

REALISEZ VOTRE ORDINATEUR PERSONNEL

Après avoir vu, dans notre numéro de février, les principes généraux de tout micro-ordinateur, et après nous être consacrés à la préparation du boîtier dans notre numéro de mars, nous abordons aujourd'hui des travaux plus « électroniques » avec l'étude et la réalisation de l'alimentation de l'appareil. Ce sous-ensemble, bien que ne

faisant pas partie des éléments nobles d'un micro-ordinateur, est cependant indispensable, ne serait-ce que pour pouvoir essayer notre ordinateur le plus tôt possible. D'autre part, de son sérieux dépend la sûreté de fonctionnement de l'appareil – nous verrons pourquoi dans un instant.

Définition des besoins

Tout micro-ordinateur qui se respecte (hormis les kits de développement n'utilisant que très peu de circuits) nécessite trois tensions d'alimentation qui, repérées par rapport à une masse commune, sont : du + 5 V, du + 12 V et du - 12 V.

Le + 5 V est utilisé pour alimenter tous les circuits logiques de l'appareil qui sont soit en technologie TTL, ce qui impose alors une alimentation sous cette tension, soit en technologie MOS ou C.MOS mais avec compatibilité TTL, ce qui conduit aussi à utiliser la même tension. Les contraintes à respecter sont assez serrées puisqu'il faut que ce « 5 V » soit compris entre 4,75 V et 5,25 V dans tous les cas. Hors de cette plage, le fonctionnement des circuits n'est plus garanti.

De plus, il ne faut en aucun cas que cette tension puisse dépasser 7 V ne serait-ce que pendant quelques microsecondes car ce serait alors la mort instantanée de tout ou partie des circuits qu'elle alimente. Enfin, et c'est également un point important, la demande de courant sur cette alimenta-

tion est assez importante et atteint plusieurs ampères. Il y a plusieurs raisons à cela : la première est que les circuits utilisés, qu'ils soient en technologie TTL ou MOS, sont rapides et, donc, consomment du courant, la deuxième est que nous cherchons tout de même à alimenter un micro-ordinateur complet, c'est-à-dire un nombre de fonctions très important. Pour des raisons de sécurité, sur lesquelles nous allons revenir dans un moment, nous avons assez fortement majoré la demande en courant sur cette alimentation et nous avons décidé qu'elle devrait pouvoir fournir 5 A en permanence.

La deuxième tension par ordre d'importance est le + 12 V, qui sert à alimenter un certain nombre de circuits d'interface particuliers, et aussi – et surtout – les lecteurs de disques souples. En effet, comme nous aurons l'occasion de le constater lors de leur présentation, les lecteurs de disquettes dialoguent avec le micro-ordinateur au moyen de signaux logiques aux normes TTL et comportent donc tous une électronique alimentée en + 5 V, mais les parties mécaniques de ces lecteurs (moteur d'entraînement de la tête et de la disquette en particulier) utilisent du + 12 V.

La consommation à prévoir pour que

le montage puisse accepter tous les lecteurs de disquettes du marché actuel est de 1 A permanent par lecteur. De plus, pour certains lecteurs, il faut prévoir une pointe de courant lors du démarrage du moteur d'entraînement de la disquette. Comme nous voulons que notre ordinateur puisse alimenter au moins deux lecteurs de disquettes, l'alimentation + 12 V devra pouvoir débiter 3 A en permanence. Si certains d'entre vous souhaitent ajouter des lecteurs supplémentaires (on peut aller jusqu'à quatre en tout), qu'ils se rassurent : par simple changement de trois composants, il est possible de monter le courant débité jusqu'à 5 A.

La dernière tension enfin, par ordre d'importance toujours, est le - 12 V. Elle n'est utilisée que pour un type d'interface particulier (pour ceux qui savent, c'est pour les liaisons aux normes RS 232) et pour certains « vieux » circuits intégrés MOS. La consommation sur cette alimentation est très faible puisqu'elle se chiffre en mA. Nous avons décidé que 100 mA serait une valeur largement suffisante dans tous les cas mais, si vous désiriez faire débiter plus (pour alimenter une interface qui vous serait propre par exemple), sachez que l'ajout d'un simple radiateur porterait ce courant à 1 A.

La solution retenue :

Compte tenu des composants actuellement disponibles sur le marché, il existe trois méthodes pour répondre à nos besoins : l'utilisation de régulateurs intégrés ou, plus exactement, de régulateurs hybrides compte tenu des courants à débiter ; l'utilisation de régulateurs à découpage ; la réalisation d'une alimentation plus classique faisant

– Une alimentation classique à régulateur et transistor de puissance dissipe des calories (comme le régulateur hybride), mais est d'un prix de revient très bas. De plus, les composants utilisés sont très faciles à trouver, même en province.

Compte tenu des contraintes exposées au paragraphe précédent et de nos choix, l'alimentation de notre ordinateur respecte le synoptique de la figure 1 que nous allons maintenant commenter.

cuits et les échauffements excessifs. Aucun disjoncteur n'est prévu à ce niveau.

Une telle alimentation serait suffisante pour notre réalisation, comme c'est le cas d'ailleurs dans de nombreux micro-ordinateurs du commerce. Au détriment d'un léger supplément de prix, il est cependant possible d'ajouter deux protections intéressantes que vous êtes libres de monter ou non, la conception du circuit imprimé étant prévue pour les alimentations « avec » et « sans ». Ces protections sont figurées sur notre synoptique en sorties des alimentations + 5 V et + 12 V et sont des circuits anti-surtension. Tant que l'alimentation délivre une tension qui ne dépasse pas un seuil pré-réglé, le circuit est totalement passif ; par contre, dès le dépassement de ce seuil et en quelques micro-secondes, la sortie de l'alimentation se trouve court-circuitée, protégeant ainsi les composants alimentés.

C'est la présence de ce circuit qui implique l'existence du disjoncteur avant les circuits de régulation. En effet, ces circuits sont prévus pour supporter les courts-circuits grâce à une limitation électronique mais, dans ce cas, les transistors de puissance s'échauffent énormément et atteignent assez vite (quelques minutes) une température critique. Si votre ordinateur n'est pas équipé du circuit anti-surtension, les disjoncteurs ne sont pas nécessaires car la situation ci-avant ne se produira qu'exceptionnellement et vous aurez largement le temps de réagir (plusieurs minutes, répétons-le) pour éteindre l'appareil.

En revanche, si votre appareil est équipé du circuit anti-surtension, les risques de destruction de l'alimentation sont plus importants. En effet, ce circuit peut être déclenché par des surtensions très brèves, mais de très grande amplitude, véhiculées par le réseau EDF et qui passent « au travers » des transformateurs et régulateurs par effet capacitif. Si cela arrive alors que vous êtes allé boire un café (ou fumer une cigarette selon les goûts), vous retrouverez un tas de charbon lorsque vous reviendrez, tandis qu'avec le disjoncteur, celui-ci aura tout simplement sauté bien avant que les transistors de puissance ne soient devenus trop chauds. Cette dernière situation (surtensions violentes dues au réseau) est cependant fort rare et ne se manifeste

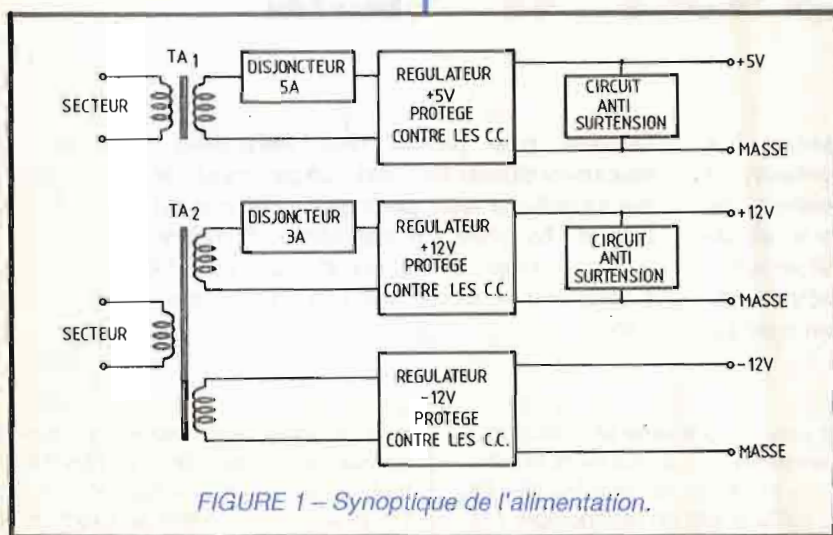


FIGURE 1 – Synoptique de l'alimentation.

appel à des transistors de puissance. Nous avons opté pour cette dernière solution, malgré son aspect « vieillot », pour les raisons suivantes :

– Les régulateurs hybrides (tels par exemple le 78P05 que nous avons utilisé dans notre précédent micro-ordinateur) ont vu leur prix atteindre des sommets ces derniers mois, ce qui ne les rend plus du tout compétitifs vis-à-vis des autres solutions utilisables. De plus, leur disponibilité est plus qu'hypothétique chez de nombreux revendeurs qui pourtant les annoncent sur leurs catalogues !

– Les régulateurs à découpage, s'ils présentent l'avantage d'avoir un excellent rendement et, donc, de dissiper très peu de calories inutiles, ont un inconvénient majeur : il faut mettre en œuvre des bobinages dont l'approvisionnement, que ce soit sous forme de bobinages tout prêts ou à faire soi-même, est quasiment impossible, du moins en province. Exit donc pour les régulateurs à découpage.

Ainsi que nous vous l'avons expliqué, nous utilisons deux transformateurs afin de ne pas avoir besoin d'en faire bobiner un spécialement pour notre appareil, ce qui augmenterait les coûts et compliquerait les approvisionnements. Le transformateur du haut alimente un régulateur classique capable de délivrer 5 V sous 5 A. Ce régulateur est protégé contre les courts-circuits par un circuit de limitation électronique et un disjoncteur sur lequel nous allons revenir.

De la même façon, mais en utilisant un des enroulements de l'autre transformateur, on produit du + 12 V sous 3 A. Ici aussi une protection électronique contre les courts-circuits existe conjointement au disjoncteur.

Enfin, dans la partie basse de la figure 1 se trouve l'alimentation - 12 V qui, compte tenu du faible effort qu'elle a à fournir, fait appel à un « vulgaire » régulateur intégré trois pattes bien connu. Ce régulateur dispose en interne d'une protection contre les courts-cir-

pas en tous lieux. La connexion sur la même ligne que celle de l'ordinateur de machines fortement inductives. c'est-à-dire contenant de gros moteurs (machines industrielles, machines à laver, réfrigérateurs), ou l'utilisation de l'ordinateur par temps d'orage favorisent évidemment ces situations.

Quoi qu'il en soit, nous précisons bien que les circuits anti-surtensions sont facultatifs et peuvent être ajoutés dans le montage à tout instant.

Le schéma

La figure 2 vous présente le schéma complet de l'alimentation, schéma sur lequel on retrouve très bien les divers éléments du synoptique de la figure 1.

Après un interrupteur marche/arrêt double, isolant donc totalement l'ordinateur du secteur en position d'arrêt (ce qui évite pas mal de « châtaignes » aux bricoleurs qui travaillent dans leur

appareil sans le débrancher du secteur), nous retrouvons les deux transformateurs déjà évoqués sur le primaire desquels est montée une VDR. Ce composant, qui existe sous plusieurs marques et noms (GeMov chez General Electric, SIOV chez Siemens, etc.), est un limiteur de surtensions. Tant que le réseau EDF reste en-dessous de 240 V (pour le modèle choisi) rien ne se passe, mais dès qu'il y a un dépassement de cette tension, le VDR devient vio-

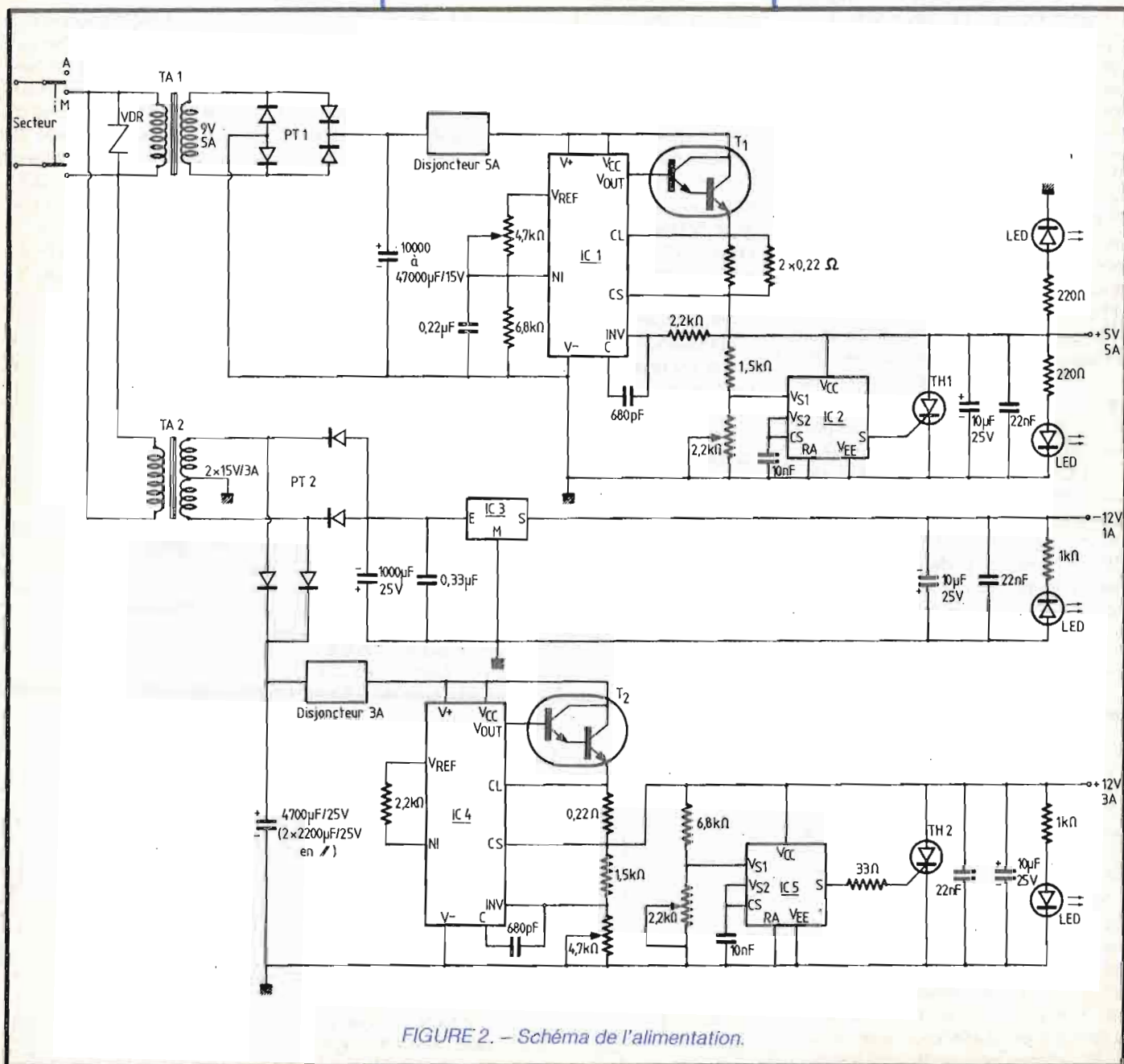


FIGURE 2. - Schéma de l'alimentation.

lément conducteur et écrête donc la surtension. Notre expérience en la matière nous permet de vous dire que ce composant n'est pas efficace à 100 %, mais il assure tout de même une bonne protection pour pas cher (8,00 F environ).

Derrière le transformateur 9 V, un redressement par pont de diodes classique délivre une tension d'une douzaine de volts (à vide) qui est appliquée au chimique de filtrage. Précisons tout de suite que, du fait de l'existence sur la majorité des transformateurs toriques de deux enroulements secondaires, il est possible de remplacer le pont de diodes par deux diodes en utilisant le schéma de la figure 3. Le circuit imprimé peut s'en accommoder.

Le chimique de filtrage de cette tension doit être aussi gros que possible (en capacité) et aussi petit que possible (en taille), ce qui est évidemment incompatible et nécessite un compromis. En ce qui nous concerne, nous avons retenu un modèle de 33 000 μF 16 V de chez Sic Safco type CO 18 dont la taille convient juste pour la disposition des éléments vue le mois dernier. En fait, ce condensateur doit avoir une tension de service de 15 ou 16 V (ou plus, mais c'est inutile, plus cher et plus gros !) et une capacité de 10 000 μF minimum. Plus la capacité sera forte, plus votre ordinateur sera insensible aux micro-coupures secteur. A titre anecdotique, sachez qu'avec 33 000 μF , l'éclairage de notre pièce de travail a le temps de devenir orangé pendant une ou deux secondes avant que l'appareil ne se « plante ».

Ce chimique est suivi du disjoncteur, qui sera remplacé par un court-circuit si vous ne montez pas la circuiterie anti-surtension, puis par un régulateur conventionnel utilisant un circuit intégré type 723. Nous n'allons pas revenir sur le principe de ce circuit très largement diffusé ; sachez seulement, si vous ne le connaissez pas encore, que c'est un régulateur intégré ajustable de 3 à 37 V (et au-delà avec des composants externes), pouvant fournir 150 mA et disposant d'une protection contre les courts-circuits. Comme tous les régulateurs de ce type, il fonctionne par comparaison de la tension de sortie avec une tension de référence interne et se sert du résultat pour piloter un transistor de puissance externe.

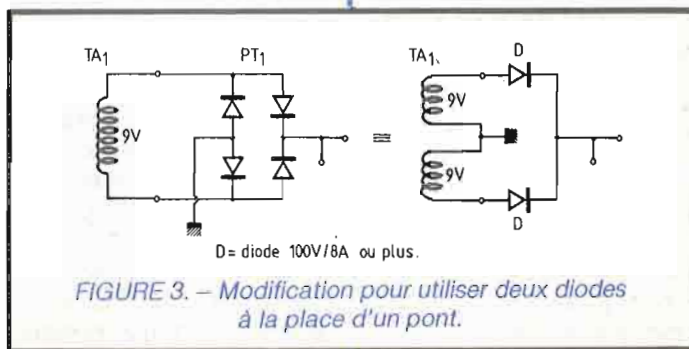


FIGURE 3. – Modification pour utiliser deux diodes à la place d'un pont.

La tension de référence interne disponible sur la patte Vref est divisée par un pont potentiométrique avant d'être appliquée sur l'entrée non inverseuse de l'ampli d'erreur, tandis que son entrée inverseuse reçoit directement la tension de sortie. Les pattes CL et CS servent à la limitation de courant, qui entre en action lorsque la tension à leurs bornes atteint 0,6 V. Une résistance de 0,11 Ω (deux 0,22 Ω en parallèle) y étant connectée, le courant de court-circuit est donc de 5,5 A.

Plutôt que d'utiliser deux transistors de puissance en montage darlington en sortie du régulateur, nous avons choisi un modèle intégré très peu coûteux (MJ 3001 de Motorola ou équivalents).

Ce régulateur est suivi par le circuit de protection contre les surtensions qui

fait appel à un circuit intégré spécialisé : le MC 3423 de Motorola. Ce dernier compare en permanence la tension appliquée sur sa patte VS1 à une référence interne fixe et, dès que celle-ci est dépassée, il fait passer sa sortie S au niveau de sa tension d'alimentation. Cela amorce donc le thyristor qui suit, qui court-circuite l'alimentation en quelques microsecondes. Le condensateur de 10 nF placé entre les pattes VS2-CS et la masse permet de ralentir un peu le 3423 et de ne lui permettre de réopérer qu'à des surtensions de durée suffisamment importantes pour être dangereuses. Deux LED sont placées en sortie de cette alimentation 5 V ; l'une est le témoin de mise sous tension en face avant, l'autre est montée sur le circuit imprimé et permet un contrôle

REPERE	QUANTITE	TYPES ET EQUIVALENTS
TA ₁	1	Transfo 220 V - 9 V 5 A ou plus - modèle torique
TA ₂	1	Transfo 220 V - 2 x 15 V 3 A ou plus - modèle torique
PT ₁	1	Pont moule - 50 V 8 A ou plus
PT ₂	1	Pont moule - 100 V 3 A ou plus
VDR	1	VDR, GEMOV, etc. 240 V (voir texte)
IC ₁ , IC ₄	2	LM723CN, MC 1723CP, ..., 723 en boîtier DIL
IC ₃	1	$\mu\text{A}7912$, MC7912, ..., régulateur - 12 V 1 A TO 220
IC ₂ , IC ₅	2	MC3423
T ₁ , T ₂	2	MJ3001 ou équivalent
TH ₁	1	C116D ou thyristor 100 V mini, 8 A mini (voir texte)
TH ₂	1	C106D ou thyristor 100 V mini, 4 A mini (voir texte)
-	11	Résistances 1/2 W 5 % : 1 x 33 Ω , 2 x 1 k Ω , 2 x 1,5 k Ω , 2 x 2,2 k Ω , 2 x 6,8 k Ω , 2 x 220 Ω
-	3	Résistances bobinées 4 W : 3 x 0,22 Ω
-	7	Condensateurs chimiques : 1 x 10 000 à 47 000 μF 15 V, 2 x 2 200 μF 25 V, 1 x 1 000 μF 25 V, 3 x 10 μF 25 V
-	6	Condensateurs céramique ou polyester ou mylar : 2 x 680 pF, 2 x 10 nF, 1 x 0,22 μF , 1 x 0,33 μF
-	3	Condensateurs céramique multicouches de 22 nF
LED	4	LED 5 mm quelconques
-	4	Supports de CI : 2 x 14 pattes, 2 x 8 pattes
Disjoncteur	2	Disjoncteurs thermiques ou électromagnétiques de petite taille : 1 x 3 A, 1 x 5 A

FIGURE 4. – Nomenclature des composants.

rapide de l'alimentation en cas de panne de l'ordinateur, le + 12 et le - 12 V étant équipés de façon identique.

L'alimentation + 12 V est analogue à la + 5 V. Le disjoncteur est remplacé par un 3 A et le chimique de filtrage n'est qu'un 4 700 μ F. Le montage des résistances autour du 723 change un peu compte tenu de la différence de tension et la résistance de « court-circuit » est réduite à 0,22 Ω , ce qui donne un courant limite de 2,7 A. Ce courant étant insuffisant pour faire sauter le disjoncteur, nous abaisserons cette valeur par mise en parallèle d'autres résistances lors de la mise en service de l'alimentation jusqu'à atteindre une valeur adéquate.

Le circuit de protection contre les surtensions est analogue à celui vu pour le + 5 V, mais ici une résistance doit être insérée dans la commande de gachette du thyristor afin de limiter le courant fourni par le 3423.

L'alimentation - 12 V est, quant à elle, beaucoup plus simple puisque réduite à un simple régulateur intégré 3 pattes de la série 7912 classique.

La réalisation

La première étape consiste à approvisionner les composants nécessaires dont la liste vous est donnée en figure 4 ; liste qui appelle les remarques suivantes. La VDR sera de n'importe quel type supportant 240 V alternatifs ; si vous n'en trouvez pas, ne vous inquiétez pas, sa présence n'est pas vraiment indispensable. Pour ce qui est du chimique de filtrage du + 5 V, son diamètre ne doit en aucun cas dépasser les 52 mm si vous adoptez notre boîtier. Les disjoncteurs sont des modèles thermiques à monter sur panneau. Les nôtres sont de la marque Potter et Brumfield, référence W28XQ1A-3 pour le 3 A, et - 5 pour le 5 A. Dans un premier temps et en cas de difficultés d'approvisionnement, ils peuvent être remplacés par un court-circuit. Les ponts et (ou) les diodes de redressement peuvent être de marque quelconque pourvu qu'ils respectent les caractéristiques indiquées. Regardez tout de même la figure 6 pour avoir une idée de

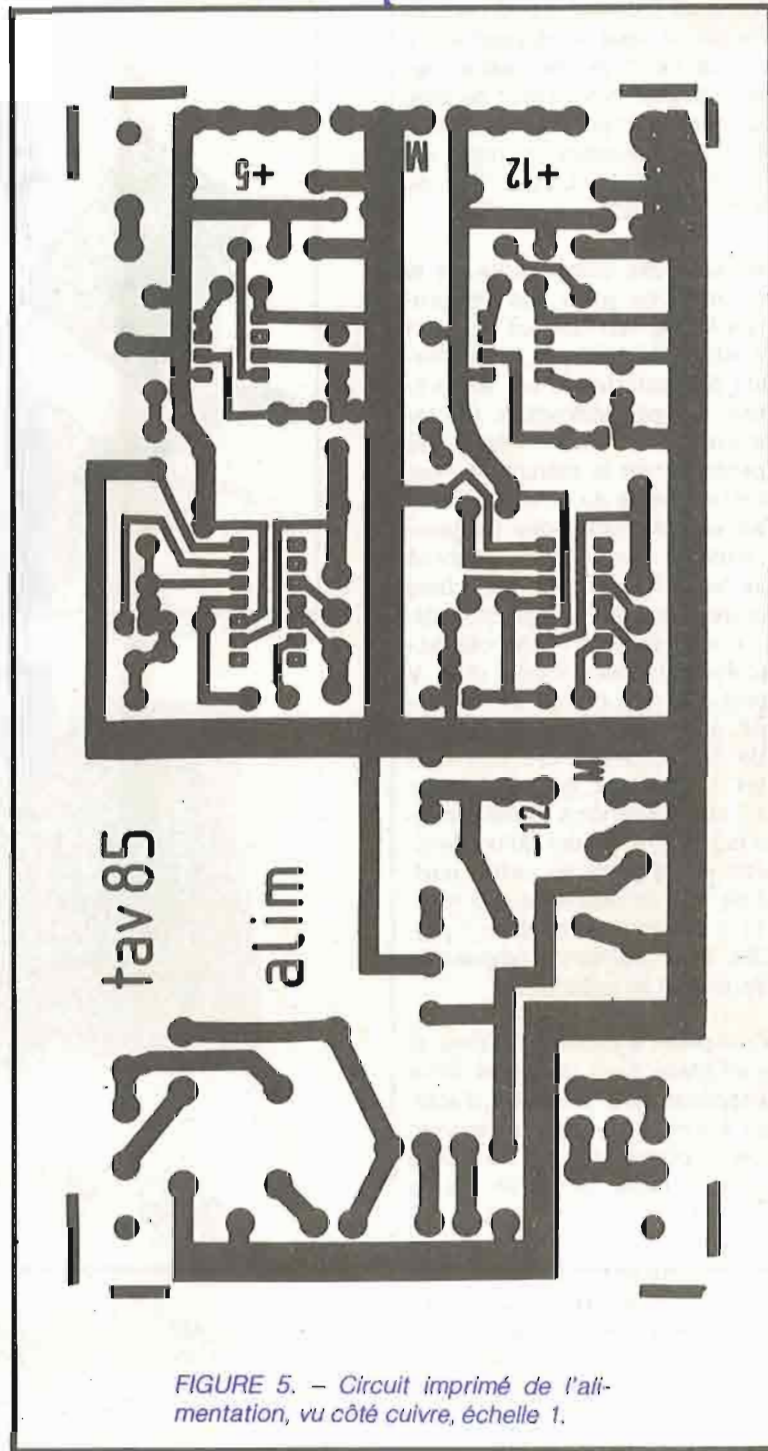


FIGURE 5. - Circuit imprimé de l'alimentation, vu côté cuivre, échelle 1.

la taille maximum à donner à ces composants.

Les supports 14 pattes pour les 723 sont facultatifs si vous savez bien souder, mais ils sont impératifs pour les 3423 qu'il sera peut-être nécessaire d'ôter pendant les essais. Les thyristors enfin peuvent être choisis dans les réf-

rences indiquées ou dans des types équivalents ; comme pour les ponts, il suffit qu'ils respectent les valeurs limites indiquées.

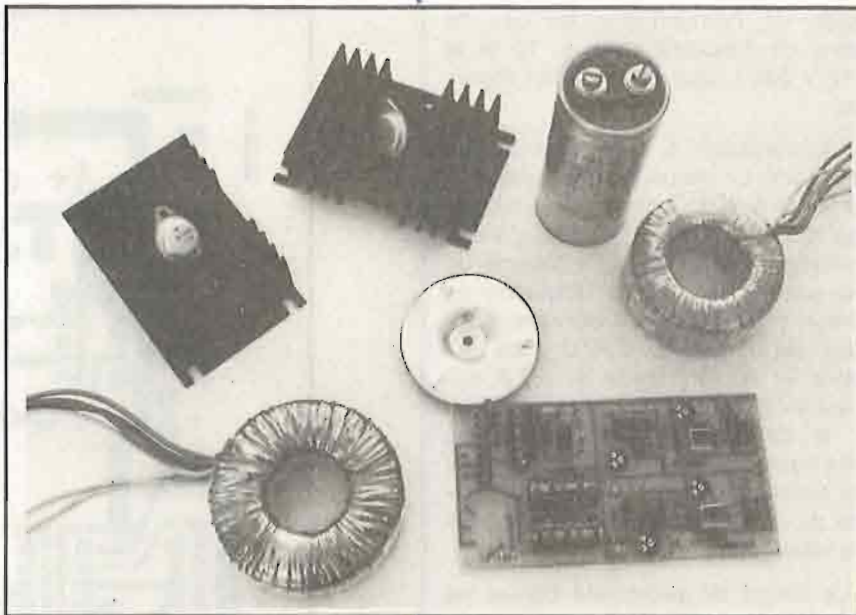
La majorité des composants tient sur un circuit imprimé simple face dont le tracé à l'échelle 1 vous est donné figure 5. Vous pouvez réaliser ce circuit

vous-même ou l'obtenir prêt à l'emploi chez Facim. Si vous le réalisez vous-même, vous ne devez en aucun cas diminuer la largeur des pistes ; de plus, celles-ci seront impérativement étamées avec de la soudure (et non avec de l'étain chimique), compte tenu du courant les traversant.

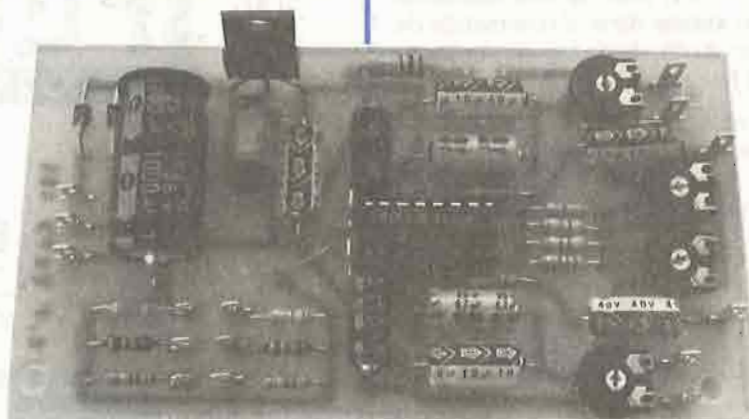
Le montage des composants sur le circuit imprimé ne pose pas de problème particulier en suivant le plan d'implantation de la figure 6. Remarquez que plusieurs tailles ont été prévues pour les potentiomètres ajustables, compte tenu des modèles très divers proposés sur le marché. A l'exception du chimique du + 5 V, des disjoncteurs et des transistors de puissance, tous les composants prennent place sur le CI. Le montage est à faire dans l'ordre classique : supports, résistances, condensateurs, puis composants actifs en dernier. Le pont du 5 V devra peut-être être équipé de fils rigides pour pouvoir être monté, car les ponts de cet ampérage ont très souvent des sorties par grosses pattes courtes. Les LED témoins seront enfoncées de façon à ne garder qu'un demi-centimètre de longueur de pattes environ et il en sera de même pour le régulateur du - 12 V et pour les deux thyristors. Ces trois derniers composants n'ont pas besoin de radiateur.

Pour simplifier le câblage ultérieur et la mise en place dans l'appareil, nous vous recommandons vivement d'équiper tous les plots de connexion avec des cosses « poignards » sur lesquelles il sera ensuite facile de souder les fils de liaison ou, mieux, de glisser des cosses femelles. Ce genre de cosse se vend un peu partout par sachet de 100 pièces à un prix dérisoire. Arrivé à ce stade du travail, une vérification très soignée du montage sera entreprise et les curseurs des deux potentiomètres de 2,2 k Ω seront positionnés côté patte VS1 des 3423. Les deux autres ajustables de 4,7 k Ω seront placés à mi-course.

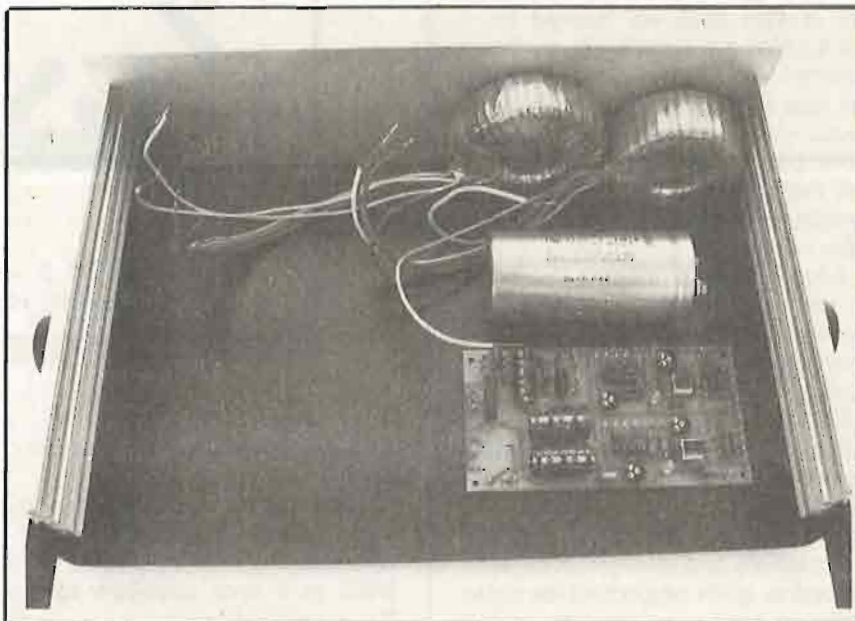
Ce circuit imprimé sera alors mis de côté pour l'instant, car un essai sur table n'est pas utile ; en effet, notre prochaine étape va être son montage dans le boîtier et le câblage des éléments externes, ce qui permettra alors d'en faire l'essai dans les meilleures conditions.



L'alimentation « en kit ».



Le circuit imprimé de l'alimentation équipé de tous ses composants.



Un petit essai rapide pour voir si ça rentre.

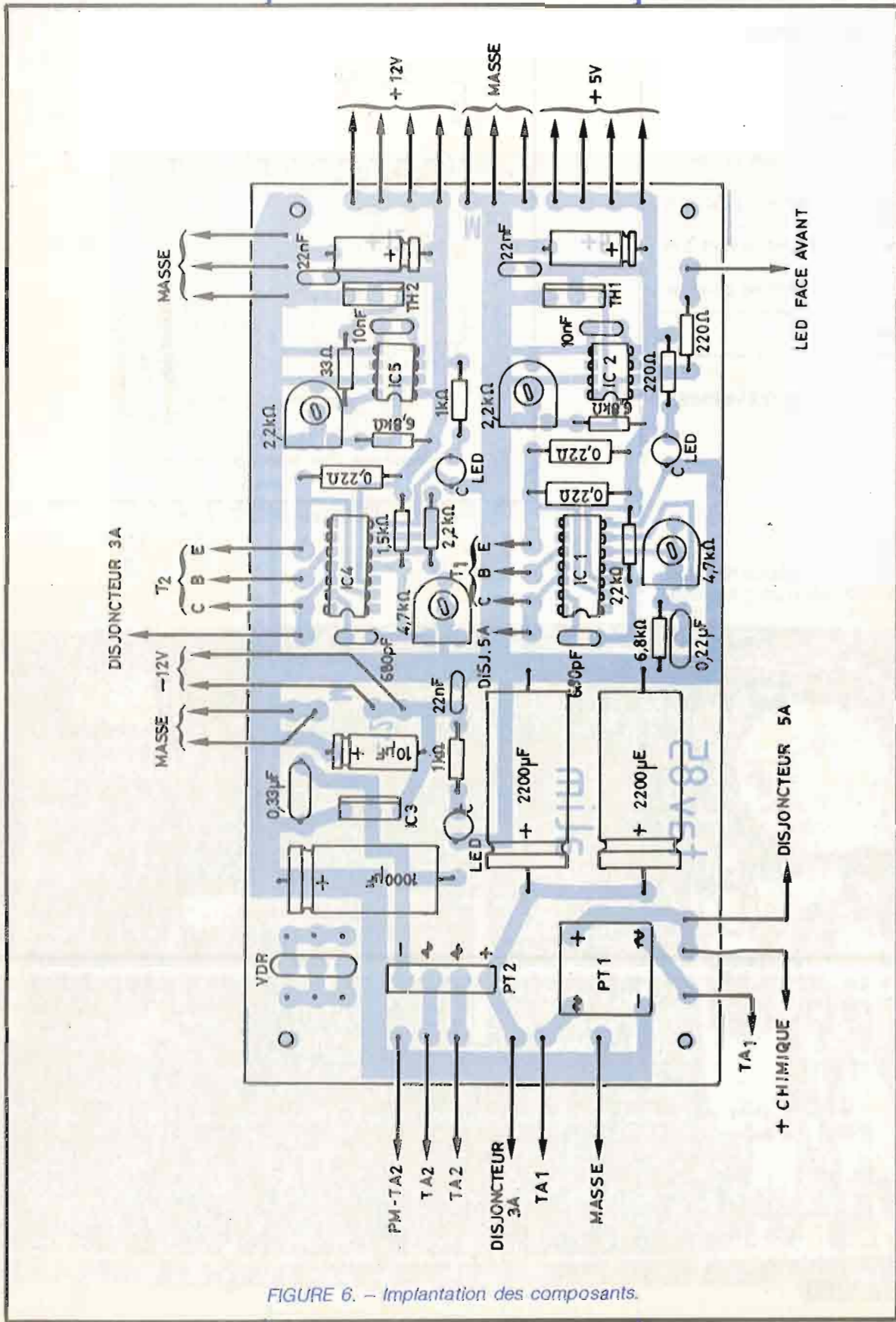


FIGURE 6. - Implantation des composants.

Conclusion

Nous en resterons là pour aujourd'hui et vous proposerons donc cette mise en boîtier le mois prochain, conjointement à la présentation et à la réalisation du circuit imprimé du mini-bus du système.

C. TAVERNIER

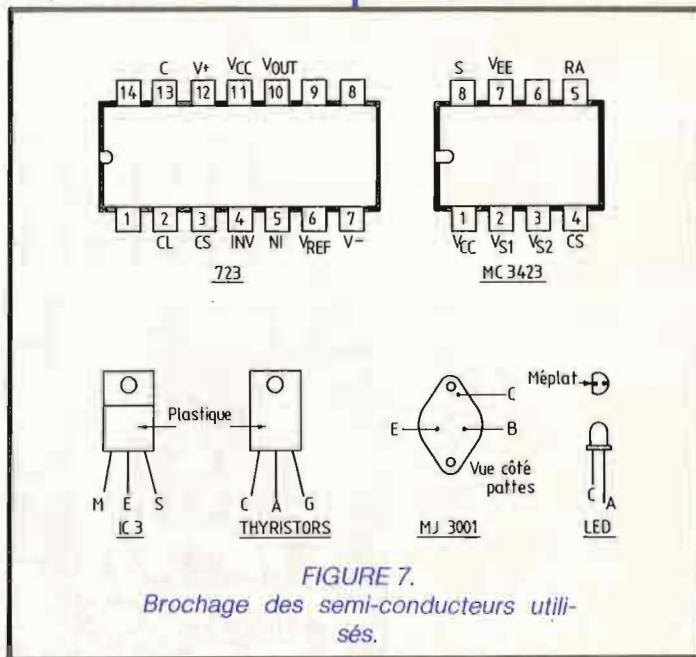


FIGURE 7.
Brochage des semi-conducteurs utilisés.

▼ *Disposition réelle de l'alimentation dans le boîtier.*

