

Le prépré Hiraga

La version Autographe

Gérard Chrétien

Tous les lecteurs connaissent le pré-préamplificateur Hiraga. Sa description a fait l'objet de deux articles dans les numéros 16 et 17. Depuis il a subi nombre d'évolutions bien que son schéma de principe n'ait pas changé. Il était important de faire le point sur les différents travaux qui ont été faits autour de ce circuit et principalement sur la version la plus évoluée, le modèle Autographe.

A. Retour sur le schéma Hiraga

1. Les particularités

Sans revenir en détail sur la description du schéma du pré-préamplificateur Hiraga (L'Audiophile n^{os} 16 et 17), il convient tout de même de mentionner les astuces qui font de ce circuit une réalisation hors pair.

D'une simplicité extrême, le prépré Hiraga évite les écueils qui limitent subjectivement les qualités de bien des prépréamplificateurs bien que leurs circuits soient théoriquement sur le papier très performants. A titre d'exemple, revenons sur le schéma publié dans l'A.E.S. d'avril 80 utilisant un transistor de course développé par Philips,

le BFW 16A ($R_{bb'} = 4 \Omega$), ce circuit est indiqué dans l'article de Jean Hiraga du n^o 16 (fig. 4, page 10). Très bien conçu, ce schéma a tout pour séduire si ce n'est que le signal doit avant toute chose subir les sévices d'un condensateur chimique. Il n'y a pas d'autres technologies pour des valeurs de $1\ 000 \mu\text{F}$, cette valeur est très élevée pour garantir une impédance suffisamment faible. Tout amateur ayant un tant soit peu bricoler sait ce que peut donner un chimique en liaison ; sur l'entrée d'un prépréamplificateur de surcroît. Ce circuit a été conçu sans nul doute par un théoricien pour qui les composants passifs correspondent à l'idéal théorique. Loin s'en faut.

Le prépré Hiraga (fig. 1) lui n'a recours à aucun condensateur de liaison en entrée, car le signal rentre sur l'émetteur d'un transistor bipolaire placé au potentiel 0 ou émetteur commun si vous préférez. Là aussi le choix d'un transistor bipolaire est sans conteste un atout de taille. La quasi-totalité des réalisations a recours à des effets de champ. Cela a de quoi surprendre lorsque l'on sait que l'atout maître de cette technologie est la très haute impédance d'entrée. Sur un prépré, c'est l'inverse qui est recherché. Bien sûr, les performances en bruit du bipolaire utilisé doivent être du plus haut niveau.

Autre astuce sur le prépré

Hiraga, le second transistor utilisé en régulateur de courant est couplé thermiquement au transistor amplificateur. Celui-ci assure une stabilité inconditionnelle au montage car il fixe le potentiel de base en relation avec les caractéristiques du transistor en fonction de la température. Donc nul risque de se retrouver avec un potentiel continu sur l'émetteur et donc aux bornes de la bobine mobile de la cellule, suivant l'état de chauffe du pré-pré.

En outre, ce transistor limite l'influence des fluctuations de l'alimentation. Quoique comme nous le verrons plus loin, les critères théoriques classiquement retenus ne sont pas suffisants pour définir pleinement les caractéristiques de fonctionnement réel.

Le gain du pré-pré Hiraga, de valeur élevée, 36 dB, constitue également un atout de taille. Bien sûr, ramener sur l'entrée du préamplificateur des pointes de plus de 100 mV peut en déranger plus d'un. Toutefois, nous pensons que nos lecteurs nous suivent, aussi ont-ils en leur possession des préamplis dont le seuil de saturation est à l'abri de tout soupçon. Quoi qu'il en soit, du point de physique, il semble évident qu'une amplification énergique des très petits signaux est la voie privilégiée pour extraire du bruit les petits signaux et sauvegarder la dynamique originale.

Divers essais ont été faits en limitant le gain. C'est facile, il suffit de faire varier la résistance de 2,2 kΩ de collecteur. Toutes les tentatives se sont soldées par des résultats inférieurs sur le plan subjectif. La résistance de collecteur fixe la pente de la droite de charge dynamique.

Dernier point pour clore ce paragraphe consacré aux particularités de ce schéma, le condensateur de sortie. C'est un handicap sans nul doute. Malheureusement, on ne peut s'en passer, il faut faire des conces-

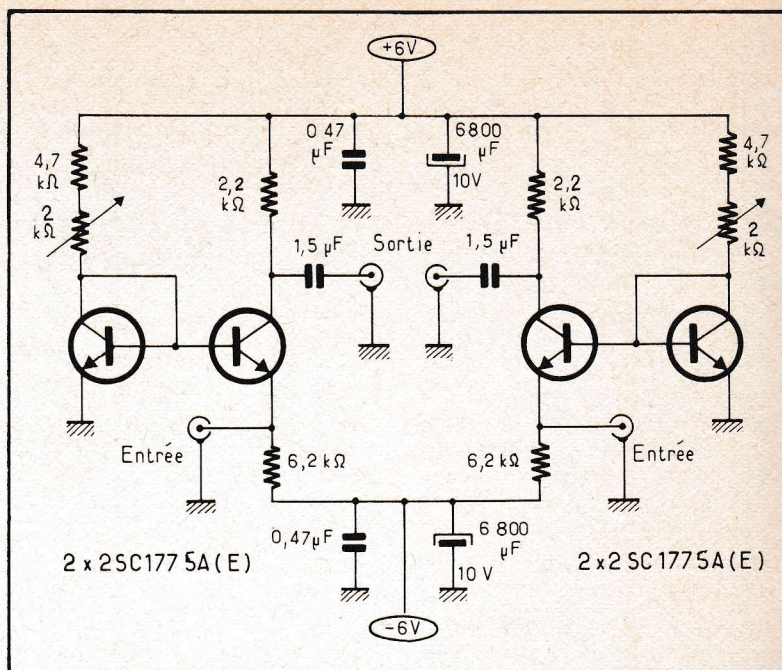
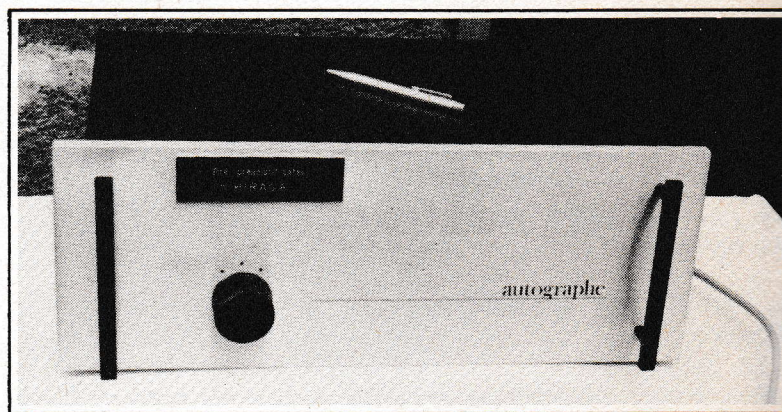


Fig. 1 : Le pré-amplificateur Hiraga dans sa version de base tel qu'il a été décrit dans les numéros 16 et 17, les deux canaux sont représentés.



L'ultime version du pré-amplificateur Hiraga, son schéma de principe est identique à celui de la figure 1.

sions et stopper le continu. Cependant, la sortie se fait à assez haute impédance. Ce n'est pas critique, l'entrée phono d'un préamplificateur est de 47 k. Il faut toutefois veiller à la liaison pré-pré-ampli qui ne devra pas être trop longue ni trop capacitive. Aussi, le condensateur de liaison a une valeur relativement faible, 1,5 μF pour une coupure basse de 2 Hz, ce qui constitue une très bonne valeur. Heureusement, pour ces valeurs de capacité

on trouve désormais des produits excellents à diélectrique polycarbonate ou polypropylène dont les détériorations apportées au signal restent du domaine du « supportable ». Les plus exigeants pourront toujours se rabattre sur ce que la technologie nous offre de mieux aujourd'hui comme nous pourrions le voir plus loin...

2. Les performances

Les qualités du pré-pré Hiraga ne sont plus à démontrer, elles

font depuis plus de t...
demi le bonheur...
d'audiophiles. Quels...
les systèmes dans...
s'intègre, les réaction...
nimes.

Par quoi se car...
schéma Hiraga sur...
l'écoute ? Tout d'abo...
nition qu'il procure e...
de taille. Les nuance...
petites modulations...
forts signaux pa...
aisance et naturel. Sa...
et sa linéarité dyna...
exemplaires. Cette...
n'est jamais agressive...
n'est jamais proj...
s'explique par le fait...
cuit n'est pas du to...
réactionné et donc à...
toute forme de distors...
toire. Cela explique...
qu'il ne privilégie au...
particulière du spectre...
tion est manifeste de...
grave à l'extrême-aigu...
remarquable ouvertur...

Enfin, le couplage...
l'équipage mobile de...
assure un asservisseme...
celui-ci, c'est la ra...
laquelle les registres...
extrême-grave sont si...
trôlés.

La configuration...
Hiraga assure un...
adaptation du circuit...
de l'impédance de la c...
que celle-ci est couplé...
Il y a toutefois des...
bruit qui entrent en...
compte mais nous ve...
plus loin.

Techniquement le...
manches sont à l'abri...
critiques. Le niveau...
maximum atteint plus...
avant écrêtage, la b...
sante dépasse 500 kHz...
La réponse transitoire...
lement mesurable, de...
la distorsion bien que...
n'ait recours à aucu...
réaction. La stabilité...
lente et les performanc...
hors pair avec des...
bien choisis comme n...

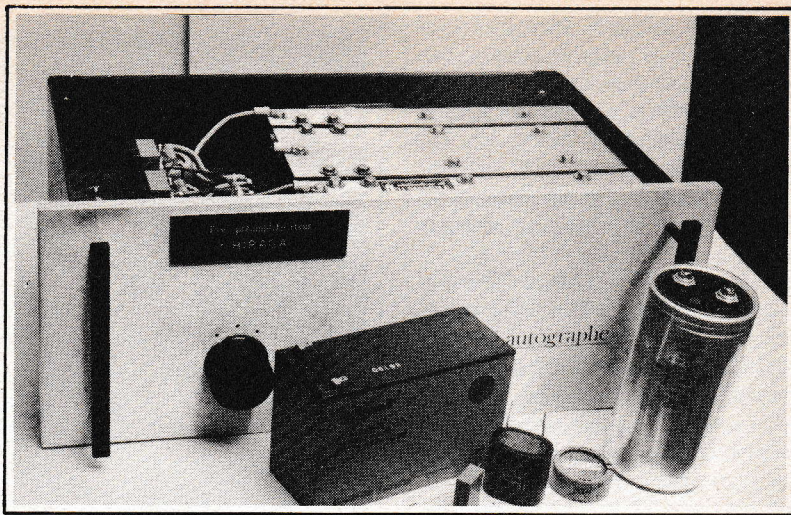
nt depuis plus de trois ans et
mi le bonheur de milliers
audiophiles. Quels que soient
s systèmes dans lesquels il
ntègre, les réactions sont una-
mes.

Par quoi se caractérise le
héma Hiraga sur le plan de
écoute ? Tout d'abord la défini-
tion qu'il procure est un atout
taille. Les nuances des plus
tites modulations aux plus
rts signaux passent avec
ance et naturel. Sa dynamique
sa linéarité dynamique sont
emplaires. Cette dynamique
est jamais agressive, le son
est jamais projeté. Cela
explique par le fait que le cir-
cuit n'est pas du tout contre-
actionné et donc à l'abri de
toute forme de distorsion transi-
re. Cela explique également
il ne privilégie aucune zone
articulière du spectre, la défini-
on est manifeste de l'extrême-
ave à l'extrême-aigu avec une
marquable ouverture.

Enfin, le couplage direct de
quipage mobile de la cellule
sure un asservissement idéal à
ui-ci, c'est la raison pour
quelle les registres grave et
trême-grave sont si bien con-
lés.

La configuration du circuit
raga assure une auto-
aptation du circuit en fonction
l'impédance de la cellule puis-
e celle-ci est couplée en direct.
y a toutefois des critères de
uit qui entrent en ligne de
mpte mais nous verrons cela
s loin.

Techniquement les perfor-
ances sont à l'abri de toutes
tiques. Le niveau de sortie
ximum atteint plusieurs volts
ant écrêtage, la bande pas-
ante dépasse 500 kHz à -3 dB.
réponse transitoire est difficil-
ment mesurable, de même pour
distorsion bien que le circuit
ait recours à aucune contre-
ction. La stabilité est excel-
te et les performances en bruit
s pair avec des transistors
n choisis comme nous le ver-



La version Autographe. L'alimentation et les condensateurs de liaison ont fait l'objet de développements sans compromis.

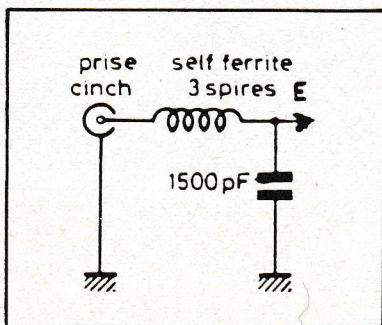


Fig. 2 : Filtre haute fréquence à placer en série sur l'entrée lorsqu'il se pose des problèmes de réception radio. La self est un modèle haute fréquence constitué de petits bâtonnets de ferrite autour duquel sont bobinées trois spires. La capacité sera un modèle au polypropylène.

rons. L'impédance d'entrée est bien évidemment liée au β des transistors pour une valeur moyenne de 250 l'impédance d'entrée est de l'ordre de 6 Ω . L'impédance de sortie enfin est de l'ordre de 2,6 k Ω .

3. Les limitations

Après avoir fait de tels éloges du schéma Hiraga, il convient pour être crédible de regarder avec lucidité ses limitations.

Le condensateur de liaison en sortie comme nous l'avons dit, doit être choisi avec le plus grand soin. C'est un point critique du montage, mais la technologie des

condensateurs actuels nous offre des solutions de qualité.

La bande passante très étendue a pour revers de ne pas atténuer les parasites haute fréquence susceptible d'être captés par le câble de liaison cellule-préampli. Un câble à blindage de haute qualité doit être utilisé. De plus, suivant l'environnement, si le problème est manifeste, il est aisé de réaliser un filtre haute fréquence placé en série sur l'entrée (fig. 2), lequel a l'avantage de ne pas limiter intrinséquement la réponse transitoire du préampli.

L'alimentation, pour des raisons bien évidente de bruit, doit s'effectuer à partir de piles ou de batteries. Il est inconcevable d'utiliser le secteur pour alimenter un tel schéma ou d'ailleurs tout autre préamplificateur. Arrivé à un taux d'ondulation, un bruit d'alimentation ainsi qu'à une réjection des parasites secteur qui en niveau soit en rapport avec l'amplitude des signaux à traiter est du domaine de l'utopie, les petits signaux délivrés par une cellule ont un niveau de l'ordre du μ V.

La solution d'alimentation par pile est contraignante de par la nécessité d'avoir à ouvrir l'appareil pour effectuer le change-

ment. La pile PX 24 utilisée sur la version d'origine, outre son prix élevé, a une durée de vie qui, dans l'utilisation sur le prépré Hiraga, atteint à peine les 200 heures. Comme nous le verrons la solution des accumulateurs au plomb étanche a bien des avantages.

La version de base utilisant des transistors 2SC 1775 par ailleurs remarquables sur le plan subjectif, limite l'utilisation du prépré à des cellules d'impédance relativement élevée. Aussi les performances en bruit, critère capitale pour un préamplificateur sont-elles terriblement tributaires de la qualité des transistors utilisés.

B. Performances en bruit

1. Notions théoriques

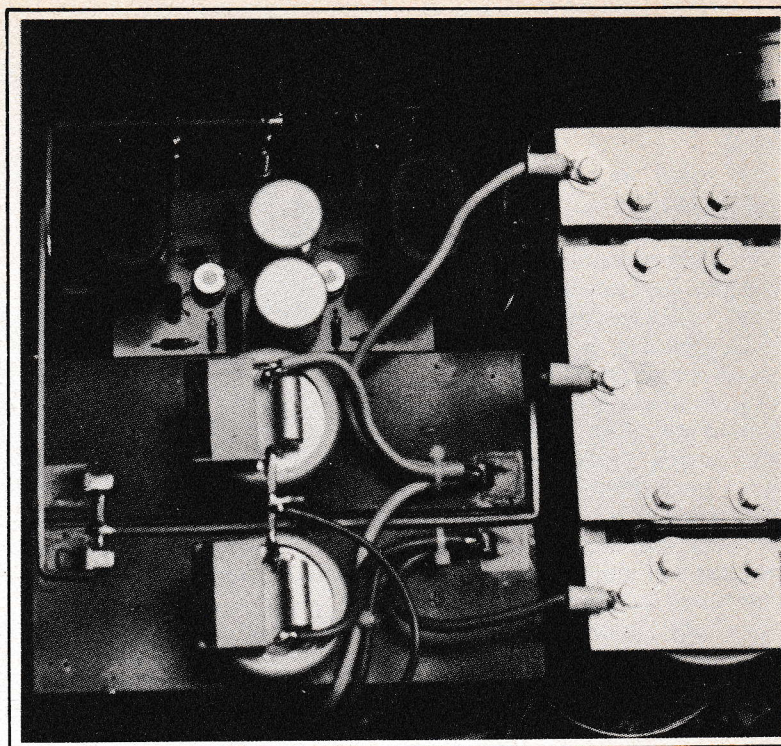
Notre propos n'est pas ici de rentrer dans le détail de l'analyse harmonique des fonctions aléatoires, outil mathématique de la compréhension des problèmes de bruit de fond. Il est important cependant de définir, le plus simplement possible, les paramètres essentiels du bruit, de sorte que le lecteur comprenne bien le pourquoi des choix qui ont été faits.

Philippe Faugeras dans le n° 21 a publié une étude sur les aspects théoriques du bruit de fond. Le lecteur désireux d'approfondir la question pourra s'y reporter.

Nous ne reprendrons dans cet article que les notions essentielles à la compréhension des performances en bruit du préamplificateur.

Dans un transistor, bipolaire ou Fet, le bruit est schématisé par deux générateurs. Un générateur de tension de bruit e_n et un générateur de courant de bruit i_n (cf. n° 21 p. 72).

Dans le cas d'un préamplificateur l'influence du générateur de tension de bruit est plus importante que celle du générateur de courant de bruit. L'explication en est simple. La



Vue de détail de l'alimentation de la version Autographe. Les performances en bruit des transistors utilisés sont telles qu'il a été nécessaire pour en tirer le bénéfice de développer une alimentation monstrueuse.

cellule à bobine mobile a une résistance interne faible, de quelques ohms à une centaine d'ohms. Cette résistance interne constitue pour le préamplificateur la résistance de source R_s . La tension de bruit apparaissant aux bornes de celle-ci sous l'effet du générateur de courant de bruit du transistor d'entrée du pré-amplificateur sera proportionnel à la valeur de la résistance R_s ($e_s = i_n \cdot R_s$). Comme R_s est faible, la contribution du générateur de courant de bruit au bruit global sera faible. Les Fet, excellents sur ce critère, par rapport aux bipolaires, ne tirent donc aucun avantage de la situation. Par contre, en termes de tension de bruit e_n , les bipolaires prennent le dessus et c'est la raison pour laquelle leur choix dans un préamplificateur ne laisse aucun doute.

Analysons à présent plus en

détail le problème du *générateur de tension de bruit*. Dans un transistor bipolaire, entre l'électrode, la patte de connexion, de la base B et la base réelle, physique, du semiconducteur du transistor B', il existe une résistance d'accès dénommée $r_{bb'}$ (aussi appelée résistance de surface de base). C'est une composante cruciale comme nous allons le voir. Cette résistance génère comme toute résistance un bruit thermique (terme en $4 kT r_{bb'}$, se référer à la figure 3). La caractéristique d'entrée d'un transistor dépend également d'une autre résistance que l'on appelle $r_{b'e}$, c'est la résistance existant entre la base réelle et l'émetteur du transistor. $r_{b'e}$ est liée à un bruit non plus thermique mais de Schottky dépendant du courant I_c traversant le transistor (terme en

$$2 q I_c r_e^2 = 2 q I_c \left(\frac{r_{b'e}}{\beta}\right)^2$$

voir fig. 3).

Bruit thermique de

- k : cste de Boltz
- T : température a
- Δf : bande de fré

Bruit de Schottky

- q : charge de l'é

Valeur optimale de bipolaire

- $r_{bb'}$: résistance d
- I_c : courant colle
- r_e : résistance d'

où g_m : transcond
 $r_{b'e}$: résistance
 β : gain en cour

Fig. 3 : Définitions prin

On voit donc que le bruit $r_{bb'}$ devra être le plus possible afin de réduire le bruit d'origine thermique. Elle est la source. Elle devra être le plus élevée. Bien sûr, suivant les paramètres a des valeurs ou moins élevées mais pas tout car β varie avec la valeur du courant I_c du transistor. Il faudra

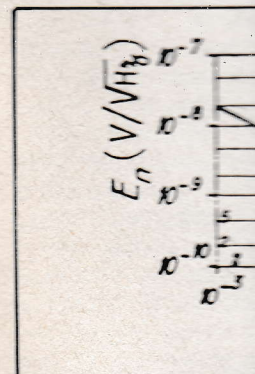


Fig. 4 : Variations de l'entrée d'un transistor qu'il est impératif de trouver du milliampère pour se pallier horizontal dont des de l'ingénieur).

Bruit thermique dans une résistance R

$$e_{th}^2 = 4 k T R \Delta f$$

- k : cste de Boltzmann $1,380 \cdot 10^{-23} \text{ J/}^\circ\text{K}$
- T : température absolue 300°K à la température ambiante
- Δf : bande de fréquence considérée.

Bruit de Schottky pour un courant I

$$i^2 = 2 q I \Delta f$$

- q : charge de l'électron $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Valeur optimale de la tension de bruit dans un transistor bipolaire

$$e_n^2 = (4 k T r_{bb'} + 2 q I_c r_e^2) \Delta f$$

- $r_{bb'}$: résistance d'accès à la base physique
- I_c : courant collecteur traversant le transistor
- r_e : résistance d'émetteur

$$r_e = \frac{1}{g_m} = \frac{r_{b'e}}{\beta}$$

où g_m : transconductance

$r_{b'e}$: résistance entre la base physique et l'émetteur

β : gain en courant ($\beta = g_m r_{b'e}$) en basse fréquence.

Fig. 3 : Définitions principales du bruit.

On voit donc que pour limiter le bruit $r_{bb'}$ devra être le plus faible possible afin de minimiser le bruit d'origine thermique dont elle est la source. De plus, β devra être le plus élevé possible. Bien sûr, suivant les transistors ce paramètre a des valeurs plus ou moins élevées mais ce n'est pas tout car β varie suivant la valeur du courant I_c traversant le transistor. Il faudra travailler à

un courant collecteur suffisamment élevé pour que le bruit thermique de $r_{bb'}$ soit le seul à rentrer en ligne de compte (partie horizontale de la figure 4).

Voilà, nous avons défini les critères dominants du bruit. Le choix du transistor doit s'appuyer sur les deux notions suivantes :

- $r_{bb'}$ la plus faible possible ;
- β le plus élevé possible et donc

un courant collecteur suffisamment élevé pour que l'influence du bruit lié à $r_{b'e}$ soit négligeable.

2. Le transistor 2SB 737R

Jean Hiraga fait mention, dans son article sur le pré-préamplificateur dans le n° 16 de la paire 2SB 737R/2SD 786R aux performances du plus haut niveau. Avant de les utiliser, nous avons comparé chacun de ces modèles à la version de base utilisant le 2SC 1775AE, réputé pour ses qualités subjectives. Le brochage était identique, la comparaison est simple. Avec le 2SD 786, qui est comme le 2SC 1775AE un NPN, aucune modification ne s'impose.

Toutefois avec le 2SB 737R qui, lui, est un PNB, il convient d'inverser les polarités des alimentations (fig. 5) et bien entendu, celles des condensateurs chimiques $6\ 800 \mu\text{F}/10 \text{ V}$ placés sur le circuit imprimé.

A l'écoute, nous avons préféré le 737, plus précis, plus défini que le 786.

Au vu des caractéristiques, l'explication peut se trouver au niveau de la fameuse résistance $r_{bb'}$ égale à 2Ω (typique) et 4Ω max. pour le 737 contre respectivement 4Ω et 6Ω max. pour le 786. Le bruit, avec le 737, est donc légèrement inférieur.

Sinon, le β est compris entre 120 et 560 suivant les lots et le f_T est de 100 MHz, cela pour les deux modèles.

Le 2SB 737R est donc le transistor rêvé pour le pré-préamplificateur Hiraga. Bien évidemment, le second transistor utilisée en régulateur de courant sera également un 2SB 737R car pour bien remplir son rôle, il doit avoir les mêmes caractéristiques et en particulier non-linéarités que le transistor amplificateur afin de parfaitement stabiliser l'ensemble.

Le courant collecteur, comme avec le 2SC 1775AE, est fixé à 1 mA. C'est une excellente valeur, suffisamment élevée

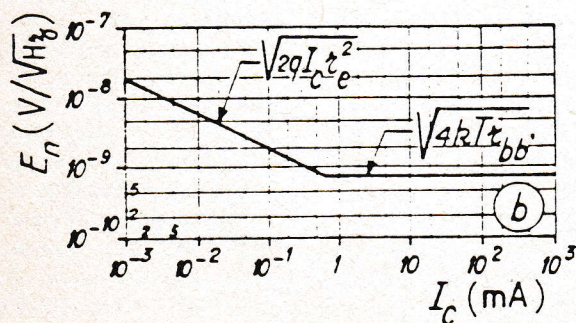


Fig. 4 : Variations de l'écart quadratique moyen de la tension de bruit à l'entrée d'un transistor bipolaire en fonction du courant collecteur. Il est clair qu'il est impératif de travailler à des courants collecteurs suffisants de l'ordre du milliampère pour se placer dans les conditions optimales c'est-à-dire sur le palier horizontal dont la limite est fixée par $r_{bb'}$. (D'après M. Savelli. Techniques de l'ingénieur).

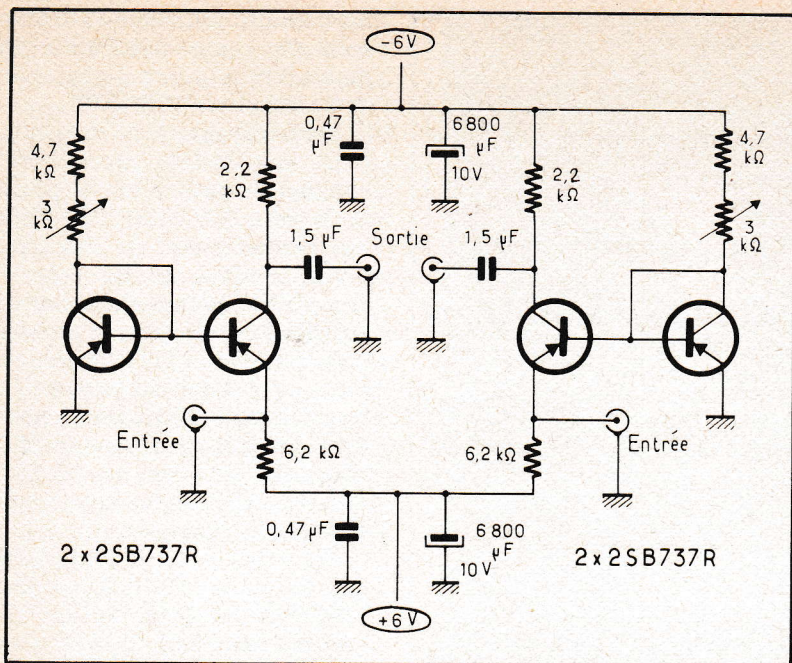


Fig. 5 : Le prépré Hiraga version 2 avec les transistors 2SB 737R. Ces transistors étant des modèles PNP, les polarités de l'alimentation par rapport à la version de base sont inversées ainsi que celles des deux chimiques de 6 800 μ F. Le courant collecteur pour chacun des deux transistors est de 1 mA. Le réglage du 0 V en entrée se fait en jouant sur les trimmers de 3 k Ω .

pour garantir des performances en bruit hors pair à la limite du mesurable (cf. article de Christian Combettes n° 27 p. 55).

Par rapport à la version de base avec le 2SC 1775AE, l'amélioration du rapport signal/bruit est plus qu'appréciable. Potentiomètre de volume à fond, il faut tendre l'oreille pour percevoir le bruit de fond de la cellule, cela sur notre système ayant un rendement de 96 dB/W/m ! Ce gain sur le bruit s'accompagne tout naturellement d'un gain en dynamique « vers le bas ». Les petits signaux sont restitués avec une précision extrême.

De plus, de par son r_{bb} , ridiculement faible, le 2SB 737R rend l'adaptation du pré-préamplificateur possible même avec des cellules de 2 Ω (association impossible avec le 2SC 1775AE pour des raisons de bruit). Cette particularité alliée à la configuration propre du schéma qui relie en continu à la cellule s'auto-adapte à son impé-

dance confère une universalité quasi-totale au pré-préamplificateur Hiraga. Seules les cellules à bobine mobile à haut niveau de sortie et par là, à haute impédance (supérieure à 100 Ω) ne donneront pas des résultats optimums. Ce n'est pas pour ce genre d'utilisation que le pré-préamplificateur a été conçu. D'ailleurs, ces cellules sont proposées pour justement se passer de prépré ou de transfos tout en profitant de l'intérêt de la bobine mobile. Malheureusement, ce n'est qu'un compromis que nous ne retenons pas pour des systèmes de haute qualité. L'adaptation d'impédance de ce type de cellule avec l'entrée phono 47 k Ω d'un préamplificateur est loin d'être optimale...

C. Les évolutions autour du circuit Hiraga

1. Les transistors 2SB 737R

Comme nous l'avons vu dans le paragraphe précédent, ces transistors apportent un « plus »

considérable. La diminution du bruit de fond s'accompagne d'un piqué de restitution accru. Cela nous a aidé à mieux cerner les influences de la qualité de condensateur de liaison de sortie d'une part et de celle de l'alimentation d'autre part.

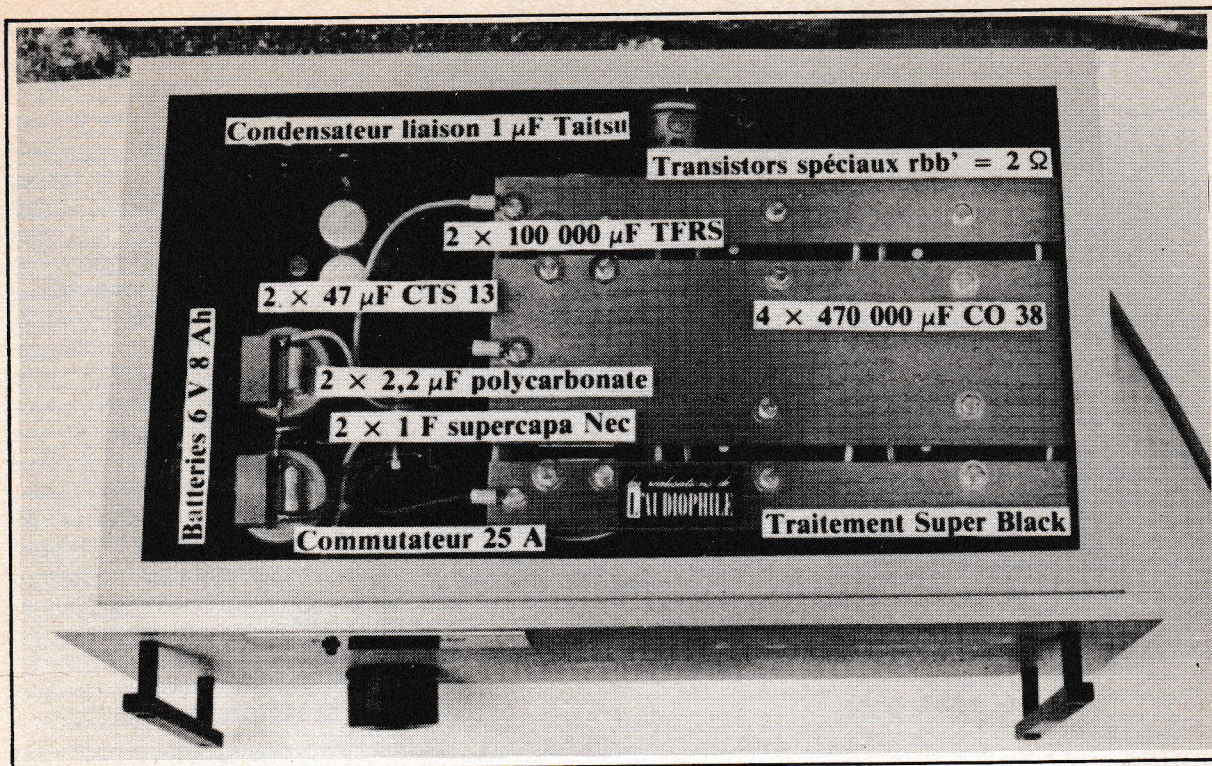
2. Le condensateur de liaison

Comme nous l'avons mentionné dans la première partie de cet article, le condensateur de liaison constitue un point critique du montage. Son choix doit se faire avec le plus grand soin.

Dans le numéro 16, Jean Hiraga recommande l'utilisation de deux 0,47 μ F/250 V PMT ITT jugés à juste titre excellents. Il est conseillé de les traiter au Superblack (vernis limitant les champs électrostatiques apparaissant sur les parties isolantes des composants). Ces condensateurs restent un très bon choix, surtout compte tenu de leur faible coût. Malheureusement, n'étant plus fabriqués, leur disponibilité devient critique.

Nous avons cherché des solutions de remplacement de qualité et peu onéreuses. Après multiples essais, nous avons opté pour une valeur un peu plus élevée de 1,5 μ F au lieu de 1 μ F constituée par l'association d'un 0,47 μ F/100 V MKS4 Wima et d'un 1 μ F polycarbonate.

Il semblerait que la valeur du condensateur de liaison soit étroitement liée à la qualité intrinsèque du condensateur du point de vue subjectif. Car, du point de vue technique, l'incidence se situe uniquement dans la fréquence de coupure basse qui passe de 3 Hz à 2 Hz... Ainsi, avec les modèles Taitso, polypropylène et armatures en cuivre rigide, nul besoin de passer à 1,5 μ . Le 1 μ Taitso procure sur le pré-préamplificateur Hiraga des résultats sans comparaison. Tous les amateurs qui ont pu faire l'essai, quel que soit la qualité de leur système, sont unanimes. Le message gagne en détails, en définition, en aisance.



Le premier prototype de la version Autographe réalisé à titre expérimental pour les Journées de la Haute Fidélité de mars 83 à l'hôtel Sofitel. Ce prototype regroupe toutes les évolutions qui ont été faites autour du circuit Hiraga.

Bref, il passe plus de choses, il y a un rideau en moins. Ceux qui douteraient encore de l'influence de qualité des condensateurs doivent faire cet essai...

3. L'alimentation

Là aussi, la configuration du schéma limite en théorie l'incidence de l'alimentation. Pourtant, qui a pu faire l'essai en remplaçant des piles de 200 mAh par des petits accumulateurs au plomb étanche de 1 Ah, a pu réaliser qu'il fallait aller au-delà des considérations théoriques élémentaires et que bien des paramètres d'importance minime a priori peuvent prendre le dessus lorsqu'un schéma est considéré sous l'angle de ses performances subjectives.

La grosse différence existant entre un accumulateur au plomb et une pile alcaline même de très bonne qualité est la capacité de réponse en courant. Un petit accumulateur un 1 Ah peut débiter en instantané jusqu'à 40 A !

Cela est lié naturellement à sa faible résistance interne de quelques centaines d'ohms en règle générale. Toutefois, cela n'explique pas tout surtout lorsque le schéma à alimenter ne consomme que quelques milliampères... Pourtant la seule explication se trouve dans la réponse transitoire de l'alimentation. En la surdimensionnant, on se garantit une capacité de réponse transitoire tout à fait exceptionnelle qui, bien naturellement, se perçoit de manière flagrante à l'écoute. Il faut comprendre que le prépré avec une fréquence de coupure très basse (c'est la seule solution pour avoir un grave d'excellente qualité) est amené à traiter des signaux infra-sonores, tels que voile ou excentrage de disque, résonance de cellule. Ces signaux ont une énergie importante et sollicitent donc l'alimentation à des fréquences extrêmement basses. Aussi, les signaux musicaux de petite amplitude

seront-ils masqués par ces onduations basse fréquence de forte énergie. Par contre, avec une alimentation « énorme » la référence de tension reste stable et permet de traiter des signaux dont l'amplitude dépasse à peine le microvolt. A ce sujet, il est possible de proposer au lecteur une analogie qui lui fera mieux comprendre le problème. Lorsqu'on veut effectuer la pesée de très faible masse, il est nécessaire d'avoir recours à des socles de balance d'une inertie colossale. Plus la masse à peser sera faible et plus le socle de balance devra être lourd. Pour un préamplificateur c'est à peu près le même paradoxe.

A titre expérimental, nous nous sommes amusés à pousser très loin l'alimentation de sorte à mieux quantifier les divers paramètres. Nous en sommes arrivés au « délire » que constitue la version autographe brièvement présentée dans le n° 28 dans la

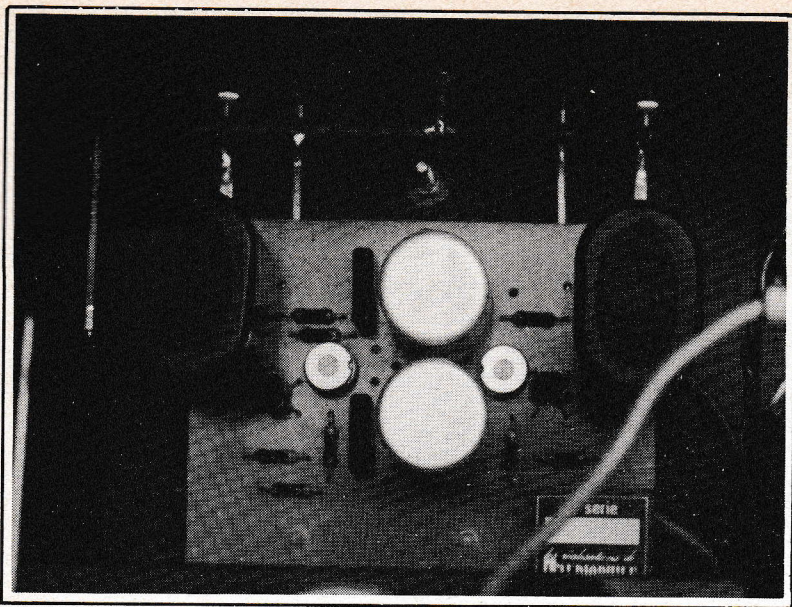


Fig. 6 : Détail de connexion des masses et des entrées-sorties sur le circuit imprimé de la version Autographe. Des barres de cuivre rigides sont utilisées.

rubrique « On en parle ». A la demande de nombreux lecteurs, nous allons vous donner plus d'informations sur cette super-version.

D. La version Autographe

1. Le circuit imprimé

De dimensions sans commune mesure avec la version de base, le prépré Autographe utilise cependant le même circuit imprimé. Tous les composants sont identiques à l'exception des condensateurs de liaison qui sont des Taitsu Hi-Lambda $1 \mu\text{F}$. Les pistes du circuit sont « armées » par de la petite barre de cuivre afin de combattre toute résistance parasite indésirable. Les résistances à film de tantale et les condensateurs de découplage des deux chimiques sont traités au Superblack.

Les connexions entrées-sorties s'effectuent par de la barre de cuivre de section carrée (fig. 6). Le raccord des masses des Cinch ainsi que celles de l'alimentation utilisent les mêmes barres de cuivre. Le châssis est raccordée à la masse générale au point central

se situant entre les prises Cinch d'entrée.

2. L'alimentation

Mieux que tout commentaire, nous vous donnons en fig. 7 le schéma général. Rien de très particulier si ce n'est que cette alimentation est poussée à l'extrême. Deux batteries de 6 V 8 Ah fournissent l'énergie. Ce sont des batteries au plomb étanche à très faible résistance interne. Vient ensuite un réservoir d'énergie constitué par $6 \times 400\,000 \mu\text{F}$ 10 V à faible résistance série. Le lecteur peut se poser la question de savoir pourquoi il est nécessaire d'utiliser de telles capacités chimiques lorsqu'on travaille sur batterie et où il n'y a pas de problèmes de filtrage d'ondulations. La raison en est simple. On n'a pas encore trouvé mieux que les chimiques pour constituer des réservoirs d'énergie à très basse impédance.

Une très bonne batterie a une résistance interne qui est supérieure de plus d'une dizaine de fois de celle d'un bon chimique.

En outre, une batterie en tant que générateur est le siège de phénomènes chimiques inhérents à son principe qui sont à l'origine de fluctuations, de bruit aléatoires. Bien que de niveau extraordinairement faible, il faut penser à tout lorsque l'on veut traiter des signaux d'aussi faible niveau que ceux que nous délivre la cellule dans de bonnes conditions. Point capital : les connexions, des chimiques en particulier. La seule solution valable est d'utiliser des plaques de cuivre de forte épaisseur, les bornes des condensateurs, même neufs, devront être minutieusement nettoyées, passées à la toile émeri très fine et enduites d'Electrolube (huile conductrice), les plaques de cuivre subissent le même traitement, des rondelles éventail sont montées sur les vis de fixation et mordent dans le cuivre.

Deux Supercapas de 1 F sont utilisées sur chacune des polarités de l'alimentation (voir L'Audiophile n° 29, l'article consacré à cette technologie). Elles jouent un rôle de « volant d'inertie » et lissent la réponse globale de l'alimentation.

Pour compenser la remontée selfique en haute fréquence des capacités chimiques, il est utilisé sur chacune des polarités un condensateur de $47 \mu\text{F}$ CTS 13 au tantale solide en parallèle avec un $2,2 \mu\text{F}$ polycarbonate Ero.

Un commutateur de très gros ampérage (risque d'arc à la mise sous tension compte tenu de l'énorme charge capacitive) permet de mettre le circuit sous tension et de l'arrêter. Sa troisième position est utilisée pour la charge des batteries. Charge qui s'effectuera naturellement en dehors des écoutes. Il est d'ailleurs conseillé de débrancher le secteur qui alimente le chargeur lors de l'écoute. De toutes les manières, compte tenu de la capacité des batteries, l'autonomie entre chaque charge est de plusieurs mois.

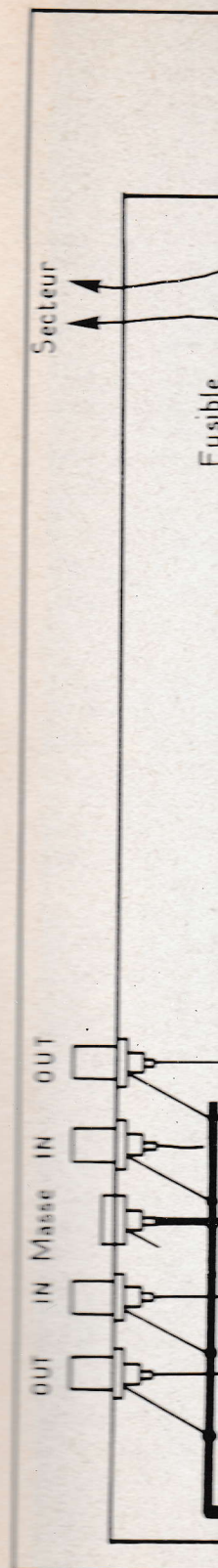
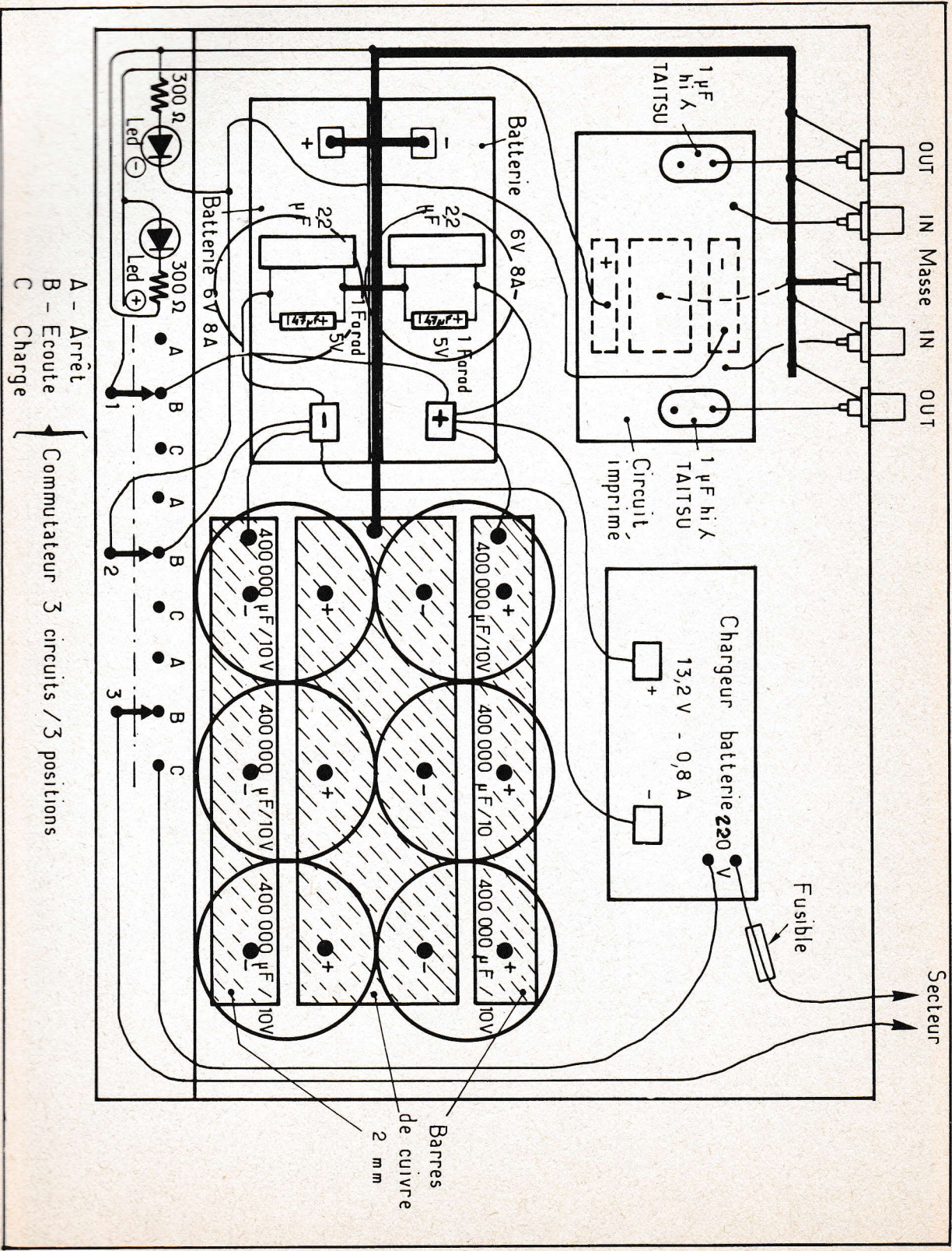


Fig. 7 : Schéma de l'alimentation.

Fig. 7 : Schéma de l'alimentation de la version Autographe.



est le siège de
 imiques inhérents
 qui sont à l'ori-
 ations, de bruit
 n que de niveau
 ent faible, il faut
 orsque l'on veut
 ux d'aussi faible
 que nous délivre
 de bonnes condi-
 tional : les con-
 imiques en parti-
 solution valable
 s plaques de cui-
 sseur, les bornes
 rs, même neutfs,
 nutieusement net-
 à la toile émeri
 duites d'Electro-
 ductrice), les pla-
 ubissent le même
 rondelles éventail
 ur les vis de fixa-
 dans le cuivre.
 apas de 1 F sont
 aucune des polari-
 entation (voir
 n° 29, l'article
 ite technologie).
 rôle de « volant
 ssent la réponse
 entation.
 user la remontée
 te fréquence des
 ques, il est utilisé
 polarités un con-
 7 µF CTS 13 au
 en parallèle avec
 carbonate Ero.
 teur de très gros
 compte tenu de
 circuit sous ten-
 ter. Sa troisième
 utilisée pour la
 rties. Charge qui
 aturellement en
 utes. Il est d'all-
 de débrancher le
 ente le chargeur
 e. De toutes les
 pte tenu de la
 tteries, l'autono-
 me charge est de