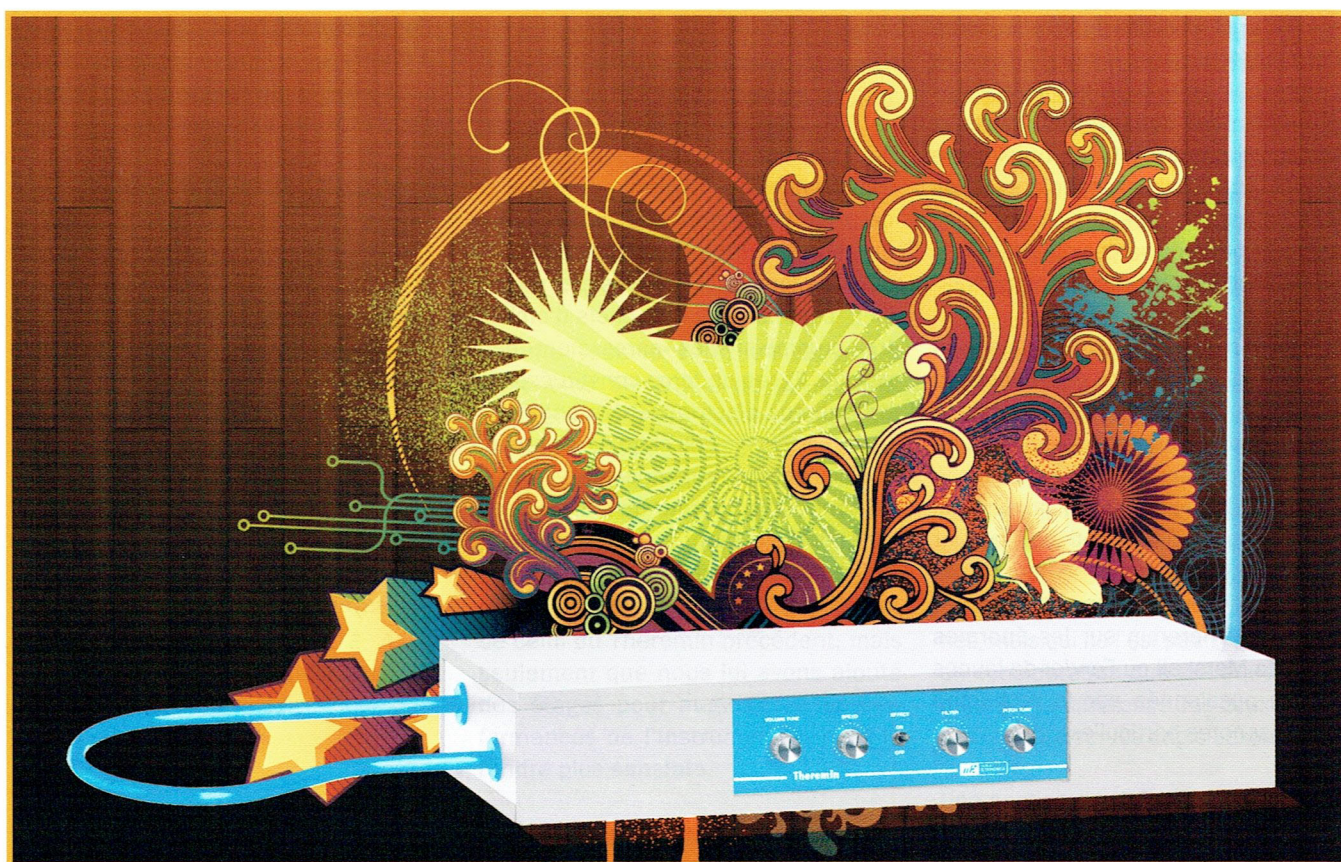


THEREMIN PROFESSIONNEL

L'intérêt suscité par le Theremin publié dans le n° 95 d'ELM nous a poussés à prendre en considération la demande que beaucoup de musiciens nous adressent : réaliser un theremin en version professionnelle. Grâce à deux nouvelles antennes étudiées spécialement et à la révision de la partie électronique, nous pouvons enfin donner satisfaction à cette attente.



Souvenez-vous de l'inoubliable et émouvante scène du film de Milos FORMAN : «*Vol au dessus d'un nid de coucou*», quand le gigantesque indien s'échappe de l'hôpital psychiatrique en portant sur ses épaules Jack Nicholson désormais «lobotomisé»? Vous serez peut-être étonné d'apprendre que les **notes poignantes** qui accompagnent la scène sont jouées sur un Theremin !

En réalité bien des «BOF» (bande originale du film) ou pistes son de films fameux mettent à contribution cet instrument original, par exemple celle de «*La Maison du docteur Edwards*» (1945) d'Alfred Hitchcock, ou celle du film de science-fiction «*Le jour où la terre s'arrêta*» (1951) de Robert Wise et

encore l'indicatif de «*Star Trek*» avec les mythiques *Spock* et *Kirk*, pour n'en citer que quelques uns.

Mais cela ne doit pas vous surprendre car le Theremin, premier instrument de musique électronique réalisé par l'ingénieur russe **Lev Sergeevic Termen** (1896-1993), depuis sa première apparition a suscité l'enthousiasme non seulement des amateurs éclairés, mais aussi des musiciens professionnels férus d'expérimentations. Parmi ces derniers l'ingénieur américain **Robert Moog** fut un des plus fameux pionniers de la musique électronique : Moog, avant d'inventer le premier synthétiseur à clavier, s'était longuement exercé sur le Theremin qu'il avait réalisé lui-même.

Pour la musique classique on retiendra l'américain **Charles Ives** : lui aussi utilise le Theremin dans la composition de sa célèbre *Quatrième symphonie*.

Avec le petit **Theremin** présenté dans le numéro **95** de la revue **ELM** nous avons voulu vous donner une idée de cet instrument, du son qu'il génère et du caractère unique des effets qu'il permet d'obtenir. Nous avons en outre souhaité revivre l'atmosphère d'effervescence et d'expérimentation musicale caractéristique des années '60-'70 (sixties & seventies), référence incontournable pour toute l'évolution de la musique de cette fin de XXe siècle. Dans ces années «bénies» (pour d'innombrables domaines) il n'existait guère de synthétiseurs ni d'ordinateurs avec lesquels «faire de la musique», mais dans le meilleur des cas seulement des synthétiseurs de sons constitués de multiples oscillateurs discrets, que d'habiles ingénieurs musiciens «mixaient» (mélangeaient) avec des bruits produits par les objets utilisés pour le bruitage cinématographique.

Le Theremin qui, comme le martelait son inventeur, avait été conçu pour donner au musicien la possibilité de jouer les sons d'un orchestre tout entier, apporta une contribution déterminante à la recherche expressive de ces années-là. Aujourd'hui encore, cet instrument continue à exercer une forte attirance, comme nous avons pu l'éprouver personnellement, en voyant notre petit Theremin sur les énormes enceintes Marshall ou Fender de jeunes groupes passionnés par la recherche d'effets sonores particuliers.

Pourquoi un Theremin professionnel ?

L'idée de réaliser ce nouveau Theremin a jailli à la lecture de lettres envoyées par des lecteurs musiciens lesquels, ayant beaucoup aimé le Theremin du numéro 95 d'ELM, l'ont toutefois jugé insuffisamment universel d'utilisation et surtout inadapté à un usage artistique professionnel.

Pour obtenir le résultat actuel, c'est-à-dire un **Theremin professionnel**, nous avons fait construire des antennes

par un artisan qui a mis toute son expérience à notre disposition : ces antennes «**vivent**» littéralement pour cet instrument. Grâce à son aide nous avons obtenu une meilleure **sensibilité** au **toucher** et une plus grande **universalité** d'emploi : cela se traduit par une **définition** des **notes** précise et, de par l'élargissement de l'espace physique entre une note et l'autre, par une meilleure **dynamique**. En ce qui nous concerne, nous avons revu la partie électrique et ajouté des éléments qui font de ce Theremin un **instrument complet** à parité égale avec ceux dont jouent les grands musiciens.

Comment on joue du Theremin

Rappelons que le Theremin, constitué de deux antennes montées sur un boîtier qui renferme tous les circuits électroniques, se joue en agitant les mains dans l'air, comme le font les chefs d'orchestre, comme si elles «caressaient» d'invisibles lignes de force constituées par les champs électriques des antennes. Quand on les éloigne et qu'on les rapproche de l'antenne supérieure (la verticale) on contrôle la **hauteur** de la **note**, alors qu'en les éloignant et les rapprochant de l'antenne latérale (l'horizontale), on règle l'**amplitude** (le volume).

Dans le numéro **95** d'**ELM**, nous donnons au sein de l'article dédié au Theremin une biographie de son inventeur, **Lev Sergeevic Termen**, mais nous ne disons pas grand chose sur la technique d'exécution qui est, comme il est facile de le comprendre, assez singulière.

Ici nous cherchons à combler cette lacune en décrivant une séquence d'exercices accompagnée, page ci-contre, de quelques exemples graphiques.

Exercice 1 - les notes (Figure 2)

Consiste à tenir la main gauche immobile et à utiliser la main droite, avec l'index sur le pouce (comme le «OK» des plongeurs), pour passer d'une note à l'autre sans jamais dépasser la note souhaitée. Initialement, ce mouvement est à exécuter lentement.

Exercice 2 - l'intensité (Figure 3)

L'exercice consiste à hausser et abaisser la main gauche très lentement sur l'antenne du volume en correspondance de chaque note et en ayant bien pris soin de rester sur la note en question.

Exercice 3 - la souplesse

Il s'agit d'effectuer des intervalles fortuits toujours plus rapidement ; chaque fois que vous aurez commis une «discordance» vous devrez ralentir et réessayer.

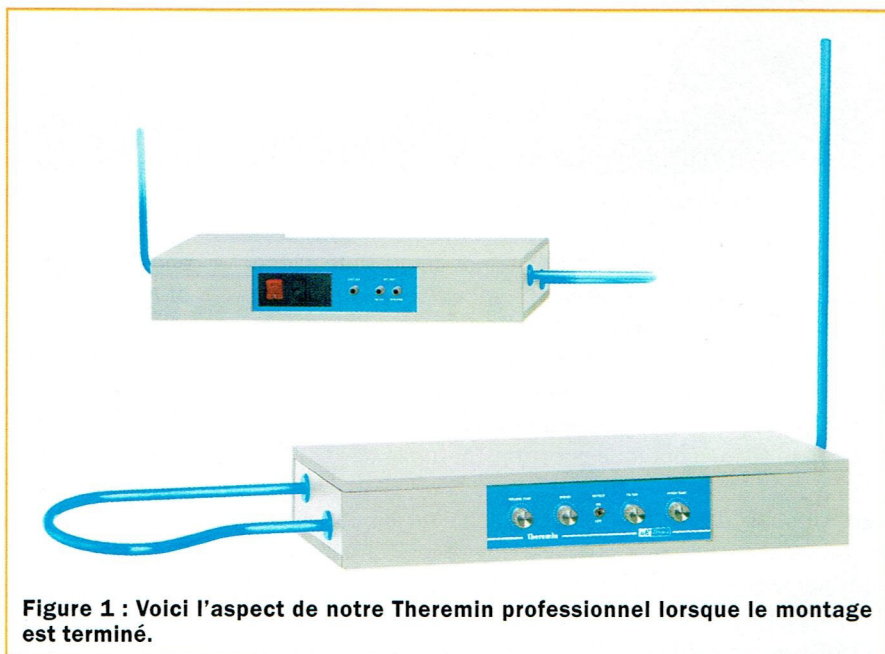


Figure 1 : Voici l'aspect de notre Theremin professionnel lorsque le montage est terminé.

Exercice 4 - la main gauche

Dans cet exercice il faut hausser la main gauche puis l'abaisser rapidement en face de chaque note pour produire un effet de «staccato»: l'exercice est à effectuer dans des tonalités différentes.

Exercice 5 - mouvements des doigts de la main droite (figure 4)

Répéter l'**Exercice 1**, avec index et pouce de la main droite unis. Ensuite, bras immobile dans la même position, bouger les doigts en les allongeant vers l'avant une ou deux fois, index et pouce toujours unis.

Exercice 6

Répéter l'**Exercice 5** mais en détachant les mouvements.

Exercice 7 - passer d'une note à l'autre

Apprendre à passer directement de la position de l'**Exercice 1** à la position de l'**Exercice 3** (en allongeant les doigts).

Exercice 8

Consiste à effectuer l'**Exercice 7**, mais en utilisant l'effet «staccato».

Exercice 9

Refaire les **Exercices 1, 2, 3, 4**, en demi-position. La demi-position s'obtient en allongeant les doigts pour jouer le demi-ton.

Exercice 10

Jouer «staccato» en passant directement de la position 1 des doigts à la position 4. Effectuer ensuite cet exercice en jouant «legato».

Selon la grande prêtresse du Theremin, **Clara Rockmore**, élève de Termen, il est nécessaire d'arriver au dixième exercice, même si cela implique de disposer d'une partition musicale sur laquelle lire les différentes notes à reproduire.

C'est là une condition très importante pour tirer de cet instrument tout ce qu'il a à donner.

Vous pouvez télécharger directement une méthode pour Theremin sur Internet. Grâce à Google, trouvez des sites, comme par exemple :

<http://www.etheremin.com/theremin/commentenjouer.html>

C'est un des meilleurs pour les francophones. Sur le **Web** vous pouvez trouver des vidéos de démonstration, filmées par des amateurs ou de magnifiques musiciens de métier : cela vous sera très utile pour apprendre cette extraordinaire technique. Tapez Theremin dans la case de recherche de **You Tube** et vous serez littéralement «inondés» de sons provenant du monde entier.

Bon ! Eh bien il ne nous reste plus qu'à commencer la description du schéma électrique de notre Theremin.

Le schéma électrique



Comme vous le voyez en regardant le schéma électrique de la figure 6, ce Theremin a été réalisé avec pour objectif d'obtenir un montage de type professionnel.

Mais entendons-nous bien : «professionnel» ne signifie pas que son principe de fonctionnement est différent de celui du Theremin précédent, mais seulement que nous lui avons ajouté des étages pour **augmenter** les performances de l'instrument et pour le rendre plus **sensible**.

Pour simplifier la description du schéma électrique, nous l'avons divisé en **5 étages**, en les prenant en considération l'un après l'autre :

- 1- L'étage qui génère les notes
- 2- L'étage qui génère les effets spéciaux sur les notes
- 3- L'étage qui prédispose les notes pour le (format) MIDI
- 4- L'étage qui contrôle le volume
- 5- L'étage qui prédispose le volume pour le (format) MIDI

1 - L'étage qui génère les notes (antenne droite)

L'antenne, avec le condensateur et les trois selfs en série, forment un circuit résonant avec les deux oscillateurs (le premier oscillateur est constitué par le groupe **IC1/A + antenne**, le second oscillateur est constitué par **IC2/A**).

Rappelons que les trois selfs en série avec l'antenne augmentent également la sensibilité de l'instrument.

Deux oscillateurs sont en mesure de s'accorder et de se verrouiller sur la fréquence déterminée par la présence de la main dans l'espace entourant l'antenne. La fréquence des deux oscillateurs est d'environ **280 kHz**. Le circuit intégré **IC2/B** est monté en circuit de **syntonie** (ou **accord***) car il modifie, au moyen du potentiomètre **R10** (comme le ferait une diode varicap), la capacité interne du transistor, ce qui a pour effet de modifier la fréquence d'oscillation de l'étage oscillateur **IC2/A**.

L'étage n'est autre qu'un **superhétérodyne**** car on produit un signal dû au battement entre la fréquence de l'antenne et son oscillateur et le second oscillateur lequel, en même temps, génère une fréquence égale à la somme des deux fréquences et à la différence des deux fréquences. La diode **DS1** sert de **mélangeur** (**mixer** pour les anglophones, mais qui ne l'est pas ?) qui ne prend en considération que la fréquence produite par la différence des deux fréquences (**pitch**, pour les anglo-saxons !).

Une section de **IC3/A** est utilisée pour adapter l'impédance entre le mélangeur formé par la diode **DS1** et le circuit intégré **IC3/B**, dont la fonction est d'amplifier le signal **BF** produit par le battement de l'étage superhétérodyne.

* Nous nous servirons alternativement des deux termes qui ont tous deux la même signification : les hellénistes préféreront le premier, les latinistes le second ... et les Béotiens ou ceux à qui c'est égal seront de notre côté.

** D'après Larousse c'est féminin, les autres sources en font un mot à la fois masculin et féminin, comme les prénoms Claude ou Dominique.



Figure 2 : Le premier exercice est à exécuter très lentement, en maintenant unis le pouce et l'index de la main droite.

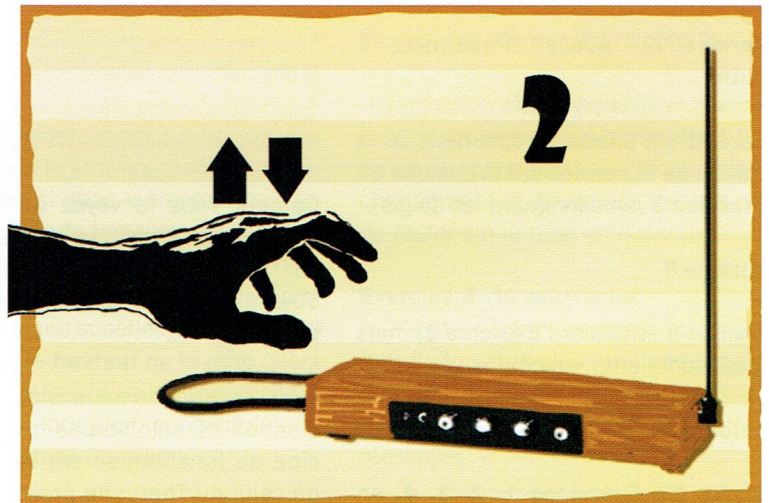


Figure 3 : Haussez et abaissez lentement la main gauche sur l'antenne horizontale du volume.

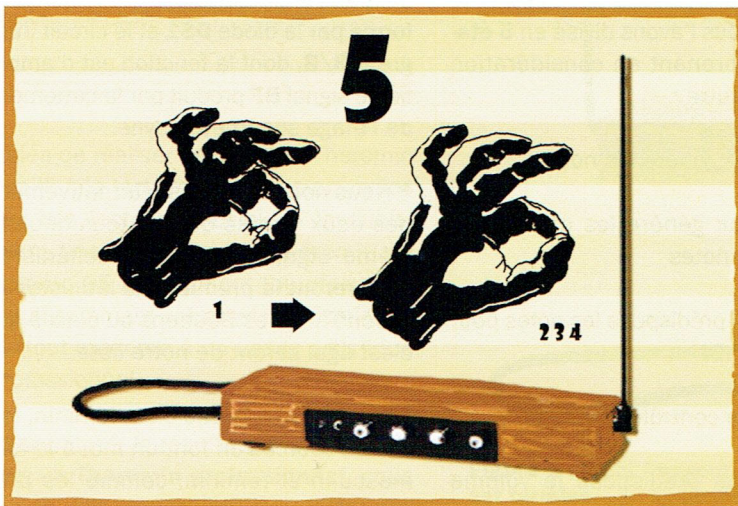


Figure 4 : Bougez la main droite avec index et pouce unis en allongeant les doigts vers l'avant, le bras restant immobile.

2 - L'étage qui génère des effets spéciaux sur les notes

L'étage formé de **IC4/A**, **IC4/B**, **IC5/A** et **IC5/B** forme un doubleur de fréquence qui produit l'effet le plus remarquable du Theremin : on dirait que l'instrument «chante» en produisant un son très suggestif (plus tard, avec les synthétiseurs et les effets de scène, on parlera de sons «voisés-dévoisés»).

Le signal étant une onde complexe, il est ensuite filtré par le filtre passe-bas de syntonie **IC9/A**, **IC9/B** lequel, grâce au double potentiomètre **R66** et **R67** ajoute ou enlève des harmoniques au signal. Au moyen d'un inverseur, nous ajoutons ou nous enlevons au signal audio de sortie l'effet semblable à un «**Phasing**», grâce au groupe constitué par **IC10**, **IC11**, **IC12** et les FET **FT2** à **FT7**.

3 - L'étage qui prédispose les notes pour le MIDI

La porte **IC4/C** et l'opérationnel **IC6/A** forment un convertisseur fréquence/tension qui produit un niveau de tension compris entre **0** et **5 V** en fonction des notes générées par la main qui s'approche de l'antenne. Ce niveau de tension sera mis à profit dans le futur montage

d'une interface **MIDI** spécifique avec laquelle notre instrument, associé à un ordinateur, sera en mesure de faire des choses véritablement merveilleuses : par exemple, simuler des instruments de musique simplement en approchant les mains de l'antenne.

4 - L'étage qui contrôle le volume

Ici nous ne trouvons qu'un oscillateur, celui composé de **IC7/B** plus l'antenne «loop» (ou boucle).

IC7/A a pour caractéristique de pouvoir modifier la valeur de sa capacité interne comme s'il était une diode varicap insérée dans le circuit oscillant. En tournant le potentiomètre **R46** on peut modifier la capacité et donc syntoniser l'oscillateur sur une fréquence d'environ **400 Hz**.

En rapprochant ou en éloignant la main de l'antenne «loop», on détermine une variation de la capacité qui modifie la fréquence de résonance.

La diode **DS4** détecte la fréquence de réponse et, à travers l'étage **IC8/A - IC8/B** et le FET **FT1**, règle le **volume**. Il s'agit en effet d'un étage **VCA (Voltage Control Amplifier)**, ou amplificateur contrôlé en tension.

5 - L'étage qui prédispose le volume pour le MIDI

À la sortie de l'étage volume nous avons mis un autre circuit qui convertit la fréquence, proportionnelle au volume, en une tension comprise entre **0** et **5 V** : elle servira, toujours pour cette application future dont nous vous avons informés, à relier une interface **MIDI** à ce canal et à gérer aussi le volume avec un PC.

Comme vous voyez c'est un schéma un peu complexe, mais indispensable pour obtenir la qualité de son que nous nous sommes imposée.

Tous ces circuits sont renfermés dans un beau boîtier de bois que nous avons conçu et fabriqué spécialement.

La réalisation pratique

La figure 8a donne le schéma d'implantation des composants du circuit à l'échelle 1:1, ce qui vous sera bien utile pour vous guider au cours de la phase de réalisation pratique du Theremin. Le circuit imprimé double face à trous métallisés est disponible mais ceux qui

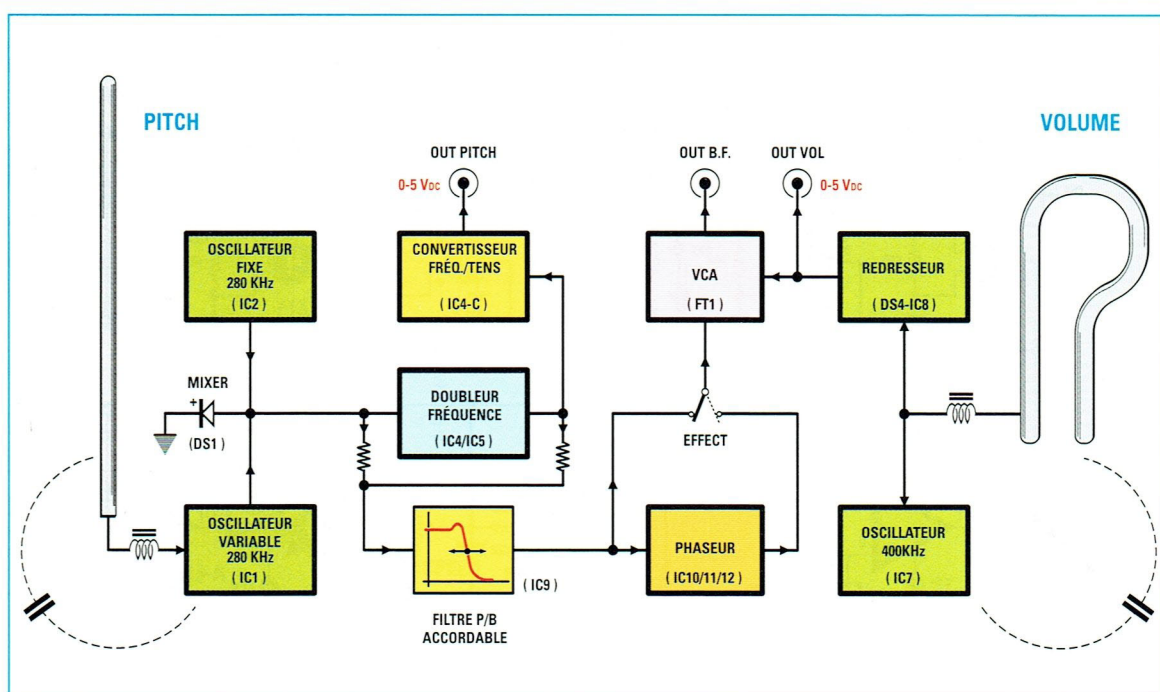


Figure 5 : Schéma synoptique du circuit du Theremin (son schéma électrique est visible à la figure 6).

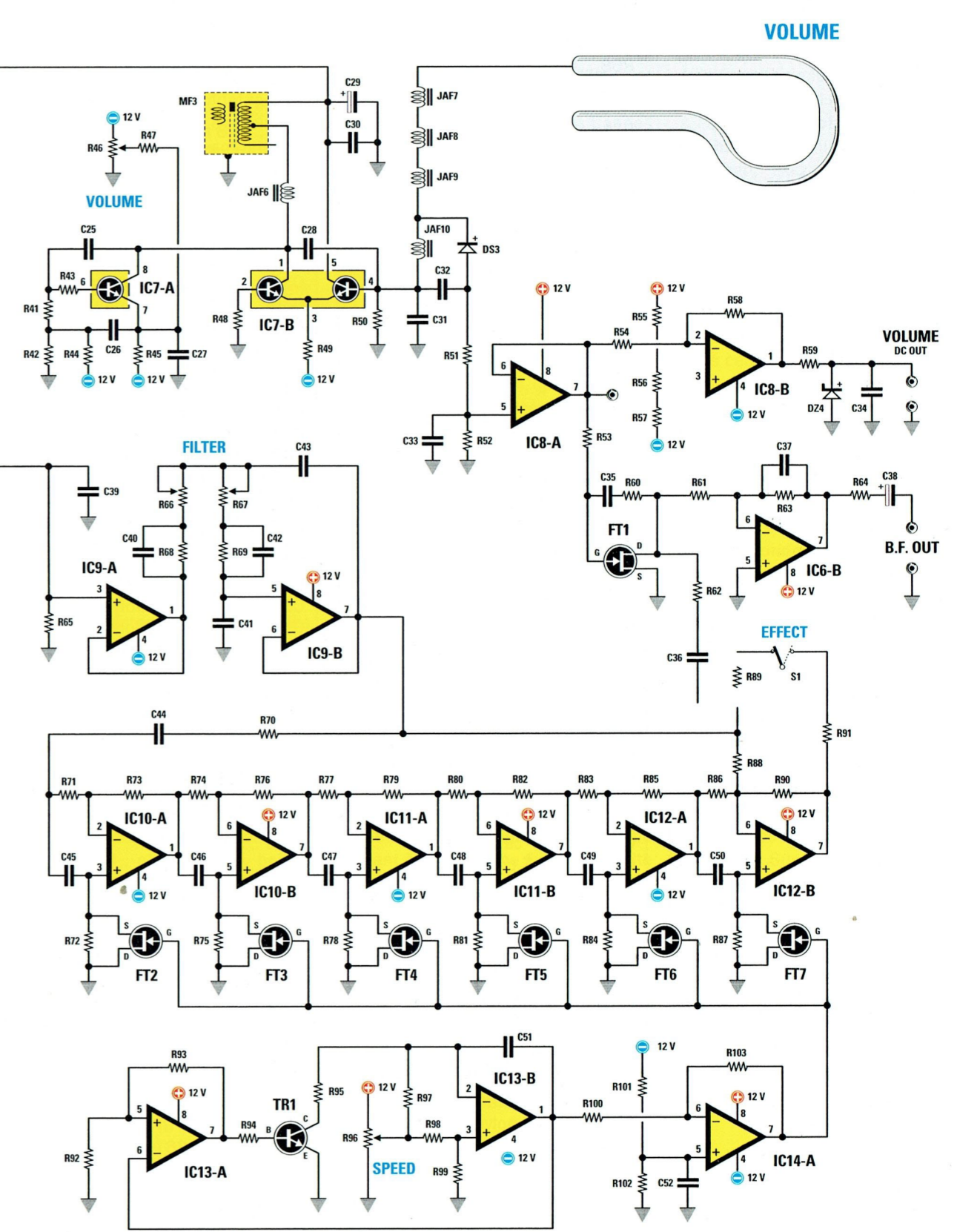
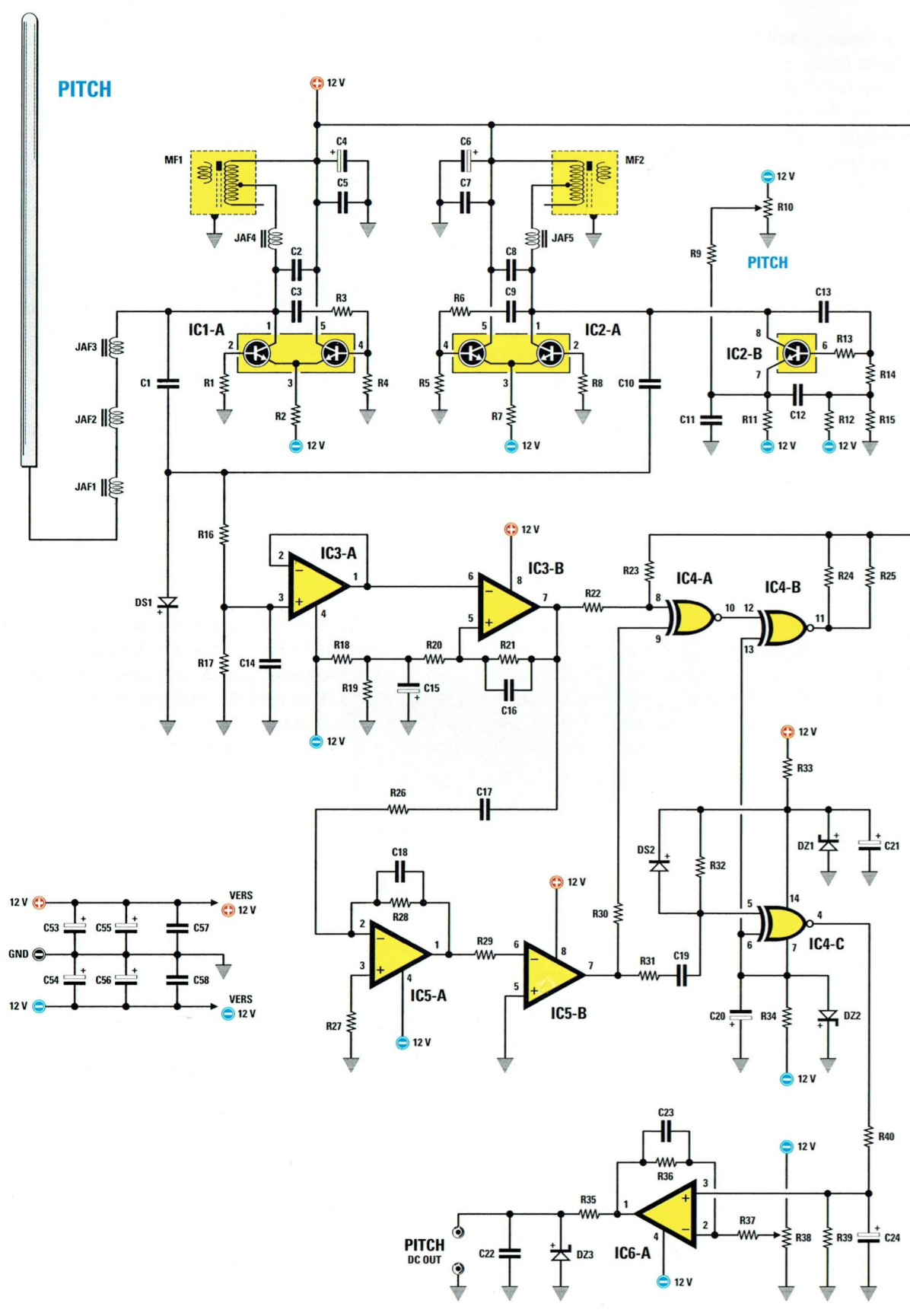


Figure 6 : Schéma électrique du circuit du Theremin

Liste des composants EN1790

R1 1 k
 R2 2,2 k
 R3 47 k
 R4-R5. 1 k
 R6 47 k
 R7 2,2 k
 R8 1 k
 R9 10 k
 R10 ... 4,7 k pot. lin.
 R11 ... 10 k
 R12 ... 10 k
 R13 ... 470
 R14 ... 33
 R15 ... 2,2 k
 R16 ... 10 k
 R17 ... 4,7 k
 R18 ... 33 k
 R19 ... 820
 R20 ... 10 k
 R21 ... 3,3 M
 R22 ... 10 k
 R23 ... 33 k
 R24 ... 33 k
 R25 ... 330 k
 R26 ... 100 k
 R27 ... 100 k
 R28 ... 1 M
 R29 ... 4,7 k
 R30 ... 10 k
 R31 ... 1 k
 R32 ... 47 k
 R33 ... 270 %
 R34 ... 270 %
 R35 ... 1 k
 R36 ... 100 k
 R37 ... 100 k
 R38 ... 10 k trimmer
 R39 ... 100 k
 R40 ... 100 k
 R41 ... 33 %
 R42 ... 2,2 k
 R43 ... 470
 R44 ... 10 k
 R45 ... 10 k
 R46 ... 4,7 k pot. lin.
 R47 ... 2,7 k
 R48 ... 470 %
 R49 ... 2,2 k
 R50 ... 470 %
 R51.... 1 M
 R52 ... 1 M
 R53 ... 470 k
 R54 ... 100 k
 R55 ... 10 k
 R56 ... 10 k trimmer
 R57 ... 10 k
 R58 ... 120 k
 R59 ... 1 k
 R60 ... 470 k
 R61 ... 10 k

R62 ... 100 k
 R63 ... 10 k
 R64 ... 100 %
 R65 ... 12 k
 R66 ... 100 k pot. lin.
 R67 ... 100 k pot. lin.
 R68 ... 4,7 k
 R69 ... 4,7 k
 R70 ... 10 k
 R71 ... 22 k
 R72 ... 10 k
 R73 ... 22 k
 R74 ... 22 k
 R75 ... 10 k
 R76 ... 22 k
 R77 ... 22 k
 R78 ... 10 k
 R79 ... 22 k
 R80 ... 22 k
 R81 ... 10 k
 R82 ... 22 k
 R83 ... 22 k
 R84 ... 10 k
 R85 ... 22 k
 R86 ... 22 k
 R87 ... 10 k
 R88 ... 47 k
 R89 ... 1 k
 R90 ... 22 k
 R91 ... 1 k
 R92 ... 47 k
 R93 ... 47 k
 R94 ... 47 k
 R95 ... 47 k
 R96 ... 10 k pot. lin.
 R97 ... 100 k
 R98 ... 47 k
 R99 ... 47 k
 R100.. 100 k
 R101.. 4,7 k
 R102.. 1 k
 R103.. 47 k
 C1 15 pF céramique
 C2 2,2 nF polyester
 C3 10 nF polyester
 C4 10 µF électrolytique
 C5 100 nF polyester
 C6 10 µF électrolytique
 C7 100 nF polyester
 C8 2,2 nF polyester
 C9 10 nF polyester
 C10 ... 15 pF céramique
 C11 ... 470 nF polyester
 C12 ... 470 nF polyester
 C13 ... 33 pF céramique
 C14 ... 4,7 nF polyester
 C15 ... 10 µF électrolytique
 C16 ... 2,2 nF polyester
 C17 ... 100 nF polyester
 C18 ... 22 nF polyester
 C19 ... 10 nF polyester
 C20 ... 10 µF électrolytique
 C21 ... 10 µF électrolytique

C22 ... 100 nF polyester
 C23 ... 100 nF polyester
 C24 ... 2,2 µF électrolytique
 C25 ... 22 pF céramique
 C26 ... 1 µF polyester
 C27 ... 1 µF polyester
 C28 ... 2,2 nF polyester
 C29 ... 10 µF électrolytique
 C30 ... 100 nF polyester
 C31 ... 6,8 nF céramique
 C32 ... 1 nF céramique
 C33 ... 100 pF céramique
 C34 ... 100 nF polyester
 C35 ... 100 nF polyester
 C36 ... 1 µF polyester
 C37 ... 100 pF céramique
 C38 ... 10 µF électrolytique
 C39 ... 100 pF céramique
 C40 ... 1 nF polyester
 C41 ... 330 pF céramique
 C42 ... 1 nF polyester
 C43 ... 47 nF polyester
 C44 ... 1 µF polyester
 C45 ... 1 µF polyester
 C46 ... 470 nF polyester
 C47 ... 330 nF polyester
 C48 ... 150 nF polyester
 C49 ... 100 nF polyester
 C50 ... 47 nF polyester
 C51 ... 100 nF polyester
 C52 ... 100 nF polyester
 C53 ... 100 µF électrolytique
 C54 ... 100 µF électrolytique
 C55 ... 100 µF électrolytique
 C56 ... 100 µF électrolytique
 C57 ... 100 nF pol. x10
 C58 ... 100 nF pol. x10
 JAF1 .. 10 mH
 JAF2 .. 4,7 mH
 JAF3 .. 3,3 mH
 JAF4 .. 82 µH
 JAF5 .. 82 µH
 JAF6 .. 33 µH
 JAF7 .. 3,3 mH
 JAF8 .. 2,2 mH
 JAF9... 2,2 mH
 JAF10 2,2 mH
 MF1 à MF3 moyenne fréq. 455 kHz
 DS1 à DS3 1N4150
 DZ1 ... zener 6,8 V ½ W
 DZ2 ... zener 6,8 V ½ W
 DZ3... zener 5,6 V
 DZ4 ... zener 5,6 V
 TR1 ... NPN BC547
 FT1 ... FET J310
 FT2 à FT7 FET BF245
 IC1-IC2 LM3086
 IC3 LM082
 IC4 C/Mos 4077
 IC5-IC6 TL082
 IC7 LM3086
 IC8 à IC14 TL082
 S1 inverseur

voudraient le réaliser le pourront grâce aux dessins à l'échelle 1:1 des figures 8b-1 et 8b-2. Quand vous l'avez devant vous, montez tous les composants en suivant l'ordre que nous vous indiquons ci-dessous.

Comme d'habitude nous vous suggérons de commencer le montage par l'insertion des supports des circuits intégrés **IC1** à **IC14**, en ayant pris soin d'orienter les repères-détrompeurs en U comme indiqué sur le dessin.

Vous pouvez ensuite continuer par l'insertion de toutes les résistances, après en avoir déchiffré attentivement les valeurs indiquées par les bandes de couleur. Insérez les deux trimmers **R38** et **R56** dont le boîtier est en forme de parallélépipède.

Insérez alors les diodes au silicium **DS1-DS2-DS3** en orientant leurs bagues noires comme indiqué sur la figure et les diodes zener **DZ1-DZ2-DZ3-DZ4** en orientant leurs bagues comme indiqué sur le schéma d'implantation des composants que vous avez sous les yeux.

Poursuivez maintenant en soudant les condensateurs **polyesters**, les **céramiques** et les **électrolytiques** dans les positions qu'ils doivent prendre.

À propos des condensateurs électrolytiques, nous vous rappelons que vous devez porter une grande attention au respect de leur polarité. Après ces composants, occupez-vous des selfs **JAF1** à **JAF10** : elles sont en boîtier rectangulaire.

Placez-les dans leurs positions respectives : montez en haut à gauche **JAF7-JAF8-JAF9-JAF10** et, au dessous, **JAF6**. Placez ensuite, sur la droite du circuit imprimé, en haut **JAF1-JAF2-JAF3** et, plus bas, **JAF4** et **JAF5**.

Montez le transistor **TR1** en orientant son méplat vers la droite et les FET **FT1** à **FT7** avec les leurs dans les bonnes positions (voir figure 8a).

Insérez les moyennes fréquences **MF1-MF2-MF3** dans les bonnes positions également (voir figure 8a) : n'oubliez pas de supprimer au préalable le petit condensateur présent à l'intérieur.

Il ne vous reste qu'à enfoncer délicatement les quatorze circuits intégrés dans les supports **IC1** à **IC14**. Comme vous le voyez en regardant le dessin de la figure 8a, les repère-détrompeurs en U sont à orienter vers le bas, à l'exception du circuit intégré **IC7** (à gauche au milieu) dont le sien est à tourner vers le haut.

Pour achever le montage vous devez encore fixer sur le circuit imprimé la carcasse des **potentiomètres** : placez de gauche à droite, le potentiomètre **R46** du **volume tune**, le **R96** de **Speed**, le double potentiomètre **R66+R67** relatif au **filtre** et le **R10** relatif au **pitch tune**. Pour les monter, pliez délicatement leurs broches en **L**, insérez-les dans le circuit et soudez-les avec soin.

Vous voyez sur le boîtier de ces potentiomètres une fine barrette métallique servant à garantir une fixation parfaite sur le circuit imprimé.

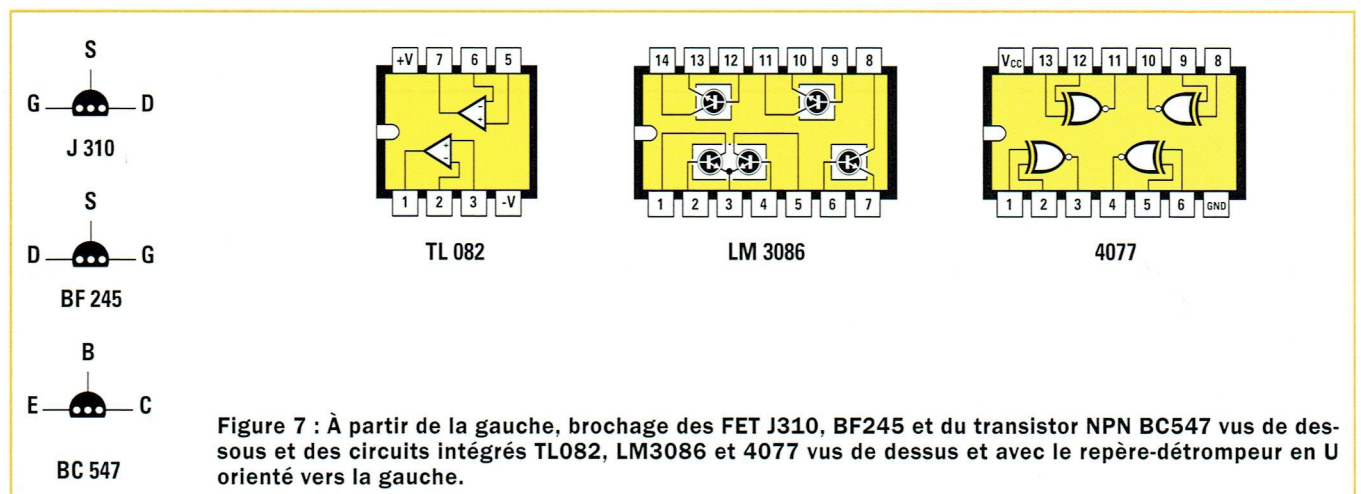
Comme vous pouvez le voir figure 8a, en haut du circuit imprimé vous devrez souder les câbles blindés servant à la liaison avec la **prise de sortie de volume (DC OUT)**, la **prise de sortie BF OUT** et la prise **pitch DC OUT**.

À l'extrémité droite et gauche du circuit imprimé, reliez les deux fils de liaison à l'antenne du **volume** et à l'antenne **pitch**. Pour terminer cette phase de montage, fixez à droite le bornier de liaison à l'**étage d'alimentation EN1789** (voir figure 10a-b).

En ce qui concerne sa réalisation pratique sachez qu'elle ne présente pas non plus de difficulté. Le circuit imprimé simple face est disponible également mais ceux qui voudraient le réaliser le pourront grâce au dessin à l'échelle 1:1 de la figure 10c. Quand vous l'avez devant vous, montez les quelques composants en suivant l'ordre que nous vous indiquons ci-après.

Procédez comme d'habitude en insérant les **condensateurs polyesters** et les **électrolytiques**, en respectant bien la polarité de ces derniers. Montez ensuite le pont **RS1**, le + en bas côté C1 et le - en haut côté C5.

Montez les deux circuits intégrés **IC1-IC2** en orientant leurs semelles métalliques vers les condensateurs **C2-C3** et le transformateur **T1**. Enfin à gauche fixez le **bornier** des sorties et à droite les deux **borniers** servant à la liaison avec le bloc d'entrée secteur et visible figure 11. Sur ces derniers n'oubliez pas le strap.



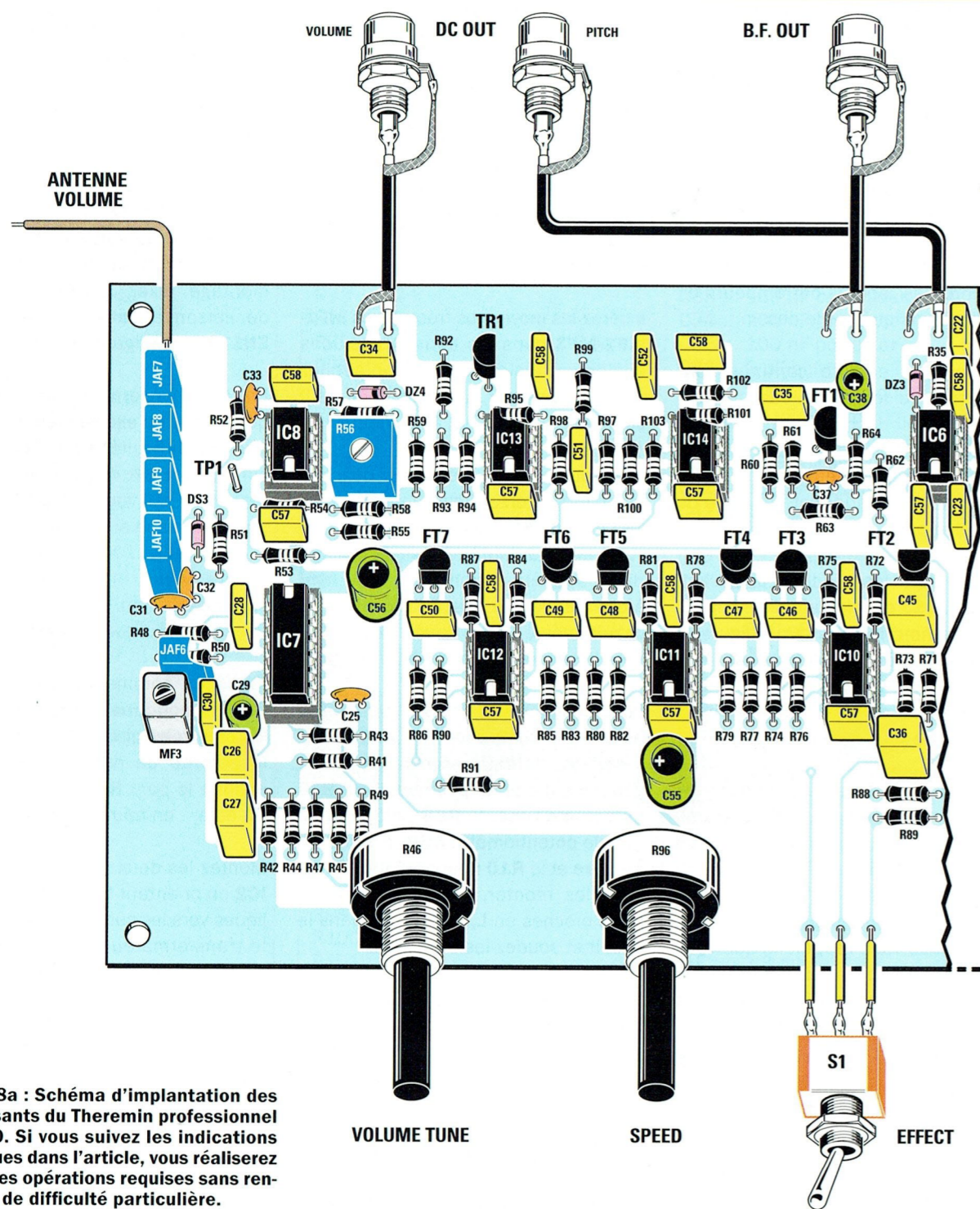


Figure 8a : Schéma d'implantation des composants du Theremin professionnel EN1790. Si vous suivez les indications contenues dans l'article, vous réaliserez toutes les opérations requises sans rencontrer de difficulté particulière.

L'installation dans le boîtier

Une fois réalisé le montage de la platine principale EN1790 et de l'étage d'alimentation EN1789, vous devrez loger les deux platines à l'intérieur du boîtier que nous avons prévu et fixer sur la face avant et le panneau

arrière tous les composants externes. Avec quelques courts morceaux de fils de cuivre isolés reliez les broches de l'inverseur S1 (Effect) aux pistes du circuit imprimé : laissez assez de longueur pour arriver jusqu'à la face avant.

Fixez-le alors au moyen de l'écrou. Toujours en face avant, insérez les axes des potentiomètres que vous avez

déjà fixés sur le circuit imprimé, mais au préalable coupez-les à la bonne dimension comme le montre la figure 9 : ils doivent sortir de la face avant d'environ 20 mm. Montez ensuite les boutons de ces potentiomètres.

Dans le panneau arrière, insérez les prises RCA pour le DC OUT (volume et pitch) et pour la basse fréquence BF

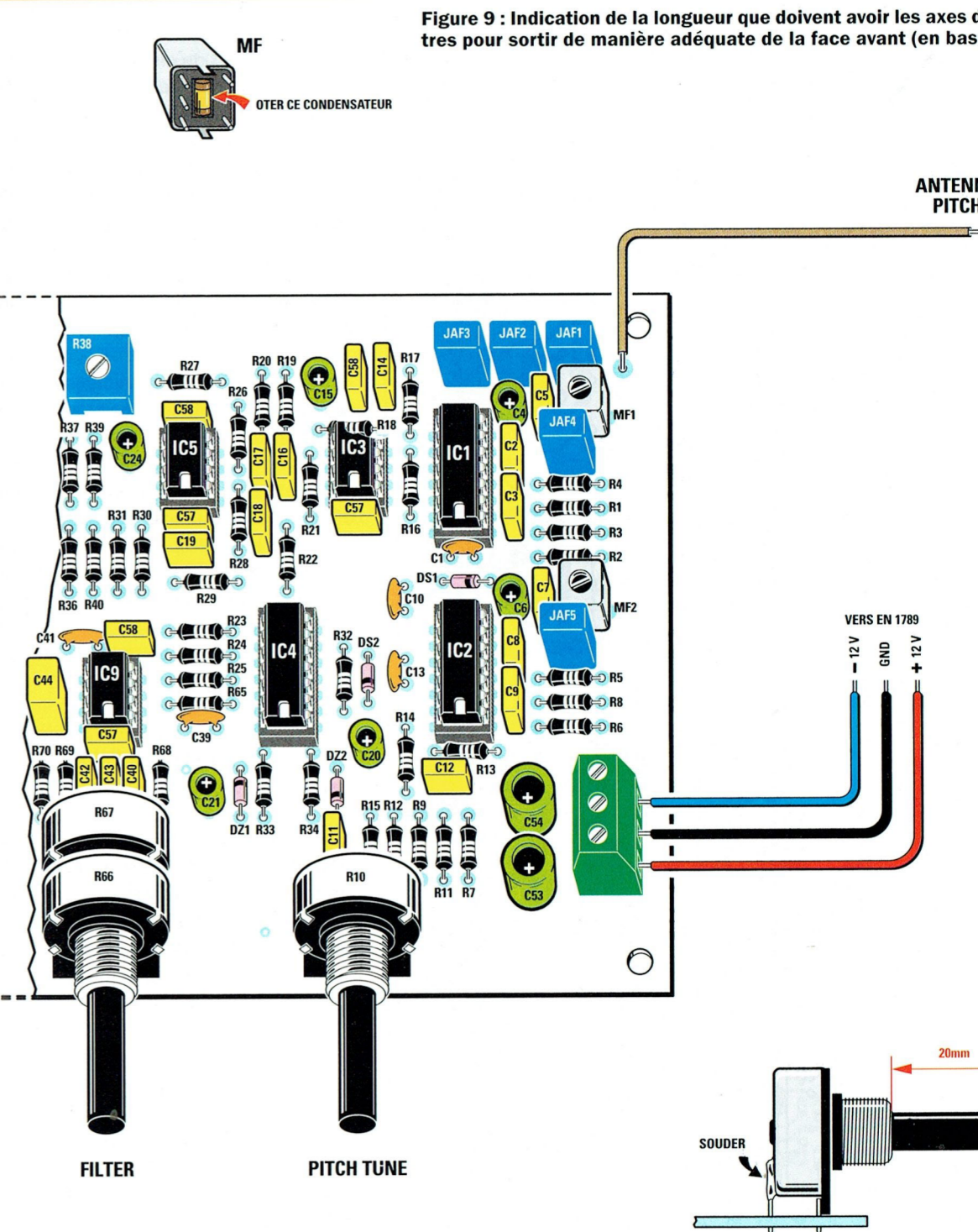


Figure 9 : Indication de la longueur que doivent avoir les axes des potentiomètres pour sortir de manière adéquate de la face avant (en bas à droite).

OUT : reliez les câbles blindés à ces douilles (tresses aux cosses de masse et âmes aux points centraux). Montez le bloc entrée secteur (voir figure 11).

Effectuez ensuite le câblage de la platine principale EN1790 avec la platine d'alimentation EN1789 en ayant pris soin de ne pas intervertir les trois fils de liaison.

Le réglage

Avant de procéder à cette phase, précisons que le Theremin est à placer loin des objets métalliques qui pourraient influencer négativement sur les antennes. Dans certains cas il est conseillé de relier le pôle négatif de l'alimentation

à une prise de terre de l'installation électrique : sur le panneau arrière du boîtier un dispositif de connexion est prévu pour cela.

L'appareil est à alimenter avec une tension stabilisée de 6 V et un courant d'au moins 0,5 A. L'étage à découpage interne produit en effet, à partir de cette tension, le ± 12 V utilisé par le circuit.

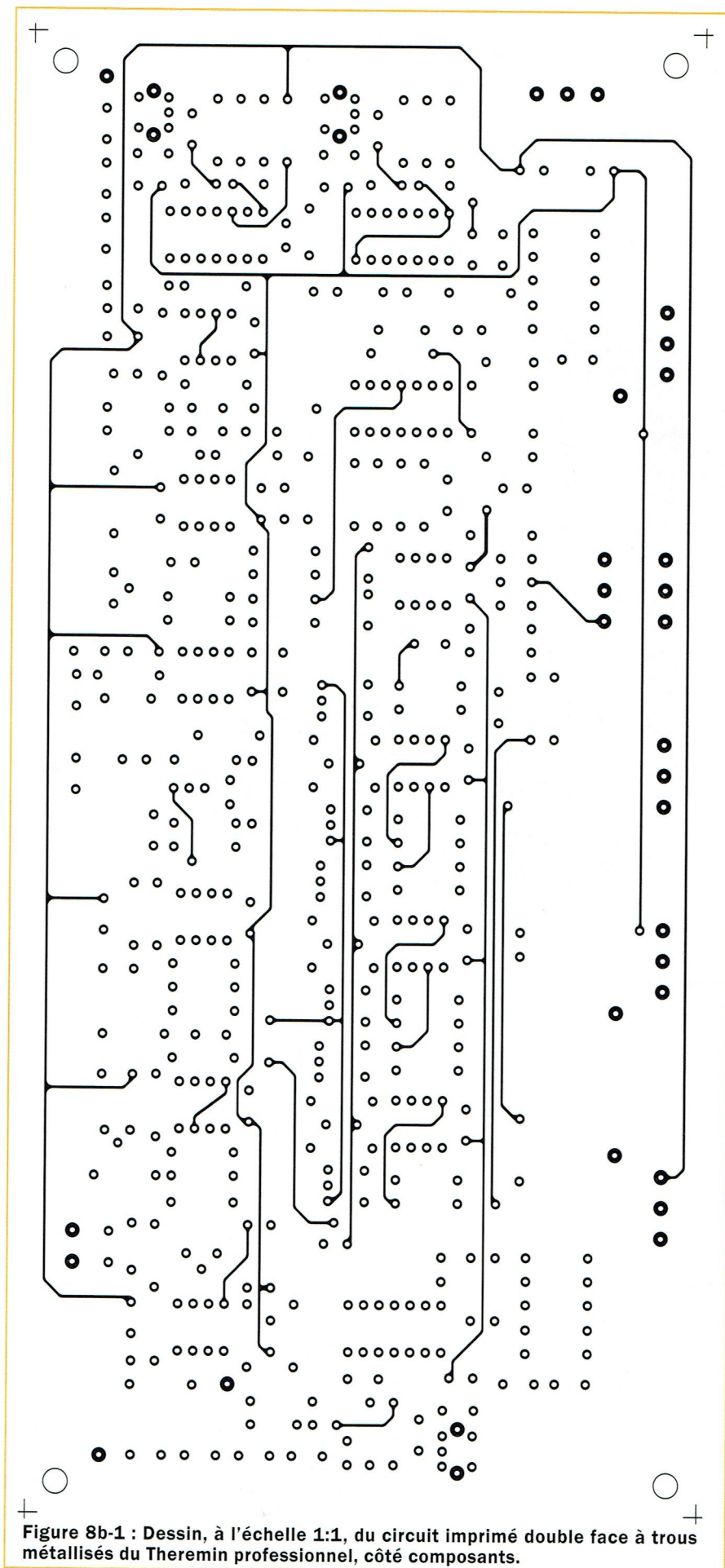


Figure 8b-1 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés du Theremin professionnel, côté composants.

Si vous le désirez, vous pourrez contrôler avec un multimètre le fonctionnement correct du circuit en mesurant les tensions générées. À ce propos, considérez que les valeurs peuvent être différentes des valeurs nominales dans une fourchette de $\pm 5\%$: si vous mesurez une valeur, par exemple, de **+11,5 V** au lieu de **12 V** nominal, ne considérez pas qu'il y a une erreur, mais que vous êtes parfaitement dans la norme, car cette petite différence n'aura aucun effet négatif sur le circuit.

Le réglage de l'étage «**Volume**», soit celui relatif à l'antenne «**loop**», peut être effectué sans que la sortie du Theremin soit reliée à un amplificateur basse fréquence et à des haut-parleurs : il est en effet suffisant d'utiliser un quelconque multimètre, réglé pour la mesure des tensions continues. Reliez au point-test **TP1** le cordon positif du multimètre. Le cordon négatif du multimètre est à relier à un quelconque point de masse du circuit.

Note : bien sûr avant de procéder au réglage, vous devrez insérer l'antenne «**loop**» dans sa douille.

Tournez à mi course le bouton du potentiomètre **R46** «**volume tune**», tout en agissant sur le noyau de la bobine **MF3** avec un petit tournevis et **sans approcher la main de l'antenne** : vous devrez amener la tension présente sur **TP1** le plus près possible de la valeur négative maximale (autour de **-5 V**).

Si vous approchez une main de l'antenne, la tension présente sur **TP1** doit tendre vers **0 V**. Donc à partir d'environ **-5 V** on doit atteindre **0 V** quand la main touche l'antenne. C'est là la condition à atteindre pour considérer que le réglage de la bobine **MF3** est terminé. Déplacez maintenant les cordons du multimètre, en respectant la polarité, sur la prise «**volume DC OUT**» de telle manière qu'en agissant sur le trimmer **R56**, on obtienne une tension d'environ **0 V** quand la main touche l'antenne et une tension de **+5 V** environ quand la main est éloignée de l'antenne. Cette tension sera ensuite utilisée pour envoyer des données «**MIDI**» à un générateur sonore externe, par l'intermédiaire d'une interface à laquelle nous travaillerons et que nous vous proposerons prochainement.

Passons au réglage de l'étage «pitch»: il est nécessaire de relier la sortie **BF** du **Theremin** à l'entrée d'un quelconque amplificateur de puissance, de manière à pouvoir écouter dans un haut-parleur le signal généré.

Note : bien sûr, pour le réglage de cet étage également, vous devrez insérer d'abord l'antenne «pitch» dans sa douille.

Le bouton du potentiomètre **R10 (pitch tune)** doit être tourné à mi course avant de commencer le réglage. L'objectif est ici d'obtenir la condition pour laquelle on n'a à la sortie aucun signal **BF** quand notre main est éloignée de l'antenne verticale et on a en revanche un signal **BF** dont la fréquence croît d'autant plus que la main se rapproche davantage de l'antenne.

Nous vous suggérons tout d'abord de tourner à mi course les deux noyaux des bobines **MF1** et **MF2** et ensuite d'agir seulement sur un seul de ces noyaux (peu importe lequel, celui de **MF1** ou celui de **MF2**, voir figure 14), de manière à amener le signal de sortie que vous écoutez dans le haut-parleur à zéro.

Puisque la sensibilité maximale s'obtient seulement à une certaine fréquence des oscillateurs, ce réglage sera répété sur différentes positions des noyaux et se terminera en correspondance de celle pour laquelle on obtient l'effet de la main à la distance maximale de l'antenne.

Durant toute la phase de réglage tenez-vous le plus éloigné possible de l'antenne, car cette dernière ne doit pas être influencée par votre corps, dans le cas contraire vous pourriez fausser le réglage.

Il ne vous reste qu'à régler le trimmer **R38** de manière à obtenir à la sortie **pitch DC OUT** une tension continue variable de **0 V** à **+ 5 V** en fonction de la distance de la main par rapport à l'antenne.

Quand la main est éloignée de l'antenne, la tension de sortie doit être égale à environ **0 V** et en revanche, quand elle s'en rapproche au point de la toucher, la tension doit augmenter jusqu'à environ **5 V**.

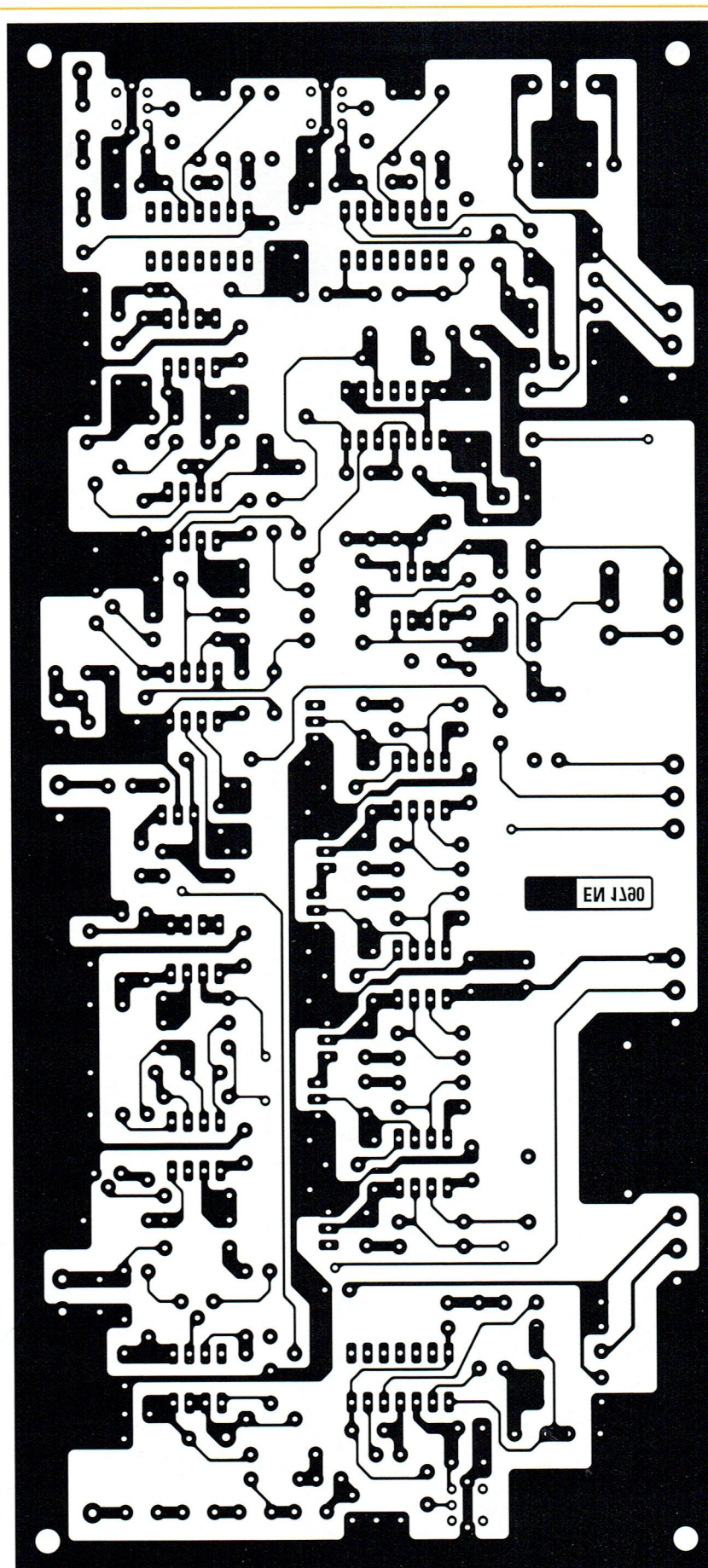
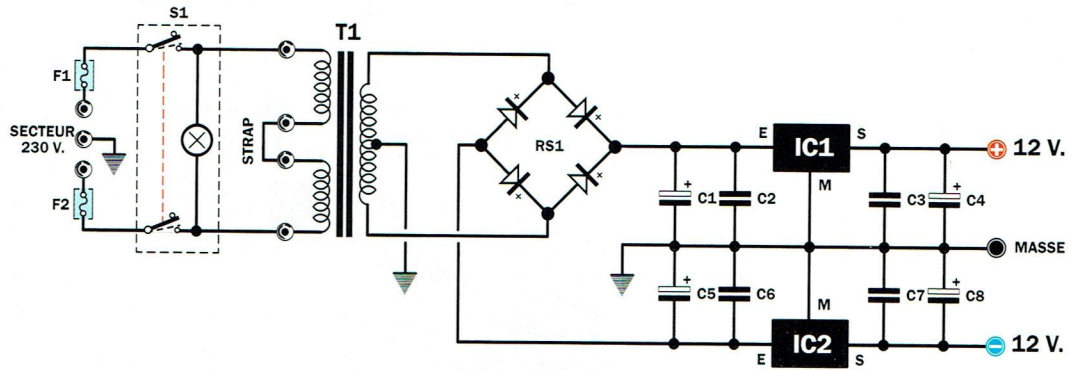


Figure 8b-2 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés du Theremin professionnel, côté soudures.

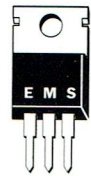
Figure 10a : Schéma électrique de l'étage d'alimentation EN1789 de ce Theremin professionnel et brochage des deux circuits intégrés uA7815 et uA7915 vus de face.



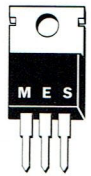
Liste des composants EN1789

C1 1 000 µF électrolytique/35 V
 C2 100 nF polyester
 C3 100 nF polyester
 C4 100 µF électrolytique
 C5 1 000 µF électrolytique/35 V
 C6 100 nF polyester
 C7 100 nF polyester

C8 100 µF électrolytique
 RS1 ... pont redresseur 100 V 1 A
 IC1 uA7815
 IC2 uA7915
 F1 fusible 1 A
 F2 fusible 1 A
 T1 transfo. 3 W (TS03.01) sec.
 19+19 V 100 mA
 S1 double interrupteur



uA 7815



uA 7915

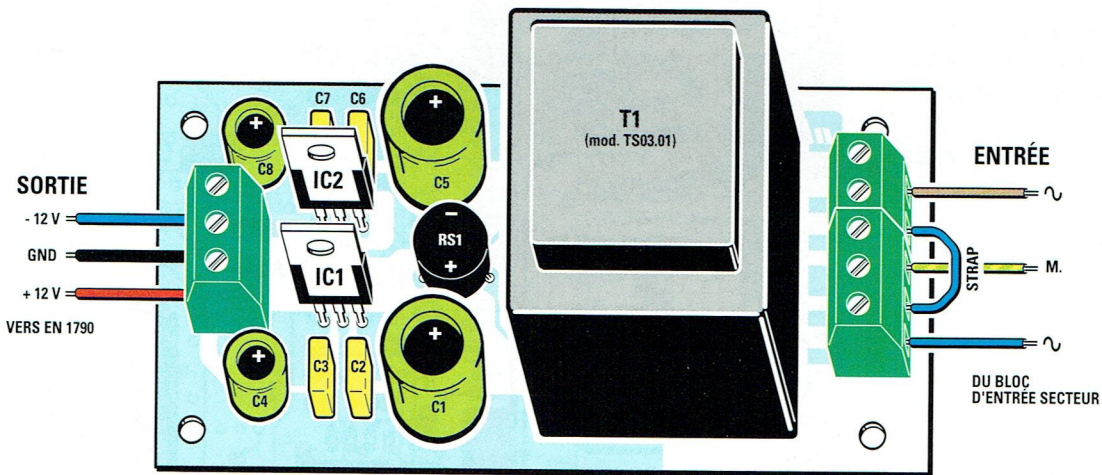


Figure 10b : Schéma d'implantation des composants. À droite vous pouvez voir comment effectuer le câblage du strap sur les borniers d'entrée et les trois fils destinés à la connexion avec le bloc de l'entrée secteur reproduit en figure 11.

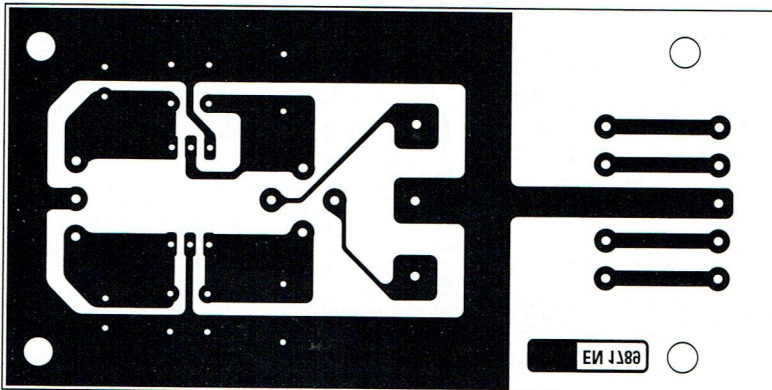


Figure 10c : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé.

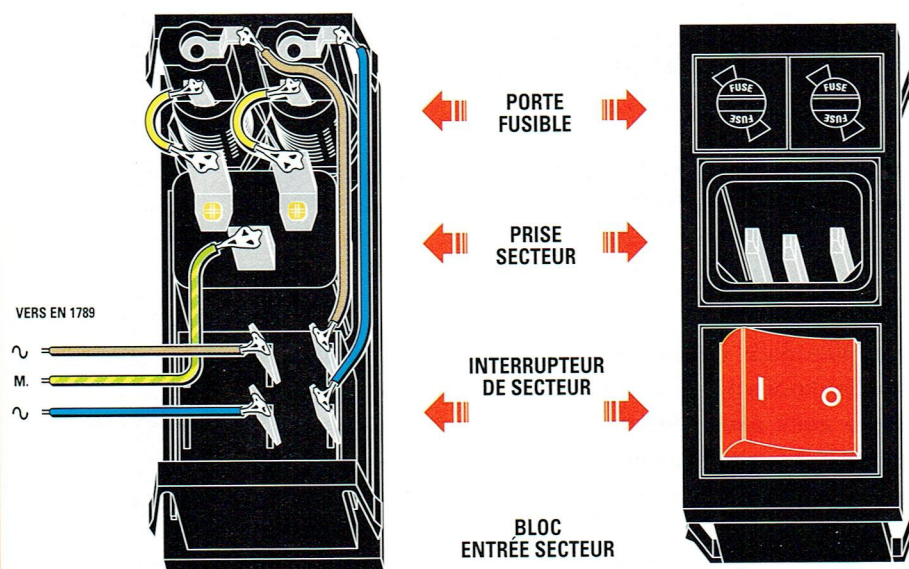


Figure 11 : Ce dessin représente le bloc de l'entrée secteur 230 V, vu de face/arrière. Il doit être inséré dans le logement prévu dans le panneau arrière du boîtier. Nous vous recommandons d'effectuer au préalable les liaisons entre les portes-fusibles et la prise secteur et entre les portes-fusibles et l'interrupteur secteur et, après avoir inséré les fusibles dans les portes-fusibles, entre le bloc et les borniers déjà montés sur le circuit imprimé de l'alimentation EN1789 (voir figure 10 à droite).

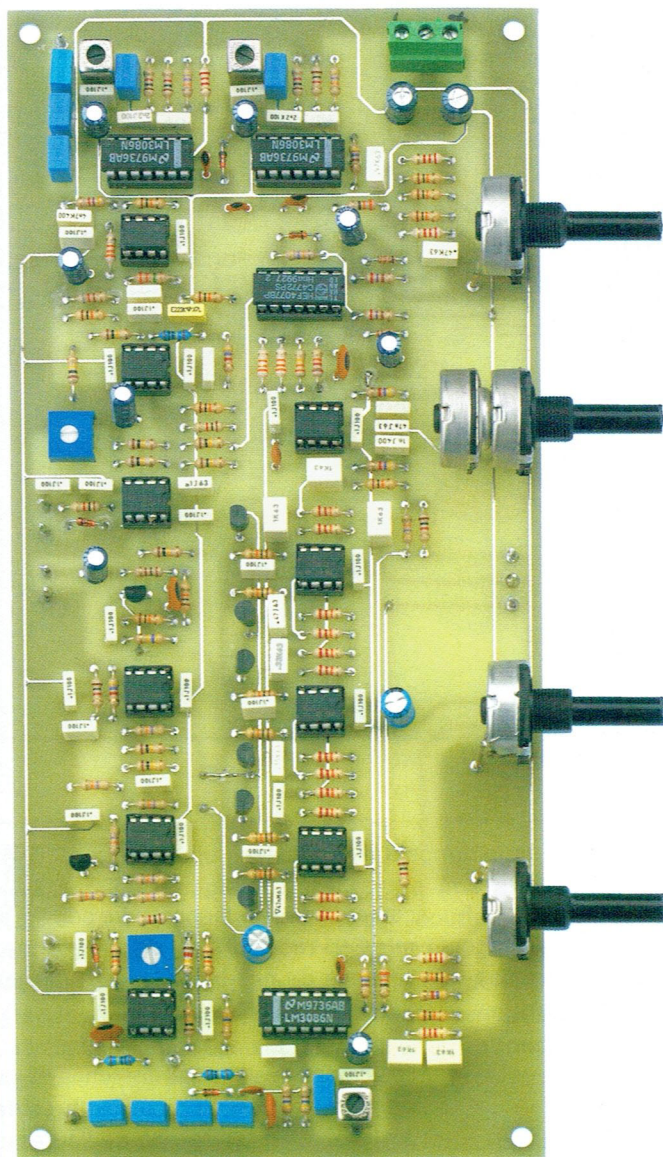


Figure 12 : Photo d'un des prototypes de la platine du Theremin professionnel EN1790 que nous avons montée pour effectuer les essais en laboratoire.

Figure 13 : Cette photo montre la platine principale du Theremin professionnel EN1790 et celle de l'alimentation EN1789, insérées à l'intérieur du boîtier en bois avec face avant et panneau arrière en aluminium anodisé.

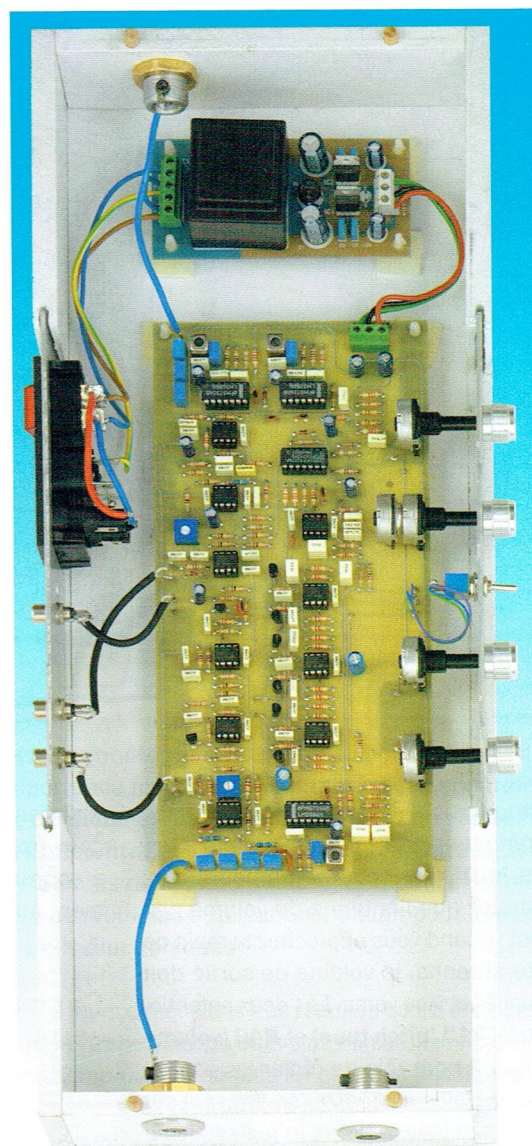
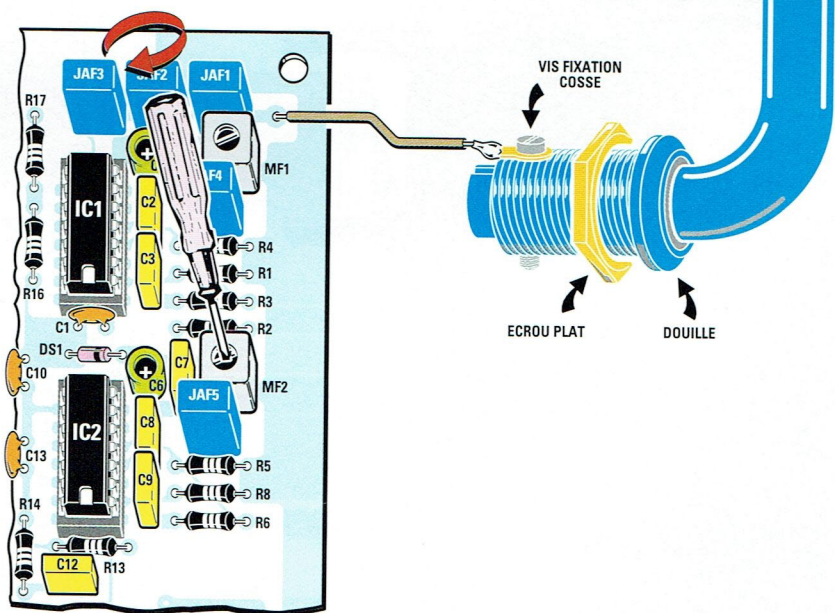


Figure 14 : Comme le montre le dessin, pour tourner les noyaux des bobines MF1 et MF2 vous pouvez vous servir simplement d'un tournevis. Pour connaître la séquence complète (mais fondamentale) de l'opération de réglage, nous vous recommandons la lecture attentive du paragraphe dédié.

Note : ci-dessous vous pouvez voir le détail de l'assemblage des douilles dans lesquels on branche les antennes..



Cette tension également sera utilisée comme tension de contrôle pour l'interface **MIDI** que nous préparons. Enfin, contrôlez que l'antenne du volume agit aussi : quand vous approchez la main de cette antenne, le volume de sortie doit diminuer et vice versa. Les deux potentiomètres **R10 (pitch tune)** et **R46 (volume tune)** ont pour rôle de régler les oscillateurs, de telle manière qu'en agissant sur eux on atteint toujours le réglage juste en présence de capacités externes.

Maintenant vous pouvez fermer le couvercle du boîtier pour commencer à apprendre à jouer du fabuleux instrument que vous venez de réaliser.

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire (boîtier,

composants) pour construire ce **Theremin EN1789-1790** est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

Les typons des circuits imprimés et les programmes **lorsqu'ils sont libres de droits** sont téléchargeables à l'adresse ci-après:

<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/117.zip>