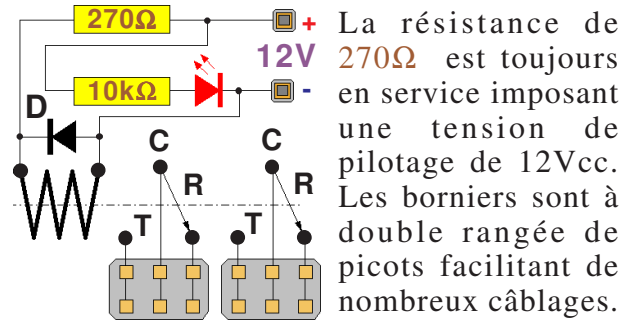
Alimenté par un module basse tension "de puissance", on fait passer dans les contacts du relais un courant commuté de 200mA à une cadence de 16,666Hz. Dans ce but un signal **S** de type TTL est injecté dans l'entrée **E**. L'essai d'environ 2.700.000 commutations à ce régime prouve une non dégradation des contacts **vérifiés à 1A avec un  $\Delta U$  de 0,05V soit une  $R_{contact}$  de 50m $\Omega$ .**

Fig.2 **ATTENTION : Ce fil vert ne doit pas toucher le picot de la LED du bas.**



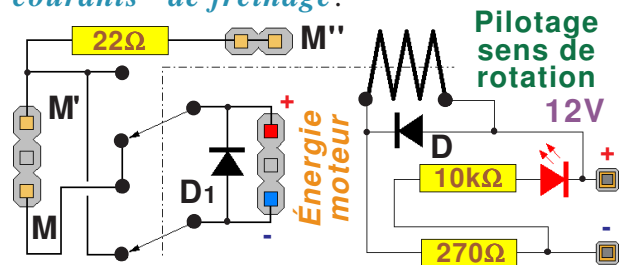
### Banc de tests à relais. (3/4)

#### ➤ Cinq modules "simple picots".



#### ➤ Module d'inversion de polarité.

**Attention :** L'alimentation en énergie pour le moteur est polarisée car il y a la diode **D1** de "roue libre". La résistance de 22 $\Omega$  limite le courant de démarrage dans le moteur **mais atténue un peu les "contre courants" de freinage.**



### Validation de la motorisation. (2/2)

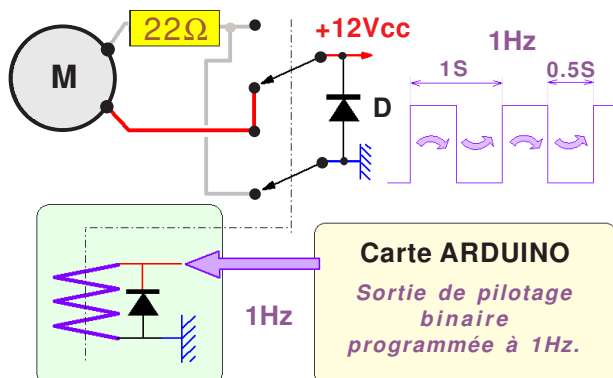
#### ➤ Test d'endurance.

Alimenté en 12V nominal sans intervention de résistance en série pour limiter les surintensités, le moteur a été soumis à un régime de 140600 cycles Démarrage/Arrêt à une cadence de 5Hz. Fin de test, l'équilibre thermique du moteur montre un échauffement très raisonnable.

#### ➤ Test d'inversion de sens.

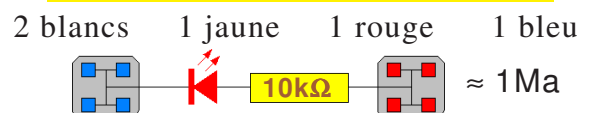
Le mouvement est permanent et cadencé à une fréquence de 1Hz. Avec la résistance de 22 $\Omega$  placée en série les mouvements sont rapides et l'ensemble ne chauffe absolument pas.

Pilotage du relais en 1Hz signal TTL à 5Vcc.

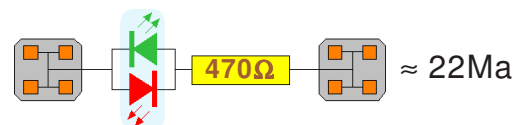


### Banc de tests à relais. (4/4)

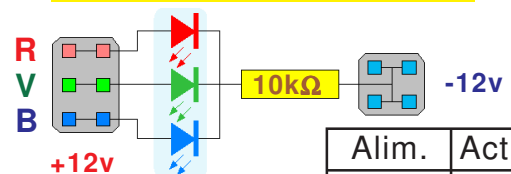
#### ➤ Témoins logiques simples.



#### ➤ Témoin logique double.



#### ➤ Témoin logique triple.



Compte tenu du fait qu'en fonction de leur couleur les diodes électroluminescentes ne présentent pas des tensions de conduction identiques, le pilotage simultané de plusieurs couleurs privilégie celle au  $\Delta V$  le plus faible. Le tableau proposé ci-dessus résume les divers cas envisageables.

Alim.	Active
B V R	R
B V	V
V V R	R
B R	R

### Protocole de réalisation. (1/12)

Uniquement pour aider les éventuels internautes qui vont oser "relever le défi", ces fiches décrivent en détail les procédures employées pour concrétiser certains éléments vitaux de la machine qui imposent des techniques particulières.

#### ➤ Réalisation de la matrice.

- 1) Tailler les circuits imprimés aux dimensions.
- 2) Découper la plaque d'Altuglas et le dos de la structure aux dimensions extérieures.
- 3) Sur les trois circuits imprimés percer à  $\phi 0,8\text{mm}$  tous les 55 trous de liaison.
- 4) Sur chaque C.I. agrandir à  $\phi 3\text{mm}$  deux trous de liaison diagonalement opposés.
- 5) Positionner avec précision les trois circuits imprimés sur la plaque d'Altuglas et y percer deux "trous diagonaux" à  $\phi 3\text{mm}$ .
- 6) Immobiliser les trois C.I. sur la plaque d'Altuglas avec des boulons  $\phi M3$ .
- 7) Contre-percer les deux autres trous diagonaux et conforter la liaison C.I. et plaque d'Altuglas avec des boulons  $\phi M3$ .
- 8) Repérer tous les trous de liaison et les percer à  $\phi \approx 1,3\text{mm}$  puis à  $\phi 3\text{mm}$ .

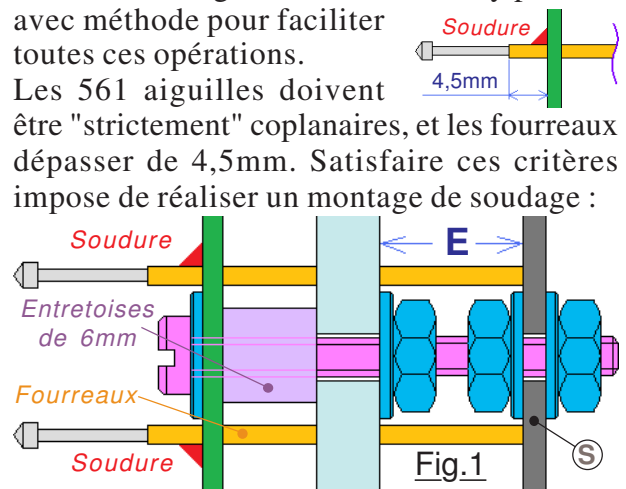
... / ...

### Protocole de réalisation. (3/12)

#### ➤ Soudure des palpeurs.

Entre les diodes et les aiguilles, c'est 561 x 3 soit 1683 soudures qu'il faudra réaliser avec rigueur. Il faut donc s'y prendre avec méthode pour faciliter toutes ces opérations.

Les 561 aiguilles doivent être "strictement" coplanaires, et les fourreaux dépasser de 4,5mm. Satisfaire ces critères impose de réaliser un montage de soudage :



Ajuster **E** pour que les palpeurs mis en contact avec le dos de la structure **S** dépassent des circuits imprimés de 4,5mm. ( $E \approx 8,5\text{mm}$ .)

- 1) Réaliser le montage de soudage ci-dessus. Pour assurer l'écartement **E** assembler la plaque d'aluminium **S** avec environ 12 colonnes réparties sur toute la surface.

... / ...

### Protocole de réalisation. (5/12)

#### ➤ Soudure des 561 diodes.

L'opération n'est pas spécifiquement délicate, et peut s'avérer relativement facile à conduire avec un minimum de stratégie et par application d'une procédure simple :

- 1) Compter 561 diodes et les raccourcir à un dépassement  $\approx 12\text{mm}$  coté cathode. (1H30')
- 2) Couder toutes les tiges du coté de l'anode à environ 3,5mm avec un gabarit. ( $\approx 1\text{H}$ )
- 3) Parfaire manuellement les angles à  $90^\circ$  opération qui consomme environ 1H.

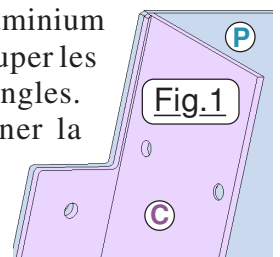
**NOTE :** Préparer les diodes consomme environ 3H30' durant lesquelles on ne soude pas. Si on réalise ces opérations au fur et à mesure, le fer à souder chauffe pour rien durant tout ce temps ce qui n'est pas très "écologique" : Donc il faut le faire en préalable.

- 4) Sur le carton de positionnement réaliser les 33 lignes de 17 diodes au bons écartements. C'est long, ( $\approx 3\text{H}22'$ .) fastidieux mais facile. Alors s'asseoir dans un bon fauteuil, écouter du Mozart en sourdine et s'armer de patience.
- 5) Utilisant des pinces pour tenir les extrémités, souder les 33 peignes sur les palpeurs.

### Protocole de réalisation. (7/12)

#### ➤ Réalisation de la Contre-matrice.

- 1) Réaliser la plaque d'aluminium principale **P** et y découper les échancrures dans les angles.
- 2) Commencer à façonner la plaque cuivrée jusqu'à l'étape ② comprise de la Fiche n°6/12.
- 3) Percer sur la plaque principale **P** les trous de liaison pour immobiliser les cornières **C**.
- 4) Positionner la plaque cuivrée et les deux cornières latérales **C** sur la plaque **P**. **Prévoir un jeu d'environ 0,5mm entre les bords de la plaque cuivrée et les deux cornières C.**
- 5) Repérer la position exacte des trous de liaison sur **C** et les contre-percer.
- 6) Assembler les cornières **C** sur **P** et vérifier qu'il existe bien un jeu latéral d'environ 0,5mm entre les bords de la plaque cuivrée **bien centrée** et les deux cornières **C**.
- 7) Réaliser les quatre glissières en U de guidage sur la structure et en s'aidant de la **Contre matrice** actuelle, repérer leur positions



... / ...



... / ...  
**Protocole de réalisation. (4/12)**

- 2) Vérifier que partout l'introduction d'un palpeur le laisse dépasser de 4,5mm.

**ATTENTION :** Sur les 600 palpeurs approvisionnés, certains sont légèrement plus courts à vide que la grande majorité. Certains "grippent" légèrement. Aussi, vu le nombre disponible les trier intégralement avant de passer au soudage.

- 3) Souder un à un chaque palpeur en commençant par le circuit imprimé du centre et en allant vers le bas, puis du centre vers le haut. **Pour chaque rangée terminée :**
- Vérifier le libre mouvement de l'aiguille,
  - Vérifier le dépassement de l'aiguille et son isolement avec les pastilles voisines,
  - Nettoyer éventuellement les souillures.
- 4) Les 561 palpeurs soudés, déposer la plaque d'aluminium **S** et remplacer les 12 vis longues par celles de longueurs définitives. Un écrou provisoire assure le maintien de l'ensemble.
- 5) Souder les 561 diodes. (*Voir Fiche 5/12.*)
- 6) Les 55 entretoises hexagonales étant en place vérifier l'alignement des trous de la plaque **S** puis les agrandir à  $\approx 3,5\text{mm}$ .

... / ...  
**Protocole de réalisation. (2/12)**

- 9) Assembler les trois C.I. avec les entretoises de 6mm et vérifier que les boulons  $\phi$  M3 sont faciles à introduire simultanément.
- 10) Démonter les C.I. et repérer avec rigueur l'emplacement de chaque palpeur. **Vérifier avec attention ... puis vérifier encore !**
- 11) Sur chaque C.I. et sur la plaque d'altuglas usiner un petit détrompeur d'orientation.
- 12) Agradir l'un des trous de passage des palpeurs à  $\phi 1,4\text{mm}$  et vérifier que ce dernier puisse traverser, avec un jeu très faible.
- 13) Sur chaque C.I. agrandir à  $\phi 1,4\text{mm}$  tous les autres trous de passage des palpeurs.
- 14) Monter les C.I. contre la plaque d'Altuglas et y percer les 561 trous à  $\phi 1,4\text{mm}$ .
- 15) Ébavurer l'intégralité des trous.
- 16) Positionner avec précision la plaque d'Altuglas sur le dos de la structure, y tracer puis percer les 55 trous de liaison à  $\phi 3\text{mm}$ .
- 17) Vérifier pour l'intégralité des trous de liaison leur parfait alignement et surtout le libre passage des 55 vis sans contrainte.
- Pour faciliter les opérations de maintenance ultérieures **quand l'ensemble sera achevé**, agrandir les 55 trous à environ 3,5mm.

... / ...  
**Protocole de réalisation. (8/12)**

➤ **Réaliser la Contre-matrice. (Suite)**

respectives. Noter que deux de ces profilés sont échancrés. Percer les trous de liaison.

- 8) Élaborer les glissières en U de la **Contre matrice**, et les percer. Puis, un à un, les positionner avec précision sur **C** et les contre-percer. (*Chaque glissière étant terminée l'assembler, puis présentant la Contre matrice, sur la structure repérer avec précision la position de la suivant en cherchant un contact simultané.*)
- 9) Vérifier le déplacement libre de la **Contre matrice** sur la structure de la **Matrice**.
- 10) Assembler entièrement le lecteur de feuilles perforées et serrer l'ensemble en situation de lecture plaque cuivrée positionnée en hauteur.
- 11) Achever la réalisation de la plaque cuivrée.
- 12) Repérer la position des six trous fraisurés de la plaque cuivrée et les percer sur **P**.
- 13) Réaliser les petites cornières de guidage de la feuille de programme et y percer les trous de liaison. (*L'une est fraisurée.*)
- 14) Positionner avec rigueur les guides contre **C** et y contre-percer les trous de liaison.

... / ...  
**Protocole de réalisation. (6/12)**

➤ **Circuit cuivré de Contre-matrice.**

**NOTE :** J'ai choisi la plaque la plus épaisse trouvée "en ligne" au format A4 car les six trous de liaison sont fraisurés. Elle est de type double face ce qui est inutile, mais je n'ai pas trouvé de simple face à ce format. (*Format A4 : 210mm x 297mm.*)

- 1) Arrondir les quatre angles. ( $R \approx 2\text{mm}$ .)
- 2) Usiner les deux échancrures facilitant la saisie de la feuille de programmation.
- 3) Réaliser la **Contre matrice**, jusqu'à la phase ⑩ comprise décrite en Fiche n° 7/12.
- 4) Repérer avec précision sur le C.I. bien positionné la position des bandes cuivrées.
- 5) Déposer le C.I. et y creuser les sillons pour matérialiser les bandes verticales isolées.
- 6) Percer les **trous** des deux butée en bas du C.I. **bien centrés sur les bandes verticales**.
- 7) Positionner avec précision les six trous de liaison entre ce circuit imprimé et la plaque **P**, les percer, et les fraisurer à  $90^\circ$ .
- 8) Par usage d'une préparation chimique idoine procéder à l'étamage d'anti-oxydation.

## Protocole de réalisation. (9/12)

### ➤ Réalisation du Carrousel.

- 1) Réaliser en premier le disque métallique. Dans ce but on part d'une plaque d'aluminium de 1,5mm d'épaisseur sur laquelle on immobilise son dessin imprimé à l'échelle unitaire avec du ruban adhésif. Avec un pointeau on marque le centre, la position des 16 trous de liaison et des 56 orifices pour les pions. Le trou central est percé avec un diamètre de 3mm. Tous les autres trous sont percés avec un diamètre de 2,5mm.
- 2) Créer l'ébauche du plateau en polystyrène.
- 3) Percer le trou central  $\phi 3$ mm bien centré sur l'ébauche, et y fixer le disque métallique par un boulon  $\phi M3$  et deux rondelles larges.
- 4) Contre percer à  $\phi 2,5$ mm deux des 16 trous de liaison diamétralement opposés.
- 5) Tarauder sur le plateau du barillet ces deux alésages à  $\phi M3$  et les fraisurer à  $90^\circ$ .
- 6) Sur le disque métallique agrandir les deux trous à  $\phi 3$ mm. Assembler disque métallique et ébauche épaisse par trois boulons  $\phi M3$ .
- 7) Percer les 14 autres trous de liaison à un diamètre de 2,5mm. ( $16 - 2 = 14$  trous.)

... / ...

## Protocole de réalisation. (11/12)

### ➤ Logements pour les ressorts.

**C**rucial pour la suite du projet et par les conséquences éventuelles d'un loupé à ce stade de l'élaboration du plateau en polystyrène, percer les logements des ressorts "sur tranche" est une opération particulièrement délicate qui impose environ trois heures de concentration. Il importe d'improviser un poste de travail ergonomique et d'être bien "reposé".

- 1) Réaliser le poste de travail décrit dans le didacticiel. (*Alésages sur tranche.*)
- 2) Sur le poste de travail ébaucher les 56 trous à un diamètre initial de 2,2mm.

### Pour chaque trou il faut enchaîner :

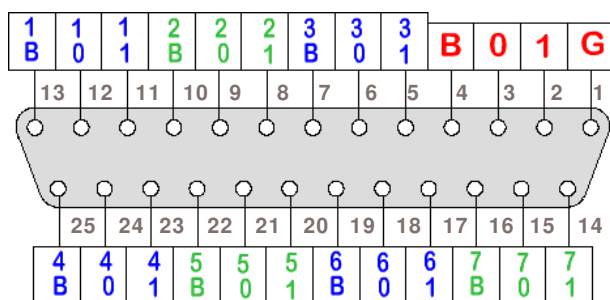
- Enlever la cale d'épaisseur en carton,
- Débloquer l'écrou de l'indexage,
- Pousser le pion d'indexage *sans le déboîter* de son dispositif de guidage.
- Tourner le plateau pour indexer le trou suivant,
- Parfaire "la verticalité" avec l'équerre,
- Serrer l'écrou de l'indexage,
- Replacer la cale d'épaisseur en carton,
- Percer le trou *en dégageant plusieurs fois les copeaux* et les résidus d'usinage.

... / ...

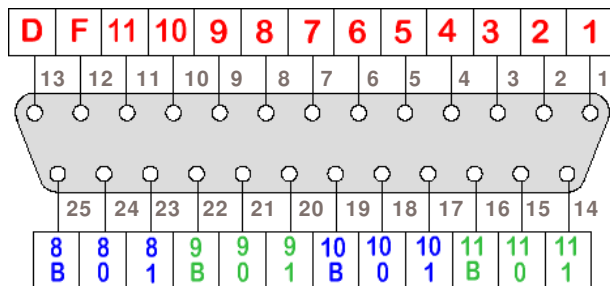
## Câblage de la MATRICE. (1/2)

### ➤ Liaisons avec la Logique externe.

Prise DB25 mâle "A" vue coté soudures.



Prise DB25 mâle "B" vue coté soudures.



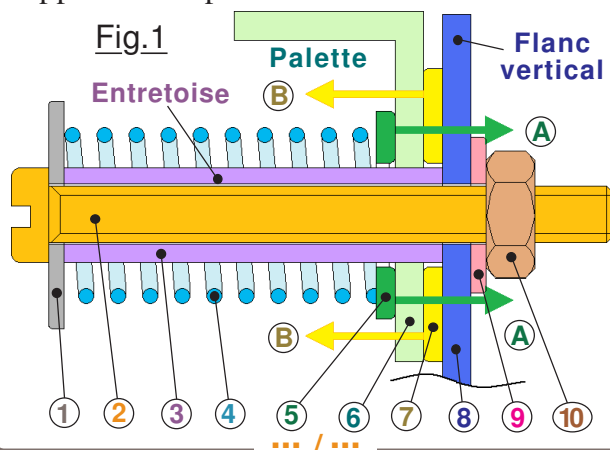
Le repérage des deux fiches DB25 mâles est proposé sur le schéma Fig.1 au dos de cette fiche, la MATRICE étant vue en élévation du coté opposé au système de serrage.

... / ...

## Module d'écriture. (1/2)

### ➤ Conception du pivot.

**L'**articulation de la palette **6** est spéciale car elle intègre un dispositif d'élimination du jeu axial pour garantir son orientation bien parallèle au flanc vertical **8** du module. C'est le ressort **4** qui prend appui sous la tête de la vis **2** par l'entremise de la rondelle plate **1** qui exerce sur la palette l'effort axial **A**. L'effort **B** dans l'autre sens sur la palette est exercé par la rondelle plate **7**. C'est une rondelle large et cette surface de contact notable participe à maintenir l'orientation correcte de la palette par rapport au corps vertical **8** de la structure.



... / ...

## ... / ... Protocole de réalisation. (12/12)

### ➤ Perçage pour les ressorts. (Suite).

- 3) Reprendre intégralement la procédure décrite en manipulation ② mais avec un foret de diamètre 2,5mm.
- 4) Libérer le plateau en polystyrène du poste de travail pour pouvoir le poser à plat sur le plan de travail et aléser en "manuel".
- 5) Achever directement avec un foret de  $\phi 5$ mm saisi dans le mandrin manuel les trous à la bonne profondeur. Dégager souvent les résidus *et doser l'effort axial* ou un forçage de bourrage va engendrer des "boursofflures" en surface plane du plateau.

### Pour chaque trou il faut enchaîner :

- Aléser à  $\phi 5$ mm avec le mandrin à manche,
- Chanfreiner l'entrée du trou à  $90^\circ$ ,
- En reprenant directement en main le foret de  $\phi 5,2$ mm enlever les bavures interne en repassant dans le trou de guidage des pions,
- Repasser une dernière fois le foret de  $\phi 5$ mm,
- Tester le libre passage des pions,
- Tester la libre introduction du ressort.

*Pour récupérer le ressort tombé au fond du trou il suffit d'utiliser un aimant quelconque.*

## ... / ... Protocole de réalisation. (10/12)

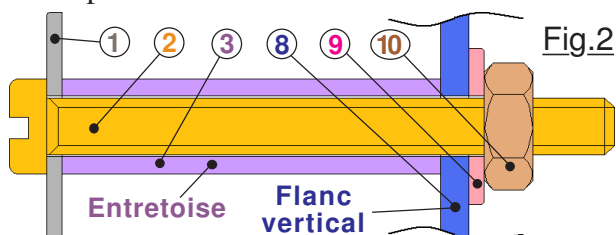
### ➤ Réalisation du barillet. (Suite)

- 8) Déposer le disque métallique et agrandir les 14 trous de liaison restant à  $\phi 3$ mm.
- 9) Sur l'ébauche en polystyrène choc tarauder ces 14 trous à  $\phi M3$  et les fraisurer à  $90^\circ$ .
- 10) Immobiliser le disque métallique sur le plateau par les 16 trous taraudés et par le trou central. Usiner la périphérie du plateau pour en ajuster et poncer la surface latérale.
- 11) Par contre perçage, percer les 56 trous de guidage des pions à un diamètre de 2,5mm.
- 12) Agrandir tous ces alésages à  $\phi 3$ mm, puis  $\phi 4$ mm et enfin au  $\phi$  des pions, soit 5mm.
- 13) Désassembler, ébavurer la totalité des trous, et agrandir sur le disque métallique les 16 trous de liaison à 3,5mm de diamètre.
- 14) Remonter le plateau en configuration définitive avec interposition des entretoises d'écartement de 6mm de longueur.
- 15) Avec un foret saisi dans un mandrin avec manche, aléser tous les trous de guidage sur les deux disques simultanément à  $\phi 5,2$ mm pour en parfaire l'alignement et *vérifier le coulissement totalement libre des pions.*

## ... / ... Module d'écriture. (2/2)

### ➤ Conception du pivot. (Suite)

La rondelle plate 5 évite que le ressort 4 ne soit en contact avec la palette 6, car étant en acier trempé il userait la surface de contact, car étant en alliage d'aluminium cette dernière est peu résistante. Autant il y a un jeu notable entre plusieurs éléments tels que 2 avec 3 ou 2 avec 8, autant le jeu radial entre la palette 6 et l'entretoise 3 est faible pour matérialiser un pivot de fonctionnement "géométrique" précis. Cette conception a pour but d'assurer un positionnement latéral relatif entre la palette et les pions du carrousel.

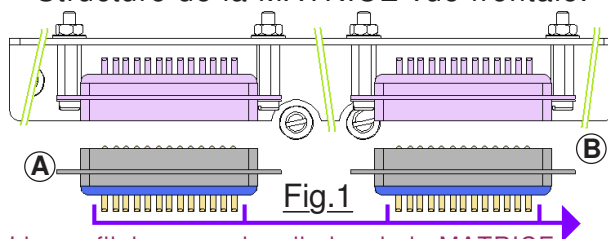


Comme le montre la Fig.2 proposée ci-dessus, l'ensemble de l'empilage 1, 2, 3, 8, 9 et 10 forme une colonne très rigide solidaire du corps 8 du module d'écriture, lorsque l'écrou 10 est convenablement serré.

## ... / ... Câblage de la MATRICE. (2/2)

### ➤ Liaisons avec la Logique externe.

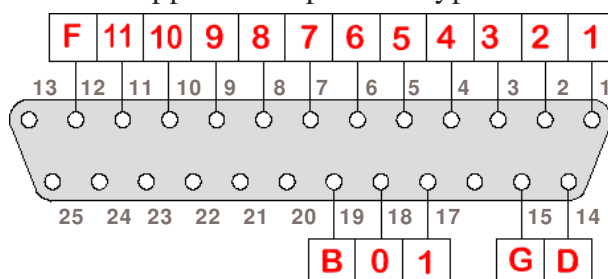
Structure de la MATRICE vue frontale.



Lignes filaires vers les diodes de la MATRICE.

### ➤ Liaisons avec la Contre-matrice.

Noter que sur tous ces schémas de câblage se sont des fiches DB25 mâles qui sont représentées coté soudures. Mais la ligne qui relie la Contre-matrice aux deux DB25 A et B est de type femelle et "sertie" sur une nappe de fils plate de type limande.



## Câblage du module ÉCRITURE. (1/4)

➤ **Unité située sur le dessus.**

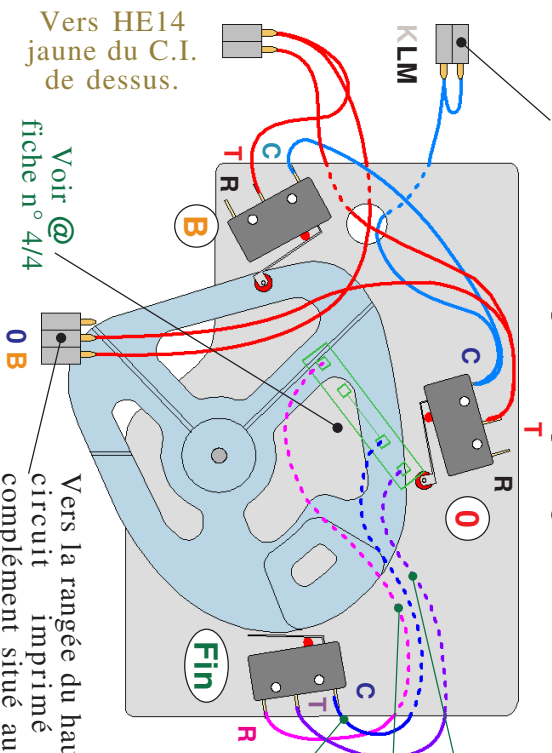
Vers HE14  
jaune du C.I.  
de dessus.

Voir @ /  
fiche n° 4/4

Vers la rangée du haut du circuit imprimé de complément situé au dos de l'unité de dessous.

Ces trois lignes sont soudées sur le dessous du C.I. de liaison.

HE14 vers le circuit imprimé de pilotage de l'unité du dessus



... / ...

## Câblage du module ÉCRITURE. (3/4)

➤ **Unité située sur le dessous.**

**ACR de l'unité**  
de dessous vers  
**L'HORLOGE.**

## Liaison avec le moteur

The diagram illustrates the electronic circuit for the clock mechanism. It features a central printed circuit board (PCB) populated with various components including integrated circuits, resistors, capacitors, and a microcontroller. The PCB is connected to a power source (a battery) via a cable labeled 'KLM'. A motor is connected to the PCB, with a label 'Liaison avec le moteur' (Connection with the motor) and an arrow pointing to the motor connection point. The PCB is also connected to a display unit (a 7-segment display) via a cable labeled 'Fin'. The display unit shows the time '1:00'. The PCB is connected to a clock mechanism (a mechanical movement) via a cable labeled 'A'. The clock mechanism is shown with its internal components, including gears and a motor. The diagram is labeled 'Liaison avec le moteur' and 'Fin'.

Liaisons électriques soudées sur le dessous du circuit imprimé de liaison vers l'extérieur.

Liaisons vers l'extérieur : Voir la fiche n°4/4.

## Câblage du circuit de LECTURE. (2/2)

## LEDs du tableau de maîtrise

## Circuit d'Écriture en MANUEL

## Mémorisation des états.

La LED bleue et la LED rouge utilisent la même résistance de limitation de courant.

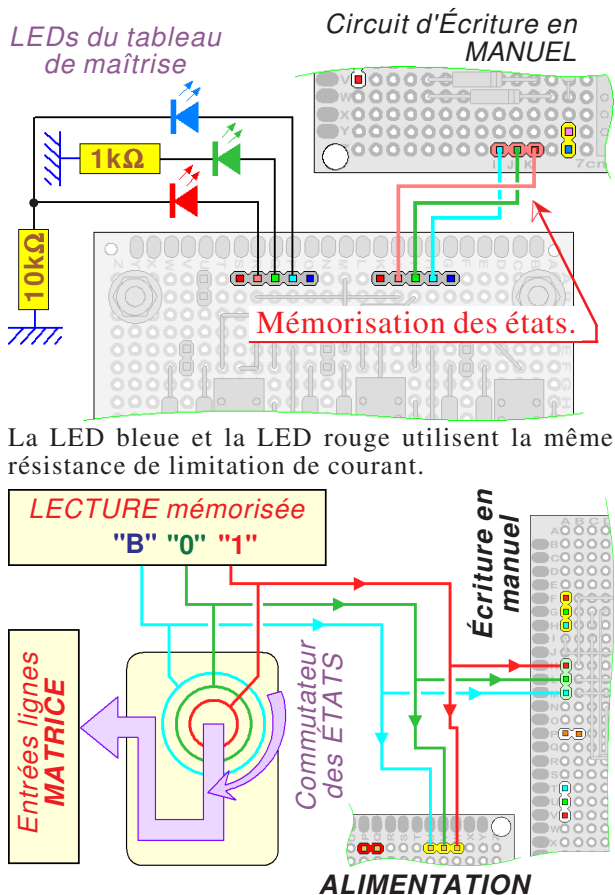
LECTURE mémorisée  
"B" "0" "1"

**Écriture en  
manuel**

## ALIMENTATION

Entrées lignes  
**MATRICE**

## Commutativité des ÉTA



## Câblage du DISJONCTEUR. (2/2)

➤ **La gestion de l'énergie.**

(Câblage du galvanomètre au recto de cette fiche.)

Coupure énergie  
si **surintensité**

### Sortie 12Vcc

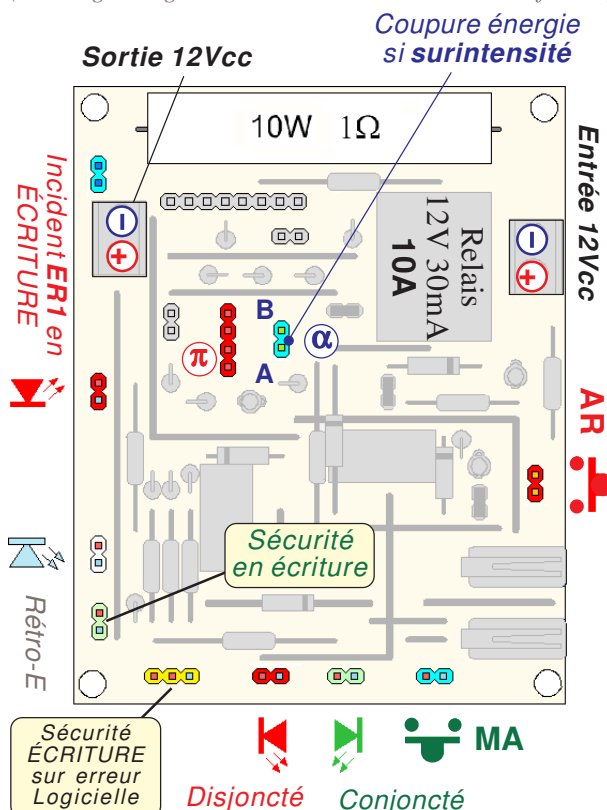
The diagram shows a radio receiver circuit board with the following components and labels:

- Top Left:** A large white rectangular component labeled "10W 1Ω".
- Top Right:** A grey rectangular component labeled "Relais 12V 30mA 10A".
- Center:** A blue circular component labeled "α" (alpha) and a red circular component labeled "π" (pi). Below them are two blue rectangular components labeled "A" and "B".
- Bottom Center:** A green rectangular component labeled "Sécurité en écriture" (Security in writing).
- Left Side:** A red rectangular component labeled "Incident ERI en ÉCRITURE" (Incident ERI in Writing) and a red rectangular component labeled "Rétro-E" (Reverse).
- Right Side:** A red rectangular component labeled "AR" (Antenna Receiver).
- Bottom Right:** A red rectangular component labeled "Sécurité en écriture" (Security in writing).

Sécurité  
ÉCRITURE  
sur erreur  
Logicielle

## Disjoncté

### Conjoncté

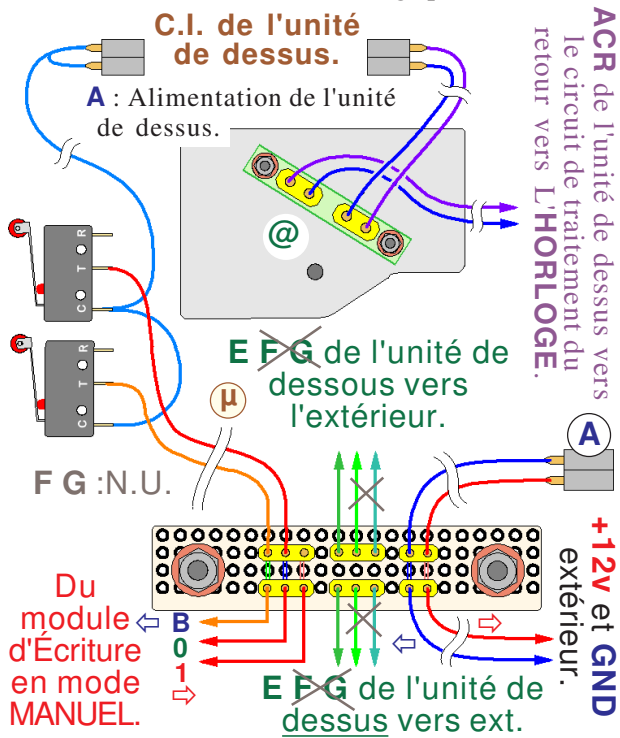




## Câblage du module ÉCRITURE. (4/4)

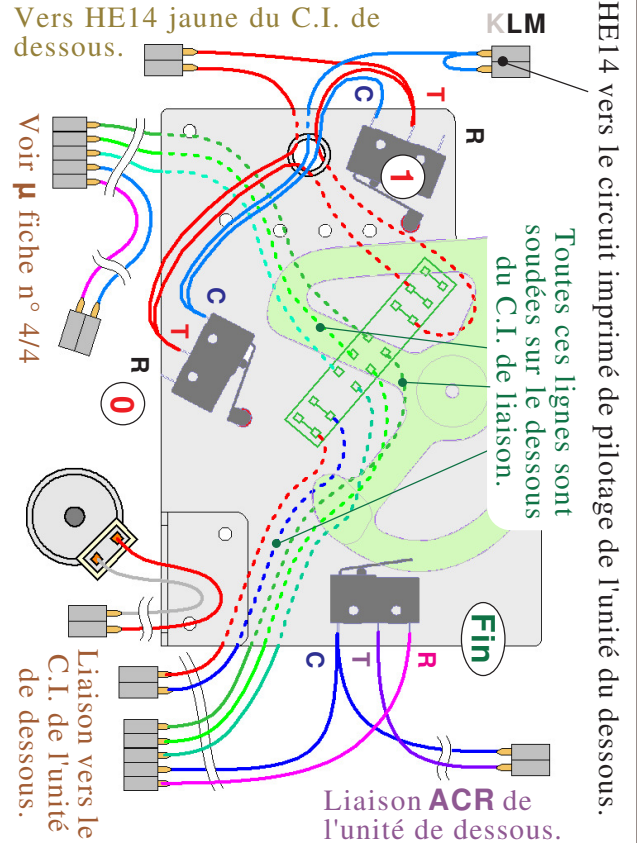
### ➤ Liaisons vers l'extérieur.

Les HE14 latéraux branchés sur le haut vont vers l'unité du dessus, les trois du bas et le central du haut vont vers la logique extérieure.



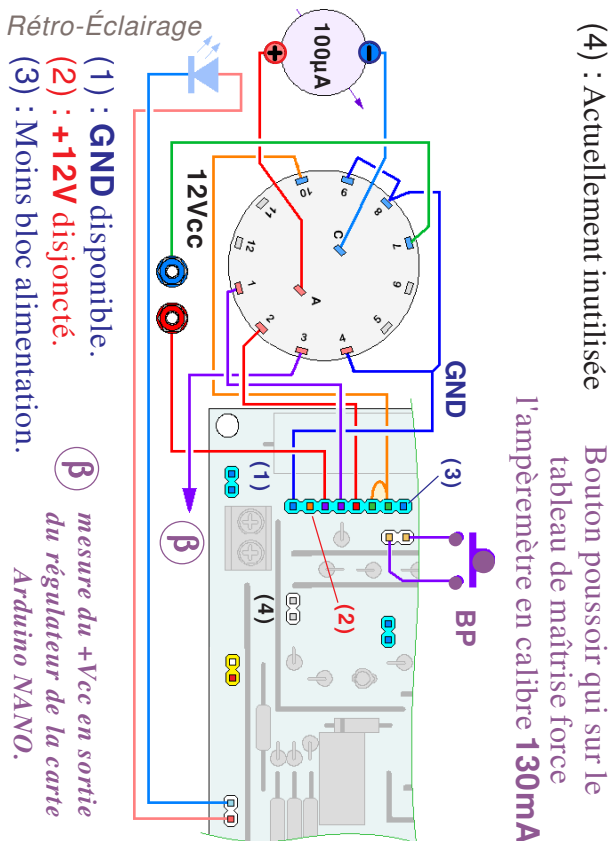
## Câblage du module ÉCRITURE. (2/4)

### ➤ Unité située sur le dessous.

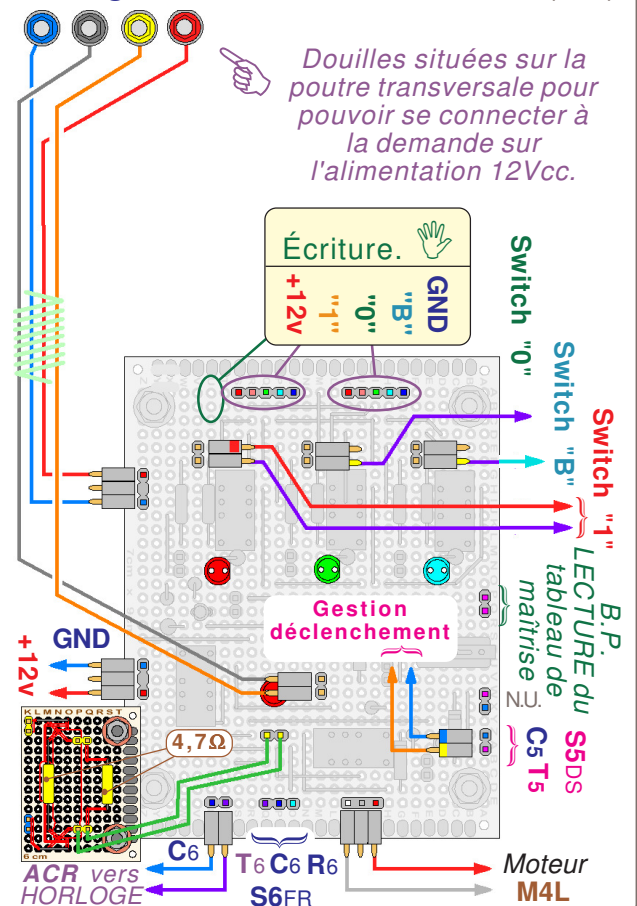


## Câblage du DISJONCTEUR. (1/2)

### ➤ Galvanomètre de mesure.



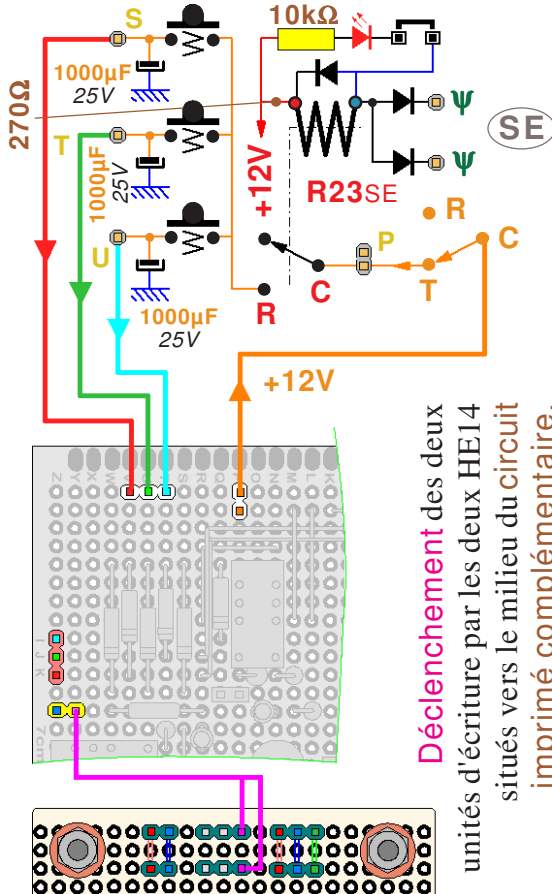
## Câblage du circuit de LECTURE. (1/2)



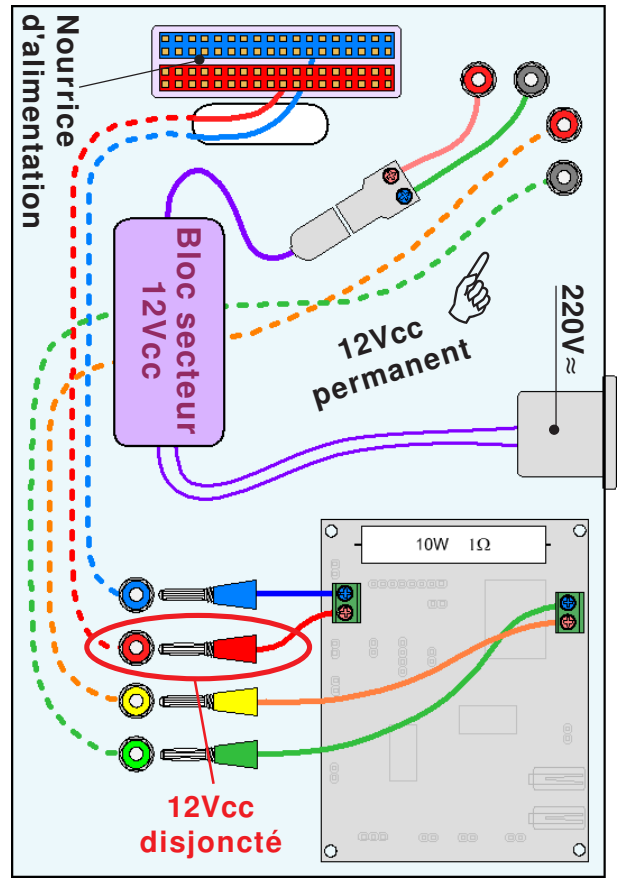


## Câblage Écriture en MANUEL. (1/2)

Voir la FIG.1 fiche schéma *Sécurité en fonction ÉCRITURE.*

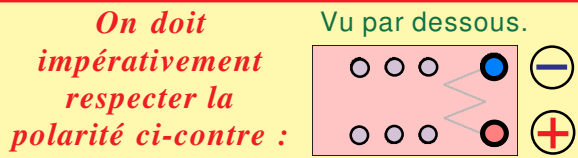


## Distribution de la puissance. (1/2)



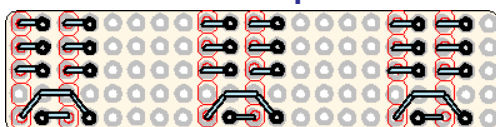
## Particularité cachée des relais.

**A**bsolument *NON* indiqué dans la documentation de *ces petits relais*, ils *sont polarisés* ! Sur les composants non plus ne figure strictement aucune indication avertissant de cette singularité. Ce n'est pas une "diode de roue libre" qui serait intégrée, car, quelle que soit la polarité de la tension appliquée, la consommation reste inchangée.

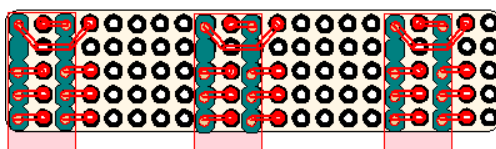


Le circuit imprimé de la fonction LECTURE a été complété par un correctif de polarité :

### Vue coté picots



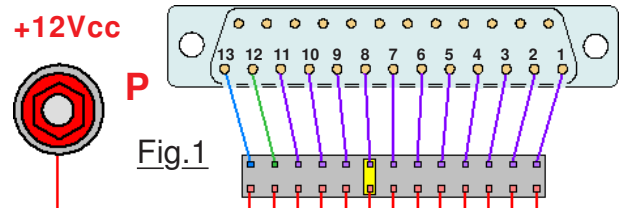
### Vue coté relais



## Simulateur de la MATRICE. (1/2)

**D'**un fonctionnement élémentaire, ce dispositif dont le schéma est présenté sur la Fig.1 se substitue aux sorties de la MATRICE quand cette dernière est déposée de la machine pour dégager l'Unité Centrale.

### Fiche DB25 Mâle

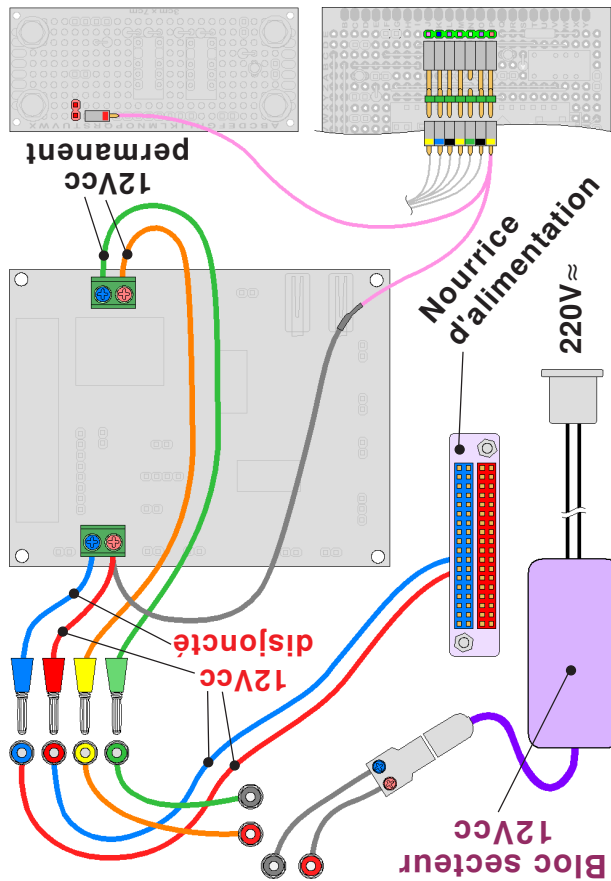


### Exemples d'utilisation.

#### Vérification des transitions :

- La machine est sous tension et en **VEILLE**.
  - Passer l'inverseur en mode **MANUEL**.
  - Insérer le "Strap" sur l'une des options 1 à 11.
  - Tous les autres inverseurs sont sur **Normal**.
  - Brancher **G** et le HE14 plat sur **C**.
  - Insérer le simulateur sur la DB25 **B**.
  - Brancher le **+12V** sur le simulateur.
  - Déclencher une séquence avec le B.P. **RUN**.
- La came des transitions doit tourner et se placer sur la TRANSITION désignée par la position du "Stap" sur le simulateur.

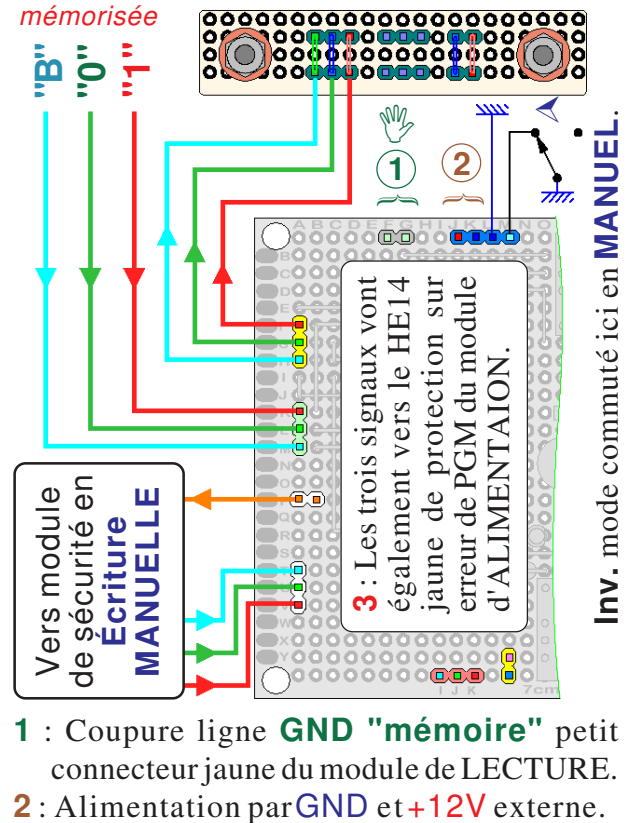
## Distribution de la puissance. (2/2)



## Câblage Écriture en MANUEL. (2/2)

Signaux issus du module de LECTURE mémorisée

Petit circuit imprimé de complément des unités d'ÉCRITURE



## Simulateur de la MATRICE. (2/2)

➤ Dessin du circuit imprimé.

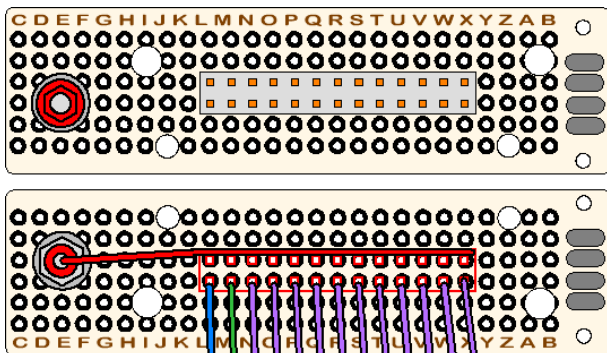
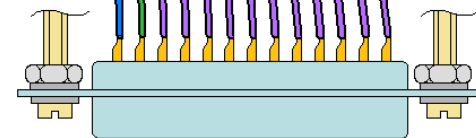


Fig.2

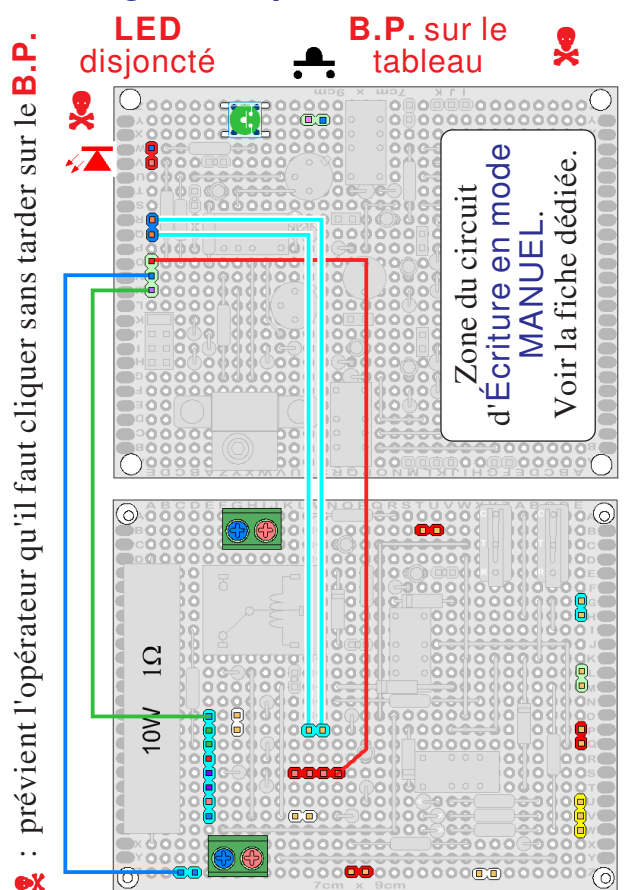


➤ Exemples d'utilisation.

Validation des LEDs de la face avant :

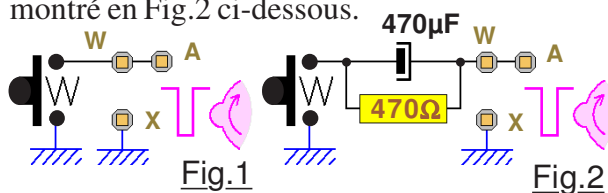
- Machine en **VEILLE** et en **MANUEL**.
  - Tous les autres inverseurs sont sur **Normal**.
  - Insérer le "Strap" sur l'une des options 1 à 13.
  - Brancher le HE14 plat sur le circuit (C).
  - Insérer le simulateur sur la DB25 (B).
- La LED concernée doit s'illuminer.

## Câblage du disjoncteur d'intensité.



### Sécurité en LECTURE manuelle. (1/2)

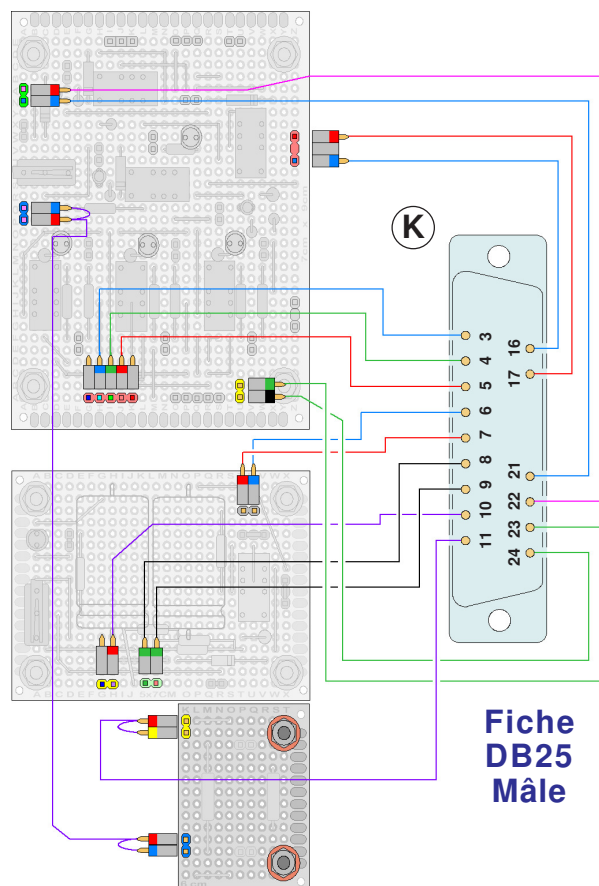
D'un fonctionnement délicat, la sécurité en écriture manuelle apportée par le circuit électrique basé sur une temporisation est assez critique. Aussi, la stratégie adoptée consiste à ne générer que des impulsions calibrées quelle que soit la durée du clic sur le bouton poussoir. La sécurité analogue en mode **AUTOM** est également pertinente pour le cas où le switch de déclenchement de la séquence serait activée longuement par l'HORLOGE en option **LENT**. Cette modification élémentaire consiste à ajouter au circuit de la Fig.1 un différenciateur de type R/C entre le B.P. et la HE14 de déclenchement montré en Fig.2 ci-dessous.



Le **470µF** calibre l'impulsion négative pour déclencher avec certitude tout en limitant la durée au juste nécessaire. La résistance de **470Ω** décharge le condensateur assez rapidement pour pouvoir réarmer une fonction LECTURE à convenance. Ce complément qui n'était pas prévu initialement trouve idéalement

... / ...

### Liaisons avec la DB25 (K) Mâle.



Fiche  
DB25  
Mâle

### Test du DISJONCTEUR d'intensité. (1/2)

Simple surcharge provoquée sur la sortie du circuit de gestion des énergies, le dispositif ne fonctionne correctement que si les liaisons filaires en fil de forte section ne créent qu'un  $\Delta U$  pas trop important. (Voir coté verso.)

#### ➤ Protocole de test du disjoncteur.

- 01) Tous les inverseurs étant sur **Normal** la machine étant au repos en mode
- 02) **Sélectionner la mesure de tension 12Vcc sur le galvanomètre.**

Il est vital de ne pas laisser sur le calibre de mesure d'intensité, car la surcharge est courte mais très violente pour le galvanomètre.

- 03) **Clic sur le B.P. jaune, le DISJONCTEUR doit immédiatement réagir.**
- 04) Cliquer sans tarder sur le B.P. **DISJ** .
- 05) Clic sur **MA** pour rétablir l'énergie.
- 06) Éventuellement réitérer le test en (03)

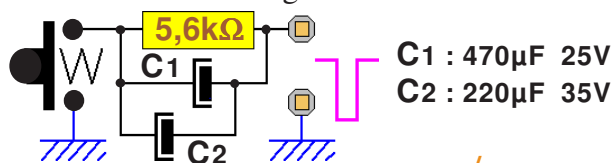
Mais ne pas multiplier inutilement ce type de vérification car le bouton poussoir jaune commute 12A alors qu'il n'est prévu que pour 3A nominal.

### Condensateur réservoir. (1/2)

C'est le module d'ÉCRITURE qui génère un transitoire "agressif" quand il est sollicité pour écrire un "0". En particulier il génère un appel de courant très "vorace" à l'inversion de sens qui se produit pratiquement simultanément sur les deux moteurs. Cet appel de courant de très courte durée est suffisant pour déclencher le disjoncteur. Aussi, la façon la plus simple d'éliminer ce problème de transitoire consiste à ajouter sur la sortie du module alimentation un condensateur réservoir de 1000µF qui sera capable de fournir l'énergie transitoire. Placé en aval de l'alimentation ce débit ponctuel fourni en sortie n'est pas mesuré par le disjoncteur et l'ensemble fonctionne correctement.

#### ➤ Sécurité LECTURE en mode RUN.

Solution analogue à celle du mode il suffit de réduire en durée l'impulsion de déclenchement de la séquence LECTURE. Un circuit RC avec deux condensateurs et une résistance de décharge calibre la durée.



C1 : 470µF 25V  
C2 : 220µF 35V

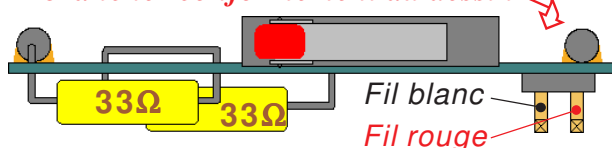
... / ...



## Blocage total de l'unité de LECTURE.

Manuellement le problème du risque de blocage mécanique est relativement bien paré. Mais il peut arriver, par exemple que la came d'HORLOGE reste trop longtemps sur la position n°1 "interdite" ce qui engendre un forçage matériel complet. Non seulement le levier vient en forçage sur la butée de détection du "B", mais la bielle coudée se cale fortement sur le Switch de détection de FIN.

- 1) Vérifier que l'HORLOGE n'est pas sur la position interdite ou la dégager avec le B.P. jaune **U Débc1.** proche du **RUN**.
- 2) Débrancher le moteur du circuit HORLOGE et le ponter sur l'outil électrique d'activation manuelle des moteurs. *Prendre garde à brancher conformément au dessin*

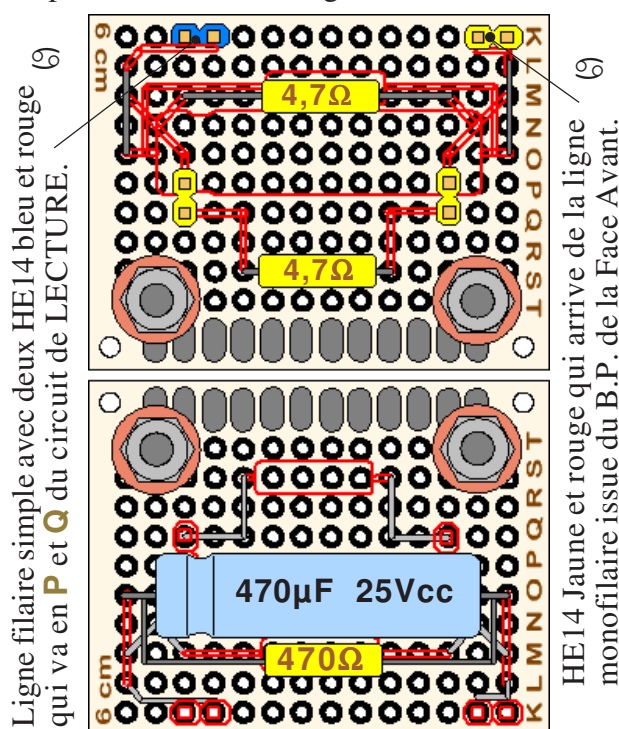


- 3) Ramener le bras oscillant AVANT la détection de rétraction par le Switch ou on va rebloquer le mécanisme sur ce dernier. Il est possible que le couple moteur ne soit plus suffisant. Il faut dans ce cas ponter l'une ou les deux résistances de 33Ω.

## Sécurité en LECTURE manuelle. (2/2)

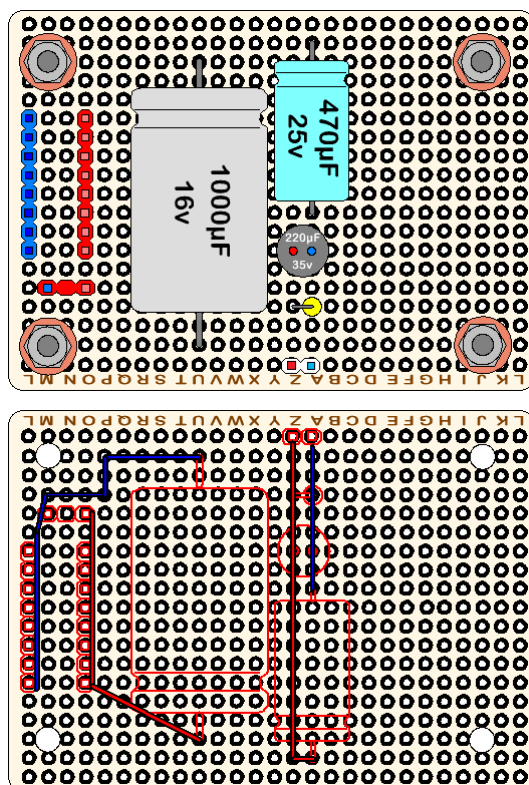
sa place sur le petit circuit imprimé qui supporte les 4,7Ω de limitation de courant pour le moteur de LECTURE **M4L**.

La résistance de 470Ω est soudée directement en parallèle sur les fils rigides du condensateur.



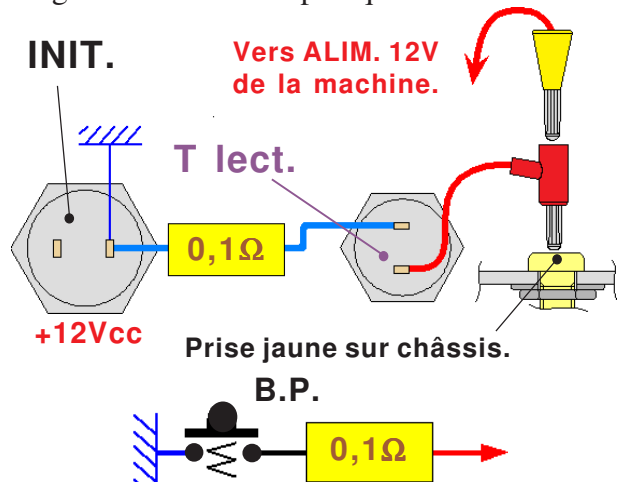
## Condensateur réservoir. (2/2)

Le C.I. héberge le condensateur réservoir ainsi que la sécurité LECTURE en mode manuel.



## Test du DISJONCTEUR d'intensité. (2/2)

Dispositif élémentaire, ce petit circuit profite du fait qu'un bouton poussoir n'était pas utilisé sur la Face Avant. Branché en gigogne sur le +12V et sur GND le B.P. engendre un court-circuit dont l'intensité est principalement limitée par le Shunt de mesure du galvanomètre soit presque 12A.



Pour un déclenchement franc les lignes filaires sont de sections relativement importantes. La résistance de 0,1Ω est insérée en série pour limiter un peu plus le courant traversant **B.P.**

## Mesure des cadences sur la machine.

Pour obtenir les valeurs, le dialogue série Arduino avec le Moniteur de l'IDE a été utilisé pour certaines mesures. D'autres ont été effectuées avec un chronomètre manuel sur  $n$  itérations suivies d'une division par  $n$ .

**HORLOGE** : 1,93 secondes par cycle.

Cette mesure est effectuée en vitesse rapide.

Le rapporte en vitesse lente est d'environ 1,6.

**NOTE** : Un cycle complet fait balayer 10 secteurs à la came de l'HORLOGE. LECTURE, ÉCRITURE et ROTATION exigent deux secteurs. TRANSITIONS imposent trois secteurs. Chaque secteur est balayé en environ 193mS en moyenne.

**LECTURE** : 0,6 secondes en moyenne.

**ÉCRITURE** : "B" en moyenne 1,8 secondes.

"0" en moyenne 0,65 secondes.

"1" en moyenne 1,4 secondes.

**ROTATION** : 0,27 secondes en moyenne par pas en sens positif ou en sens négatif.

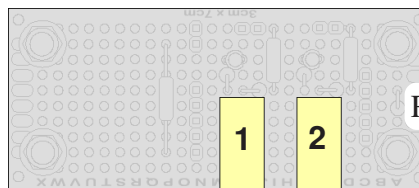
**TRANSITIONS** :

Un tour complet en 3,15 secondes.

Moyenne 0,286 seconde par pas.

## Les circuits complémentaires. (1/3)

### > Petit circuit sur le châssis.



Zone du RÉPÉTITEUR.

**1** : Commute le compteur électromagnétique avec un courant de 110mA.

**2** : Isole le compteur électromagnétique en mode manuel car l'HORLOGE est inactive.

### > Circuit de complément logique.

Circuit imprimé situé à la base de la plaque verticale qui supporte la Face Avant ce module ajouté tardivement corrige divers problèmes rencontrés en fin de validation des fonctions logiques de la machine.

**Premier problème** : Lorsqu'une sortie à l'état "1" par exemple reste mémorisée et que l'instruction qui suit impose d'écrire un état identique, la logique imagine que le capteur de l'état désiré est activé. Elle provoque alors la rétraction du bras qui est déjà en position dégagée, avec forçage mécanique.

... / ...

## Profil de la came d'ÉCRITURE. (2/2)

Angle $\beta$	Rayon $R$
0	45 mm
15	46 mm
30	40 mm
45	35.5 mm
60	33.9 mm
75	34.5 mm
90	37 mm
105	36 mm
120	31 mm
135	26.5 mm
150	24.5 mm
165	24.2 mm
180	25 mm
195	26.7 mm
210	30 mm
225	34 mm
240	37.8 mm
255	40.9 mm
270	42 mm
285	42 mm
300	40.5 mm
315	38.6 mm
330	38.8 mm
345	41 mm

Des valeurs comme 37,9 ou 40,9 peuvent sembler étrangement précises. Ce sont celles issues du dessin effectué sur ordinateur pour obtenir le fichier gco. Le profil est construit à partir de lignes "plines". De ce fait, les points fournis pour que le contour corresponde au mieux à celui étudié sur la maquette en carton découpée pour procéder aux essais imposent des valeurs de  $R$  parfois "exagérément précises dans le logiciel de dessin 3D.

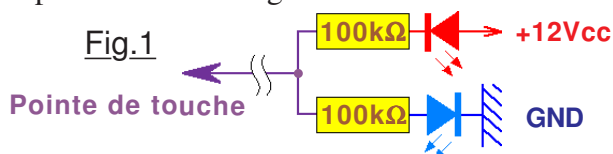
## Sonde LOGIQUE. (1/2)

Nombreux sont les témoins logiques disponibles sur la machine. Ils sont très peu commodes pour les raisons suivantes :

- Pour tester un GND il faut porter leur point chaud au +12V et pour tester du +12V c'est le point froid qu'il faut réunir à GND.
- Pour tester un point analysé il faut détourner le regard et souvent on perd le contact.

**Conclusion** : Une sonde logique doit visualiser l'état mesuré proche de la pointe de touche pour éviter à l'opérateur d'écarter son regard du point analysé. Elle doit faire la différence entre un état logique "0", un état logique "1" et un état "isolé électriquement".

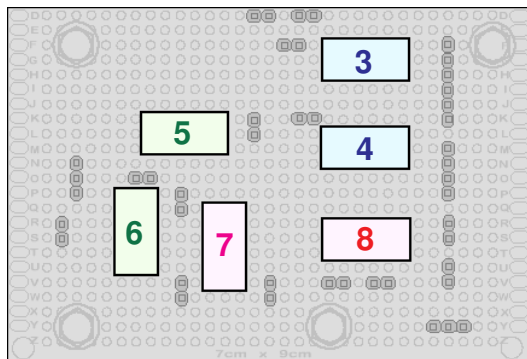
Le schéma d'une vraie sonde logique est représenté sur la Fig.1 ci-dessous.



Le fonctionnement est élémentaire :

- \* Si le point testé est isolé les deux LEDs éclairent simultanément mais faiblement.
- \* Pour "0" la LED bleue éclaire fortement.
- \* Pour "1" la LED rouge éclaire fortement.

## Les circuits complémentaires. (2/3)



**3** et **4** parent le **Premier problème** en isolant les trois sorties des mémoires de l'unité de LECTURE durant la position **ARRÊT** de la came d'HORLOGE. En option MANUEL il faut rétablir ces liaisons sous peine de voir les cames tourner uniquement lorsque le poussoir concerné est cliqué. Une section libre de **4** sert de ligne initiale de coupure pour l'ÉCRITURE en mode MANUEL.

**Deuxième problème** : Quand le moteur des TRANSITIONS franchit plusieurs positions, il passe parfois sur l'une de celles qui programme la **Fin** de l'algorithme. Le relais **R26FP** passe alors **Suite en fiche 3/3.**

## Les circuits complémentaires. (3/3)

au travail et engendre l'arrêt prématuré.

**5** empêche que le signal **F** en sortie de MATRICE soit envoyé à la logique de l'HORLOGE lorsque le moteur des TRANSITIONS est en train de tourner.

**Troisième problème** : Pour ramener la came des TRANSITIONS en position de départ n°1 ARDUINO ne peut pas utiliser **F** issu de la matrice, car la came reviendrait en "origine" et la logique de l'HORLOGE ne serait plus informée de la fin du programme.

**6** va utiliser l'action de l'opérateur sur la touche **INI** de la logique de l'horloge pour déclencher le retour en position n°1 de la came des TRANSITIONS. Il suffit dans ce but d'interfacer le bouton poussoir **INI** pour qu'il soit en "parallèle" du B.P. Init. pos.1 pour faire croire au programme de la carte NANO que l'opérateur a cliqué sur ce dernier. Le relais **R41IA** d'Initialisation de la carte Arduino sera chargé de l'interfaçage.

**7** et **8** sont prévus pour ne couper l'énergie de puissance sur **ER1** que lorsque le **Swicht** de déclenchement d'ÉCRITURE est activé.

## Sonde LOGIQUE. (2/2)

### ➤ Mise en œuvre du testeur.

L'utilisation est élémentaire. On branche le HE14 sur l'une quelconque des nourrices de la machine. Immédiatement les deux LEDs doivent éclairer mais faiblement. *Avec la pointe de touche on teste un point en cours d'analyse :*

- Pour un état "0" seule la LED bleue s'illumine avec un éclairement notable.
- Pour un état "1" seule la LED rouge éclaire et de façon évidente.
- Pour un état "isolé" il ne se passe rien et les deux LEDs continuent d'éclairer faiblement.

Si le branchement du HE14 est inversé, les deux LEDs restent éteintes. Le courant consommé par ce dispositif est dérisoire.

Le dessin Fig.2 présente l'allure matérielle de la réalisation de cet outil indispensable.

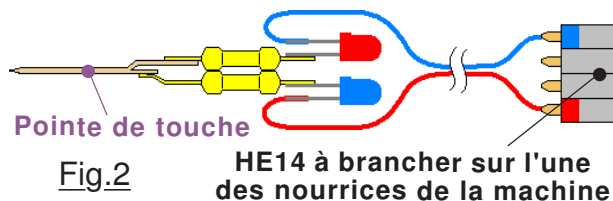


Fig.2

## Profil de la came d'ÉCRITURE. (1/2)

Bien que les fichiers **gco** soient fournis, tout le monde n'a pas forcément une imprimante 3D de disponible dans son entourage. Aussi, pour ceux qui désirent utiliser un autre procédé d'obtention, cette fiche fournit les valeurs pour respecter le profil. Dans le tableau sont indiquées les valeurs des rayons **R** en fonction de l'angle horaire  $\beta$  repéré à partir de l'horizontale **H'H**. La Fig.1 représente la came de l'unité du haut. Celle du bas est analogue mais symétrique. Noter qu'il s'agit uniquement du profil utile car les formes sont différentes.

La came est représentée coté opposé au moteur/réducteur.

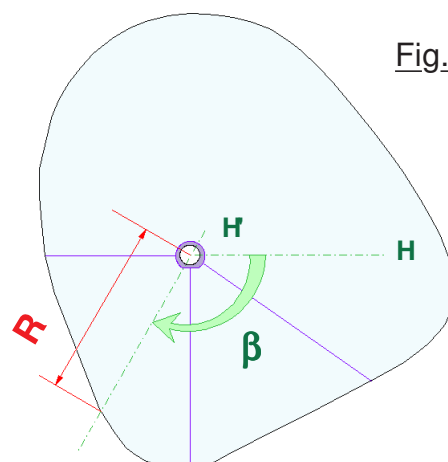


Fig.1